

ผลของการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของท้ายายม่อม

Effect of bioextract on growth and yield of arrowroot (*Tacca leontopetaloides*)

รุศมา มฤปติ^{1*} และ วชิราภรณ์ เรือนแป้น¹

Rusama Marubodee¹ and Wachiraporn Ruanpan¹

บทคัดย่อ

ปัจจุบันกระแสความนิยมผลิตภัณฑ์เวชสำอางธรรมชาติเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะแป้งฝุ่นและแป้งอัดแข็งที่มีส่วนผสมหลักคือทัลคัม แต่จากการติดตามงานวิจัยของ American cancer society (ACS) พบความเป็นไปได้ว่าทัลคัมจะเป็นสารก่อให้เกิดโรคมะเร็ง จึงมีคำแนะนำให้ใช้แป้งธรรมชาติเป็นส่วนผสมหลักแทน ทำให้ธุรกิจผลิตภัณฑ์เวชสำอางต้องการหัวท้ายายม่อมปริมาณมากเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบหลักแทน จึงศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพที่จะสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของท้ายายม่อมได้ โดยบันทึกผลผลิตที่อายุ 5 เดือนหลังปลูก วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (randomized completely blocks design, RCBD) แบ่งการทดลองออกเป็น 8 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ โดยมีปุ๋ยหมักชีวภาพสูตรที่แตกต่างกันเป็นสิ่งทดลอง คือ ฮอริโมนนม ฮอริโมนไข่ จุลินทรีย์หน่อกล้วย และน้ำหมักชีวภาพผลไม้ จากการทดลองพบว่า การใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพแต่ละชนิดมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ โดยปุ๋ยหมักชีวภาพสูตรจุลินทรีย์หน่อกล้วยมีผลทำให้ความเข้มสีใบของต้นท้ายายม่อมสูงที่สุดคือ 40.22 SPAD unit ในขณะที่ความยาวใบ จำนวนหัว น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นท้ายายม่อมมีค่าสูงที่สุดคือ 16.62 เซนติเมตร 8.70 หัวต่อต้น และ 48.93 กรัมต่อต้น ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองควบคุมพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพสูตรจุลินทรีย์หน่อกล้วยมีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวท้ายายม่อมดีที่สุด

คำสำคัญ: ท้ายายม่อม ปุ๋ยหมักชีวภาพ การเจริญเติบโต ผลผลิต

Abstract

Nowadays, the trend of natural cosmeceuticals has been increasing, especially loose and pressed powder which main ingredient is Talcum. However, previous researches of the American cancer society (ACS) found that Talcum could be carcinogen. Therefore, the ACS researches suggest to use the powder from natural product instead. As a result, the cosmetic business needs a large quantity of arrowroot (*Tacca leontopetaloides*) to be used as a main ingredient in cosmeceutical products. Hence, this study aimed to investigate the effect of bioextract on growth and yield of arrowroot at 5 months after sowing. The experiment was designed in a randomized complete block design (RCBD) consisting of 8 treatments, 3 replications. Treatments consisted of bioextract from milk hormone,

¹ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชลบุรี 20110

¹ Faculty of Agricultural and Natural Resources, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chonburi 20110, Thailand

* Corresponding author. Email: rusama4@hotmail.com

Received: June 3, 2020; Revised: July 29, 2020; Accepted: October 1, 2020

bioextract from egg hormone, bioextract from banana shoot and bioextract from fruits. The results showed that all treatments of bioextract had significant difference in growth and yield. Arrowroots treated with bioextract from banana shoot showed the highest SPAD unit of 40.22. While leaf length, number of tubers, fresh and dry weight of tubers were 16.61 centimeters, 8.70 tubers/plant, 2,235.05 grams/plant, and 681.39 grams/plant, respectively and not significantly different from control. Nevertheless, using of bioextract from banana shoot tends to get the highest yield in arrowroot production.

Keywords: arrowroot (*Tacca leontopetaloides*), bioextract, growth, yield

บทนำ

ในปัจจุบันต้นทำายาม่อมค่อยๆ ลดจำนวนลงเหลือน้อยเต็มทีเพราะมีการใช้แป้งจากพืชอื่นมากขึ้น โดยเฉพาะแป้งมันสำปะหลัง ทำให้แป้งทำายาม่อมไม่เป็นที่รู้จักและนิยมของคนรุ่นใหม่ แต่ขณะนี้กระแสความนิยมผลิตภัณฑ์ที่ได้จากธรรมชาติมีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์เวชสำอางธรรมชาติ (natural cosmeceuticals) ซึ่งมีปัจจัยสำคัญที่ผลักดันธุรกิจผลิตภัณฑ์เวชสำอางให้ขยายตัวอย่างรวดเร็วคือผู้บริโภคต้องการผลิตภัณฑ์จากวัตถุดิบธรรมชาติปลอดภัยจากสารเคมี แป้งฝุ่นและแป้งอัดแข็งนับเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางพื้นฐานที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยทั่วไปแป้งฝุ่นและแป้งอัดแข็งจะมีส่วนผสมหลักคือทัลคัม ซึ่งเป็นแร่ใยหินที่มีการศึกษาและพบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะเป็นสารก่อให้เกิดโรคมะเร็ง จึงมีคำแนะนำจากสมาคมโรคมะเร็งอเมริกัน (American cancer society: ACS) ในการใช้แป้งฝุ่นและแป้งอัดแข็งที่มีแป้งธรรมชาติเป็นส่วนผสมหลักทดแทนทัลคัม เพื่อลดความเสี่ยงต่อสุขภาพ (American Cancer Society, 2020) ต่อมา Sudprasert, & Sansawat (2017) จึงได้นำหัวทำายาม่อมซึ่งเป็นพืชท้องถิ่นแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือมาพัฒนาเป็นส่วนผสมหลักในแป้งฝุ่นเพื่อทดแทนการใช้ทัลคัม ทำให้ธุรกิจ

