



วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร

สำหรับวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปีที่ 39 ฉบับที่ 3 กันยายน – ธันวาคม 2565

E-ISSN 2630-0206

การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่นที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกหลังการทำนา สำหรับเป็นพันธุ์แนะนำในจังหวัดภาคเหนือตอนบน บุญฤทธิ์ สิ้นค้างาม และวราวุฒิ แก้วก่อง.....	1-10
ผลของสารละลายธาตุอาหารและน้ำหมักชีวภาพนมต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์เรดบัดเตอร์เฮด ที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์ ธนภูมิ ศิริงาม และนราศักดิ์ บุญมี.....	11-23
ผลของปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมต่อระดับแคลเซียมและแมกนีเซียมในดินและใบขมิ้นชัน ชัยสิทธิ์ วัฒนาวิงจสุข สุทธิเคชา ขุนทอง กมรินทร์ นิมมลรัตน์ และสุรเชษฐ์ นาราภักดิ์.....	24-39
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกส้มโอในพื้นที่อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ เอนก ศรีสุวรรณ และวาสนา ภาณุรักษ์.....	40-54
ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติในการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ นภารัตน์ เวชสิทธิ์นิกรัย พุฒิสรรค์ เครือคำ อีร์รัชช ปุรินทรากิบาล และภพ จัรัตน์.....	55-64
ความรู้และการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม อำเภอสันกำแพง และอำเภอม่อนเมือง จังหวัดเชียงใหม่ กาญจนา ปาลี กังสดาล กนกหงษ์ พหล ศักดิ์คะทัศน์ และพุฒิสรรค์ เครือคำ.....	65-77
รูปแบบการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กระบเพื่อป้องกันการติดเชื้อแบคทีเรียในอวัยวะภายใน สมเกียรติ ต้นตา.....	78-88
การศึกษาประสิทธิภาพการผลิตไข่น้ำภายใต้ระบบควบคุมแสง นิตยา เกตุแก้ว และศักดิ์ศรี รักไทย.....	89-99
ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของพืชสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ส้มสีทองน่านเพื่อการอนุรักษ์และจัดการพันธุกรรม เขาวลัยย์ ใจสุข สุภาวดี ศรีแยม ภาณุพงศ์ สิทธิวุฒิ อภิรยา เทพสุนธ์ ปราโมทย์ ทิมขำ และพัชรา นิธิโรจน์ภักดิ์.....	100-110
การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกร ในเขตเทศบาลตำบลแม่แฝก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ สุจิต วรรณวิชาติ พุฒิสรรค์ เครือคำ พหล ศักดิ์คะทัศน์ และกอบลาภ อารีศรีสม.....	111-122
การพัฒนาแบบการจัดการการผลิตและการตลาดกระเทียม ของเกษตรกรจังหวัดเชียงใหม่ วัฒนาพงษ์ ไหมเพย พหล ศักดิ์คะทัศน์ สายสกุล พงมูล และพุฒิสรรค์ เครือคำ.....	123-134
การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันปัจจัยที่มีผลต่อการลดต้นทุนการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ ของเกษตรกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นรินทร์ เสนาจันทร์ และสัมฤทธิ์ ศิริคะเนรัตน์.....	135-143
การวิเคราะห์ใช้คุณค่าและสัดส่วนผลกำไรของผลิตภัณฑ์กาแฟอะราบิกามีเยียมของไทยในตลาดประเทศญี่ปุ่น ณัฐพล รังสฤษฏ์วารการ และสุเทพ นิมสลาย.....	144-155
การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกพริกไทย วรางคณา เรียนสุทธิ.....	156-168
การจัดการน้ำสำหรับเกษตรกรในภาวะภัยแล้งของเกษตรกรผู้ใช้น้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ พหล ศักดิ์คะทัศน์ พุฒิสรรค์ เครือคำ กังสดาล กนกหงษ์.....	169-179

AGRI RESEARCH
AND
EXTENSION
STATION

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH AND EXTENSION

ที่ปรึกษา	อธิการบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์พาวิณ มะโนชัย รองผู้อำนวยการสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร ฝ่ายวิจัย รองผู้อำนวยการสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร ฝ่ายบริการวิชาการ	
บรรณาธิการ	รองศาสตราจารย์ ดร. เกียรติศักดิ์ ศรีเงินยวง	
รองบรรณาธิการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิชัญภาส สังขาลี	
บรรณาธิการผู้ช่วย	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุธีระ เหมฮัก อาจารย์ ดร. จุฑามาศ อาจนาเสียว	
กองบรรณาธิการ	ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.อนุรักษ์ ปัญญาวัฒน์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. อารี วิบูลย์พงศ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. ดนัย บุญเกียรติ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. สันชัย จตุรสิทธา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	ศาสตราจารย์ ดร. ดอกกรั๊ก มารอด	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
	ศาสตราจารย์ ดร. อุทัยรัตน์ ณ นคร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
	ศาสตราจารย์ ดร. ประพนธ์ จันทโรนทัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	ศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล สิทธิกรกุล	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
	ศาสตราจารย์ ดร. สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
	ศาสตราจารย์ ดร. ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	ศาสตราจารย์เฉลิมพล แซมเพชร	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	รองศาสตราจารย์ ดร. วรทัศน์ อินทร์คัมพร	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	รองศาสตราจารย์ ดร. บุญมี ศิริ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	รองศาสตราจารย์ ดร. วันดี วัฒนชัยยิ่งเจริญ	มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
	รองศาสตราจารย์ ดร. จรัญธร บุญญาภาพ	มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
	รองศาสตราจารย์ ดร. ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
	รองศาสตราจารย์ ดร. ประเสริฐ จรรยาสุภาพ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
	รองศาสตราจารย์ ดร. อภินันท์ สุวรรณรักษ์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
	รองศาสตราจารย์อ้อมทิพย์ เมฆรักษาวิช แคมป์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
	รองศาสตราจารย์ประวีตร พุทยานนท์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยะนุช เนียมทรัพย์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระพงษ์ สว่างปัญญากร	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ฝ่ายจัดทำวารสารฯ	นางทิพย์สุดา ปุ๊กมณี	นางสาวรังสิมา อัมพวัน
	นางสาวอัมภา สันทราย	นางสาวรัญญา ขยัน
ฝ่ายประชาสัมพันธ์และเผยแพร่	นายปริญญา เพ็ชรอุตสาห์	นายประสิทธิ์ ใจคำ
	นางประไพศรี ทองแจ่ม	

จัดทำโดย กองบริหารงานบริการวิชาการ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290
โทรศัพท์ 0-5387-3411 โทรสาร 0-5387-3418

E-mail: Mju_journal@gmaejo.mju.ac.th **Web site:** www.jare.mju.ac.th

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร เป็นวารสารทางวิชาการของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่งานวิจัยและบทความทางวิชาการด้านการเกษตร เป็นวารสารราย 4 เดือน กำหนดออกปีละ 3 ฉบับ โดยมีการเผยแพร่ออนไลน์ (Journal Online) ในรูปวารสารทางอิเล็กทรอนิกส์ (E-ISSN 2630-0206) สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการเกษตร

บทบรรณาธิการ

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ปีที่ 39 ฉบับที่ 3 เดือน กันยายน-ธันวาคม 2565 ยังคงอยู่ภายใต้สภาวะการณ์และเหตุการณ์สำคัญ ๆ ทั้งในและต่างประเทศ ปริมาณน้ำท่วมขังยังคงสร้างความเดือดร้อนและส่งผลกระทบวงกว้าง ในเขตลุ่มน้ำปิง ลุ่มน้ำยม ลุ่มน้ำน่าน ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ลุ่มน้ำสะแกกรัง และลุ่มน้ำท่าจีน ครอบคลุมพื้นที่กว่า 1,178,000 ไร่ ส่วนใหญ่เป็นชุมชนที่อาศัยอยู่ริมน้ำ พื้นที่เกษตรกรรมลุ่มต่ำ และเส้นทางคมนาคมบางส่วน ผลิตผลภาคการเกษตรได้รับผลกระทบโดยตรง อีกเหตุการณ์สำคัญที่เกิดขึ้นคือ การประชุม APEC 2022 Thailand หรือ การประชุมความร่วมมือทางเศรษฐกิจในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก (Asia-Pacific Economic Cooperation: APEC) โดยหนึ่งในเป้าหมายหลักของการประชุมนี้ คือ การพัฒนาความร่วมมือด้านการเกษตร เพื่อนำไปสู่การสร้างความสำเร็จเติบโตทางเศรษฐกิจที่ครอบคลุม ยั่งยืน และความมั่งคั่ง ของประชาชนในภูมิภาค

ในฐานะที่ประเทศเราเป็นประเทศหนึ่งที่มีมุ่งหวังในการผลิตและการส่งออกสินค้าภาคการเกษตร จำเป็นที่จะต้องปรับตัวเพื่อรักษาเสถียรภาพให้ภาคการเกษตรดำรงคงอยู่ จะเห็นได้ว่าสภาวะการณ์ภัยธรรมชาติต่าง ๆ และความผันผวนของภาวะทางเศรษฐกิจจะถาโถมเข้ามาในระดับใด ๆ นักวิจัยจำเป็นต้องปรับตัวเพื่อพัฒนางานวิจัยเชิงนวัตกรรมและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบสนองความต้องการของสังคม สอดคล้องและรองรับความร่วมมือด้านการเกษตรอย่างยั่งยืนต่อไป ดังปรากฏในบทความทั้ง 15 บทความในฉบับนี้ ที่เริ่มจากต้นน้ำถึงปลายน้ำ คือ งานด้านการปรับปรุงพัฒนาพันธุ์พืชและสัตว์ การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในการปลูกพืช การศึกษาการมีส่วนร่วมของเกษตรกรตลอดจนการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์เกษตร เป็นต้น

ในศุภวารดิถีขึ้นปีใหม่ พุทธศักราช 2566 กระผมและกองบรรณาธิการทุกท่าน ขออัญเชิญอำนาจคุณพระศรีรัตนตรัย และสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลาย โปรดดลบันดาลคุ้มครองให้นักวิจัย คณาจารย์ นิสิต และนักศึกษาทุกท่าน มีความสุข ความเจริญ ความสำเร็จ และความสมหวังตลอดปีใหม่นี้

