การพัฒนาวัสดุเหลือทิ้งจากก้อนเชื้อเห็ดเก่าร่วมด้วยเปลือกถั่วลิสง สำหรับผลิตแท่งเพาะชำเพื่อการส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรในชุมชน

The Waste Material Development of Mushroom Loaf and Peanut Shell for Nursery Block Planting Production to Agricultural Technology in Community Promotion

สุธีรา สุนทรารักษ์[1*] วิมลวรรณ แก่นวงษ์[2] พิมมณี คู่สุนทรมงคล[3] และภัทรวิทย์ ปรุงเรณู[4]

Suteera Suntararak[1*] Chotika Kokram[2] Pattarwadee Panngam[3] and Pattarawit Prungreenoo[4]

[1]ผู้นำเสนอผลงาน สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ บุรีรัมย์ 31000
[2] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ บุรีรัมย์ 31000
[3]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ บุรีรัมย์ 31000
[4]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

([*]Corresponding author's e-mail : tangmay-jaa@hotmail.com)

บทคัดย่อ (Abstract)

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตแท่งเพาะชำจากก้อนเชื้อเห็ดเก่าร่วมกับเปลือกถั่วลิสงซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งของชุมชน ในอัตราส่วนต่างๆ ด้วยแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design รวมหน่วยการทดลองทั้งสิ้น 18 หน่วยการทดลอง ทำ 3 ซ้ำ มี 6 ทรีทเม้นท์ โดยในแต่ละทรีทเม้นท์ มีอัตราส่วนระหว่างก้อนเชื้อเห็ดเก่า : เปลือกถั่วลิสง เท่ากับ 0 : 100, 40 : 60, 50 : 50, 60 : 40, 100 : 0 และดินปลูก โดยน้ำหนัก (กรัม) ตามลำดับ แล้วทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแท่งเพาะชำก่อนนำไปทดสอบปลูกพริก เพื่อศึกษาอัตราการงอกการเจริญเติบโตและสำรวจ ค่าความพึงพอใจของผู้ใช้แท่งเพาะชำโดยเน้นคุณสมบัติทางกายภาพ ผลการทดลองพบว่า ก่อนการทดลองปริมาณธาตุไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติระหว่างทรีทเม้นท์ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และความชื้น มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณของเปลือกถั่วลิสงมากขึ้น ทั้งนี้หากพิจารณาความเหมาะสมจากลักษณะทางกายภาพด้านความคงทน คุณสมบัติทางเคมีด้านธาตุอาหารและปริมาณผลผลิตต้นกล้า พบว่าทรีทเม้นท์ที่ 2 ซึ่งมีอัตราส่วนของก้อนเชื้อเห็ดเก่า : เปลือกถั่วลิสง ที่ 40 : 60 โดยน้ำหนัก (กรัม) มีความเหมาะสมมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวโดยสรุปได้ว่า ก้อนเชื้อเห็ดเก่าสามารถใช้เป็นวัสดุเพื่อการผลิตเป็นแท่งเพาะชำได้ ทั้งนี้การผสมเปลือกถั่วลิสงก็ได้ส่งผลต่อคุณสมบัติของแท่งเพาะชำที่ดีขึ้นอีกด้วย

The objective of this study were to nursery block planting production. By using the Mushroom Loaf and Peanut Shell which is a residue from community in various ratios. The experiments were conducted under Complete Randomized Design with 18 unit sampling 3 replications and 6 treatments. In each treatment group, the ratio between the Mushroom Loaf with Peanut Shell were 0 : 100, 40 : 60, 50 : 50, 60 : 40, 100 : 0 , 0:100 and potting soil percent by volume. Six treatments of nursery block planting were produced and analyzed for physical and chemical properties before germination test on chilli tree (*Capsicum annuum*) to study about germination rate, growth and the satisfaction survey in physical properties of nursery block planting. Result indicated that there was statistical diferrent in nitrogen content among treatment, whereas phosphorus, potassium, moisture and total porosity trended to be increased in the high rate of Peanut Shell . However, if considered appropriate in nutrients, durability and productivity index found that significantly in treatment

2 was the ratio of the Mushroom Loaf with Peanut Shell to 40 : 60 percent by volume. In conclusion, Mushroom Loaf could be used in nursery block planting. The result is clearly demonstrate that increasing the amount of Mushroom Loaf with Peanut Shell affect to properties of nursery block planting better.

คำสำคัญ (Keywords) :

แท่งเพาะชำ// ก้อนเชื้อเห็ดเก่า// เปลือกถั่วลิสง

Nursery Block Planting// Mushroom Loaf// Peanut Shell

แหล่งทุน (Funding Agency)

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

บทนำ (Introduction)

