

Research Article

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เมล็ดทุเรียน เมล็ดขุ่น และมันสำปะหลัง ทดแทนข้าวเพื่อ
ต่อขยายเชื้อรา *Trichoderma harzianum* ในชุมชนเขาคิชฌกูฏ

**Feasibility of Using Durian Seeds, Jackfruit Seeds and Cassava as a Replacement for Rice
in the Culture of *Trichoderma harzianum* in the Khao Khitchakut Community**

ธิตี ทองคำงาม วรณพร ธัญญผล และ สุกฤตา อุนทรกุลชัย *

Titi Thongkamngam, Wannaporn Thanyaphon and Sukritta Anutrakunchai *

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี อำเภอเขาคิชฌกูฏ
จังหวัดจันทบุรี 22210

Department of Plant production and Landscape, Faculty of Agro Industrial Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok at Chanthaburi Campus,
Khao Khitchakut, Chanthaburi 22210, Thailand.

ABSTRACT

Article history:

Received: 2023-05-31
Revised: 2024-07-09
Accepted: 2024-07-15

Keywords:

Durian seeds;
jackfruit seeds;
cassava;
rice seed;
Trichoderma harzianum

Currently, in the Khao Kitchakut community of Chanthaburi province, the production volumes of durian, jackfruit and cassava have increased, resulting in a large amount of waste materials from the agricultural sector and the fruit product processing industry. Consequently, a significant amount of agricultural and fruit processing byproducts exists. In particular, there is a substantial quantity of discarded seeds which, if not properly managed, could become a breeding ground for various plant diseases like root rot, stem rot, pink disease, and fruit rot in durian. Therefore, maximizing the utilization of these remaining seed portions becomes imperative. The objective of this study is to investigate the feasibility of using durian seeds, jackfruit seeds, and cassava as alternatives to rice for cultivating *Trichoderma harzianum*. The experimental design employs a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments, with ten repetitions: Treatment 1 – rice seeds; Treatment 2 – durian seeds; Treatment 3 – jackfruit seeds; and Treatment 4 – cassava. The rice method showed the highest mycelial growth and sporulation, with 100% colonization and 1.66×10^6 spores per milliliter, respectively. Cassava and jackfruit seeds exhibited the lowest mycelial growth and sporulation, while durian seeds showed only 20% colonization and 0.5×10^4 spores per milliliter, respectively. This was due to contamination by *Aspergillus* sp. and *Penicillium* sp., resulting in the lowest mycelial growth and sporulation of *Trichoderma* sp. Therefore, we conclude that using durian and jackfruit seeds as substitutes for rice to cultivate *Trichoderma* sp. is not suitable for the propagation of the fungus.

* Corresponding author.

E-mail address: Sukritta_An@rmutto.ac.th

Cite this article as:

บทคัดย่อ

ปัจจุบันในชุมชนเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรีมีปริมาณการผลิตทุเรียน ขนุน และ มังส่ำปะหลังเพิ่มมากขึ้นจึงส่งผลทำให้มีวัสดุเหลือทิ้งในภาคเกษตรและอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ไม้ผลเป็นจำนวนมาก จากปัญหาชิ้นส่วนผลผลิตปล่อยทิ้งดังกล่าวไว้อาจจะกลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้ เช่น โรครากเน่าโคนเน่า โรคราสีชมพู และโรคผลเน่าในทุเรียน เป็นต้น ดังนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องนำเอาชิ้นส่วนเหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เมล็ดทุเรียน เมล็ดขนุน และมันสำปะหลังมาใช้ทดแทนข้าวเพื่อเลี้ยงเชื้อรา *Trichoderma harzianum* วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) 4 กรรมวิธี ๆ 10 ซ้ำ คือ กรรมวิธีที่ 1 เมล็ดข้าว กรรมวิธีที่ 2 เมล็ดทุเรียน กรรมวิธีที่ 3 เมล็ดขนุน และกรรมวิธีที่ 4 มันสำปะหลัง พบว่าทุกกรรมวิธีสามารถเพาะเลี้ยงเชื้อราไตรโคเดอร์มาได้ โดยกรรมวิธีข้าว พบการเจริญของเส้นใยเชื้อราและการสร้างสปอร์มากที่สุดคือ 100 เปอร์เซ็นต์ และ 1.66×10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือมันสำปะหลังและเมล็ดขนุน ส่วนเมล็ดทุเรียนมีค่าการเจริญทางเส้นใยและการสร้างสปอร์น้อยที่สุด เพียง 20 เปอร์เซ็นต์ และ 0.5×10^4 สปอร์ต่อมิลลิลิตร เนื่องจากเกิดการปนเปื้อนของเชื้อรา *Aspergillus* sp. และ *Penicillium* sp. จึงทำให้ค่าการเจริญของเส้นใยเชื้อราไตรโคเดอร์มาและปริมาณการสร้างสปอร์ต่ำที่สุด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการนำเมล็ดทุเรียน และเมล็ดขนุนมาใช้เพื่อทดแทนข้าวเพื่อเลี้ยงขยายเชื้อราไตรโคเดอร์มาไม่เหมาะสมต่อการนำมาเพาะเลี้ยงเชื้อ