ด้วยรักและเคารพ



รองศาสตราจารย์ ดร. เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง

บรรณาธิการวารสารวิจัยฯ

การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่นที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกหลังการทำนา
สำหรับเป็นพันธุ์แนะนำในจังหวัดภาคเหนือตอนบน
Testing of Promising Field Corn Hybrids for Recommendation of Growing
after Rice Harvesting in the Upper Northern Provinces

บุญฤทธิ์ สิ้นค้างาม* และวารวูฒิ แก้วก้อง

Bunyarit Sinkangam* and Warawuth Kaewkong

สาขาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา 56000

Agricultural Science, School of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao, Phayao, Thailand 56000

*Corresponding author: bunyarit.sin@gmail.com

Received: March 04, 2022

Revised: August 11, 2022

Accepted: October 12, 2022

Abstract

New field corn breeding program was initiated, to focus good hybrids availability in paddy field harvested areas in the northern parts. The number of on farm trials conducted four provinces covering area of Chiang Rai, Phayao, Phrae and Lampang, performing dry season in 2020. The eight promising hybrids were tested, viz., UPF286, UPF205, UPF227, UPF223, UPF269, UPF282, UPF155 and UPF319. Phayao province, those hybrids were averaged 1,580 kg per rai. The comparative varieties were Department of Agriculture, Kasetsart University and private companies, viz, 1,580, 1,389 and 1,462 kg per rai. The results from Chiang Rai province that was equal to 1,537 kg per rai. Likewise, Department of Agriculture, Kasetsart University and private companies were 1,279, 1,498 and 1,444 kg per rai., respectively. Similarly to Phrae province, yield was 1,556 kg per rai. In addition, 1,363, 1,558 and 1,400 kg per rai were checks. As well as, Lampang province was 1,567 kg per rai. While, the comparative checks were 1,315, 1,520 and 1,479 kg per rai. Confidentially, the promising hybrids evaluation of the efficiency selected. Four hybrids were chosen. Namely, UPF286 and UPF282 are medium harvesting varieties. While, the early harvesting varieties are UPF227 and UPF205. Indicating determination of its are suitable pushing for further breeding or commercial varieties in the future.

Keywords: field corn, after rice, upper northern, promising hybrids, yield

บทคัดย่อ

โครงการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกหลังการทำนาในจังหวัดภาคเหนือตอนบนเขตจังหวัดเชียงราย พะเยา แพร่ และลำปาง ดำเนินการในฤดูแล้งปี พ.ศ. 2563 ปลูกทดสอบพันธุ์ลูกผสมดีเด่นระดับแปลงเกษตรกรจำนวน 8 คู่ผสม ได้แก่ UPF286, UPF205, UPF227, UPF223, UPF269, UPF282, UPF155 และ UPF319 พบว่าจังหวัดพะเยาให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 1,580 กก./ไร่ ขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบกับจากกรมวิชาการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 1,389 กก./ไร่ จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 1,521 กก./ไร่ และจากเอกชนเฉลี่ยเท่ากับ 1,462 กก./ไร่ จังหวัดเชียงรายให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 1,537 กก./ไร่ ขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบกับจากกรมวิชาการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 1,279 กก./ไร่ จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 1,498 กก./ไร่ และจากเอกชนเฉลี่ยเท่ากับ 1,444 กก./ไร่ จังหวัดแพร่ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 1,556 กก./ไร่ ขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบกับจากกรมวิชาการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 1,363 กก./ไร่ จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 1,558 กก./ไร่ และ จากเอกชนเฉลี่ยเท่ากับ 1,400 กก./ไร่ และจังหวัดลำปางให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 1,567 กก./ไร่ ขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบกับจากกรมวิชาการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 1,315 กก./ไร่ จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 1,520 กก./ไร่ และจากเอกชนเฉลี่ยเท่ากับ 1,479 กก./ไร่ เมื่อพิจารณาสามารถคัดเลือกคู่ผสมที่มีประสิทธิภาพและผลักต้นให้เป็นพันธุ์ส่งเสริมต่อไป คือ กลุ่มพันธุ์อายุปานกลาง ได้แก่ UPF286 และ UPF282 ขณะที่กลุ่มพันธุ์อายุสั้น ได้แก่ UPF227 และ UPF205

คำสำคัญ: ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ หลังนา ภาคเหนือตอนบน
ลูกผสมดีเด่น ผลผลิต

คำนำ

พื้นที่ทำการเกษตรของประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ทำนา โดยในเขตอาศัยน้ำฝนมักเพาะปลูกข้าวเพียงปีละครั้ง จากนั้นพื้นที่ที่ถูกทิ้งไว้ว่างเปล่าโดยปราศจากการใช้ประโยชน์ ทั้งที่การปลูกพืชในช่วงหลังเกี่ยวข้าวเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสำหรับปลูกพืชชนิดอื่นได้ (Boonpradap *et al.*, 1989) พืชที่เหมาะสมคือ ถั่วเศรษฐกิจข้าวโพด และพืชผักชนิดต่าง ๆ (Lantican, 1982) กอปรกับนโยบายลดพื้นที่การทำนาปรัง เนื่องจากปัญหาการขาดแคลนน้ำ จึงได้มีการแนะนำให้เกษตรกรหันมาปลูกพืชที่ใช้ใช้น้ำน้อยโดยเฉพาะพืชไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Field com) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ในปี พ.ศ. 2561/2562 มีพื้นที่การผลิต 6,929,904 ไร่ เป็นพื้นที่ เก็บเกี่ยว 6,894,668 ไร่ ผลผลิตทั้งประเทศประมาณ 5,069,413 ตัน โดยภาคเหนือมีพื้นที่ปลูกมากที่สุดเท่ากับ 4,682,925 ไร่ คิดเป็น 68% ของพื้นที่ทั้งประเทศ และให้ผลผลิตทั้งประเทศ (Office of Agricultural Economics, 2018)

การเพาะปลูกข้าวโพดส่วนใหญ่ทำในต้นฤดูฝน ทำให้ผลผลิตออกมามากในช่วงปลายฤดูฝน ทำให้มีความชื้นมากได้เมล็ดที่มีคุณภาพต่ำและขายไม่ได้ราคา นอกจากนี้ยังพบว่ามีข้าวโพดจากประเทศเพื่อนบ้านที่มีราคาถูกกว่าเข้ามาจำหน่ายแข่งขันอีกด้วย จึงทำให้ราคาตกต่ำเกษตรกรขาดทุน จึงมีการเสนอให้มีการปรับเปลี่ยนสัดส่วนพื้นที่การเพาะปลูกในช่วงต้นฤดูฝนให้น้อยลง และเพิ่มการเพาะปลูกในช่วงกลางถึงปลายฤดูฝน และในช่วงฤดูแล้ง (เดือนตุลาคมถึงกุมภาพันธ์) ให้มากขึ้น โดยพยายามผลักต้นหรือเปลี่ยนพื้นที่นาข้าวสู่การเพาะปลูกพืชไร่ ซึ่งข้าวโพดก็เป็นหนึ่งในพืชที่จะทำการสนับสนุนให้เพาะปลูก (Thaipublica, 2015) ดังนั้น การปลูกข้าวโพดหลังการทำนาจึงเป็นหนทางหนึ่งทีนอกจากจะเพิ่มปริมาณ

ผลผลิตแล้ว ยังสามารถจะเพิ่มคุณภาพของผลผลิต และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้อีกด้วย โดยพันธุ์ข้าวโพดที่ปลูกอยู่ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศใช้พันธุ์ลูกผสม (F_1 hybrid) ที่ได้มาจากภาคเอกชนเป็นส่วนใหญ่ โดยมีมุ่งเน้น 1) ผลผลิตสูง 2) ต้านทานศัตรูพืช 3) ปรับตัวต่อสภาพแวดล้อม 4) ตอบสนองต่อปัจจัยการผลิต และ 5) มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี เป็นต้น แต่เนื่องด้วยข้าวโพดเป็นพืชที่ตอบสนองต่อลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกัน ดังนั้น การพัฒนาพันธุ์จำเป็นต้องใช้พันธุ์ที่สามารถปรับตัวได้เฉพาะเจาะจงกับพื้นที่มากที่สุดสำหรับข้าวโพดหลังการทํานาก็เช่นกัน จากปัญหาดังกล่าวนักวิจัยจากคณะเกษตรศาสตร์ และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา มีแนวคิดที่จะพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกหลังการทํานาในจังหวัดภาคเหนือตอนบน ได้แก่ จังหวัดเชียงราย พะเยา แพร่ และลำปาง ซึ่งได้ดำเนินการมาเป็นระยะเวลา 3 ปีอย่างต่อเนื่อง จนได้พันธุ์ลูกผสมดีเด่นจำนวน 8 พันธุ์ เพื่อดำเนินการทดสอบในระดับแปลงเกษตรกรในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

อุปกรณ์และวิธีการ

สายพันธุ์ข้าวโพด

นำสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาโดยโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดมหาวิทยาลัยพะเยา ใช้เป็นสายพันธุ์แม่ที่ให้ลูกผสมดีเด่นจำนวน 8 สายพันธุ์ ได้แก่ UP86, UP05, UP27, UP23, UP69, UP82, UP55 และ UP19 ผสมกับสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาโดยกรมวิชาการเกษตร 1 สายพันธุ์ ได้แก่ TF1 และสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2 สายพันธุ์ ได้แก่ Ki48 และ Ki60 เป็นสายพันธุ์พ่อแม่ได้ลูกผสมดีเด่น 8 คู่ผสม เพื่อปลูกเปรียบเทียบในระดับแปลงเกษตรกร

การปลูกเปรียบเทียบผลผลิตและประเมินผลผลิต

1. ศึกษาลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ เช่น ผลผลิต ความต้านทานต่อศัตรูพืช คุณลักษณะพิเศษที่ดีเพื่อการเพาะปลูกในพื้นที่หลังการทํานา ได้แก่ อายุที่เหมาะสมกับการเพาะปลูกเป็นพืชสลับหลังการทํานา ทนหนาว ระบบรากแข็งแรง ลักษณะทรงต้นที่ดีและแข็งแรง ต้านทานต่อโรคทางใบได้ดี เป็นต้น

2. ปลูกทดสอบผลผลิตเพื่อประเมินลูกผสมร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบในระดับแปลงเกษตรกรในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน เพื่อหาพันธุ์ลูกผสมดีเด่นที่มีศักยภาพดีที่สุดเพื่อการผลิตลูกผสมต่อไป