ประเทศไทยนับเป็นประเทศที่เหมาะต่อการเพาะเห็ดอย่างมากเนื่องจากมีสภาพดิน ฟ้าและ อากาศที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเห็ดเกือบทุกชนิด เช่น เห็ดฟาง เห็ดหอม เห็ดหูหนู เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดนางรม และเห็ดนางฟ้า เป็นต้น (อารยา, 2556) ดังนั้น การเพาะเห็ดจึงเป็นอีกหนึ่งอาชีพที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก โดยทั่วไปวัสดุหลักที่นิยมนำมาใช้เพาะเห็ด ได้แก่ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา ไม้หางนกยูง ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้ก้ามปู และไม้นุ่น เป็นต้น ส่วนวัสดุอาหารเสริมที่ใช้ ได้แก่ รำละเอียด ดีเกลือ ปูนขาว และน้ำตาล เป็นต้น ทั้งนี้ในกระบวนการเพาะเห็ด เมื่อเกษตรกรได้ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตเห็ดประมาณ 3 ถึง 4 รุ่น ก้อนเชื้อเห็ดก็จะไม่สามารถผลิตดอกเห็ดได้อีก ดังนั้น สิ่งที่เหลือตามมาจากการเพาะเห็ด คือ ก้อนเชื้อเห็ดเก่าเหลือทิ้งในปริมาณมหาศาลที่ยากต่อการกำจัดทำลาย โดยวิธีการกำจัดที่นิยม คือ การนำไปเผาหรือทิ้งกองไว้ในพื้นที่ชุมชน ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และจากการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับก้อนเชื้อเห็ดเก่า พบว่ามีแนวทางในการนำมาใช้ประโยชน์ที่หลากหลายรูปแบบ เช่น การนำมาทำเป็นปุ๋ยหมัก การนำกลับมาเพาะเห็ดใหม่ อีกครั้ง รวมถึงการนำไปทิ้งใส่โคนต้นไม้ เป็นต้น นอกจากนี้ในข้อมูลได้ชี้ให้เห็นว่าก้อนเชื้อเห็ดเก่า ซึ่งมีวัตถุดิบหลักเป็น ขี้เลื่อยไม้ยางพารา จะมีปริมาณแร่ธาตุอาหารหลักที่น่าสนใจ โดยทั้งนี้มีปริมาณไนโตรเจนสูงถึง 1.38 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งมีฟอสฟอรัส (0.54 เปอร์เซ็นต์) และโพแทสเซียม (0.64 เปอร์เซ็นต์) เหลือค้างอยู่ ประกอบกับมีแหล่งอาหารเสริมเป็นประเภทรำละเอียด ปูนขาว ยิปซัม ดีเกลือ ไทอามีน แป้ง น้ำตาล รากมอส และกระถินป่น (เตือนใจ, 2561) แต่ทั้งนี้หากทำการพิจารณาถึงแหล่งแร่ธาตุอาหารหลักเบื้องต้นในก้อนเชื้อเห็ดเก่าจะเห็นว่ายังคงมีปริมาณของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่ค่อนข้างต่ำ ซึ่งหากนำมาใช้ประโยชน์โดยตรงอาจทำให้ได้ปริมาณแร่ธาตุอาหารที่ไม่เพียงพอ ดังนั้น จึงควรนำวัสดุอื่นมาเสริมร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดเก่าเพื่อเพิ่มปริมาณแร่ธาตุอาหารให้เหมาะสมกับการนำมาใช้ประโยชน์ในเชิงการเกษตรได้

สำหรับวัสดุเสริมที่น่าสนใจในการนำมาใช้ประโยชน์ร่วมกันกับก้อนเชื้อเห็ดเก่า ได้แก่ เปลือกถั่วลิสง เนื่องจากในเปลือกถั่วลิสงซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทั้งในภาคการเกษตรและอุตสาหกรรม จะประกอบด้วยปริมาณแร่ธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการทั้งไนโตรเจน (1.52 เปอร์เซ็นต์) ฟอสฟอรัส (1.59 เปอร์เซ็นต์) และโพแทสเซียม (2.68 เปอร์เซ็นต์) ในปริมาณที่ค่อนข้างสูง อีกทั้งยังมีปริมาณ ธาตุอาหารรองอย่างแคลเซียม (10.25 เปอร์เซ็นต์) ที่สูงมากอีกเช่นกัน (รัชนีพร, 2552) ดังนั้น หากมีการนำเอาวัสดุเปลือกถั่วลิสงดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ร่วมกันก็จะเป็นแนวทางการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งอันเป็นการลดปริมาณขยะได้อย่างเหมาะสม (สามารถ, 2556)

จากเหตุผลข้างต้น คณะวิจัยจึงเห็นถึงประโยชน์ของก้อนเชื้อเห็ดเก่าและเปลือกถั่วลิสงโดยมีแนวคิดในการนำวัสดุทั้งสองชนิดนี้มาเป็นวัสดุหลักในการทำแท่งเพาะชำ และใช้กาวแป้งเปียก เป็นตัวประสานเพื่อให้แท่งเพาะชำสามารถขึ้นรูปและคงรูปได้ตลอดช่วงระยะเวลาของการเพาะต้นกล้า แต่อีกทางหนึ่งก็ยังสามารถย่อยสลายได้ง่ายเมื่อนำลงปลูกในแปลงปลูก ตลอดจนเวลาทำการย้ายต้นกล้าลงปลูกก็ยังสามารถปลูกไปพร้อมกับแท่งเพาะชำได้โดยไม่ต้องฉีกถุงพลาสติกออก ซึ่งก็จะเป็นการช่วยลดอาการบาดเจ็บของรากต้นกล้าได้ อีกทั้งยังสามารถใช้ทดแทนถุงพลาสติกที่เกิดจากการเกษตรได้ โดยทั้งนี้หวังว่าแท่งเพาะชำจะสามารถเพิ่มปริมาณแร่ธาตุ

อาหารให้กับดินหลังจากการย่อยสลายอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดอีกทางหนึ่งด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย (Materials and Methods)