คำสำคัญ: เมล็ดทุเรียน, เมล็ดขนุน, มันสำปะหลัง, เมล็ดข้าว, เชื้อราไตรโคเดอร์มา

1. บทนำ

ทุเรียน ขนุน และมันสำปะหลัง เป็นพืชเศรษฐกิจที่เกษตรกรนิยมปลูกกันทั่วทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะในเขตภาคตะวันออกมีแหล่งปลูกทุเรียน ขนุน และมันสำปะหลังเป็นอันดับต้น ๆ มีอยู่หลายจังหวัด เช่น จังหวัดจันทบุรี ตราด ระยอง ชลบุรี และ ฉะเชิงเทรา เป็นต้น (Charoenphun *et al.*, 2018) ปัจจุบันผลผลิตส่วนเหลือและถูกทิ้งจากการบริโภคและแปรรูปในภาคอุตสาหกรรมมีประมาณ 16,345 – 24,000 กิโลกรัมต่อปี (APAARI, 2018) ก็คือส่วนของเมล็ด ซึ่งการใช้ประโยชน์จากเมล็ดทุเรียนและขนุน ชิ้นส่วนเหลือทิ้งของมันสำปะหลังยังมีน้อย (Tulyathan *et al.*, 2002; Beleia *et al.*, 2006) ปัจจุบันนิยมนำไปนึ่ง ต้ม หรือทอด เพื่อใช้ในการบริโภคเป็นอาหารว่างภายในครอบครัว (Rengsutthi and Chaoenrein, 2011) อย่างไรก็ตาม เมล็ดทุเรียน ขนุน และมันสำปะหลัง ก็ยังมีประโยชน์อีกมากมายเนื่องจากภายในเมล็ดประกอบด้วยโปรตีน 7 - 12 เปอร์เซ็นต์ (Charles *et al.*, 2004; Amid and Mirhosseini, 2012; Narklaor *et al.*, 2011) รวมไปถึงพวกไขมัน และใยอาหารเป็นองค์ประกอบ (Brown *et al.*, 2001; Baraheng and Karrila, 2019) อีกทั้งยังพบแป้งชนิดอะไมโลส และน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวจำพวก L-rhamnose glucose และ D-galactose ผสมกระจายตัวอยู่ในเมล็ด (Bobbio *et al.*, 1978; Amin *et al.*, 2007; Leemud *et al.*, 2020) ด้วยคุณสมบัติที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจึงเหมาะสมที่จะนำเอาเมล็ดทุเรียน เมล็ดขนุน และมันสำปะหลังมาดัดแปลงและใช้ทดแทนเมล็ดข้าว เพราะมีปริมาณแป้งที่ใกล้เคียงกับเมล็ดข้าว เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการเลี้ยงขยายเชื้อราไตรโคเดอร์มา (Faridah *et al.*, 2021) เพราะโดยปกติแล้วการใช้ข้าวที่ผ่านการนึ่งมาเลี้ยงเชื้อนั้นเป็นวิธีการที่เกษตรกรทั่วไปใช้เพื่อขยายหรือเพิ่มจำนวนเชื้อราไตรโคเดอร์มาให้มีปริมาณมากพออยู่แล้ว แต่ในบางพื้นที่ของจังหวัดจันทบุรี เช่น ในชุมชนเขาคิชฌกูฏมีปริมาณการผลิตทุเรียน ขนุน และ มันสำปะหลัง

ที่ค่อนข้างสูง รวมไปถึงมีการแกะผลและนำเอาส่วนของเนื้อไปทอด กวน หรืออบกรอบ เป็นต้น (Narklaor *et al.*, 2011) จึงทำให้ปริมาณเมล็ดที่แกะออกมาในแต่ละครั้งมีปริมาณค่อนข้างมาก ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเมล็ดทุเรียน เมล็ดขนุน และมันสำปะหลังมาต่อยอดเพื่อเพิ่มมูลค่าดีกว่จะปล่อยทิ้งไว้อาจจะเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้หลากหลายชนิดเช่น โรครากเน่าโคนเน่า โรคราสีชมพู และโรคผลเน่าในทุเรียน เป็นต้น (Thongkamngam and Anutrakunchai, 2019; Pongpisutta *et al.*, 2020) ซึ่งปัจจุบันแนวทางการนำวัสดุเหลือทิ้งมาประยุกต์ใช้หรือนำกลับมาใช้ใหม่เป็นวิธีการที่กำลังได้รับความนิยมเพราะเป็นการช่วยลดปัญหาและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดจนสามารถช่วยแก้ปัญหาวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมแปรรูปและยังประหยัดค่าใช้จ่ายในการหาซื้อวัตถุดิบมาใช้ในการเลี้ยงเชื้อได้อีกด้วย (Charoenphun *et al.*, 2018)

ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์จากเมล็ดทุเรียน เมล็ดขนุน และมันสำปะหลัง ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการบริโภคและการแปรรูป โดยนำมาใช้ทดแทนข้าวในการเลี้ยงเชื้อและขยายเชื้อราไตรโคเดอร์มา

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การวิเคราะห์หาปริมาณของสารประกอบหลัก (Proximate analysis)

นำเมล็ดทุเรียน เมล็ดขนุน มันสำปะหลัง และข้าว มาวิเคราะห์หาปริมาณของสารประกอบหลัก ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate), โปรตีน (Crude protein), ลิพิด (lipid) ไขมัน (Crude fat), กากใย (Crude fiber) และเถ้า (Ash) โดยส่งตัวอย่างของพืชไปวิเคราะห์สารประกอบหลัก (Proximate analysis) ณ ห้องปฏิบัติการกลาง บริษัทก๊อบไทย เพื่อทำการเปรียบเทียบสารประกอบภายในวัสดุที่ใช้ทดแทนข้าว เพื่อนำมาเลี้ยงขยายเชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อไป

2.2 การเตรียมเมล็ดทุเรียน เมล็ดขนุน มันสำปะหลัง และข้าว เพื่อขยายเชื้อราไตรโคเดอร์มา

นำเมล็ดทุเรียน เมล็ดขนุน มันสำปะหลัง และข้าว จำนวนอย่างละ 10 กิโลกรัม ซึ่งได้รับการอนุเคราะห์จากเกษตรกรตำบลพลวง อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี มาล้างน้ำทำความสะอาดเพื่อขจัดสิ่งสกปรกที่ติดตามเมล็ดทุเรียน เมล็ดขนุน มันสำปะหลัง และข้าวออก เช่น เศษเปลือกหุ้มเมล็ด ดิน หิน เป็นต้น ในส่วนของเมล็ดทุเรียน ขนุน และมันสำปะหลังจะใช้แผ่นฟองน้ำหรือแปรงสีฟันขัดทำความสะอาด จากนั้นนำเมล็ดพืชทั้ง 3 ชนิด (เมล็ดทุเรียน เมล็ดขนุน และมันสำปะหลัง) มาปอกเปลือกออกแล้วหั่นเป็นลักษณะสี่เหลี่ยมคล้ายลูกเต๋า ขนาด 2x2 เซนติเมตร (Figure 1) แล้วนำส่วนของพืชทั้งหมดไปล้างน้ำเปล่า จำนวน 3 ครั้ง เพื่อขจัดเมือกหรือยางของเมล็ดออก จากนั้นนำเมล็ดแต่ละชนิดไปนึ่งมาเชื้อในหม้อนึ่ง อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการนึ่งในแต่ละชนิดเมล็ดเท่ากันคือ 30 นาที (ถ้าเนิ่นเกินเวลาจากนี้เมล็ดพืชจะนิ่มและเนื้อจะทำให้เกิดการเน่าหลังการนำไปเลี้ยงเชื้อราไตรโคเดอร์มาได้) เมื่อครบระยะเวลาทำการตากเมล็ดทุเรียน เมล็ดขนุน มันสำปะหลัง และข้าว ใส่ถุงขณะที่ยังร้อน ปริมาณ 250 กรัมต่อถุง จำนวน 10 ถุง ปิดปากถุงและตั้งทิ้งไว้รอจนอุ่นเพื่อใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อไป



Figure 1 Characteristics of crushed on durian seeds (a) jackfruit seeds (b) and cassava (c).

2.3 การทดสอบขยายเลี้ยงเชื้อราไตรโคเดอร์มาด้วยเมล็ดทุเรียน เมล็ดขนุน มันสำปะหลัง และข้าว

นำเชื้อราไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma harzianum*) ที่ได้รับการสนับสนุนจากเกษตรอำเภอเขาคิชฌกูฏ ในรูปแบบผง มาเลี้ยงขยายเชื้อราไตรโคเดอร์มาลงในเมล็ดทุเรียน เมล็ดขนุน มันสำปะหลัง และข้าว ที่ตากใส่ถุงไว้แล้ว ในทุกกรรมวิธีจะคลุกเคล้าเชื้อราไตรโคเดอร์มา 0.5 กรัมต่อ 250 กรัม วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ ประกอบด้วย ดังนี้

- กรรมวิธีที่ 1 ใช้เมล็ดข้าว (ชุดควบคุม)
- กรรมวิธีที่ 2 ใช้เมล็ดทุเรียน
- กรรมวิธีที่ 3 ใช้เมล็ดขนุน
- กรรมวิธีที่ 4 ใช้มันสำปะหลัง

หลังจากใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มาแล้ว ทำการปิดปากถุงแล้วเขย่าถุงเพื่อคลุกเคล้าเชื้อให้ทั่วกัน จากนั้นเจาะรูที่บริเวณส่วนบนของถุงเพื่อให้มีอากาศถ่ายเท แล้วบ่มเชื้อไว้ในห้องที่มีอากาศถ่ายเทได้ ห้ามวางซ้อนถุงกันเพื่อลดการทับกันของถุงแล้วจะทำให้เกิดการเน่าเสียได้ บันทึกผลการทดลองโดยถ่ายภาพเปรียบเทียบในแต่ละกรรมวิธี เพื่อสังเกตการเจริญของเส้นใยเชื้อราไตรโคเดอร์มาบนเมล็ดพืชแต่ละชนิดใดที่เชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ สังเกตทุกวันจนกว่าเชื้อราไตรโคเดอร์มาจะเจริญเต็มถุง ควรสังเกตด้วยว่าถ้าหากมีการปนเปื้อน ๆ จากเชื้ออะไรนอกจากนั้นเมื่อเชื้อราไตรโคเดอร์มาเจริญเต็มถุงจะนับจำนวนปริมาณสปอร์ของเชื้อราไตรโคเดอร์มาด้วย hemacytometer เปรียบเทียบในแต่ละกรรมวิธี เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการคัดเลือกใช้พืชแต่ละชนิดในการนำมาทดแทนเมล็ดข้าวในการขยายเลี้ยงเชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อไป

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

3.1 การทดสอบขยายเลี้ยงเชื้อราไตรโคเดอร์มาด้วยเมล็ดทุเรียน เมล็ดขนุน และ มันสำปะหลัง

หลังจากเลี้ยงขยายเชื้อราไตรโคเดอร์มาด้วยเมล็ดทุเรียน เมล็ดขนุน มันสำปะหลัง และข้าว ในวันที่ 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน พบว่าวัสดุเพาะเลี้ยงเชื้อทุกชนิดสามารถเลี้ยงเชื้อได้แตกต่างกัน ในวันที่ 3 หลังการใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มา พบเส้นใยสีขาวเจริญปกคลุมบริเวณผิวของเมล็ดข้าวและมันสำปะหลัง โดยมีเปอร์เซ็นต์การเจริญของเส้นใย เท่ากับ 20 และ 18.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าวิเคราะห์หาสารประกอบหลัก (Proximate analysis) กับวัสดุเพาะเลี้ยงเชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่ากรรมวิธีที่ใช้ข้าว มีค่าคาร์โบไฮเดรตน้อยที่สุด คือ 42.8 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กรรมวิธีอื่นเพื่อใช้ทดแทนข้าวกับพบว่ามีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากกว่า คือ เมล็ดทุเรียน (80.7 เปอร์เซ็นต์) เมล็ดขนุน (44.7 เปอร์เซ็นต์) และ มันสำปะหลัง (75.9 เปอร์เซ็นต์) (Table 2) นอกจากนั้นเมื่อสังเกตถึงค่า โปรตีน (8.3-16.2 เปอร์เซ็นต์) ลิพิด (4.8-11.2 เปอร์เซ็นต์) ไขมัน (0.6-2.2 เปอร์เซ็นต์) กากใย (0.9-14.8 เปอร์เซ็นต์) และเถ้า (1.4-15.5 เปอร์เซ็นต์) และในกรรมวิธีที่ใช้เมล็ดขนุนและเมล็ดทุเรียน อีกทั้งเริ่มสังเกตเห็นการปนเปื้อนของเชื้อราชนิดอื่น ๆ โดยมีลักษณะเป็นเส้นใยสีขาวและสีเทาเจริญขึ้นบนชั้นของเมล็ด โดยพบว่ามีเปอร์เซ็นต์การเจริญของเส้นใย เท่ากับ 6.6 และ 3.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P=0.05$ (Table 1; Figure 2) หลังจากนั้นเมื่อระยะเวลาผ่านไป (ในช่วง 5-9 วันหลังการใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มา) พบว่าแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์การเจริญของเส้นใยเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ขึ้นปกคลุมบนวัสดุเพาะเลี้ยงเชื้อในเมล็ดข้าว และมันสำปะหลัง เริ่มเปลี่ยนจากสีขาวกลายเป็นสีเขียวเข้ม และเจริญครอบคลุมทั่วทั้งถุง โดยมีค่าการเจริญของเส้นใยอยู่ในช่วง 38.6 ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ในขณะเดียวกัน