3. การบันทึกข้อมูล ความสูง (cm) ความแข็งแรงต้นกล้า (1-5) ลักษณะต้น (1-5) การติดเมล็ดเต็มถึงปลายฝัก (1-5) ลักษณะการเกิดโรคทางใบ (1-5) ระบบราก (1-5) จำนวนหน่อต่อต้น (no.) น้ำหนักเมล็ด (g) วันออกดอกตัวผู้ 50% (day) วันออกใหม่ 50% (day) ความยาวฝัก (cm) ความกว้างฝัก (cm) จำนวนฝักต่อต้น (no.) ลักษณะเปลือกหุ้มเมล็ด (1-5) น้ำหนักฝัก (kg) ความชื้นของเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว (%) เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ (%) และผลผลิตต่อไร่ (kg/rai)

4. การปลูกและการดูแลรักษา

1) การปลูกเตรียมแปลงใช้ระยะปลูก 20x70 ซม. ขนาดแปลงย่อยยาว 5 เมตร จำนวน 3 แถว

2) การปฏิบัติดูแลรักษาใส่ปุ๋ยรองพื้น 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ และใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 30 กก./ไร่ เมื่อข้าวโพดอายุ 3 สัปดาห์ ป้องกันและกำจัดวัชพืชโดยการฉีดพ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชก่อนออก

3) การเตรียมเมล็ดในการปลูกควรคลุกด้วยสารป้องกันกำจัดโรคราน้ำค้าง Metalaxyl อัตราส่วน 7 กรัม ต่อเมล็ดข้าวโพด 1 กิโลกรัม ก่อนปลูก

4) การปลูกควรปลูกเมล็ดโดยใช้เครื่องปลูกด้วยมือ หยอดเมล็ด 2 เมล็ดต่อหลุม เมื่อข้าวโพดอายุ 2 สัปดาห์หลังออกทำการถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น

5) การวิเคราะห์ความแปรปรวน ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล (ANOVA) วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design โดยใช้ R-Program version R 2.11.0 (R Development Core Team, 2010) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD (Least Significant Different)

6) สถานที่ทำการทดลองประกอบด้วย 1) แปลงทดลองมหาวิทยาลัยพะเยา และ 2) แปลงเกษตรกรหลังการทำนา (On-farm testing) จังหวัดพะเยา เชียงราย แพร่ และลำปาง ระยะเวลา 1 ปี (พ.ศ. 2563 ถึง 2564)

ผลการวิจัย

การเปรียบเทียบผลผลิตลูกผสมระดับแปลงเกษตรกร (On-Farm trial)

ปี พ.ศ. 2563 ฤดูแล้ง (2020D) ได้ดำเนินการปลูกทดสอบผลผลิตในระดับแปลงเกษตรกร จำนวน 8 พันธุ์ ประกอบด้วย UPF286, UPF205, UPF227, UPF223, UPF269, UPF282, UPF155 และ UPF319 ร่วมกับพันธุ์การค้าจำนวน 16 พันธุ์ ในพื้นที่ 4 จังหวัด ๆ ละ 4 สถานที่ รวมทั้งสิ้น 16 สถานที่ ได้แก่ พะเยา เชียงราย แพร่ และลำปาง ซึ่งได้ทำการปลูกและเก็บเกี่ยวผลผลิตเสร็จสิ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

พื้นที่จังหวัดพะเยา 8 คู่ผสมให้ผลผลิตระหว่าง 1,215-1,987 กก./ไร่ เฉลี่ยเท่ากับ 1,580 กก./ไร่ พันธุ์กรมวิชาการเกษตรเท่ากับ 1,389 กก./ไร่ พันธุ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เท่ากับ 1,521 กก./ไร่ และพันธุ์การค้าเอกชนเท่ากับ 1,462 กก./ไร่ ขณะที่ลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ คือ วันออกดอกตัวผู้อยู่ในช่วง 60-67 วัน วันออกดอกตัวเมียอยู่ในช่วง 61-68 วัน คະแนนฝักและเปลือกหุ้มฝักอยู่ในช่วง 1.2-2.0 เปอร์เซ็นต์ กะเทาะอยู่ในช่วง 77-83 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 22-28 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

พื้นที่จังหวัดเชียงราย 8 คู่ผสมให้ผลผลิตระหว่าง 1,226-2,011 กก./ไร่ เฉลี่ยเท่ากับ 1,537 กก./ไร่ พันธุ์กรมวิชาการเกษตรเท่ากับ 1,279 กก./ไร่ พันธุ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เท่ากับ 1,498 กก./ไร่ และพันธุ์การค้าเอกชนเท่ากับ 1,444 กก./ไร่ ขณะที่ลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ คือ วันออกดอกตัวผู้อยู่ในช่วง 60-67 วัน วันออกดอกตัวเมียอยู่ในช่วง 61-68 วัน คະแนนฝักอยู่ในช่วง 1.3-2.0 และเปลือกหุ้มฝักอยู่ในช่วง 1.0-2.0 เปอร์เซ็นต์กะเทาะอยู่ในช่วง 75-85 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 19-27 เปอร์เซ็นต์ (Table 2)

พื้นที่จังหวัดแพร่ 8 คู่ผสมให้ผลผลิตระหว่าง 1,389-1,740 กก./ไร่ เฉลี่ยเท่ากับ 1,556 กก./ไร่ พันธุ์กรมวิชาการเกษตรเท่ากับ 1,363 กก./ไร่ พันธุ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เท่ากับ 1,558 กก./ไร่ และพันธุ์การค้าเอกชนเท่ากับ 1,400 กก./ไร่ ขณะที่ลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ คือ วันออกดอกตัวผู้อยู่ในช่วง 60-68 วัน วันออกดอกตัวเมียอยู่ในช่วง 60-69 วัน คະแนนฝักอยู่ในช่วง 1.3-2.0 และเปลือกหุ้มฝักอยู่ในช่วง 1.0-2.0 เปอร์เซ็นต์กะเทาะอยู่ในช่วง 75-85 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 19-25 เปอร์เซ็นต์ (Table 3)

พื้นที่จังหวัดลำปาง 8 คู่ผสมให้ผลผลิตระหว่าง 1,383-1,685 กก./ไร่ เฉลี่ยเท่ากับ 1,567 กก./ไร่ พันธุ์กรมวิชาการเกษตรเท่ากับ 1,315 กก./ไร่ พันธุ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เท่ากับ 1,520 กก./ไร่ และพันธุ์การค้าเอกชนเท่ากับ 1,479 กก./ไร่ ขณะที่ลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ คือ วันออกดอกตัวผู้อยู่ในช่วง 61-69 วัน วันออกดอกตัวเมียอยู่ในช่วง 60-69 วัน คະแนนฝักอยู่ในช่วง 1.3-2.0 และเปลือกหุ้มฝักอยู่ในช่วง 1.0-2.0 เปอร์เซ็นต์กะเทาะอยู่ในช่วง 73-87 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 18-25 เปอร์เซ็นต์ (Table 4)

วิจารณ์ผลการวิจัย

โครงการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกหลังการทำนาในจังหวัดภาคเหนือตอนบน ดำเนินการในฤดูแล้งปี พ.ศ. 2563 ได้ลูกผสมดีเด่น 8 คู่ผสม ปลูกทดสอบในแปลงเกษตรกรโดยใช้เชื้อพันธุ์กรรมข้าวโพดจาก “โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดมหาวิทยาลัยพะเยา” ภายใต้การปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีมาตรฐาน จากการพัฒนาสายพันธุ์แท้และมีความคงตัวทางพันธุกรรม (Homozygosity) จัดกลุ่มตามอายุได้ 2 แบบ 1) อายุสั้น และ 2) อายุปานกลาง (Sriwattanapong, 2010) มีสายพันธุ์พ่อเป็นตัวแทนทดสอบ 3 สายพันธุ์ ได้แก่ TF1 (กรมวิชาการเกษตร) Ki48 และ Ki60 (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) ซึ่งมาจาก 2 แหล่งพันธุกรรมสามารถสร้างลูกผสมที่มีความดีเด่น (Heterosis) และสามารถสร้างสมรรถนะการรวมตัวที่ดีจึงให้ลูกผสมที่ดีตามมาด้วยสอดคล้องกับรายงานของ Jompuk (2012); Sampantalak (2003); Laosuwan (1984) ที่ว่าการหาคู่ลูกผสมมักนิยมแบ่งกลุ่มสายพันธุ์แท้ออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันและควรอยู่ต่างกลุ่ม Heterotic group กัน เพื่อสร้างลูกผสมที่มีประสิทธิภาพ

ผลการทดลองครั้งนี้ทำให้ได้ทราบแนวโน้มของสายพันธุ์แท้ที่มีศักยภาพ และมีแนวโน้มในการสร้างลูกผสมที่ดีจนได้ลูกผสมดีเด่น 8 คู่ผสม พบว่าจังหวัดพะเยาให้ผลผลิต 1,215-1,987 กก./ไร่ เฉลี่ย 1,580 กก./ไร่ พันธุ์เปรียบเทียบจากกรมวิชาการเกษตร 1,389 กก./ไร่ พันธุ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 1,521 กก./ไร่ และพันธุ์การค้าเอกชน 1,462 กก./ไร่ จังหวัดเชียงรายให้ผลผลิต 1,226-2,011 กก./ไร่ เฉลี่ย 1,537 กก./ไร่ พันธุ์เปรียบเทียบจากกรมวิชาการเกษตร 1,279 กก./ไร่ พันธุ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 1,498 กก./ไร่ และพันธุ์การค้าเอกชน 1,444 กก./ไร่ จังหวัดแพร่ให้ผลผลิต 1,389-1,740 กก./ไร่ เฉลี่ย 1,556 กก./ไร่ พันธุ์เปรียบเทียบจากกรมวิชาการเกษตร 1,363 กก./ไร่ พันธุ์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 1,558 กก./ไร่ และพันธุ์การค้าเอกชน 1,400 กก./ไร่ และจังหวัดลำปางให้ผลผลิต 1,383-1,685 กก./ไร่ เฉลี่ย 1,567 กก./ไร่ พันธุ์เปรียบเทียบจากกรมวิชาการเกษตร 1,315 กก./ไร่ พันธุ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 1,520 กก./ไร่ และพันธุ์การค้าเอกชน 1,479 กก./ไร่ ซึ่งสามารถคัดเลือกคู่ผสมที่มีประสิทธิภาพและผลักต้นให้เป็นพันธุ์ส่งเสริมต่อไปในอนาคต กล่าวคือ พันธุ์อายุปานกลาง ได้แก่ UPF286 และ UPF282 พันธุ์อายุสั้น ได้แก่ UPF227 และ UPF205 โดยขั้นตอนต่อไปเพื่อให้บรรลุผลการวิจัยและต่อเนื่องเพื่อให้ได้พันธุ์ที่เหมาะสม 1-2 พันธุ์ สำหรับการส่งเสริมภายในระยะเวลาอีก 2 ปีข้างหน้า ประกอบด้วย 1) ปลูกแปลงสาธิต 2) ปลูกผสมพันธุ์เพื่อสร้างเมล็ดพันธุ์ลูกผสมดีเด่นในแปลงผลิต และ 3) ดำเนินการเพื่อขอจดทะเบียนเป็นพันธุ์พืชใหม่