1. วัสดุและอุปกรณ์ในการทดลอง

1.1 วัสดุที่นำมาใช้ในการทดลอง ได้แก่ ก้อนเชื้อเห็ดเก่าจากฟาร์มเห็ดสิรินทรา อำเภอบ้านด่าน จังหวัดบุรีรัมย์ ส่วนเปลือกถั่วลิสง ทำการเก็บรวบรวมจากโรงงานชิวหมง โรงงานถั่วลิสง อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ และเมล็ดพันธุ์พริกจินดาแดง รหัสสินค้า A407 ของบริษัทเจียไต๋ ความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ 100 เปอร์เซ็นต์

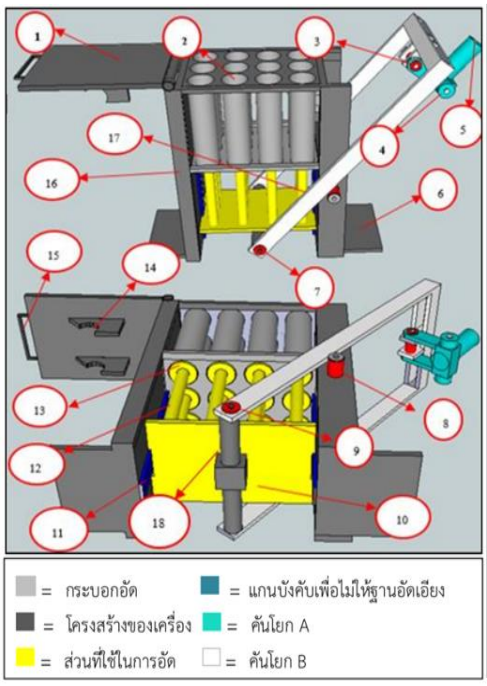
1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ ได้แก่ เครื่องมืออัดแท่งเพาะชำ เครื่องชั่งน้ำหนัก กระบอกตวงและภาชนะพลาสติกสำหรับผสมวัสดุ

2. การดำเนินการทดลอง

2.1 การเตรียมวัตถุดิบ นำก้อนเชื้อเห็ดเก่ามาตากกลางแจ้งเพื่อลดความชื้นและทำการเก็บไว้ในกระสอบปุ๋ย เมื่อต้องการใช้งานให้ร่อนด้วยตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร เพื่อให้ก้อนเชื้อเห็ดเก่ามีเนื้อละเอียด สำหรับเปลือกถั่วลิสง นำมาตากแดดกลางแจ้งเพื่อลดความชื้น หลังจากนั้นนำเปลือกถั่วลิสงไปบดให้ละเอียด แล้วนำมาร่อนผ่านตะแกรงร่อน ขนาด 4 มิลลิเมตร และนำไปเก็บรักษาไว้ในถุงซิปล็อค

2.2 วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design ทำ 3 ซ้ำ (replication) มี 6 ทรีทเม้นท์ (treatment) โดยในแต่ละทรีทเม้นท์มีอัตราส่วนระหว่างก้อนเชื้อเห็ดเก่า : เปลือกถั่วลิสง เท่ากับ 0 : 100, 40 : 60, 50 : 50, 60 : 40, 100 : 0 และดินปลูก

2.3 การสร้างเครื่องมืออัดแท่ง สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการอัดแท่งเพาะชำ ได้มุ่งเน้นใช้วัสดุที่มีอยู่ทั่วไป มีความคงทน ใช้งบประมาณต่ำ น้ำหนักไม่มาก สะดวกในการเคลื่อนย้ายและการใช้งาน โดยไม่เป็นเครื่องจักรกล ที่ใช้พลังงานอื่น นอกจากแรงคนเป็นหลัก โดยโครงสร้างของเครื่องมืออัดแท่งมีรายละเอียด ดังภาพที่ 1



คำอธิบายภาพ :
หมายเลข 1 ฝาปิด ใช้เหล็กแผ่นหนา 1 เซนติเมตร
หมายเลข 2 ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว สูง 7 นิ้ว
หมายเลข 3,7,8,9 เป็นแกนที่สามารถหมุนได้
หมายเลข 4 เป็นแกนหมุนของคันโยก A โดยจะใช้หมายเลข 14 เป็น ฐานสำหรับหมุน
หมายเลข 5 เป็นช่องใส่เหล็กเพื่อให้ผู้ใช้ทำการจับเพื่อทุ่นแรงในการ โยกเครื่องอัด
หมายเลข 6 ฐานรองเพื่อไม่ให้เครื่องอัดเอนเอียงไปมา
หมายเลข 10 ฐานก้านอัด ใช้เหล็กแผ่นหนา 1 นิ้ว กว้าง 10.5 นิ้ว ยาว 14 นิ้ว
หมายเลข 11 แกนสำหรับบังคับไม่ให้ฐานก้านอัดเอียง
หมายเลข 12 ก้านอัด ใช้เหล็กกลมตันเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้วยาว ยาว 7 นิ้ว
หมายเลข 13 หัวอัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.9 นิ้ว หนา 1 นิ้ว
หมายเลข 14 ฐานรองแกนคันโยก A
หมายเลข 15 ที่จับสำหรับเปิดปิดฝาเครื่อง
หมายเลข 16 โครงของเครื่อง กว้าง 0.5 นิ้ว ยาว 14 นิ้ว
หมายเลข 17 คันโยก B เหล็กขนาดความกว้าง 2 นิ้ว หนา 0.5 นิ้ว
หมายเลข 18 จะเชื่อมต่อกับฐานก้านอัดและเชื่อมต่อกับแกนหมุนของ คันโยก