ผลิตภัณฑ์เวชสำอางมีความต้องการหัวทำายาม่อมในปริมาณมากเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบหลัก วัตถุประสงค์การใช้ประโยชน์และมูลค่าจากหัวทำายาม่อมจึงเปลี่ยนไปแตกต่างจากเดิมที่ต้นทำายาม่อมจะใช้หัวในการผลิตแป้งสำหรับใช้ในการประกอบอาหารเท่านั้น

ทำายาม่อม หรือ arrowroot มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Tacca leontopetaloides* คาดว่ามีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ กระจายพันธุ์ตั้งแต่แอฟริกา เอเชีย โอเชียเนีย เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก ไปจนถึงออสเตรเลีย ในประเทศอินโดนีเซีย (Syarif, Lestari, & Wawo, 2014) และมาเลเซีย (Mohd, Thohirah, Stanslas, Maheran, & Nur, 2015) พยายามที่จะรักษาสายพันธุ์ของต้นทำายาม่อมให้คงอยู่เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารและยารักษาโรคในอนาคต นอกจากนั้นเวียดนามพยายามศึกษาการใช้ประโยชน์ด้านคุณสมบัติทางเคมีของแป้งทำายาม่อมเพื่อเป็นทางเลือกที่ใช้พัฒนาคุณภาพชีวิตของประชากร (Quan, Phung, Huy, Triet, & Tam, 2017) ซึ่งในปัจจุบันการปลูกทำายาม่อมเริ่มลดจำนวนลงเนื่องจากการขยายตัวของเมืองตามจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น ส่วนในประเทศไทยพบขึ้นกระจายแบบห่างๆ และพบขึ้นหนาแน่นในชายฝั่งทะเลภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยจะขึ้นได้ร่มเงาในป่าดิบแล้งระดับต่ำ ป่าผลัดใบที่เป็นดินทราย และตามป่าชายหาด จัดเป็น

พืชล้มลุกอายุหลายปี ไม่มีลำต้น เหง้าใต้ดินเป็นหัวมีลักษณะกลมแบนหรือรีกว้าง (Flanch, & Rumawas, 1996; Phattarasutthi, 2000) โดยทั่วไปทำยายม่อมเจริญเติบโตในช่วงฤดูฝน และมีระยะพักตัวของหัวในช่วงฤดูแล้ง การปลูกหัวทำยายม่อมจะเริ่มช่วงฤดูฝนคือ เดือนมิถุนายน และเก็บเกี่ยวหัวในช่วงฤดูหนาว คือ เดือนพฤศจิกายน (Sukphang, 2017) รวมระยะเวลาประมาณ 6 เดือน การเก็บเกี่ยวสังเกตได้จากต้นทำยายม่อมจะเริ่มมีใบที่เหลือง ต้นยุบตัวลง และต้นจะตายเมื่อเข้าสู่ฤดูหนาวในช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม โดยช่วงที่ดีที่สุดที่จะเก็บเกี่ยวหัวทำยายม่อม คือช่วงที่ใบมีสีเหลืองและแห้ง ในช่วงนี้ให้ทำการเก็บเกี่ยวได้ โดยเลือกหัวขนาดใหญ่ไปทำแปง และเก็บหัวขนาดเล็กไว้ปลูกในปีถัดไป (Bunmanop, Srijakkawan, & Kerdsiri, 2004) จากลักษณะการเจริญเติบโตดังกล่าวทำให้การปลูกทำยายม่อมทำได้เพียงปีละ 1 ครั้งเท่านั้น ประกอบกับขั้นตอนการผลิตแปงทำยายม่อมมีความซับซ้อนเกษตรกรหรือชาวบ้านทั่วไปจึงไม่นิยมปลูกเป็นพืชหลัก เนื่องจากไม่สามารถสร้างรายได้ให้ตลอดทั้งปีเมื่อออกสำรวจในพื้นที่เป้าหมายจึงพบเพียงต้นทำยายม่อมที่ขึ้นอยู่ใต้ต้นไม้ใหญ่ภายในบริเวณบ้านพักอาศัยเท่านั้น ไม่พบการปลูกเป็นพืชหลักในแปลงเกษตรกรรม ดังนั้นธุรกิจผลิตภัณฑ์เวชสำอางจึงต้องการให้เกษตรกรปลูกทำยายม่อมในแปลงปลูกและขายหัวทำยายม่อมปริมาณมากให้เป็นวัตถุดิบในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เวชสำอาง จึงควรเร่งส่งเสริมให้ชุมชนปลูกทำยายม่อมในปริมาณที่มากขึ้น โดยการใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่สามารถผลิตได้เอง ไม่ต้องลงทุนสูง