สรุปผลการวิจัย

โครงการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกหลังการทำนาในจังหวัดภาคเหนือตอนบน ได้ดำเนินการฤดูแล้งปี พ.ศ. 2563 ได้ลูกผสมดีเด่น 8 คู่ผสม ประกอบด้วย UPF286, UPF205, UPF227, UPF223, UPF269, UPF282, UPF155 และ UPF319 ปลูกทดสอบในแปลงเกษตรกรใน 4 จังหวัด ได้แก่ พะเยา เชียงราย แพร่ และลำปาง พบว่าจังหวัดพะเยา 8 คู่ผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 1,580 กก./ไร่ จังหวัดเชียงราย 1,537 กก./ไร่ จังหวัดแพร่ 1,556 กก./ไร่ จังหวัดลำปาง 1,567 กก./ไร่ ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ โดยทั้ง 4 จังหวัดสามารถคัดเลือกคู่ผสมที่มีประสิทธิภาพให้เป็นพันธุ์ส่งเสริมต่อไปในอนาคต กล่าวคือ พันธุ์อายุปานกลาง ได้แก่ UPF286 และ UPF282 พันธุ์อายุสั้น ได้แก่ UPF227 และ UPF205 ซึ่งขั้นตอนต่อไปเพื่อให้ได้พันธุ์ที่เหมาะสม 1-2 พันธุ์ ในการส่งเสริมจะต้องจัดทำแปลงสาธิตและการขอคุ้มครองพันธุ์พืชภายในระยะเวลาอีก 2 ปีต่อไป

Table 1 Mean grain yield (kg/rai) and agronomic characters of promising hybrids, farmer trial conducted at Phayao in 2020D

Trial No.	Pedigree	Day to		Height (cm)		Lodging ^{1/}		Plant Asp ^{1/}	Ear Asp ^{1/}	Open Hk ^{1/}	Tip Fil ^{1/}	% Rot.	Shell (%)	Moist (%)	Mean Yield	Relative to check (%)			
		Tass	Silk	Plant	Ear	Root	Stalk									Trial mean	DOA	KU	COM
1	UPF155	67	68	250	122	1.2	1.2	1.8	1.7	1.2	1.8	5.1	78	27	1,215	81	87	80	83
2	UPF205	67	68	240	128	2.5	1.3	2.0	1.5	1.5	2.0	9.1	77	27	1,478	98	106	97	101
3	UPF223	66	66	232	113	1.7	1.7	1.7	1.7	1.5	1.2	8.4	79	26	1,681	112	121	111	115
4	UPF227	66	66	234	111	1.8	1.3	1.2	1.2	1.2	2.0	5.4	83	23	1,747	116	126	115	119
5	UPF269	60	61	233	118	1.7	1.3	1.5	1.5	1.5	2.1	7.6	78	22	1,600	106	115	105	109
6	UPF282	67	67	221	116	1.3	1.5	1.7	2.0	1.0	2.0	8.4	82	27	1,621	108	117	107	111
7	UPF286	66	67	223	115	1.2	1.6	1.7	1.2	2.0	2.0	8.6	81	28	1,987	132	143	131	136
8	UPF319	67	68	221	116	1.7	1.5	1.7	1.8	1.5	1.5	7.9	80	24	1,317	88	95	87	90
Average		65	66	231	117	1.6	1.4	1.7	1.6	1.4	1.8	7.6	79	25	1,580				
9	NS3	66	67	220	115	2.3	1.2	1.7	1.7	2.1	2.1	8.9	84	25	1,391	92	100	91	95
10	NS4	68	70	226	133	1.5	1.4	1.5	1.8	2.0	2.1	6.2	80	23	1,324	88	95	87	91
11	NS5	64	65	235	118	1.5	1.1	1.5	1.3	1.5	2.5	8.1	76	23	1,454	97	105	96	99
12	Suwan 4452	68	68	225	110	1.0	1.6	1.7	2.0	1.3	2.0	7.6	79	27	1,451	96	104	95	99
13	SW 5720	67	69	220	119	2.0	1.4	1.7	2.0	1.8	2.1	6.9	83	26	1,567	104	113	103	107
14	SW 5821	67	68	224	115	2.0	1.8	1.5	2.0	2.0	1.5	9.5	89	23	1,531	102	110	101	105
15	SW 5819	67	67	227	121	2.8	1.0	1.3	1.8	1.5	2.0	6.1	80	23	1,540	102	111	101	105
16	SW 5731	66	66	223	123	2.5	1.8	1.0	1.5	2.0	2.0	6.3	83	27	1,517	101	109	100	104
17	S6253	68	70	223	110	1.5	1.4	2.3	1.7	2.0	2.0	7.3	83	28	1,389	92	100	91	95
18	S7328	69	69	222	119	1.0	1.5	2.3	1.9	2.1	2.1	6.4	88	25	1,447	96	104	95	99
19	DK9979C	69	69	230	120	1.5	1.2	2.0	1.7	2.0	2.0	7.9	80	28	1,412	94	102	93	97
20	PAC339	66	68	225	123	2.0	1.6	2.0	2.1	1.8	1.5	8.4	84	27	1,548	103	111	102	106
21	PAC789	68	69	237	132	1.7	1.3	1.9	1.5	1.5	1.5	7.8	79	29	1,531	102	110	101	105
22	P4546	69	68	227	129	1.4	1.4	1.3	1.5	1.3	1.4	8.3	81	29	1,434	95	103	94	98
23	LG38778	68	68	231	127	1.9	1.6	1.4	1.4	1.3	1.3	8.9	79	26	1,367	91	98	90	94
24	CP639	69	69	236	121	2.1	1.4	1.5	1.7	1.2	1.2	9.2	81	27	1,572	104	113	103	108
Trial mean		66	67	228	119	1.7	1.4	1.7	1.7	1.6	1.8	7.7	81	25	1,505	100			
DOA check mean (3 hybrids)		66	67	227	122	1.8	1.2	1.6	1.6	1.9	2.2	7.7	80	23	1,389		100		
KU check mean (5 hybrids)		67	67	223	117	2.1	1.5	1.4	1.9	1.7	1.9	7.3	82	25	1,521			100	
Commercial check mean (8 hybrids)		68	68	228	122	1.6	1.4	1.8	1.7	1.7	1.6	8.0	81	27	1,462				100
CV (%)		12.3	13.3	12.8	10.6	6.9	10.9	7.2	5.2	4.2	3.3	6.9	10.3	11.9	17.5	-	-	-	-
LSD (0.05)		ns	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	-	-	-	-

^{1/}1=best, 5=worst, ns=non significant, **, *=significant at the probability level 0.01 and 0.05, respectively

Table 2 Mean grain yield (kg/rai) and agronomic characters of promising hybrids, farmer trial conducted at Chiang Rai in 2020D

Trial No.	Pedigree	Day to		Height (cm)		Lodging ^{1/}		Plant Asp ^{1/}	Ear Asp ^{1/}	Open Hk ^{1/}	Tip Fil ^{1/}	% Rot.	Shell (%)	Moist (%)	Mean Yield	Relative to check (%)			
		Tass	Silk	Plant	Ear	Root	Stalk									Trial mean	DOA	KU	COM
1	UPF155	67	68	240	122	1.0	1.0	2.1	1.3	1.8	1.2	6.6	75	27	1,226	84	96	82	85
2	UPF205	67	68	230	118	2.5	1.0	1.0	1.5	1.5	2.0	8.9	81	24	1,418	97	111	95	98
3	UPF223	66	66	232	112	1.5	1.0	1.7	1.7	1.3	1.3	6.2	85	24	1,514	103	118	101	105
4	UPF227	66	66	230	123	1.3	1.3	2.2	1.8	1.2	2.0	5.3	81	23	1,517	104	119	101	105
5	UPF269	60	61	223	115	2.0	1.3	1.5	1.5	1.5	1.7	7.6	85	19	1,843	126	144	123	128
6	UPF282	67	67	235	126	1.0	1.0	1.7	2.0	1.0	1.7	8.4	80	21	1,517	104	119	101	105
7	UPF286	66	67	228	120	1.0	1.0	1.7	1.7	2.0	1.7	7.6	82	21	2,011	137	157	134	139
8	UPF319	67	68	230	125	1.8	1.0	1.7	1.5	1.5	1.8	9.3	79	24	1,251	85	98	84	87
Average		65	66	231	120	1.5	1.1	1.7	1.6	1.5	1.7	7.5	81	22	1,537				
9	NS3	65	66	216	111	1.7	1.4	1.3	1.2	2.1	2.1	8.9	81	25	1,262	86	99	84	87
10	NS4	67	68	231	121	1.5	1.2	1.5	1.8	1.5	2.1	9.2	79	24	1,214	83	95	81	84
11	NS5	65	65	220	112	1.5	1.7	1.5	1.3	1.5	1.5	8.1	78	23	1,361	93	106	91	94
12	Suwan 4452	69	68	227	111	1.0	1.4	1.3	2.0	1.6	2.0	9.6	78	25	1,351	92	106	90	94
13	SW 5720	68	68	216	115	2.0	1.7	1.5	2.0	1.4	1.8	8.9	82	25	1,542	105	121	103	107
14	SW 5821	68	69	225	113	2.0	1.4	1.5	2.0	2.0	1.5	9.5	81	24	1,531	105	120	102	106
15	SW 5819	68	68	219	111	2.2	1.6	1.3	2.5	1.4	2.0	6.3	80	27	1,551	106	121	104	107
16	SW 5731	68	69	218	113	1.5	1.4	1.0	1.5	2.0	2.0	6.8	81	27	1,517	104	119	101	105
17	S6253	68	69	227	114	1.5	1.1	1.3	1.7	2.0	2.0	7.1	83	26	1,314	90	103	88	91
18	S7328	69	68	223	111	1.0	1.1	1.3	1.8	2.1	2.1	6.9	81	25	1,465	100	115	98	101
19	DK9979C	68	69	226	116	1.5	1.6	2.0	1.3	2.0	2.0	6.5	78	26	1,431	98	112	96	99
20	PAC339	67	68	219	113	2.0	1.5	2.0	1.8	1.7	1.5	6.8	81	29	1,512	103	118	101	105
21	PAC789	69	68	235	124	2.1	1.5	1.3	1.5	1.9	2.4	7.2	80	28	1,632	111	128	109	113
22	P4546	67	68	226	117	1.5	1.7	1.7	1.4	1.5	1.3	8.4	78	28	1,256	86	98	84	87
23	LG38778	68	68	234	121	1.7	1.4	1.8	1.7	1.4	1.7	8.3	79	28	1,367	93	107	91	95
24	CP639	69	69	229	121	1.4	1.8	1.2	1.8	1.7	1.8	8.9	83	27	1,578	108	123	105	109
Trial mean		67	67	226	116	1.6	1.3	1.5	1.7	1.7	1.8	7.8	80	25	1,465	100			
DOA check mean (3 hybrids)		65	66	222	114	1.6	1.4	1.4	1.4	1.7	1.9	8.7	79	24	1,279		100		
KU check mean (5 hybrids)		68	68	221	112	1.7	1.5	1.3	2.0	1.6	1.8	8.2	80	25	1,498			100	
Commercial check mean (8 hybrids)		68	68	227	117	1.6	1.5	1.6	1.6	1.8	1.9	7.5	80	27	1,444				100
CV (%)		13.2	13.4	8.9	6.4	9.6	9.6	12.1	11.2	7.2	8.4	13.9	16.3	15.9	15.5	-	-	-	-
LSD (0.05)		ns	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	-	-	-	-