ภาพที่ 1 โครงสร้างเครื่องมืออัดแท่งเพาะชำ (สุธีรา สุนทรารักษ์, 2556)

สำหรับวิธีการใช้งานเครื่องอัดแท่งมีวิธีที่ไม่ซับซ้อนอาศัยแรงคนเป็นหลัก โดยบรรจุวัสดุลงในกระบอกอัดจนเต็ม ปิดฝาด้วยแผ่นเหล็ก แล้วกดคันโยกอัดลงไปให้แน่น จากนั้นนำแผ่นเหล็กที่ใช้ปิดออก แล้วกดคันโยกให้ฐานของกระบอกอัดดันขึ้นสุดปลายกระบอกอัดเพื่อให้แท่งเพาะชำโผล่ขึ้นมา ใช้มือประคองแท่งเพาะชำออกจากกระบอกอัด นำมาผึ่งในร่ม

2.4 วิธีการดำเนินงาน ในการศึกษาการผลิตแท่งเพาะชำจากก้อนเชื้อเห็ดเก่าร่วมด้วย เปลือกถั่วลิสงประกอบด้วยแผนการทดลองออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ศึกษาถึงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัสดุแต่ละชนิด ขั้นที่ 2 ศึกษาการขึ้นรูปในอัตราส่วนต่างๆ ขั้นที่ 3 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแท่งเพาะชำทั้งก่อนและหลังการทดลอง และขั้นที่ 4 ทดสอบประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำด้านของบุคคลเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของแท่งเพาะชำและทดสอบการปลูกพริก โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีเบื้องต้นของวัสดุ การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ โดยจะทำการพิจารณาจากลักษณะโดยทั่วไป สี กลิ่นและความชื้นและความพรุนรวม สำหรับการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ได้ทำการวิเคราะห์สภาพความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม)

2.4.2 การศึกษาการขึ้นรูปของแท่งเพาะชำในอัตราส่วนต่างๆ ภายหลังการทราบถึงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัสดุแต่ละชนิดแล้วจึงทดลองอัดแท่งเพาะชำ ซึ่งวัสดุที่ใช้ในการทดลองได้แก่ ก้อนเชื้อเห็ดเก่าร่วมด้วยเปลือกถั่วลิสงในการทดลองอัดแท่งการผสมวัสดุต้องใช้ปริมาตรเป็นเกณฑ์ตามทรีทเม้นท์ที่วางไว้ โดยในในขณะที่ทำการอัดแท่งเพาะชำในอัตราส่วนต่างๆ ผู้วิจัยจะคอยสังเกตถึงความแตกต่างในขณะที่อัดแท่ง ว่าในแต่ละทรีทเม้นท์มีการอัดขึ้นรูปยากง่ายอย่างไรแล้วทำการบันทึกผล

2.4.3 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแท่งเพาะชำทั้งก่อนและหลังการทดลอง เป็นการวิเคราะห์คุณสมบัติของเพาะชำด้านความชื้น ความพรุนรวมและปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจนฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม)

2.4.4 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำ โดยการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้แท่งเพาะชำ โดยเน้นเฉพาะคุณสมบัติทางกายภาพของแท่งเพาะชำเป็นหลักซึ่งแบบสอบถามประกอบด้วยเกณฑ์การประเมิน 5 ข้อ ได้แก่ รูปทรงความสวยงาม แท่งเพาะชำมีความคงรูป ไม่บุบหรือบิ่น พื้นผิวเรียบเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีรอยแตกร้าว มีความคงทนต่อการสัมผัสและเคลื่อนย้ายและมีความเหมาะสมต่อการนำมาเพาะปลูก ร่วมด้วยการทดสอบปลูกพืช โดยทำการคัดเลือดเมล็ดพันธุ์สมบูรณ์ 100 % เพื่อศึกษาอัตราการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้า ตลอดระยะเวลาที่ปลูกต้นพริก คือ 4 สัปดาห์

2.4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ แบ่งทำการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน [Analysis of Variance] หากพบว่าตัวแปรใดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ให้ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan' s New Multiple Range Test (DMRT) ของตัวแปรนั้นๆ และการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของแท่งเพาะชำ โดยนำแบบสอบถามมาตรวจสอบให้คะแนนแล้วนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยเครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS (Statistical-Package for the Social Sciences) ทำการหาค่าร้อยละ คะแนนเฉลี่ย $\overline{X}$ (และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลและอภิปรายผล (Results and Discussion)

การศึกษาการผลิตแท่งเพาะชำจากก้อนเชื้อเห็ดเก่าร่วมด้วยเปลือกถั่วลิสง ได้ดำเนินการศึกษาโดยทดลองนำวัสดุดังกล่าวไปขึ้นรูปอัดเป็นแท่งในอัตราส่วนต่างๆ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว สูง 5 นิ้ว แล้วนำมาทดสอบประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำ เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตแท่งเพาะชำ มีผลการทดลองดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีเบื้องต้นของวัสดุแต่ละชนิด