จากการสอบถามชุมชนเป้าหมาย พบว่าผลผลิตทำยายม่อมที่ได้ไม่สูงนัก เนื่องจากชาวชุมชนปล่อยให้ต้นทำยายม่อมเจริญเติบโตตามธรรมชาติ ไม่มีการดูแลการขุดกรรม การแนะนำให้เกษตรกรกลับมาใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพที่สามารถทำได้เองด้วยวัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่นเพื่อช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิต ตลอดจนเพิ่มคุณภาพของผลผลิต อาทิ สอร์โมนนม สอร์โมนไข่ จุลินทรีย์หน่อกล้วย และน้ำหมักชีวภาพผลไม้ จะไม่เป็นการกระตุ้นทุนให้กับชุมชนมากนัก แต่ผลของการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพเหล่านี้ยังไม่มีรายงานชัดเจน ซึ่งน้ำหมักชีวภาพ เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกิดจากเกษตรกรนำเศษพืชหรือสัตว์ที่เป็นวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นไปหมักกับกากน้ำตาล ซึ่งแต่ละท้องถิ่นจะมีวิธีการผลิตและการนำไปใช้แตกต่างกัน ทั้งวัตถุดิบและระยะเวลาที่หมัก รวมทั้งวิธีการใช้กับพืช (Chomphunit, 2003) มีหลายงานวิจัยที่พยายามศึกษาถึงผลของปุ๋ยหมักชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในแต่ละท้องถิ่นหรือจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชหลายชนิด เช่น ผักสลัด (Wongsrisakulkaew, Paisom, Maksik, & Chokthaweepanich, 2016; Thuwakham, & Fanfuenha, 2019) ผักกวางตุ้ง (Tangsombatvichit, & Ketrot, 2018) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Thongjoo, Sonsri, Inboonchuay, & Saengngam, 2018) กระถินเทพา (Nitiset et al., 2018) และยูคาลิปตัส (Thanthong et al., 2019) โดยคาดหวังให้สามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมี หรือใช้ควบคู่กับปุ๋ยเคมีเพื่อรักษาโครงสร้างและคุณภาพดินไม่ให้เสียไปและช่วยลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร โดยที่ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว น้ำหมักชีวภาพผลไม้เป็นน้ำหมักชีวภาพชนิดหนึ่งที่

ได้รับความสนใจและใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะทำได้ง่าย ลงทุนน้อย และสามารถใช้วัสดุได้หลากหลายตามที่มีในแต่ละท้องถิ่น (Department of Agriculture, 2004) ฮอริโมนพืชที่มีอยู่ในน้ำหมักจากผลไม้ ได้แก่ กรดจิบเบอเรลลิก ไซโตไคนิน และออกซิน ซึ่งฮอริโมนเหล่านี้จะส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ดี นอกจากนั้นฮอริโมนพืชเหล่านี้ ยังมีส่วนช่วยส่งเสริมกระบวนการงอกของเมล็ดพืชได้ (Copeland, & McDonald, 1995; Suwannakiri, 2004) นอกเหนือจากน้ำหมักชีวภาพผลไม้แล้ว ยังมีการผลิตฮอริโมนไซ ฮอริโมนหน่อกล้วย และน้ำมันพืชที่เหลือใช้มาผสมกันฉีดพ่นทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น (Kamphaeng Phet Provincial Agricultural Extension Office, 2015) น้ำหมักชีวภาพอีกหนึ่งชนิดคือฮอริโมนนมสด หรือสารเร่งการเจริญเติบโตของพืช เป็นฮอริโมนที่สร้างจากจุลินทรีย์ที่มีชีวิต โดยทำให้พืชมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น ใบ ดอกและผล ได้อย่างมีคุณภาพและเพิ่มผลผลิตได้สูง

ดังนั้นในการทดลองนี้จึงศึกษาผลของปุ๋ยหมักชีวภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเต้ายายม่อม เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการเพิ่มศักยภาพในการผลิตหัวเต้ายายม่อม และส่งเสริมให้ชุมชนผลิตหัวเต้ายายม่อมเพื่อสร้างรายได้ และเพิ่มมูลค่าโดยใช้แปรรูปเป็นวัตถุดิบของธุรกิจผลิตภัณฑ์เวชสำอางต่อไป

วิธีการศึกษา

การเตรียมน้ำหมักชีวภาพ

การทดลองนี้ใช้น้ำหมักชีวภาพจำนวน 4 สูตร คือ 1) น้ำหมักสูตรจุลินทรีย์หน่อกล้วย ประกอบด้วยหน่อกล้วยสับละเอียด จำนวน 60 กิโลกรัม น้ำ 100 ลิตร

ยาकुทธ์หรือดีไลท์ 80 มิลลิลิตร กากน้ำตาล 20 กิโลกรัม จุลินทรีย์หัวเชื้อ 1 ลิตร แบ่งข้าวหมากบด 1 ลูกกลูกส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน หมักทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 5 วัน นำมากรองด้วยผ้าขาวบาง จึงสามารถนำไปใช้ได้ 2) น้ำหมักสูตรฮอริโมนไซ ประกอบด้วยไซไก่อ 5 กิโลกรัม บดหรือปั่นพร้อมเปลือกให้ละเอียด กากน้ำตาลจำนวน 5 กิโลกรัม ยาकुทธ์หรือดีไลท์ 80 มิลลิลิตร และลูกแบ่งข้าวหมากบด ใส่ในถังหมักและคลุกให้เข้ากัน ปิดฝาดังให้สนิท หมักทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 14 วัน นำมากรองด้วยผ้าขาวบาง จึงนำไปใช้ 3) น้ำหมักสูตรฮอริโมนนม ประกอบด้วยนมจืด 600 มิลลิลิตร จุลินทรีย์หน่อกล้วยจำนวน 200 มิลลิลิตร และฮอริโมนไซจากข้อ 2) จำนวน 200 มิลลิลิตร คลุกเคล้าส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน หมักทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 14 วัน นำมากรองด้วยผ้าขาวบาง จึงนำไปใช้ 4) น้ำหมักชีวภาพผลไม้ ประกอบด้วยผลไม้หลายชนิดน้ำหนักรวม 10 กิโลกรัม คือ พักทอง กล้วยน้ำว้าสุก สับปะรด มะละกอ หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ กากน้ำตาล 1 กิโลกรัม และน้ำเปล่า 30 ลิตร คลุกให้เข้ากัน ปิดฝาดังให้สนิท เปิดฝาดังหมักคลุกสัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง หมักทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ แล้วกรองเอากากออกด้วยตะแกรง จึงสามารถนำไปใช้ได้ แล้วนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ด้วยวิธีการของ Department of Land Development (2005) อินทรีย์วัตถุ (OM) ด้วยวิธีการ manual on organic fertilizer analysis, APSRDO, DOA:4/2551 อัตราส่วนคาร์บอนและไนโตรเจน (C/N ratio) (Table 1) และวิเคราะห์ค่าไนโตรเจนทั้งหมดด้วยวิธีการ in-house method TE-CH-211 based on 993.13 (Association