^{1/}1=best, 5=worst, ns=non significant, **,*=significant at the probability level 0.01 and 0.05, respectively

Table 3 Mean grain yield (kg/rai) and agronomic characters of promising hybrids, farmer trial conducted at Phrae in 2020D

Trial No.	Pedigree	Day to		Height (cm)		Lodging ^{1/}		Plant Asp ^{1/}	Ear Asp ^{1/}	Open Hk ^{1/}	Tip Fit ^{1/}	% Rot.	Shell (%)	Moist (%)	Mean Yield	Relative to check (%)			
		Tass	Silk	Plant	Ear	Root	Stalk									Trial mean	DOA	KU	COM
1	UPF155	68	69	251	129	1.8	1.0	1.4	1.5	1.6	1.5	7.8	78	23	1,457	98	107	94	104
2	UPF205	68	68	230	118	1.5	1.0	1.5	1.3	1.4	2.0	9.1	83	24	1,595	108	117	102	114
3	UPF223	67	67	224	111	1.7	1.0	1.6	1.8	1.3	1.8	8.8	85	23	1,542	104	113	99	110
4	UPF227	68	67	221	113	1.7	1.2	1.3	1.3	1.2	2.0	8.1	85	25	1,516	102	111	97	108
5	UPF269	60	60	243	125	2.0	1.4	1.5	1.4	1.5	1.4	6.2	82	19	1,528	103	112	98	109
6	UPF282	68	67	235	119	1.5	1.1	1.8	2.0	1.0	2.1	8.1	85	23	1,685	114	124	108	120
7	UPF286	66	67	228	120	1.6	1.4	1.5	1.9	2.0	1.3	7.4	82	24	1,740	118	128	112	124
8	UPF319	67	67	210	118	1.8	1.1	1.4	1.7	1.5	1.5	8.3	81	23	1,389	94	102	89	99
Average		66	66	230	119	1.7	1.2	1.5	1.6	1.4	1.7	8.0	82	23	1,556				
9	NS3	67	68	221	118	1.3	1.3	1.8	1.3	1.4	1.8	8.7	80	27	1,322	89	97	85	94
10	NS4	67	67	228	123	1.8	1.2	2.1	1.7	1.5	1.3	6.4	78	26	1,314	89	96	84	94
11	NS5	64	65	225	121	1.6	1.1	1.5	1.4	1.4	1.3	8.2	80	27	1,454	98	107	93	104
12	Suwan 4452	68	69	235	129	1.3	1.7	1.7	2.1	1.2	2.2	8.8	78	29	1,547	105	113	99	111
13	SW 5720	67	67	230	116	2.0	1.8	1.4	2.2	1.2	1.4	9.1	79	28	1,584	107	116	102	113
14	SW 5821	68	68	234	125	2.1	1.0	1.8	2.1	2.0	2.1	8.9	78	24	1,563	106	115	100	112
15	SW 5819	69	68	237	132	1.9	1.0	2.1	1.9	1.3	2.2	9.3	81	27	1,576	106	116	101	113
16	SW 5731	68	67	233	134	1.9	1.8	1.0	1.6	2.0	2.1	6.9	81	28	1,521	103	112	98	109
17	S6253	68	68	227	126	1.4	1.6	1.3	1.7	2.2	2.1	9.1	82	27	1,411	95	104	91	101
18	S7328	69	69	231	121	1.0	1.0	1.3	1.8	1.6	1.3	6.1	85	28	1,317	89	97	85	94
19	DK9979C	67	68	238	122	1.8	1.3	2.1	1.6	2.2	2.1	9.4	81	29	1,479	100	109	95	106
20	PAC339	67	66	235	123	2.1	1.8	2.2	1.8	1.9	1.5	9.2	78	29	1,515	102	111	97	108
21	PAC789	69	69	238	121	2.1	1.4	2.1	1.9	1.4	1.8	8.3	79	29	1,651	112	121	106	118
22	P4546	69	68	226	125	1.7	1.3	2.3	1.6	1.7	1.4	9.5	81	24	1,231	83	90	79	88
23	LG38778	67	67	231	120	2.2	1.2	1.9	1.4	1.2	1.7	9.8	80	27	1,278	86	94	82	91
24	CP639	68	69	238	121	1.8	1.7	1.9	1.4	1.7	1.2	8.5	82	28	1,321	89	97	85	94
Trial mean		67	67	231	122	1.7	1.3	1.7	1.7	1.6	1.7	8.3	81	25	1,480	100			
DOA check mean (3 hybrids)		66	66	224	120	1.6	1.2	1.8	1.5	1.4	1.5	7.8	79	26	1,363		100		
KU check mean (5 hybrids)		68	67	233	127	1.8	1.4	1.6	1.9	1.5	2.0	8.6	79	27	1,558			100	
Commercial check mean (8 hybrids)		68	68	233	122	1.8	1.4	1.9	1.7	1.7	1.6	8.7	81	27	1,400				100
CV (%)		11.2	12.3	10.8	10.6	10.9	11.6	12.2	15.2	11.5	12.7	16.5	14.1	16.2	16.3	-	-	-	-
LSD (0.05)		ns	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	-	-	-	-

^{1/}1=best, 5=worst, ns=non significant, **,*=significant at the probability level 0.01 and 0.05, respectively

Table 4 Mean grain yield (kg/rai) and agronomic characters of promising hybrids, farmer trial conducted at Lampung in 2020D

Trial No.	Pedigree	Day to		Height (cm)		Lodging ^{1/}		Plant	Ear	Open	Tip	%	Shell	Moist	Mean	Relative to check (%)			
		Tass	Silk	Plant	Ear	Root	Stalk	Asp ^{1/}	Asp ^{1/}	Hk ^{1/}	Fil ^{1/}	Rot.	(%)	(%)	Yield	Trial mean	DOA	KU	COM
1	UPF155	69	69	262	135	1.1	1.4	1.5	1.3	1.8	1.8	4.1	73	24	1,383	92	105	91	94
2	UPF205	68	68	228	111	1.5	1.7	1.6	1.5	1.5	2.0	6.2	81	25	1,685	113	128	111	114
3	UPF223	69	68	221	111	1.7	1.5	1.8	1.3	1.5	1.8	4.8	81	23	1,625	109	124	107	110
4	UPF227	69	69	217	105	1.4	1.6	1.5	1.8	1.8	2.0	5.8	80	24	1,578	105	120	104	107
5	UPF269	61	60	226	110	1.8	1.4	1.8	1.5	1.5	1.3	3.1	85	18	1,585	106	121	104	107
6	UPF282	67	67	260	139	1.6	1.4	1.6	2.0	1.0	1.3	4.8	87	25	1,552	104	118	102	105
7	UPF286	69	69	235	110	1.6	1.4	1.4	1.8	2.0	1.3	8.7	83	25	1,665	111	127	110	113
8	UPF319	68	68	225	118	1.6	1.9	1.7	1.5	1.5	1.5	3.1	78	21	1,463	98	111	96	99
	Average	67	67	234	117	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	5.1	81	23	1,567				
9	NS3	67	67	223	121	1.2	1.1	1.4	1.4	1.8	1.3	2.8	79	24	1,242	83	94	82	84
10	NS4	68	68	227	115	1.3	1.2	2.1	2.1	1.5	1.2	2.6	79	26	1,244	83	95	82	84
11	NS5	64	65	231	119	1.4	1.2	1.8	1.3	1.4	1.5	5.7	81	23	1,461	98	111	96	99
12	Suwan 4452	68	68	225	116	1.1	1.1	1.1	2.1	1.8	2.0	6.6	79	29	1,476	99	112	97	100
13	SW 5720	68	69	223	121	2.0	1.5	1.3	2.1	2.1	2.1	9.5	81	28	1,513	101	115	100	102
14	SW 5821	69	69	234	116	2.0	1.4	1.4	2.0	2.0	1.4	4.7	79	24	1,525	102	116	100	103
15	SW 5819	69	69	231	116	2.4	1.5	1.3	1.5	1.4	2.0	7.3	80	28	1,569	105	119	103	106
16	SW 5731	69	69	231	117	2.1	1.2	1.0	1.5	2.1	2.0	6.8	81	27	1,521	102	116	100	103
17	S6253	68	68	227	120	1.8	1.3	1.9	1.5	1.9	1.9	7.8	79	25	1,489	100	113	98	101
18	S7328	69	69	231	121	1.5	1.4	1.7	1.8	1.6	1.2	6.2	78	26	1,471	98	112	97	99
19	DK9979C	69	69	231	127	1.7	1.5	2.2	2.1	2.0	1.8	9.7	81	27	1,512	101	115	99	102
20	PAC339	68	67	235	121	2.4	1.7	2.1	2.3	2.1	2.1	6.6	78	28	1,503	100	114	99	102
21	PAC789	69	68	241	127	1.6	1.8	1.8	2.1	2.1	1.9	6.9	78	29	1,572	105	120	103	106
22	P4546	67	66	225	120	1.7	1.5	1.1	2.2	1.9	2.1	7.8	80	26	1,390	93	106	91	94
23	LG38778	68	68	231	127	1.8	1.5	1.7	2.2	1.7	1.9	7.2	81	26	1,321	88	100	87	89
24	CP639	69	68	243	123	1.2	1.4	1.5	1.8	1.8	1.8	8.2	82	28	1,579	106	120	104	107
	Trial mean	67	67	231	119	1.6	1.4	1.6	1.8	1.7	1.7	6.1	80	25	1,496	100			
	DOA check mean (3 hybrids)	66	66	227	118	1.3	1.2	1.8	1.6	1.6	1.3	3.7	79	24	1,315		100		
	KU check mean (5 hybrids)	68	68	228	117	1.9	1.3	1.2	1.8	1.8	1.9	6.9	80	27	1,520			100	
	Commercial check mean (8 hybrids)	68	67	233	123	1.7	1.5	1.8	2.0	1.9	1.8	7.6	79	26	1,479				100
	CV (%)	11.3	12.1	12.8	11.5	10.4	12.4	14.2	13.1	13.1	15.3	16.2	17.2	15.9	16.2	-	-	-	-
	LSD (0.05)	ns	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	-	-	-	-