ในการรวมวิธีที่ใช้เมล็ดขนุนและเมล็ดทุเรียน มีค่าการเจริญเติบโต เช่นเดียวกันกับช่วงแรกของการทดลอง มีค่าอยู่ในช่วง 6.6 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าในการรวมวิธีที่ใช้เมล็ดขนุนและเมล็ดทุเรียนมีการปนเปื้อนของเส้นใยเชื้อรา *Aspergillus* sp. และ *Penicillium* sp. โดยเส้นใยมีสีเหลืองและสีเขียวปนเทาอ่อนเจริญขึ้นปกคลุมบนวัสดุเพาะเลี้ยงเชื้อ (Table 1; Figure 2) และต่อมาในวันที่ 15 วันหลังการใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มา ผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับในช่วงแรกของการทดลอง โดยกรรมวิธีที่ใช้ด้วยเมล็ดข้าว และมันสำปะหลัง พบเปอร์เซ็นต์การเจริญของเส้นใยดีที่สุด มีค่าเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ (เชื้อราไตรโคเดอร์มาเจริญเต็มทั่วทั้งถุง) แต่ในการรวมวิธีที่ใช้ด้วยเมล็ดขนุนและ

เมล็ดทุเรียน พบการปนเปื้อนตั้งแต่ช่วงแรกของการทดลอง และมีการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราไตรโคเดอร์มา เท่ากับ 40 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P=0.05$ (Table 1; Figure 2) สอดคล้องกับการทดลองของ Charoenrak and Chamswang (2016) ที่เลี้ยงเชื้อรา *Trichoderma asperellum* (CB-Pin-01) สามารถเจริญและสร้างสปอร์ได้ดีในข้าว ในขณะที่ Chamswang and Intanoo (2002) ทดสอบการเลี้ยงขยายเชื้อราไตรโคเดอร์มาโดยใช้ข้าว พบว่า เชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถสร้างสปอร์สดและเจริญเติบโตได้รวดเร็วภายใน 7 วันหลังจากใส่เชื้อไตรโคเดอร์มาลงถุง

Table 1 The percentage of mycelial growth of *Trichoderma harzianum* on different substrates such as rice, durian seeds, jackfruit seeds and cassava.

Treatment	Percentage of mycelial growth of <i>Trichoderma harzianum</i> (%) ^{1/}					
	3 DAI ^{2/}	5 DAI	7 DAI	9 DAI	12 DAI	15 DAI
Rice seeds	20a ^{3/}	46.6a	66.6a	80a	100a	100a
Durian seeds	3.3c	6.6c	16.6c	20c	20c	20c
Jackfruit seeds	6.6bc	13.3bc	18.3bc	26.6bc	36.6b	40b
Cassava	18.3ab	38.6ab	53.3ab	66.6ab	86.6a	100a
C.V. (%)	54.7	27.4	22.6	18.6	11.9	8.7
F-value	*	*	*	*	*	*

^{1/} Percentage of mycelium growth = $[\sum(\text{number of total} - \text{number of treatment}) / \text{number of total} \times 100]$

^{2/} Averages followed by the same uppercase letters in column rows are not significantly different at $P = 0.05$ according to Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

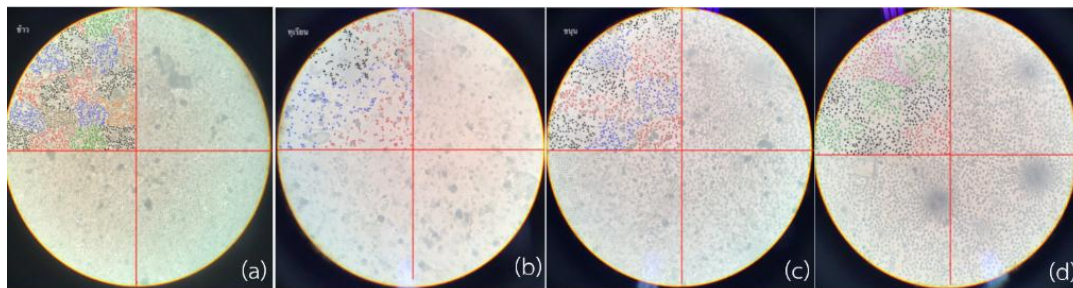
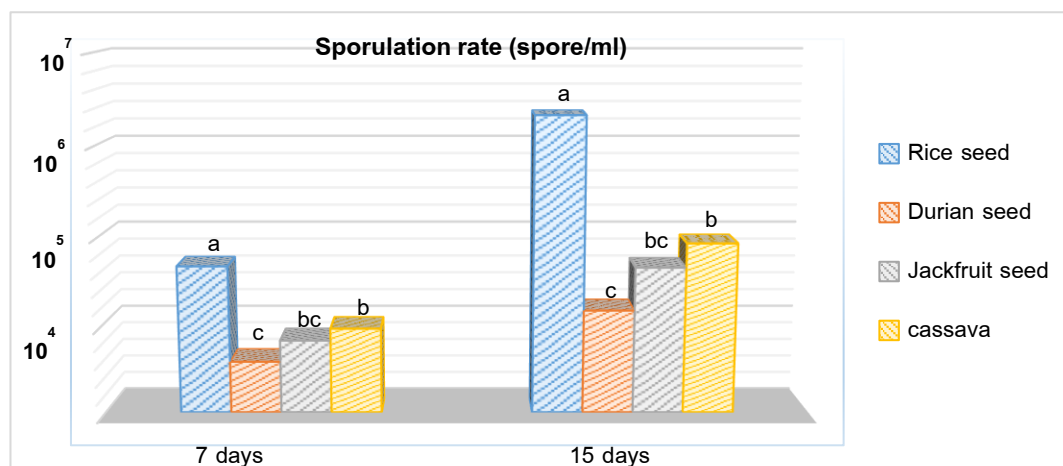
^{3/} DAI = Day after inoculation



Figure 2 Growth characteristics of *Trichoderma harzianum* on rice, durian seeds, jackfruit seeds and cassava at 3,5,7,9,12 and 15 days after inoculation.