of Official Agricultural Chemists, 2019a) วิเคราะห์ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดด้วยวิธีการ in-house method TE-CH-183 based on 958.01 (AOAC, 2019b) และวิเคราะห์ค่าโพแทสเซียมทั้งหมดด้วยวิธีการ in-house method TE-CH-191 based on official method of analysis of fertilizers (National Institute of Agro-Environmental Sciences, 1987) พบว่า สิ่งทดลองที่ 2 มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ 4.60 ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดร้อยละ 0.29 และค่าโพแทสเซียมทั้งหมดร้อยละ 0.22 สิ่งทดลองที่ 3 มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ 0.70 ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดร้อยละ 0.29 และค่าโพแทสเซียมทั้งหมดร้อยละ 1.10 สิ่งทดลองที่ 4 มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ <0.50 ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดร้อยละ 0.29 และค่าโพแทสเซียมทั้งหมดร้อยละ 0.58 สิ่งทดลองที่ 5 มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ <0.50 ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดร้อยละ 0.29 และค่าโพแทสเซียมทั้งหมดร้อยละ 0.37 สิ่งทดลองที่ 6 มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ 0.60 ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดร้อยละ 0.29 และค่าโพแทสเซียมทั้งหมดร้อยละ 0.90 สิ่งทดลองที่ 7 มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ 0.60 ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดร้อยละ 0.29 และค่าโพแทสเซียมทั้งหมดร้อยละ 0.62 สิ่งทดลองที่ 8 มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ <0.50 ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดร้อยละ 0.29 และค่าโพแทสเซียมทั้งหมดร้อยละ 0.24

เมื่อต้นเท้ายายม่อมมีอายุ 30 วันหลังปลูกให้น้ำให้น้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยใช้อัตราส่วน 10 มิลลิลิตร ต่อ น้ำ 20 ลิตร รดครั้งละ 500 มิลลิลิตรต่อต้น โดยวิธีรดลงดินตามสูตรที่แตกต่างกันในแต่ละสิ่งทดลอง

การวางแผนการทดลอง

การทดลองนี้ คณะผู้วิจัยดำเนินการทดลอง ณ แปลงทดลองสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ระหว่างเดือนสิงหาคม 2562-มกราคม 2563 โดยวางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์เชิงสุ่ม (randomized complete block design, RCBD) ประกอบด้วย 8 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ (บล็อก) รวมทั้งสิ้น 24 หน่วยทดลอง ปลูกหน่วยทดลองละ 14 ต้น แล้วสุ่มเก็บตัวอย่างแปลงละ 5 ต้น สิ่งทดลองได้แก่ T1 คือ ไม่ใส่ปุ๋ย (สิ่งทดลองควบคุม) T2 คือ ฮอร์โมนนม 200 ลิตรต่อไร่ T3 คือ ฮอร์โมนไข่ 200 ลิตรต่อไร่ T4 คือ จุลินทรีย์หน่อกล้วย 200 ลิตรต่อไร่ T5 คือ จุลินทรีย์หน่อกล้วยร่วมกับฮอร์โมนไข่ 200 ลิตรต่อไร่ (อัตราส่วน 1:1) T6 คือ จุลินทรีย์หน่อกล้วยร่วมกับฮอร์โมนนม 200 ลิตรต่อไร่ (อัตราส่วน 1:1) T7 คือ จุลินทรีย์หน่อกล้วยร่วมกับฮอร์โมนไข่ร่วมกับฮอร์โมนนม 200 ลิตรต่อไร่ (อัตราส่วน 1:1:1) และ T8 คือ น้ำหมักชีวภาพผลไม้ 200 ลิตรต่อไร่ โดยสำรวจพื้นที่แหล่งปลูกเท้ายายม่อมในพื้นที่ตำบลบ้านปึก อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี เพื่อเก็บหัวเท้ายายม่อมมาปลูกทดสอบในแปลงปลูก เตรียมแปลงปลูกโดยการไถพลิกหน้าดินตากไว้ 3 วัน เพื่อกำจัดวัชพืช แล้วเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูก (Table 4) พบว่าค่าความเป็นกรดต่าง (pH) 3.80 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) 0.69 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร อินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ร้อยละ 1.34 โดยมีอนุภาคนาขนาดทรายร้อยละ 78.73 อนุภาคนาขนาดทรายแป้ง

ร้อยละ 19.08 อนุภาคนาขนาดดินเหนียวร้อยละ 2.19 จัดเป็นเนื้อดินทรายปนร่วน (loamy sand) แล้วจึงขึ้นแปลงปลูกขนาดกว้าง 1.5 เมตร ความยาว 4 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลง 1 เมตร ระยะห่างระหว่างหลุม