ในการผลิตแท่งเพาะชำ ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพเบื้องต้นของวัสดุ ได้แก่ ก้อนเชื้อเห็ดเก่าและเปลือกถั่วลิสง ซึ่งมีผลการทดลองดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัสดุแต่ละชนิด\

การวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุทดลอง	วัสดุทดลอง	
	ก้อนเชื้อเห็ดเก่า	**เปลือกถั่วลิสง**
ลักษณะปรากฏของวัสดุทดลอง / คุณสมบัติของวัสดุทดลอง		
คุณสมบัติทางกายภาพ :		
สี	น้ำตาลอ่อน	น้ำตาล
กลิ่น	คล้ายดิน	ถั่ว
ความชื้น (%)	7.91±0.03	8.67±0.03
ความพรุนรวม (%)	52.60±0.01	70.50±0.02
ลักษณะทั่วไป	เนื้อหยาบเล็กน้อย	เนื้อค่อนข้างหยาบมาก
คุณสมบัติทางเคมี :		
ความเป็นกรด-ด่าง	6.85± 0.01	5.59±0.07
ไนโตรเจน (TKN, %)	0.81±0.05	1.48±0.03
ฟอสฟอรัส (P_2O_5, %)	0.51± 0.03	0.83± 0.02
โพแทสเซียม (K_2O, %)	0.65± 0.04	1.58± 0.01

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุแต่ละชนิด พบว่า ก้อนเชื้อเห็ดเก่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ในระดับที่เป็นกลาง คือ 6.85± 0.01 ค่าความชื้น 7.91±0.03 % ค่าความพรุนรวม 52.60±0.01 % และปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 0.81±0.05 %, 0.51± 0.03 % และ 0.65± 0.04 % ตามลำดับ ส่วนเปลือกถั่วลิสง มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ในระดับที่เป็นกรดเล็กน้อยคือ 5.59±0.07 มีความชื้น 8.67±0.03 % ค่าความพรุนรวม 70.50±0.02 % และมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 1.48±0.03 %, 0.83± 0.02 % และ 1.58± 0.01 % ตามลำดับ

2. ผลการศึกษาการขึ้นรูปและคงรูปของแท่งเพาะชำในอัตราส่วนต่างๆ

เป็นการทดลองหาส่วนผสมของแท่งเพาะชำ โดยใช้ก้อนเชื้อเห็ดเก่าและเปลือกถั่วลิสงเป็นวัสดุหลัก ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพในการขึ้นรูปและคงรูปของทรีทเม้นท์ทดลองที่เหมาะสม โดยใช้กาวแป้งเปียกเป็นตัวประสาน พบว่า ทุกทรีทเม้นท์ทดลองสามารถขึ้นรูปได้ทั้งหมด แต่ความยากง่ายในการอัดแท่งขึ้นรูปจะขึ้นอยู่กับปริมาณก้อนเชื้อเห็ดเก่าและเปลือกถั่วลิสง โดยพบว่า ในอัตราส่วนที่มีปริมาณของเปลือกถั่วลิสงที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพของแท่งเพาะชำ ซึ่งจะทำให้การอัดแท่งขึ้นรูปเป็นไปอย่างยากลำบาก แต่ถ้าหากมีปริมาณของก้อนเชื้อเห็ดเก่าเพิ่มมากขึ้นจะทำให้การอัดแท่งขึ้นรูปได้ง่าย ส่วนของการคงรูปพบว่า ทุกทรีทเม้นท์ทดลองสามารถคงรูปได้เมื่อตากให้แห้ง มีความทนทานต่อการสัมผัสและเคลื่อนย้าย ซึ่งมีผลการทดลองดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 : ผลการสังเกตการขึ้นรูปขณะอัดแท่ง

ทรีทเม้นท์ทดลอง (Treatment)	ส่วนผสม ก้อนเชื้อเห็ดเก่า : เปลือกถั่วลิสง (เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร)	ลักษณะปรากฏภายหลังการอัดแท่ง	ผลการสังเกตขณะอัดแท่ง
1	0 : 100		วัสดุที่ผสมมีความชื้นในระดับปรับปรุง อัดขึ้นรูปค่อนข้างยาก แต่ก็สามารถคงรูปได้เมื่อตากให้แห้ง
2	40 : 60		วัสดุที่ผสมมีความชื้นในระดับพอใช้ อัดขึ้นรูปค่อนข้างง่าย สามารถคงรูปได้เมื่อตากให้แห้ง
3	50 : 50		วัสดุที่ผสมมีความชื้นในระดับพอใช้ อัดขึ้นรูปค่อนข้างง่าย สามารถคงรูปได้เมื่อตากให้แห้ง
4	60 : 40		วัสดุที่ผสมมีความชื้นในระดับดี อัดขึ้นรูปง่าย สามารถคงรูปได้เมื่อตากให้แห้ง สภาพแท่งสมบูรณ์ พื้นผิวเรียบ
5	100 : 0		วัสดุที่ผสมมีความชื้นในระดับดี อัดขึ้นรูปง่าย สามารถคงรูปได้เมื่อตากให้แห้ง สภาพแท่งสมบูรณ์ พื้นผิวเรียบ
6	ดินปลูก		วัสดุที่ผสมมีความชื้นในระดับพอใช้ อัดขึ้นรูปค่อนข้างง่าย สามารถคงรูปได้เมื่อตากให้แห้ง