Table 2 Proximate analysis on different substrates such as rice, durian seeds, jackfruit seeds and cassava.

Treatment	Parameter (%)					
	Carbohydrate	Lipid	Protein	Fiber	Fat	Ash
Rice seed	42.8	11.2	10.8	14.8	2.2	15.5
Durian seed	80.7	8.9	6.3	0.9	0.6	4.8
Jackfruit seed	44.7	9.6	16.2	3.6	0.9	1.4
Cassava	75.9	4.8	8.3	2.5	1.8	1.6

**Figure 3** Counting of conidia of *Trichoderma harzianum* on slide plates after 15 days using different substrates: (a) rice seed, (b) durian seed, (c) jackfruit seed, and (d) cassava.**Figure 4** Sporulation rate of *Trichoderma harzianum* on rice, durian, jackfruit seeds and cassava at 7 and 15 days.

หลังจากนั้นเมื่อครบระยะเวลา 7 และ 15 วันหลังการใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มา ได้ทำการตรวจนับปริมาณสปอร์ของเชื้อที่เจริญขึ้นปกคลุมในวัสดุเพาะเลี้ยงเชื้อทั้ง 4 ชนิด คือ เมล็ดทุเรียน เมล็ดขนุน มันสำปะหลัง และข้าว (Figure 3) พบว่าในช่วง 7 วันแรกหลังการใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มา กรรมวิธีที่ใช้ข้าวให้ค่าปริมาณของสปอร์สูงที่สุด 0.83×10^4 สปอร์ต่อมิลลิลิตร สอดคล้องกับการทดลองของ Sharmani *et al.* (2019) ที่ใช้ข้าวและข้าวสาลีเลี้ยงเชื้อไตรโคเดอร์มา พบว่า สามารถสร้างสปอร์ได้ 1.6×10^4 สปอร์ต่อมิลลิลิตรได้ตั้งแต่ 7 วันแรกของการทดสอบ รองลงมาคือมันสำปะหลังมีปริมาณสปอร์เท่ากับ 0.48×10^4 สปอร์ต่อมิลลิลิตร (Figure 4) และในกรรมวิธีที่ใช้เมล็ดขนุนและเมล็ดทุเรียน พบปริมาณสปอร์ของเชื้อราไตรโคเดอร์มาน้อยที่สุด เท่ากับ 0.41 และ 0.29×10^4 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (Figure 4) นอกจากนั้นใน

กรรมวิธีที่ใช้เมล็ดขนุนและเมล็ดทุเรียนมีการปนเปื้อนของสปอร์เชื้อรา *Aspergillus* sp. และ *Penicillium* sp. ที่มีขนาดเม็ดใหญ่กว่าเชื้อราไตรโคเดอร์มากระจายอยู่ในส่วนสปอร์แขวนลอย (spore suspension) ที่ได้จากการล้างสปอร์เชื้อราออกจากวัสดุเพาะเลี้ยงเชื้อ และเมื่อระยะผ่านไปจนถึงสิ้นสุดการทดลอง (15 วันหลังการใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มา) พบว่าแนวโน้มปริมาณสปอร์ของเชื้อไตรโคเดอร์มาก็เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับช่วงแรกของการทดลอง กล่าวคือ ในกรรมวิธีที่ใช้เมล็ดข้าว มีปริมาณสปอร์ของเชื้อราไตรโคเดอร์มาสูงที่สุด เท่ากับ 1.66×10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือ มันสำปะหลังและเมล็ดขนุน มีค่าเท่ากับ 0.96×10^5 และ 0.82×10^5 สปอร์ต่อมิลลิลิตร และในกรรมวิธีที่ใช้ด้วยเมล็ดทุเรียนในค่าปริมาณสปอร์ของเชื้อราไตรโคเดอร์มาน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.5×10^4 สปอร์ต่อมิลลิลิตร (Figure 4) เนื่องจากในกรรมวิธีที่ใช้ด้วย