50 เซนติเมตร จำนวน 24 แปลง กำจัดวัชพืชอีกครั้ง ก่อนปลูกแล้วใช้พลาสติกคลุมดิน เเจาะรูสำหรับปลูก หัวท้ายายม่อมหลุมละ 1 หัว กำจัดวัชพืชระหว่างแปลงและให้น้ำด้วยวิธีกลอย่างสม่ำเสมอ

Table 1 Chemical properties of 8 different bioextracts.

treatment	pH (3:50)	EC (dS/m)	organic matter (%)	total organic carbon (%)	C/N ratio
standard ^{1/}	-	<10	≥10	-	<20
T1 ^{2/}	5.13 ^{d 3/}	0.09 ^h	-	-	-
T2	3.84 ^f	1.71 ^f	13.50 ^a	7.80 ^a	13.00 ^a
T3	7.75 ^a	7.31 ^a	13.10 ^a	7.60 ^a	10.80 ^b
T4	7.11 ^b	2.66 ^e	3.10 ^d	1.80 ^e	9.00 ^{cd}
T5	7.79 ^a	4.62 ^c	7.70 ^c	4.40 ^d	11.00 ^b
T6	4.20 ^e	1.64 ^g	9.00 ^b	5.20 ^c	8.70 ^{cd}
T7	5.71 ^c	3.88 ^d	10.10 ^b	5.90 ^b	9.80 ^{bc}
T8	5.12 ^d	6.49 ^b	2.60 ^d	1.50 ^e	7.50 ^d
F-test	**	**	**	**	**
C.V.%	25.70	1.83	1.82	1.81	1.64

Note: ** Significant difference at P<0.01.

^{1/} Standard of organic fertilizer registration.

^{2/} Control (water).

^{3/} Different alphabets in column were shown significant difference at P<0.01.

การบันทึกผลการทดลอง

บันทึกผลแบบ based on plot จากค่าเฉลี่ย จำนวน 5 ต้น ด้านการเจริญเติบโต เมื่อต้นท้ายายม่อม มีอายุ 4 เดือนหลังปลูก ดังนี้ จำนวนใบต่อต้น ความยาว ก้านใบ ความยาวใบ และความเข้มข้นสีใบด้วยเครื่อง SPAD (chlorophyll meter รุ่น SPAD-502) และเมื่อต้น ท้ายายม่อมมีอายุ 5 เดือนหลังปลูก บันทึกและเก็บเกี่ยวผลผลิต ดังนี้ นับจำนวนหัวต่อต้น จากนั้นนำหัว ดังกล่าวทำความสะอาดเอาดินออกด้วยฟู่กันแล้วจึง

ชั่งน้ำหนักสดด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง จากนั้น นำหัวท้ายายม่อมสดเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ แล้วนำออกมา ชั่งน้ำหนักแห้งหัวด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติตาม แผนการทดลองโดยวิธี analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Turkey's alternate test

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การทดสอบปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพสูตรต่างๆ กับต้นท้ายายม่อมเป็นระยะเวลา 4 เดือนหลังปลูก พบว่า ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพสูตรต่างๆ ส่งผลให้การเจริญเติบโตของท้ายายม่อม ได้แก่ ความยาวก้านใบ ความยาวใบ และความเข้มสีใบ (SPAD) มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนจำนวนใบของต้นท้ายายม่อมไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (Table 2) โดยการไม่ใส่ปุ๋ย (T1) มีผลทำให้ความยาวก้านใบมากที่สุด คือ 23.24 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใช้น้ำหมักชีวภาพจุลินทรีย์หน่อกล้วย (T4) ฮอริโมนัม (T2) จุลินทรีย์หน่อกล้วยร่วมกับฮอริโมนัม (T6) และจุลินทรีย์หน่อกล้วยร่วมกับฮอริโมนไคและฮอริโมนัม (T7) ซึ่งมีค่า 21.37, 20.84, 20.83 และ 20.51 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่การใช้น้ำหมักชีวภาพจุลินทรีย์หน่อกล้วยมีแนวโน้มให้จำนวนใบมากที่สุด คือ 5.27 ใบต่อต้น และทำให้ต้นท้ายายม่อมมีความยาวใบสูงที่สุด คือ 16.62 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ T1 (15.58 เซนติเมตร) T7 (15.20 เซนติเมตร) T3 (14.54 เซนติเมตร) T2 (14.02 เซนติเมตร) และ T6 (13.64 เซนติเมตร) ตามลำดับ นอกจากนี้ T4 ยังมีผลทำให้ความเข้มสีใบสูงที่สุด คือ 40.22 SPAD unit ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ T7 (38.63 SPAD unit), T3 (36.46 SPAD unit), T6 (35.25 SPAD unit) และ T5 (35.19 SPAD unit) ตามลำดับ โดยความเข้มของสีใบที่วัดด้วยค่า SPAD unit เป็นการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์เบื้องต้นเพื่อประเมินศักยภาพในการสังเคราะห์แสงของพืช ซึ่งเกิดจากความสัมพันธ์ของพื้นที่ใบและกระบวนการสังเคราะห์แสงที่มีคลอโรฟิลล์ทำหน้าที่ดูดพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อเปลี่ยนสารวัตถุดิบ คือ น้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นน้ำตาลกลูโคส