จากตารางที่ 2 ผลการศึกษาการขึ้นรูปและคงรูปของแท่งเพาะชำในอัตราส่วนต่างๆ พบว่า ในทุก ทรีทเม้นท์ทดลองสามารถขึ้นรูปและคงรูปได้หมด จึงสามารถนำมาใช้ผลิตเป็นแท่งเพาะชำได้ในทุกอัตราส่วน

3. ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแท่งเพาะชำก่อนการทดลอง

เป็นการวิเคราะห์คุณสมบัติของเพาะชำด้านความชื้น ความพรุนรวมและปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจนฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม) ซึ่งมีผลการทดลองดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแท่งเพาะชำก่อนการทดลอง

ทรีทเม้นท์ทดลอง (Treatment)	คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี				
	ความชื้น (%)	ความ พรุนรวม (%)	ไนโตรเจน (%)	ฟอสฟอรัส (%)	โพแทสเซียม (%)
1	7.31±0.03b	45.04±0.03e	1.54±0.03a	0.97±0.01a	1.69±0.04a
2	7.39±0.02a	50.32±0.02d	1.31±0.04b	0.76±0.03b	1.41±0.03b
3	7.39±0.03a	61.26±0.03b	1.13±0.01c	0.67±0.04c	1.19±0.06c
4	7.22±0.03c	57.35±0.01c	1.08±0.03d	0.59±0.05d	1.03±0.03d
5	6.89±0.04d	58.40±0.05c	0.97±0.03e	0.56±0.03d	0.87±0.05e
6	2.15±0.02e	65.30±0.03a	0.86±0.02f	0.53±0.06e	0.95±0.03e

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) ตามวิธีของ DMRT

เมื่อเปรียบเทียบเกณฑ์มาตรฐานวัสดุปลูก พบว่า แท่งเพาะชำทรีทเม้นท์ทดลองที่ 1, 2, 3 และ ชุดการทดลองที่ 4 มีค่าไนโตรเจนที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของวัสดุปลูก ซึ่งมีค่าไนโตรเจนอยู่ในระดับที่ไม่น้อยกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2555) ส่วนฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมีค่าที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานในทุกทรีทเม้นท์ทดลอง โดยพบว่า ปริมาณค่าฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของเปลือกถั่วลิสงเพิ่มมากขึ้น

4. ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้แท่งเพาะชำจากก้อนเชื้อเห็ดเก่าและเปลือกถั่วลิสง

ในการสำรวจผลความพึงพอใจเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพของแท่งเพาะชำ ได้ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) จากผู้ใช้งานจริง จำนวน 50 คน ในเขตพื้นที่อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ โดยใช้เครื่องมือเป็นแบบสอบถาม ซึ่งแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของบุคคลที่มีต่อแท่งเพาะชำ โดยมีการแปลผลระดับความพึงพอใจ 5 ระดับ โดยผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 50 คน แบ่งเป็นเพศชาย 25 คน คิดเป็นร้อยละ 50 เพศหญิง 25 คิดเป็นร้อยละ 50 ทั้งนี้ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดประกอบอาชีพเกษตรกร และจากผลการสำรวจความพึงพอใจเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของแท่งเพาะชำ พบว่า ทรีทเม้นท์ที่ 2 ในอัตราส่วนของก้อนเชื้อเห็ดเก่า 40% + เปลือกถั่วลิสง 60% โดยปริมาตร มีระดับความพึงพอใจเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของแท่งเพาะชำในระดับที่ดีมากทุกด้าน เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนอื่นๆ โดยพบว่าปริมาณของขุยมะพร้าวในอัตราส่วนที่มากขึ้นมีผลต่อลักษณะทางกายภาพของแท่งเพาะชำ ซึ่งส่งผลให้การอัดแท่งเป็นไปอย่างยากลำบาก ทำให้แท่งเพาะชำมีสภาพแท่งที่ไม่สมบูรณ์ เมื่อสัมผัสหรือเคลื่อนย้ายจะเกิดการแตกหักได้ง่าย แต่ถ้าหากมีการเพิ่มปริมาณของกากตะกอนอ้อยลงไปจะทำให้อัดขึ้นรูปง่ายขึ้น แท่งเพาะชำมีความคงรูป ทนทานต่อการสัมผัสและเคลื่อนย้าย และมีข้อสังเกตเพิ่มเติมคือ หากมีการอัดแท่งโดยใช้ปริมาณกากตะกอนอ้อยเพียงอย่างเดียว เมื่อตากทิ้งไว้จนแห้ง จะพบว่าแท่งเพาะชำจะมีรอยแตกร้าว และบางแท่งอาจมีลักษณะไม่สมบูรณ์ คือ มีรอยบุบหรือบิ่น

5. ผลการศึกษาการทดสอบประสิทธิภาพแท่งเพาะชำโดยการวัดผลการเจริญเติบโตของพืชทดลอง

ทำการทดสอบการปลูกพืชโดยใช้เมล็ดพันธุ์พริกจินดาแดง รหัสสินค้า A407 ของบริษัทเจียไต๋ ความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยศึกษาอัตราการงอกของเมล็ด และการเจริญเติบโตของต้นกล้าในระยะเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งมีผลการทดลองดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 : ผลการทดสอบอัตราการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นพริก