^{1/}1=best, 5=worst, ns=non significant, **, *=significant at the probability level 0.01 and 0.05, respectively

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ที่สนับสนุนงบประมาณประจำปี พ.ศ. 2558 ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ กรมวิชาการเกษตร และคณะเกษตรศาสตร์ และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา หน่วยงานต้นสังกัดนิสิตปริญญาตรี โท ในโครงการ University of Phayao Maize Improvement; UMPI

เอกสารอ้างอิง

- Boonpradap, S., M. Tewa, C. Montree and P. Nak. 1989. Crops Testing Before and After Rice Harvesting: IRRI Lines. pp. 89-108. *In Proceedings of 1st Rice Conference 26-27 January 1989*. Phitsanuloke: Phitsanuloke Rice Research Center. [in Thai]
- Jompuk, C. 2012. Laws and Plant Breeding. pp. 36-54. *In Training Documentation: Principle of Plant Breeding 23 August 2012*. Nakhon Pathom: Kasetsart University, Kamphang Sean Campus. [in Thai]
- Lantican, R.M. 1982. Desirable characteristics of upland crops for planting before and after wetland rice. pp. 61-68. *In Report of Workshop on Cropping System Research in Asia*. Philipplines: International Rice Research Institute.
- Laosuwan, P. 1984. **Principle of Plant Breeding**. Songkla: Thaina Press. 320 p. [in Thai]
- Office of Agricultural Economics. 2018. **Situation of important agricultural products and trends in 2018**. [Online] Available http://www.oae.go.th/ewtadmin/ewt/oae_web/download/journal/trends2561.pdf (27 July 2019). [in Thai]
- R Development Core Team. 2010. **R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria ISBN3-900051-07-0**. [Online]. Available <http://www.R-project.org/> (21 June 2013).
- Sampantalak, K. 2003. **Plant Breeding: Fundamental Methodology and Concept**. Bangkok: Kasetsart University Press. 237 p. [in Thai]
- Sriwattanapong, S. 2010. **Principle of Plant Breeding**. Bangkok: Kasetsart University Press. 259 p. [in Thai]
- Thaipublica. 2015. **Round table discussion: The solution of corn smog raised in the GAP system to control the planting area**. [Online]. Available <http://thaipublica.org/2015/04/maize-crop-cycle-5/> (8 September 2015). [in Thai]

ผลของสารละลายธาตุอาหารและน้ำหมักชีวภาพนมต่อการเจริญเติบโต
ของผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์
Effect of Nutrient Solution and Milk Bio-extract on Growth
of Red Butterhead Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Cultivated
under Hydroponics System

ธนภูมิ ศิริงาม* และนราศักดิ์ บุญมี

Thanapoom Siringam* and Narasak Boonmee

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพฯ 10220

Department of Agriculture, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, Thailand 10220

*Corresponding author: thanapoom@pnru.ac.th

Received: November 18, 2020

Revised: September 06, 2021

Accepted: November 01, 2021

Abstract

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is mostly cultivated in the hydroponic system where factors affecting growth and yield can be controlled. This research aimed to investigate the influence of Phranakhon nutrient solution and different concentrations of milk bio-extract concentrations (0.40, 0.50, 0.60 or 1.00% v/v) on growth of red butterhead lettuce cultivated under hydroponics system. An experimental design was completely randomized design (CRD) with five treatments, and five replications per treatment. The results showed that red butterhead lettuce cultivated in the Phranakhon nutrient solution showed the highest plant height, leaf number, plant canopy, shoot fresh weight, shoot dry weight and photosynthetic pigment concentrations. While the red butterhead lettuce cultivated in the milk bio-extract at 1.00% (v/v) gave the highest shoot dry matter.

Keywords: lettuce, growth, milk bio-extract, hydroponics

บทคัดย่อ

ผักกาดหอม (*Lactuca sativa* L.) เป็นผักที่นิยมนำมาปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์ที่สามารถควบคุมปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครและน้ำหมักชีวภาพนม

ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 0.40, 0.50 0.60 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) จำนวน 5 สิ่งทดลอง ๆ ละ 5 ซ้ำ จากการวิจัยพบว่า ผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร

สูตรพระนคร มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง จำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสดส่วนต้น น้ำหนักแห้งส่วนต้น และปริมาณรงควัตถุภายในใบมากที่สุด ในขณะที่ผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ปลูกในน้ำหมักชีวภาพนมความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีมวลชีวภาพแห้งส่วนต้นมากที่สุด

คำสำคัญ: ผักกาดหอม การเจริญเติบโต น้ำหมักชีวภาพ ไฮโดรพอนิกส์

คำนำ

ผักกาดหอม (*Lactuca sativa* L.) จัดอยู่ในวงศ์ Asteraceae เป็นผักที่มีปริมาณเส้นใยและคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วย วิตามินเอ วิตามินซี แคลเซียม เหล็ก โปแตสเซียม และคาร์โบไฮเดรต นอกจากนี้ยังมีสรรพคุณทางเภสัชและอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น กรดโฟลิก ลูทีน บีตาแคโรทีน เป็นต้น (Kim *et al.*, 2016) โดยทั่วไปการปลูกผักกาดหอมในแปลงปลูกมักมีการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณมากเกินไปเกินความต้องการของพืชและใช้อย่างต่อเนื่อง รวมทั้งการใช้สารกำจัดศัตรูพืชปริมาณมากทำให้เกิดการตกค้างภายในดินและผลผลิต ซึ่งการตกค้างของปุ๋ยเคมีและสารกำจัดศัตรูพืชจะส่งผลกระทบต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน โครงสร้างของดิน สภาพความเป็นกรด-ด่างของดิน และส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตของพืช (Sangsirimongkolying *et al.*, 2015) ดังนั้นจึงมีการนำระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมาใช้ในการปลูกผักกาดหอมเชิงพาณิชย์ เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีการปลูกพืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนา ของพืช ทำให้ผลผลิตที่ได้มีความสะอาดและปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค ผลผลิตมีคุณภาพ และสามารถผลิตได้ตลอดทั้งปี (Pongsa-anutin, 2004) โดย Sapkota *et al.* (2019) รายงานว่า ผักกาดหอมพันธุ์บัตเตอร์เฮดที่ได้รับสารละลายสูตร Hoagland ดัดแปลง ที่ประกอบด้วย

ไนโตรเจน (N) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) ฟอสฟอรัส (P) โบรอน (B) สังกะสี (Zn) และ แมกนีเซียม (Mg) ความเข้มข้น 250.00, 300.00, 250.00, 56.00, 0.40, 0.35 และ 45.00 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนใบ ความยาวใบ ความยาวราก และน้ำหนักสดมากที่สุด

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสามารถนำมาใช้ในการผลิตพืชในพื้นที่ที่ประสบปัญหาเกี่ยวกับดินที่มีคุณสมบัติไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืช การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นระบบการปลูกพืชที่สามารถปลูกได้อย่างต่อเนื่องภายใต้การควบคุมการให้น้ำและสารละลายธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจัดเป็นระบบการผลิตพืชที่ปลอดภัยจากสารพิษที่เกิดจากการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ทำให้ผลผลิตพืชที่ได้มีปริมาณและคุณภาพที่ดี ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีหลายระบบ ได้แก่ Nutrient Film Technique (NFT), Deep Flow Technique (DFT), Dynamic Root Floating Technique (DRFT), Aeroponics และ Substrate culture อย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายในด้านสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในระบบปลูกพืชค่อนข้างสูง รวมทั้งความกังวลของผู้บริโภคเกี่ยวกับการตกค้างของสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารพืช ทำให้การศึกษาแนวทางในการนำสารอินทรีย์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ทดแทนสารเคมีในสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นสิ่งที่น่าสนใจ

น้ำหมักชีวภาพเป็นของเหลวที่ได้จากกระบวนการหมักพืชและสัตว์จนได้สารละลายที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นคาร์บอนและไนโตรเจน รวมทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง จุลธาตุ กรดฮิวมิก สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เช่น ออกซิน จิบเบอเรลลิน ไซโตไคนิน เป็นต้น รวมทั้งยังพบเอนไซม์และจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (Phornphisutthimas, 2012) ในปัจจุบันมีการนำน้ำหมักชีวภาพมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของผลผลิตพืช ได้แก่ ผักสลัด (Jitaek, 2013; Wongsrisakulkaew *et al.*, 2016; Kanarat *et al.*, 2018; Wongsrisakulkaew *et al.*, 2018)