และก๊าซออกซิเจน (Lawlor, 1995) ในการทดลองนี้พบว่า การใช้น้ำหมักชีวภาพจุลินทรีย์หน่อกล้วย (T4) มีแนวโน้มให้จำนวนใบมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเศษเหลือลำไย เปลือกกล้วยน้ำว้า และเปลือกแตงโม พบว่าน้ำหมักชีวภาพทั้ง 3 ชนิดมีผลต่อจำนวนใบ ความยาวใบ และน้ำหนักสด ของผักสลัดกรีนโอ๊คที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Thuwakham, & Fanfuenha, 2019) เช่นเดียวกับการทดลองของ Vongcharoen (2014) ศึกษาปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจำนวน 7 สูตร พบว่าสูตรน้ำหมักชีวภาพสูตรที่ 1 (เศษผัก : กากน้ำตาล : 3:1) ทำให้คะแนและกวางตุ้งมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงจำนวนใบ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยดีที่สุด

เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตของต้นท้ายายม่อมที่อายุ 5 เดือนหลังปลูก พบว่า การใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรต่างๆ ส่งผลให้จำนวนหัว น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของหัวท้ายายม่อมมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 3) โดยการใช้น้ำหมักชีวภาพจุลินทรีย์หน่อกล้วยมีผลทำให้จำนวนหัว น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของหัวท้ายายม่อมมากที่สุด เท่ากับ 8.70 หัวต่อต้น 149.00 และ 48.93 กรัมต่อต้น ตามลำดับ จากการตรวจสอบเอกสารที่ผ่านมาการศึกษาถึงอิทธิพลของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชหัวพบน้อยมาก และยังไม่พบการศึกษาที่ชัดเจนถึงผลของน้ำหมักชีวภาพจุลินทรีย์หน่อกล้วยในพืชหัว ในน้ำหมักชีวภาพจุลินทรีย์หน่อกล้วย มีวัตถุดิบหลักคือหน่อกล้วย ซึ่งมีองค์ประกอบ เช่นเดียวกับน้ำหมักชีวภาพจากพืชคือเซลลูโลสและคลอโรฟิลล์ แต่ในหน่อกล้วยจะพบองค์ประกอบของสารแทนนิน และฮอริโมนออกซินสูงมากกว่าในพืชชนิดอื่น ซึ่งจากการ

ทดลองพบว่า น้ำหมักชีวภาพจุลินทรีย์หน่อกล้วย สามารถส่งผลให้ต้นเพ้ายายม่อมมีการเจริญเติบโตที่ดี จากผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของต้นกล้วย โดยกลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ พบว่าต้นกล้วยสดมีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโปรตีนคิดจากน้ำหนักแห้งเพียง 2.50 เปอร์เซ็นต์ มีเยื่อใยคิดจากน้ำหนักแห้ง 26.10 เปอร์เซ็นต์ (Bureau of Animal Nutrition Development, 2020) ซึ่ง Department of Agriculture (2014) พบว่าค่า total nitrogen (%) ที่พบในน้ำหมักชีวภาพจากพืชอยู่ระหว่าง 0.03-1.66 เปอร์เซ็นต์ ค่า available phosphorus (%) อยู่ระหว่าง 0-0.4 เปอร์เซ็นต์ และค่า exchangeable potassium (%) อยู่ระหว่าง 0.05-3.53 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้น Department of Land Development (2007) ได้กล่าวถึงผลการวิเคราะห์

ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในน้ำปุ๋ยหมักชีวภาพแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันขึ้นกับวัสดุอินทรีย์ที่นำมาใช้ในการหมัก ส่วนใหญ่พบว่าปริมาณธาตุอาหารหลักน้อยมากไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช (โดยทั่วไปพืชต้องการ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเท่ากับ 1.5, 0.2 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ทั้งนี้เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพประกอบด้วยแร่ธาตุโพลีแซคคาไรด์ โปรตีน ลิพิด ที่เป็นองค์ประกอบของอินทรีย์สารแต่ละชนิด เช่น ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ จะประกอบด้วยสัดส่วนที่แตกต่างกัน เมื่อนำไปใช้ในรูปแบบสารละลายพ่นหรือรดให้กับพืช ลักษณะเดียวกับการให้ปุ๋ยทางใบกับพืชปลูกทดลอง ซึ่งองค์ประกอบของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์แต่ละชนิดมีความจำเพาะต่อความต้องการของพืชแต่ละชนิดในการนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต (Tancho, 2008)

Table 2 Growth of arrowroot after treated with different bioextracts at 4 months after sowing.

treatment	leaf number (leaves/plant)	petiole length (cm)	leaf length (cm)	leaf greenness (SPAD unit)
T1	4.93	23.24 ^{a 1/}	15.58 ^{ab}	31.88 ^b
T2	4.60	20.84 ^{ab}	14.02 ^{abc}	32.07 ^b
T3	3.87	18.71 ^{abc}	14.54 ^{ab}	36.46 ^{abc}
T4	5.27	21.37 ^{ab}	16.62 ^a	40.22 ^a
T5	3.80	16.32 ^{bc}	12.22 ^{bc}	35.19 ^{ab}
T6	4.13	20.83 ^{ab}	13.64 ^{abc}	35.25 ^{ab}
T7	4.73	20.51 ^{ab}	15.20 ^{ab}	38.63 ^{ab}
T8	3.47	14.10 ^c	10.57 ^c	32.41 ^b
F-test	ns	**	**	**
C.V.%	43.76	23.03	21.16	21.16

Note: ^{ns} Means not significant difference at P<0.01.

** Means significant difference at P<0.01.

^{1/} Different alphabets in column were shown significant difference at P<0.01.