ทรีทเม้นท์ทดลอง (Treatment)	อัตราส่วนผสม		ผลการทดสอบการปลูกพืชในระยะเวลา 4 สัปดาห์				
	ก้อนเชื้อเห็ดเก่า (% โดยปริมาตร)	เปลือกถั่วลิสง (% โดยปริมาตร)	อัตราการงอก 7 วัน (%)	ส่วนสูงต้นกล้า (เซนติเมตร)			
				สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
1	0	100	100.00±0.00a	3.38±0.62a	5.23±0.66a	6.95±0.89a	8.10±0.38a
2	40	60	100.00±0.00a	3.12±0.49ab	4.80±0.49ab	5.85±0.54ab	7.23±0.37ab
3	50	50	83.33±0.03b	2.78±0.33ab	4.54±0.41b	5.56±0.16bc	6.82±0.49b
4	60	40	83.33±0.03b	2.58±0.63b	4.20±0.50b	5.44±0.76bc	5.90±0.36c
5	100	0	100.00±0.00a	2.62±0.77b	4.40±0.90b	5.48±0.55^{bc}	6.08±0.57c
6	ดินปลูก		100.00±0.00a	2.48±0.45b	4.18±0.50b	5.17±0.63c	5.80±0.95c

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) ตามวิธีของ DMRT

สรุปผลการวิจัย (Conclusions)

1. การศึกษาการขึ้นรูปของแท่งเพาะชำด้วยเครื่องมืออัดแท่งอย่างง่าย จากการทดลองอัดแท่งในอัตราส่วนต่างๆ รวม 6 ทรีทเม้นท์ทดลอง โดยใช้ก้อนเชื้อเห็ดเก่าและเปลือกถั่วลิสงเป็นวัตถุดิบหลักนั้น พบว่า ทรีทเม้นท์ทดลองที่มีอัตราส่วนของเปลือกถั่วลิสงมากจะขึ้นรูปได้ยาก แต่ทั้งนี้ในทุกทรีทเม้นท์ทดลองสามารถขึ้นรูปและคงรูปได้หมด

2. การสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้แท่งเพาะชำ ได้สำรวจความพึงพอใจในลักษณะทางกายภาพของแท่งเพาะชำ เพื่อหาอัตราส่วนที่ทำให้แท่งเพาะชำมีความคงรูป และสภาพแท่งมีความสมบูรณ์ที่สุด พบว่า ทรีทเม้นท์ทดลองที่ 2 ในอัตราส่วนของก้อนเชื้อเห็ดเก่าต่อเปลือกถั่วลิสงที่ 40:60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีระดับความพึงพอใจในแต่ละด้านมากที่สุด กล่าวคือ ด้านรูปทรงความสวยงาม ค่าเฉลี่ย 4.90 ระดับความพึงพอใจดีมาก ด้านความคงรูป ไม่บุบหรือบิ่น ค่าเฉลี่ย 4.95 ระดับความพึงพอใจดีมาก พื้นผิวเรียบไม่มีรอยแตกร้าว ค่าเฉลี่ย 5.00 ระดับความพึงพอใจดีมาก คงทนต่อการสัมผัสและเคลื่อนย้าย ค่าเฉลี่ย 5.00 ระดับความพึงพอใจดีมากและความเหมาะสมต่อการนำมาใช้งาน ค่าเฉลี่ย 4.96 ระดับความพึงพอใจดีมาก

3. การศึกษาอัตราการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นพริกด้วยวิธีนับจำนวนต้นกล้าที่งอกในระยะเวลา 7 วัน พบว่า ทรีทเม้นท์ที่ 3 และ 4 ในอัตราส่วนของก้อนเชื้อเห็ดเก่าต่อเปลือกถั่วลิสงที่ 50:50 และ 60:40 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรตามลำดับ มีจำนวนต้นกล้าที่ตายในขณะปลูก ส่วนทรีทเม้นท์อื่นให้จำนวนต้นกล้ามากที่สุด โดยมีอัตราการงอกที่เท่ากันคือ 100 เปอร์เซ็นต์

4. การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นพริกในระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ทรีทเม้นท์ที่ 1 ในอัตราส่วนของก้อนเชื้อเห็ดเก่าต่อเปลือกถั่วลิสงที่ 0:100 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีผลทำให้ต้นกล้ามีความสูงมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากมีปริมาณธาตุอาหารหลักไนโตรเจนมากที่สุด เท่ากับ 1.54±0.03a เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.97±0.01a เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 1.69 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทำให้ต้นพริกมีการเจริญเติบโตมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 8.10±0.38a เซนติเมตร และตั้งตัวได้เร็ว โดยเฉพาะในระยะแรกจะส่งเสริมการเจริญเติบโตของใบและลำต้น ทำให้ลำต้น และใบมีสีเขียว (กรมพัฒนาที่ดิน, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับ หฤทัย