เมล็ดทุเรียนมีการปนเปื้อนตั้งแต่ช่วงแรกของการทดลอง (ทั้งหมด 10 ซ้ำ) โดยเมล็ดทุเรียนที่ผ่านการนึ่งแล้วมีลักษณะค่อยข้างนึ่ม หลังจากใส่เชื้อผสมลงไปและผ่านการเขย่าให้เชื้อกระจายตัวทั่วทั้งถุงอาจจะส่งผลทำให้เกิดการแฉะและมีความชื้นมากภายในถุงทำให้เกิดการเข้าปนเปื้อนของเชื้อราชนิดอื่น ๆ เช่น เชื้อรา *Aspergillus* sp. และ *Penicillium* sp. เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chen *et al.* (2019) ที่ได้ทำการทดสอบเลี้ยงเชื้อรา *Phanerochaete chrysosporium* ร่วมกับเชื้อรา *Trichoderma viride* ในข้าว โดยเลี้ยงเชื้อรา *P. chrysosporium* ลงไปก่อน 4 วันหลังจากนั้นถึงค่อยใส่เชื้อรา *T. viride* ตามลงไป พบว่าเชื้อราไตรโคเดอร์มาสร้างสปอร์เชื้อได้น้อยกว่าในถุงเชื้อที่ไม่มีการปนเปื้อนเชื้อชนิดอื่น นอกจากนั้นยังส่งผลต่อการย่อยสลายสร้างจำพวก lignin and cellulose ให้ลดต่ำลงจึงทำให้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเจริญเติบโตได้ช้ากว่าปกติ โดยมีค่าประมาณ 33.29 เปอร์เซ็นต์ โดยสรุปการใช้เมล็ดทุเรียน เมล็ดขุ่น เพื่อทดแทนข้าวไม่เหมาะสมที่จะนำมาทำการเลี้ยงเชื้อราไตรโคเดอร์มาเพราะปริมาณการสร้างสปอร์ของเชื้อนั้นมีค่อนข้างน้อยรวมไปถึงยังเกิดการปนเปื้อนอีกด้วย แต่ถ้าหากมีความจำเป็นต้องใช้คณะผู้วิจัยแนะนำให้เลือกมันสำปะหลังที่หาง่ายในท้องถิ่นมาใช้ในการเลี้ยงเชื้อไตรโคเดอร์มาแทนดีกว่าเพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการหาซื้อข้าวมาเลี้ยงเชื้อราต่อไป

4. สรุป

จากการทดสอบความเป็นไปได้ในการใช้เมล็ดทุเรียน เมล็ดขุ่น และมันสำปะหลัง ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ในภาคเกษตรและอุตสาหกรรมการแปรรูปผลิตภัณฑ์ไม้ผลในภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยนำมาเพิ่มมูลค่าในการใช้เลี้ยงขยายเชื้อรา *Trichoderma harzianum* เพื่อทดแทนข้าว ในพื้นที่อำเภอเขาฉกรรจ์ จังหวัดจันทบุรี พบว่าวัสดุเพาะเลี้ยงเชื้อทุกชนิดสามารถเลี้ยงเชื้อได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติ โดยกรรมวิธีที่พบการเจริญของเชื้อราไตรโคเดอร์มาและการสร้างสปอร์มากที่สุดคือ ข้าว รองลงมาคือ มันสำปะหลัง และเมล็ดขุ่น โดยเมื่อวิเคราะห์ค่าสารประกอบหลัก (Proximate analysis) พบว่าข้าวมีปริมาณของ โปรตีน (Crude protein) ลิพิด (lipid) ไขมัน (Crude fat) กากใย (Crude fiber) และเถ้า (Ash) ที่สูงกว่าวัสดุอื่น ๆ ในขณะที่เมล็ดทุเรียนที่คณะผู้วิจัยคาดว่าสามารถนำมาใช้เพื่อทดแทนข้าวได้ แต่พบว่ามีค่าการเจริญเติบโตของเส้นใยและปริมาณของสปอร์น้อยที่สุด รวมไปถึงยังพบการปนเปื้อนของเชื้อรา *Aspergillus* sp. และ *Penicillium* sp. เจริญปกคลุมร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การนำเมล็ดทุเรียน และเมล็ดขุ่น มาใช้เพื่อทดแทนข้าว ในการเลี้ยงขยายเชื้อราไตรโคเดอร์มาไม่เหมาะสมต่อการนำมาเลี้ยงขยายเชื้อ แต่ถ้าหากเปลี่ยนมาใช้มันสำปะหลังก็ยังพอที่สามารถนำมาเป็นทางเลือกให้กับพี่น้องชาวสวนหรือเกษตรกรในพื้นที่สามารถใช้ทดแทนข้าวโดยไม่ต้องเสียเงินเพื่อไปหาซื้อข้าวมาเพื่อเลี้ยงเชื้อราไตรโคเดอร์มาได้