Table 3 Fresh and dry weights of arrowroot after treated with different bioextracts at 5 months after sowing.

treatment	tuber number (tubers/plant)	tuber fresh weight (g/plant)	tuber dry weight (g/plant)
T1	7.00 ^{a 1/}	114.47 ^a	46.70 ^a
T2	4.60 ^{ab}	86.00 ^{ab}	33.09 ^{ab}
T3	5.90 ^{ab}	80.77 ^{ab}	24.03 ^b
T4	8.70 ^a	149.00 ^a	48.93 ^a
T5	4.10 ^{ab}	68.63 ^{ab}	23.56 ^b
T6	3.90 ^b	68.23 ^{ab}	22.50 ^b
T7	5.00 ^{ab}	117.48 ^a	41.96 ^a
T8	3.50 ^b	56.36 ^b	18.19 ^b
F-test	**	*	*
C.V.%	1.60	1.62	1.62

Note: ** Means significant difference at $P < 0.01$.

^{1/} Different alphabets in column were shown significant difference at $P < 0.01$.

Table 4 Chemical properties of the soil before and after planting arrowroot that treated with different bioextracts.

treatment	pH (3:50)	EC (dS/m)	organic matter (%)
soil before planting	3.80 ^{de 1/}	0.69 ^a	1.34 ^a
T1	3.86 ^{cde}	0.03 ^{cd}	0.60 ^a
T2	4.56 ^b	0.02 ^d	0.70 ^a
T3	3.97 ^c	0.06 ^c	0.70 ^a
T4	3.77 ^e	0.11 ^b	0.50 ^a
T5	3.62 ^f	0.04 ^{cd}	0.60 ^a
T6	3.92 ^{cd}	0.03 ^{cd}	0.60 ^a
T7	4.75 ^a	0.02 ^d	0.80 ^a
T8	3.90 ^{cde}	0.02 ^d	0.02 ^b
F-test	**	**	**
C.V.%	9.18	2.26	1.73

Note: ** Means significant difference at $P < 0.01$.

^{1/} Different alphabets in column were shown significant difference at $P < 0.01$.

ผลการวิเคราะห์ดินหลังจากการทดลอง (Table 4) พบว่า ในแต่ละสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีค่าความเป็นกรดต่างอยู่ระหว่าง 3.62-4.75 มีสภาพความเป็นกรดรุนแรงมาก เช่นเดียวกับดินก่อนปลูกคือ 3.80 ค่าการนำไฟฟ้า 0.02-0.11 เดซิซีเมนตต่อเมตร ค่าอินทรีย์วัตถุร้อยละ 0.02-0.80 โดยทั้งการนำไฟฟ้าและอินทรีย์วัตถุมีค่าลดต่ำกว่าในดินก่อนปลูกในทุกสิ่งทดลอง

จากการศึกษาของ Atchariyamontree, Suthiprasil, & Wichit (2011) ที่ใช้น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืชผักผลไม้ น้ำนมดิบ และรำละเอียดในอัตราส่วนที่ 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พบว่าการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะเขือเทศ ผักคะน้า ยอด และผักสลัดคอส ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง อย่างไรก็ตามอัตราส่วนที่ใช้น้ำหมักชีวภาพในการทดลองครั้งนี้มีอัตราความเข้มข้นต่ำกว่า จึงทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของเต้ายายม่อมในแต่ละสิ่งทดลองใกล้เคียงกัน ดังนั้นการศึกษาค้นต่อไปควรศึกษาผลของอัตราความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของเต้ายายม่อมด้วย

สรุป

จากการศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตเมื่อเต้ายายม่อมมีอายุ 4 เดือนหลังปลูก และผลผลิตของเต้ายายม่อมที่อายุ 5 เดือนหลังปลูก พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพสูตรจุลินทรีย์หน่อกล้วยมีผลทำให้การเจริญเติบโตด้านความยาวใบ และความเข้มข้น และผลผลิตด้านจำนวนหัว น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งหัวมากที่สุด และมีแนวโน้มทำให้จำนวนใบของต้นเต้ายายม่อมมากที่สุด

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก และสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.) ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการพัฒนาการวิจัยการเกษตร ประจำปี 2561 (CRP6105022540) และสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์ และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ นอกจากนี้ขอขอบคุณนายสรรพวิทย์ ชินะโชติ และนายขันติ อรัญพิทักษ์เขต ที่ช่วยเหลืองานระหว่างการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- American Cancer Society. (2020). *Talcum powder and cancer*. Retrieved 5 August 2020, from <https://www.cancer.org/content/dam/CRC/PDF/Public/664.00.pdf>
- Association of Official Agricultural Chemists (AOAC). (2019a). *Nitrogen in fertilizers 993.13. AAPFCO lab services committee meeting*. USA: Association of Official Agricultural Chemists.
- AOAC. (2019b). *Phosphorus (total) in fertilizers spectrophotometric molybdovanadophosphate method first*. USA: Association of Official Agricultural Chemists.
- Atchariyamontree, A., Suthiprasil, R., & Wichit, N. (2011). Study on suitable content of bio-extract solution from organic residue on vegetable growth. *Rajabhat Chiangmai Research Journal*, 12(1), 2-16. (in Thai)
- Bunmanop, S., Srijakkawan, S., & Kerd Siri, P. (2004). Influence of arrowroot tuber size on growth and yield in planting among cashew nut. In *Advances in research on botanical, herb and weed*