และคณะ (2561) ได้ทำผลการใช้เศษเหลือทิ้งทางการเกษตรต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง โดยใช้ดินผสมกับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร คือ เปลือกถั่วลิสง พบว่า ต้นผักที่ปลูกในดินผสมเปลือกถั่วลิสงมีจำนวนใบเฉลี่ย และความสูงเฉลี่ยสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) นอกจากจะมีปริมาณธาตุอาหารหลักมากที่สุดแล้ว ยังมีคุณสมบัติทางเคมีที่มีความเหมาะสมต่อพืช รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ 2 (ก้อนเชื้อเห็ดเก่า : เปลือกถั่วลิสง = 40 : 60) ตามมาด้วยชุดการทดลองที่ 3 (ก้อนเชื้อเห็ดเก่า : เปลือกถั่วลิสง = 50 : 50) ชุดการทดลองที่ 4 (ก้อนเชื้อเห็ดเก่า : เปลือกถั่วลิสง = 60 : 40) ชุดการทดลองที่ 5 (ก้อนเชื้อเห็ดเก่า : เปลือกถั่วลิสง = 40 : 60) เมื่อพิจารณาในชุดการทดลองที่มีอัตราส่วนของก้อนเชื้อเห็ดเก่า เห็นได้ว่า ส่งผลให้ต้นพริกมีการเจริญเติบโตที่ดีได้เช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นปริมาณธาตุอาหารหลัก ความสูง ที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับ ปิยะรัตน์ (2561) ที่ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรต่อการเจริญเติบโต ของคะน้ายอดไต้หวัน พันธุ์บางบัวทอง 35 ที่ โดยการใช้วัสดุในท้องถิ่นเพื่อนำมาทำปุ๋ยหมัก ประกอบด้วย 3 ทรีทเม้นท์ทดลอง ได้แก่ 1) ฟางข้าว 2) ใบฉำฉา (*Samanea saman*) และ 3) ก้อนเชื้อเห็ดเก่า พบว่า ปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ดเก่าส่งผลให้คะน้ามีความยาวรากมากที่สุด และมีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม ทั้งยังพบว่าคะน้าที่ปลูกด้วยปุ๋ยหมักจากใบฉำฉา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยหมักฟางข้าวและควบคุม แต่อย่างไรก็ตามปุ๋ยหมักจาก ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ยังมีความยาวรากมากที่สุด มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม และยังมีความสูงของต้นที่ใกล้เคียงกับทรีทเมนต์อื่น ๆ ด้วย และชุดการทดลองที่ 6 ดินปลูก (ชุดควบคุม) มีการเจริญเติบโตของต้นพริกน้อยที่สุด

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ในอัตราส่วนของแท่งเพาะชำที่มีเปลือกถั่วลิสงที่มาก จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นพริกได้ดีที่สุด ส่วนของแท่งเพาะชำที่มีอัตราส่วนของเปลือกถั่วลิสงน้อยกว่าก้อนเชื้อเห็ดเก่า หรือไม่มีเปลือกถั่วลิสงเลย ส่งผลให้ต้นพริกมีการเจริญเติบโตน้อย และการเจริญเติบโตของต้นพริกน้อยที่สุด คือ ชุดการทดลองที่ 6 ดินปลูก (ชุดควบคุม) ทั้งนี้ก้อนเชื้อเห็ดเก่า และเปลือกถั่วลิสงสามารถนำมาผลิตเป็นแท่งเพาะชำได้ เพื่อทดแทนดินปลูกสำหรับใช้เพาะกล้าไม้ ทั้งเป็นการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้ง นอกจากนั้นยังสะดวกในการใช้งาน เนื่องจากไม่ต้องใช้ถุงพลาสติกและยังเป็นการลดถุงพลาสติกได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง “การศึกษาการใช้ประโยชน์จากก้อนเชื้อเห็ดเก่า ร่วมกับเปลือกถั่วลิสง เพื่อผลิตแท่งเพาะชำกล้าไม้” ซึ่งได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากโครงการคลินิกเทคโนโลยี ของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ประจำปี พ.ศ. 2563

บรรณานุกรม (References)

[1] กรมวิชาการเกษตร. (2548). การตรวจสอบคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์ ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์กรมวิชา การเกษตร. กรมวิชาการเกษตร.

[2] กรมวิชาการเกษตร. (2562). การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการเห็ดนางรมด้วยวัสดุเหลือทิ้งกากกาแฟ. สำนักงานวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช.

[3] จรินทร์ บัวขม. (2539). **การเพาะเห็ดนางฟ้าโดยใช้วัสดุเพาะฟางหมักผสมขี้เลื่อยไม้ยางพารา.** วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

[4] ณัฐพงษ์ สิงห์ภูงา. (2550). **การเพาะเห็ดนางรมจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่แช่ในน้ำผสมด่างแทนการนึ่งฆ่าเชื้อ.** วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

[5] ปัญญา โพธิ์ฐิรัตน์. (2532). **เทคโนโลยีการเพาะเห็ด.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[6] วันทนา นาคีสินธ์. (2556). การใช้กากกาแฟทดแทนขี้เลื่อนในการเพาะเห็ดนางรมฮังการี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยศิลปากร.

[7] วิภา ประพินอักษร. (2552). เห็ดและราในประเทศไทย. กรุงเทพฯ. : ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.

[8] สำนักงานส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2556). การเพาะเห็ดในถุงพลาสติก. กรุงเทพ ฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[9] สุธีรา สุนทรารักษ์, เจนจิรา การรัมย์ และศศิธร ดัชถุยาวัตร. (2561). **การใช้ประโยชน์จากก้อนเชื้อเห็ดเก่าเหลือทิ้งร่วมด้วยวัสดุเสริมอาหารเพื่อส่งเสริมเทคโนโลยีการผลิตเห็ดในชุมชน**. ใน เรื่องเต็มการประชุมวิชาการวิทยาการสิ่งแวดล้อมระดับชาติ 2561 ระหว่างวันที่ 4-5 มิถุนายน 2561 ณ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์, หน้า 122-135. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.