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ตำบลตะปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี ที่ช่วยสนับสนุนสถานที่ และห้องปฏิบัติการกีฏวิทยาและโรคพืช สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช และภูมิทัศน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี เพื่อดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- Amid, B.T. and Mirhosseini, H. 2012. Optimisation of aqueous extraction of gum from durian (*Durio zibethinus*) seed: A potential, low cost source of hydrocolloid. **Food Chemistry** 132(3): 1258-1268.
- Amin, M.A., Ahmed, A.S., Yin, Y.Y., Yahya, N. and Ibrahim, N. 2007. Extraction, purification and characterization of durian (*Durio zibethinus*) seed gum. **Food Hydrocolloids** 21(2): 273-279.
- APAARI. 2018. Durian in Thailand: A Success Story. **Asia-Pacific Association of Agricultural Research Institutions**. Bangkok, Thailand.
- Baraheng, S. and Karrila, T. 2019. Chemical and functional properties of durian (*Durio zibethinus* Murr.) seed flour and starch. **Food Bioscience** 30: 400-412.
- Beleia, A., Butarelo, S.S. and Silva, R.S.F. 2006. Modeling of starch gelatinization during cooking of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.). **LWT-Food Science and Technology** 39: 399-404.
- Bobbio, F.O., El-Dash, A.A., Bobbio, P.A., and Rodrigues, L.R. 1978. Isolation and characterization of the physio-chemical properties of the starch of jackfruit seeds (*Artocarpus heterophyllus*). **Cereal Chemistry** 55: 505-511.
- Brown, M.J., Hor, Y.L. and Greenwood, J.S. 2001. Reserve accumulation and protein storage vacuole formation during development of recalcitrant seeds of *Durio zibethinus* L. **Seed Science Research** 11(4): 293-303.
- Chamswarn, C. and Intanoo, W. 2002. Production of *Trichoderma* fresh culture by simple technique for controlling damping-off of yard long bean caused by *Scotium rolfsii*, pp. 114-122. **In Proceeding of 40th Kasetsart University Annual Conference (Subject: Plants)**. Bangkok, Thailand.

- Charles, A.L., Chang, Y.H., Ko, W.C., Sriroth, K. and Huang, T.C. 2004. Some physical and chemical properties of starch isolates of Cassava genotypes. **Starch/Stärke** 56(9): 413-418.
- Charoenphun, N., Setarnawat, S. and Sai-ut, S. 2018. Chemical Composition and Trends in Utilization of By-products and Wastes from 4 Types of Tropical Fruit Processing. **Thai Science and Technology Journal (TSTJ)** 28(1): 113-128. (in Thai)
- Charoenrak, P. and Chamswang, C. 2016. Efficacies of wettable pellet and fresh culture of *Trichoderma asperellum* biocontrol products in growth promoting and reducing dirty panicles of rice. **Agriculture and Natural Resources** 50: 243-249.
- Chen, K.J., Tang, J.C., Xu, B.H., Lan, S.L. and Cao, Y. 2019. Degradation enhancement of rice straw by co-culture of *Phanerochaete chrysosporium* and *Trichoderma viride*. **Scientific Reports** 9: 19708.
- Faridah, S.M.A., Atikah, N.M.R.L. Jau-Shuy, L., Hasmadi, M., Rosni, M.S., Wolyna, P. and Noorakmar, A.W. 2021. Physicochemical and thermal properties of durian seed flour from three varieties of durian native of Sabah. **Food Research** 5(4): 374-381.
- Leemud, P. Karrila, S., Kaewmanee, T. and Karrila, T. 2020. Functional and physicochemical properties of Durian seed flour blended with cassava starch. **Journal of Food Measurement and Characterization** 14: 388-400.
- Narklaor, D., Sangnark, A. and Limroongreungrat, K. 2011. Improvement in Quality of Jackfruit Seed Flour by Pregelatinization. **Burapha Science Journal** 16(1): 12-21. (in Thai)
- Pongpisutta, R., Rattanakreetakul, C., Bincader, S., Chatchaisiri, K. and Boonruangrod, P. 2020. Detection of fungal pathogen causing durian dieback disease. **Khon Kaen Agriculture journal** 48(4): 703-714. (in Thai)
- Rengsutthi, K. and Charoenrein, S. 2011. Physico-chemical properties of jackfruit seed starch (*Artocarpus heterophyllus*) and its application as a thickener and stabilizer in chili sauce. **LWT-Food Science and Technology** 44(5): 1309-1313.
- Sharmani, H.R., Halabi, H.H., and Abedy, A.N. 2019. Efficacy of rice husks compost and *Trichoderma harzianum* on *Rhizoctonia solani* and its effect on seeds germination and seedling health. **Earth and Environmental Science** 388: 1-12.
- Thongkamngam, T. and Anutrakunchai, S. 2019. Survey and collection of fungal pathogen of durian in Chanthaburi province, pp. 117-122. *In Proceedings of 3rd International Symposium on Agricultural Technology and 17th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology*. Krabi, Thailand.
- Tulyathan, V., Tananuwig, K., Songjinda, P. and Jaiboon, N. 2002. Some physicochemical properties of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam) seed flour and starch. **Science Asia** 28: 37-41.