- conference (pp. 123-128). Bangkok: Department of Agriculture. (in Thai)
- Bureau of Animal Nutrition Development. (2020). *Bananas production to feed animals*. Retrieved 28 August 2020, from http://nutrition.dld.go.th/Nutrition_Knowledge/ARTICLE/ArticleF.htm (in Thai)
- Chomphunit, S. (2003). *Plant hormones and plant nutrients in bioextract*. Bangkok: Department of Agriculture. (in Thai)
- Copeland, L. O., & McDonald, M. B. (1995). *Principles of seed science and technology* (3rd Ed.). New York: Chapman & Hall.
- Department of Agriculture. (2004). *Scientific data: Bioextract (part 1)*. Bangkok: Quickprint of set. (in Thai)
- Department of Land Development. (2007). *What's in an organic fertilizer? Documents for Technology transfer, knowledge and land development technology*. Retrieved 28 August 2020, from http://www.ddd.go.th/menu_Dataonline/G1/G1_21.pdf (in Thai)
- Department of Agriculture. (2014). *Bio-extract*. Retrieved 28 August 2020, from <http://www.organicthailand.com/article-th-5430> (in Thai)
- Department of Land Development. (2005). *A guide to analyzing soil, water, fertilizers, soil amendments and analysis for certification of product standard 2nd volumes*. Bangkok: Office of Science for Land Development. (in Thai)
- Flanch, B. M., & Rumawas, F. (1996). Plants yielding non-seeding carbohydrate. *Plant Research of South – East Asia*, 9, 156-159.
- Kamphaeng Phet Provincial Agricultural Extension Office. (2015). *Increase cassava production by using egg hormones and banana shoot hormones*. Retrieved 12 March 2018, from http://www.k-center.doae.go.th/knowledge_detail.jsp?id=3495 (in Thai)
- Lawlor, D. W. (1995). Photosynthesis, productivity and environment. *Journal of Experimental Botany* 46(Special issue), 1449-1461.
- Mohd, Z. M., Thohirah, L. A., Stanslas, J., Maheran, A. A., & Nur, A. P. A. (2015). Characterization of selected *Tacca* species and their relationship based on morphology. *Advances in Bioresearch*, 6, 98-104.
- National Institute of Agro-Environmental Sciences. (1987). *Official method of analysis of fertilizers*. Japan: National Institute of Agro-Environmental Sciences.
- Nitiset, C., Thongjoo, C., Inboonchuay, T., Romkaew, J., Saengngam, T., & Klumchaun, T. (2018). Effect of organic fertilizer from central waste water treatment of Saha group industrial park on growth and increasing biomass of Kra Thin Saba (*Acacia mangium* Wild). *Journal of Agricultural Science and Management*, 1(2), 54-65. (in Thai)
- Phattarasutthi, S. (2000). *Arrowroot: Interesting tuber plant*. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)
- Quan, T. H. V., Phung, T. K. L., Huy, T. H. V., Triet, T. N., & Tam, K. M. N. (2017). Characteristics of *Tacca leontopetaloides* L. Kuntze collected from An Giang in Vietnam. *AIP Conference Proceedings*, 1878(1), 020022-1–020022-6.
- Sudprasert, P., & Sansawat, A. (2017). Comparison of physicochemical and microbiological properties between arrowroot flours from traditional and modern production. In *The 6th Burapha University International Conference 2017, "Creativity, Innovation, and Smart Culture for the Better Society"* (pp. 2-9). Chonburi: Burapha University.

- Sukphang, S. (2017). *Arrowroot: Starch from the plants suitable for humans*. Retrieved 20 December 2017, from https://www.technologychaoban.com/thai-local-wisdom/article_28959 (in Thai)
- Suwannakiri, S. (2004). *Bio-fertilizer or bioextract and the application of effective microorganisms (EM)* (research report). Chiang Mai: Chiang Mai University. (in Thai)
- Syarif, F., Lestari, P., & Wawo, A. H. (2014). Growth characteristics variation of *Tacca leontopetaloides* (L.) Kuntze (*Taccaceae*) in Java and surrounding islands. *Berita Biologi*, 13(2), 161-171.
- Tancho, A. (2008). *Applied natural agriculture: principles, concepts, techniques used in Thailand*. Pathum Thani: National Science and Technology Development Agency. (in Thai)
- Tangsombatvichit, P., & Ketrot, D. (2018). The quality of vermicompost from sweet potato crop wastes and its impact on growth promotion of *Brassica chinensis*. *RMUTSB Academic Journal*, 6(2), 124-133. (in Thai)
- Thanthong, P., Thongjoo, C., Inboonchuay, T., Suebsaiprom, W., Saengngam, T., & Klumchaun, T. (2019). Effect of organic fertilizer from central waste water treatment of Saha group industrial park on growth and increasing biomass of Eucalyptus. *Journal of Agricultural Science and Management*, 2(1), 40-52. (in Thai)
- Thongjoo, C., Sonsri, K., Inboonchuay, T., & Saengngam, T. (2018). Effect of liquid organic fertilizer on growth and yield of maize. *Journal of Agricultural Science and Management*, 1(1), 47-56. (in Thai)
- Thuwakham, N., & Fanfuenha, W. (2019). Efficiency of bioextract from fruits residues towards green oak leaf lettuce growth. *Khon Kaen University Science Journal*, 47(2), 266-272. (in Thai)
- Vongcharoen, K. (2014). The study of liquid organic fertilizer used in chemical free vegetable production in Kalasin province. In *10th Mahasarakham University Research Conference "MSU to world class"* (pp. 627-634). Mahasarakham: Mahasarakham University. (in Thai)
- Wongsrisakulkaew, Y., Paisom, N., Maksik P., & Chokthaweeapanich, H. (2016). Effect of chemical fertilizer and bio-extract on growth and quality of lettuces (*Lactuca sativa*) cv. red oak and red coral. *Songklanakarin Journal of Plant Science*, 3(Suppl.3), 46-53.