โหระพาสีม่วง (Thanawat, 2015) ถั่วเขียว (Kaveekhew, 2011) มะลิลา (Kajonphol *et al.*, 2014) ดาวเรือง (Kanarat *et al.*, 2018) อย่างไรก็ตามปริมาณธาตุอาหารและสารสกัดชีวภาพที่ได้จากน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากวัสดุอินทรีย์ที่แตกต่างกันส่งผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชแตกต่างกัน (Inkham and Ruamrungsri, 2014)

น้ำหมักชีวภาพนมจัดเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดน้ำที่อุดมไปด้วยธาตุอาหาร เช่น ไนโตรเจน (0.39%) ฟอสฟอรัส (0.09%) โพแทสเซียม (1.74%) แคลเซียม (0.28%) แมกนีเซียม (0.21%) กำมะถัน (0.26%) เหล็ก (0.027%) แมงกานีส (0.002%) สังกะสี (0.004%) เป็นต้น (Department of Agriculture, 2001) ในปัจจุบันน้ำหมักชีวภาพนมเป็นสารอินทรีย์ที่ถูกนำมาใช้ในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ภายในดินและพืช แต่การศึกษาการนำน้ำหมักชีวภาพมาประยุกต์ใช้ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินยังไม่แพร่หลาย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครและน้ำหมักชีวภาพนมต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์เรดบัดเตอร์เฮดที่ปลูกในระบบ DRFT เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้น้ำหมักชีวภาพนมในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนคร

1) การเตรียมสารละลายเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนคร

ทำการเตรียมสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครเข้มข้น โดยการชั่งสารเคมีแต่ละชนิดตามปริมาณที่กำหนด ในการทดลองนี้ทำการเตรียมสารละลายเข้มข้นที่มีความเข้มข้น 50 เท่าจากความเข้มข้นปกติ ดังนั้นจึงทำการเตรียมสารละลายเข้มข้น A ประกอบด้วย แคลเซียมไนเตรท ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 500 มก./ล. (125 กรัม) ส่วนสารละลายเข้มข้น B ประกอบด้วย โพแทสเซียม

ไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 125 มก./ล. (31.25 กรัม) โพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) 125 มก./ล. (31.25 กรัม) แมกนีเซียมซัลเฟต ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 125 มก./ล. (31.25 กรัม) และจุลธาตุรวม 20 มก./ล. (5 กรัม) หลังจากนั้นนำมาละลายด้วยน้ำกลั่นจนผสมเป็นเนื้อเดียวกันและปรับปริมาตรให้ได้ 5 ลิตร และเก็บไว้ในแกลลอนทึบแสง

2) การเตรียมสารละลายเจือจางของสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนคร

นำสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครเข้มข้น A และ B อย่างละ 3 ลิตร ผสมลงในถังพลาสติกขนาดความจุ 150 ลิตร ที่มีน้ำปริมาตร 100 ลิตร ผสมสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครเข้มข้น A และ B ให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ปรับปริมาตรสารละลายธาตุอาหารจนครบ 150 ลิตรด้วยน้ำ หลังจากนั้นปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลายธาตุอาหารให้มีค่าอยู่ในช่วง 5.6-5.8 และมีค่าการนำไฟฟ้า (EC) เท่ากับ 0.80-1.00 มิลลิซีเมนต่อเซนติเมตร (mS/cm) โดยการเติมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) และกรดไนตริก (HNO_3) โดยทำการตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ในการทดลองครั้งนี้เปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครและน้ำหมักชีวภาพนม สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 4 สัปดาห์

การเตรียมน้ำหมักชีวภาพนม

นำนมสด จำนวน 10 ลิตร ผสมกับกากน้ำตาลจำนวน 4 ลิตร และปรับปริมาตรในถังหมักจนได้ปริมาตร 50 ลิตร หลังจากนั้นเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ พด.2 จำนวน 25 กรัม กวนส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันและปิดฝาถังหมักให้สนิท และทำการหมักเป็นระยะเวลา 15-20 วัน ในช่วงเวลาที่ทำการหมักจะมีการเปิดฝาดังและกวนน้ำหมักชีวภาพ เพื่อระบายความร้อนและช่วยระบายอากาศภายในถังหมักทุก 2 วัน เมื่อครบ 30 วัน จึงนำน้ำหมักชีวภาพนมมาเจือจางตามความเข้มข้นที่กำหนดในการทดลอง โดยน้ำหมักชีวภาพนมที่ผ่านกระบวนการหมักมี

ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ ประกอบด้วย ไนโตรเจน 0.30% (30 มก./ล.) ฟอสฟอรัส 0.05% (5 มก./ล.) โพแทสเซียม 1.50% (150 มก./ล.) แคลเซียม 0.30% (30 มก./ล.) แมกนีเซียม 0.15% (15 มก./ล.) และกำมะถัน 0.20% (20 มก./ล.)

การเตรียมวัสดุและการเพาะเมล็ด

นำเมล็ดผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดเพาะลงในฟองน้ำ ขนาด 2 ลบ.ซม. จำนวน 1 เมล็ดต่อช่องปลูก หลังจากนั้นนำฟองน้ำวางลงในกระบะพลาสติกขนาด 30x45 ซม. ที่มีน้ำสูงประมาณ 1/2 ของฟองน้ำ และนำไปตั้งไว้ที่อุณหภูมิ $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$. หลังจากเมล็ดเริ่มงอกจนเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าให้นำต้นกล้าไปวางไว้ในที่มีแสงแดดรำไร

การย้ายต้นกล้าลงปลูก

เมื่อต้นกล้าผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดมีอายุประมาณ 14 วันหลังเพาะเมล็ด ซึ่งเป็นระยะที่มีใบจริง 2-3 ใบ และมีความสูงประมาณ 5 ซม. จึงย้ายฟองน้ำที่มีต้นกล้าลงปลูกในระบบ DRFT ที่มีขนาด 1x5 เมตร (กว้างxยาว) ปริมาตรสารละลายที่ใช้ในระบบทั้งหมด 150 ลิตร และจำนวนต้นผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ปลูกทั้งหมด 125 ต้นต่อระบบ ที่มีการหมุนเวียนของสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนคร (Siringam *et al.*, 2014) และน้ำหมักชีวภาพที่มีความเข้มข้นที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 0.40, 0.50, 0.60 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร โดยมีระยะปลูกระหว่างต้น 20 ซม. หลังจากนั้นปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลายธาตุอาหารให้มีความอยู่ในช่วง 5.6-5.8 และมีค่าการนำไฟฟ้า (EC) เท่ากับ 0.80-1.00 มิลลิซีเมนต่อเซนติเมตร (mS/cm) โดยการเติมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) และกรดไนตริก (HNO_3) โดยทำการตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ในการทดลองครั้งนี้เปลี่ยน

สารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครและน้ำหมักชีวภาพนม สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 4 สัปดาห์

ดำเนินการทดลองภายในโรงเพาะชำสาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2562 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2563

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่มีอายุ 28 วันหลังย้ายปลูก ดังนี้

- 1) ความสูง (ซม.) วัดความสูงจากบริเวณโคนต้นที่อยู่เหนือฟองน้ำไปจนถึงบริเวณข้อบนสุดของต้น
- 2) จำนวนใบ (ใบ) นับใบที่มีการขยายของแผ่นใบอย่างสมบูรณ์และไม่มีบาดแผลจากการรบกวนของโรคและแมลงศัตรูพืช
- 3) ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.) วัดความกว้างทรงพุ่มจากบริเวณใบด้านที่กว้างที่สุดฝั่งหนึ่งไปยังใบด้านกว้างที่สุดอีกฝั่งหนึ่งของต้น
- 4) น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนต้น (กรัม) นำส่วนต้นไปชั่งน้ำหนักสด หลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 70°C . ภายในตู้อบลมร้อน (Memmert, Model 500, Germany) เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จนน้ำหนักแห้งคงที่แล้วทำการชั่งน้ำหนักแห้ง
- 5) มวลชีวภาพแห้งส่วนต้น (เปอร์เซ็นต์) จากสูตรของ Lutts *et al.* (1995) ดังนี้
มวลชีวภาพแห้ง (เปอร์เซ็นต์) = $(\text{น้ำหนักแห้ง} \div \text{น้ำหนักสด}) \times 100$
- 6) ปริมาณรงควัตถุ
ชั่งใบผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดหนัก 100 มก. นำมาบดให้ละเอียด เติมสารละลายอะซีโตน ความเข้มข้น 95.5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ปริมาตร 10 มล. และนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5°C . เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นตรวจวัดปริมาณรงควัตถุภายในใบประกอบด้วย คลอโรฟิลล์เอ (Ch_a) คลอโรฟิลล์บี (Ch_b) และคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (TC) โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่

ความยาวคลื่น 662 และ 644 นาโนเมตร และคำนวณหาปริมาณรงควัตถุตามวิธีการของ Shabala *et al.* (1998) และ Lichtenthaler (1987) ดังนี้

$$\text{Chl}_a = 9.784D_{662} - 0.99D_{644}$$

$$\text{Chl}_b = 21.42D_{644} - 4.65D_{662}$$

$$\text{TC} = \text{Chl}_a + \text{Chl}_b$$

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 5 สิ่งทดลอง ๆ ละ 5 ซ้ำ นำข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณรงควัตถุ มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ด้วยโปรแกรมประยุกต์ทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า การเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครและน้ำหมักชีวภาพนม ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน 4 ระดับ ที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์แบบน้ำลึก (DRFT) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1 and 2) โดยผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครมีความสูงจำนวนใบ และความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด เท่ากับ 11.50 ± 0.04 ซม. 26.86 ± 0.15 ใบ และ 17.19 ± 0.04 ซม. ตามลำดับ (Table 1) ในขณะที่ผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.40 เปอร์เซ็นต์

โดยปริมาตร มีความสูง จำนวนใบ และความกว้างทรงพุ่มน้อยที่สุดเท่ากับ 8.17 ± 0.02 ซม. 15.20 ± 0.05 ใบ และ 11.15 ± 0.02 ซม. ตามลำดับ (Table 1)

ผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครมีน้ำหนักสดส่วนต้นและน้ำหนักแห้งส่วนต้นมากที่สุด เท่ากับ 25.95 ± 0.07 และ 1.28 ± 0.01 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีน้ำหนักสดส่วนต้นและน้ำหนักแห้งส่วนต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 8.21 ± 0.06 และ 0.51 ± 0.01 กรัม ตามลำดับ (Table 2) อย่างไรก็ตาม น้ำหนักแห้งส่วนต้นของผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำหนักแห้งส่วนต้นของผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.40 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (Table 2)

นอกจากนี้ยังพบว่าผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีมวลชีวภาพแห้งส่วนต้นมากที่สุด เท่ากับ 6.18 ± 0.03 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนคร มีมวลชีวภาพแห้งส่วนต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 4.94 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ (Table 2) รวมทั้งยังพบว่ามวลชีวภาพแห้งส่วนต้นของผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.40 และ 0.50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2)

Table 1 Height (cm), leaf number (leaves) and plant canopy (cm) of red butterhead lettuce at 28 days after transplants on hydroponics supplemented with Phranakhon nutrient solution and various bio-extracted milk concentrations

Treatment	Height (cm)	Leaf number (leaves)	Plant canopy (cm)
Phranakhon nutrient solution	11.50±0.04a	26.86±0.15a	17.19±0.04a
Bio-extracted milk 0.40% (v/v)	8.17±0.02d	15.20±0.05e	11.15±0.02e
Bio-extracted milk 0.50% (v/v)	9.07±0.01b	21.94±0.04c	13.18±0.01b
Bio-extracted milk 0.60% (v/v)	8.81±0.02c ^{1/}	23.43±0.04b	12.03±0.02d
Bio-extracted milk 1.00% (v/v)	8.78±0.01c	18.40±0.09d	12.53±0.03c
Grand mean	9.27	21.17	13.21
C.V. (%)	0.59	0.91	0.41
F-test	*	*	*

* Statistical significant different at $p \leq 0.05$, Means±S.E. within column with the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

Table 2 Shoot fresh weight (g), shoot dry weight (g) and shoot dry matter (%) of red butterhead lettuce at 28 days after transplants on hydroponics supplemented with Phranakhon nutrient solution and various bio-extracted milk concentrations

Treatment	Shoot fresh weight (g)	Shoot dry weight (g)	Shoot dry matter (%)
Phranakhon nutrient solution	25.95±0.07a	1.28±0.01a	4.94±0.01d
Bio-extracted milk 0.40% (v/v)	8.83±0.25d	0.52±0.02d ^{1/}	6.00±0.02c ^{1/}
Bio-extracted milk 0.50% (v/v)	10.24±0.06c	0.62±0.01c	6.00±0.01c
Bio-extracted milk 0.60% (v/v)	11.85±0.11b	0.72±0.01b	6.11±0.03b
Bio-extracted milk 1.00% (v/v)	8.21±0.06e	0.51±0.01d	6.18±0.03a
Grand mean	13.01	0.73	5.85
C.V. (%)	2.24	4.33	0.76
F-test	*	*	*

* Statistical significant different at $p \leq 0.05$, Means±S.E. within column with the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

ผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมากที่สุด เท่ากับ 137.05 ± 8.96 60.34 ± 6.24 และ 197.39 ± 15.11 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนคร ในขณะที่ผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอและปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดน้อยที่สุด เท่ากับ 66.87 ± 0.91 และ 93.35 ± 1.37 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (Table 3)

อย่างไรก็ตาม ปริมาณคลอโรฟิลล์เอในผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.40 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร รวมทั้งปริมาณคลอโรฟิลล์

ทั้งหมดในผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.40 และ 0.60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (Table 3)

ในขณะที่ปริมาณคลอโรฟิลล์บีในผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนคร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ในขณะที่ผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีปริมาณคลอโรฟิลล์บีน้อยที่สุด เท่ากับ 26.49 ± 0.45 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.40 และ 0.60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (Table 3)

Table 3 Chlorophyll *a*, chlorophyll *b* and total chlorophyll concentrations ($\mu\text{g g}^{-1}$ fresh weight) in leaves of red butterhead lettuce at 28 days after transplants on hydroponics supplemented with Phranakhon nutrient solution various bio-extracted milk concentrations

Treatment	Pigment concentrations ($\mu\text{g g}^{-1}$ fresh weight)		
	Chlorophyll <i>a</i>	Chlorophyll <i>b</i>	Total chlorophyll
Phranakhon nutrient solution	$135.83 \pm 9.00a^{1/}$	$60.80 \pm 6.46a^{1/}$	$196.64 \pm 15.43a^{1/}$
Bio-extracted milk 0.40% (v/v)	$84.13 \pm 2.80bc$	$33.67 \pm 1.02b$	$117.80 \pm 3.81b$
Bio-extracted milk 0.50% (v/v)	$66.87 \pm 0.91c$	$26.49 \pm 0.45b$	$93.35 \pm 1.37b$

Table 3 (Continued)

Treatment	Pigment concentrations ($\mu\text{g g}^{-1}$ fresh weight)		
	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Total chlorophyll
Bio-extracted milk 0.60% (v/v)	87.60 \pm 3.90b	35.63 \pm 1.67b	123.23 \pm 5.58b
Bio-extracted milk 1.00% (v/v)	137.05 \pm 8.96a	60.34 \pm 6.24a	197.39 \pm 15.11a
Grand mean	102.30	43.39	145.68
C.V. (%)	13.30	21.12	15.59
F-test	*	*	*

* Statistical significant different at $p \leq 0.05$, Means \pm S.E. within column with the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดทั้งในด้านความสูง จำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสดส่วนต้น น้ำหนักแห้งส่วนต้นได้ดีกว่าน้ำหมักนม (Table 1 and 2) Phasuk *et al.* (2019) รายงานว่า ผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์แบบ DRFT มีการเจริญเติบโตได้แก่ จำนวนใบ 24.12 ใบ ขนาดทรงพุ่ม 27.26 ซม. และความยาวราก 65.24 ซม. ตามลำดับ ส่วนผลผลิตได้แก่ น้ำหนักสดต้น 207.21 กรัม น้ำหนักแห้งต้น 15.52 กรัม น้ำหนักสดราก 18.58 กรัม น้ำหนักแห้งราก 1.16 กรัม และมวลชีวภาพ 16.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในขณะที่ผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครมีค่าน้อยกว่างานทดลองของ Phasuk *et al.* (2019) ประมาณ 9 เท่า สภาพแวดล้อมภายในโรงเพาะชำที่ใช้ในการดำเนินการทดลองมีสภาพอุณหภูมิค่อนข้างสูง อุณหภูมิภายในโรงเรือนเฉลี่ยเท่ากับ 41.5°C. ส่วนอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนเฉลี่ยเท่ากับ 35°C. ซึ่งจากสภาพแวดล้อม

ดังกล่าวล้วนมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮด

นอกจากนี้การเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์ยังได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และองค์ประกอบของธาตุอาหารภายในสารละลายที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตและพัฒนา (Jirakiattikul and Saelim, 2009; Siringam *et al.*, 2014) ซึ่งในการทดลองนี้มีการควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ให้มีค่าอยู่ในช่วง 5.5-6.5 ส่วนค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีการควบคุมให้มีค่าอยู่ในช่วง 1.00-1.40 สารละลายธาตุอาหารและน้ำหมักชีวภาพนม ในขณะที่องค์ประกอบของธาตุอาหารแต่ละชนิดในสารละลายธาตุอาหารมีปริมาณมากกว่าน้ำหมักชีวภาพนม โดย Trejo-Téllez and Gómez-Merino (2012) รายงานว่า ปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์ด้วยสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland and Arnon (1938); Hewitt (1966); Cooper (1988); Steiner (1984) มีค่าอยู่ระหว่าง 168-236 มก./ล. (ไนโตรเจน) 31-60 มก./ล. (ฟอสฟอรัส) 156-300 มก./ล. (โพแทสเซียม) 160-185 มก./ล. (แคลเซียม), 34-50 มก./ล. (แมกนีเซียม) และ 48-336 มก./ล. (กำมะถัน) ซึ่งส่งผลทำ

ให้ผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับกับรายงานของ Siringam (2014) ที่รายงานว่า การเพิ่มความเข้มข้นของโพแทสเซียม (200, 250 และ 300 มก./ล.) ในสารละลายธาตุอาหารสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตทางด้านจำนวนใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนต้นของผักกาดหอมพันธุ์ คอส ในขณะที่งานทดลองของ Chanwichit (2019) รายงานว่า ปวยเล้งที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในการปลูกผักไฮโดรponิกส์มีอัตราการรอดชีวิต ความสูง และน้ำหนักสดส่วนต้นมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับปวยเล้งที่ได้รับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือนดิน และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

ส่วนมวลชีวภาพแห้งส่วนต้นของผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดมีค่ามากที่สุดเมื่อได้รับน้ำหมักชีวภาพนมความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (Table 2) ทั้งนี้เนื่องจากสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครมีปริมาณธาตุอาหารมากกว่าน้ำหมักชีวภาพนม จึงมีอัตราการปลดปล่อยธาตุอาหารสูง ทำให้พืชสามารถดูดไปใช้ได้อย่างรวดเร็วและมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว (Lester and Saftner, 2011) รวมทั้งมีผลทำให้ สารประกอบคาร์โบไฮเดรตที่สะสมไว้ภายในพืชถูกเปลี่ยนไปสร้างโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของโพรโทพลาสซึม พืชจะมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วและเกิดการสะสมน้ำในปริมาณมาก ในขณะเดียวกันจะมีผลทำให้คาร์โบไฮเดรตที่นำไปใช้ในการสร้างเซลล์ulosมีปริมาณลดลง (Hoque *et al.*, 2010) จึงมีผลทำให้มวลชีวภาพแห้งส่วนต้นของผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครมีค่าน้อยกว่าผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพนม ซึ่งให้ผลไปในทิศทางตรงกันข้ามกับงานทดลองของ Siringam *et al.* (2019) ที่พบว่าผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครและน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน อัตราส่วน ร้อยละ 100:0 โดยปริมาตร มีมวล

ชีวภาพแห้งส่วนรากและมวลชีวภาพแห้งส่วนต้นมากกว่า ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครและน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน อัตราส่วน 75:25, 50:50 และ 25:75 โดยปริมาตร ตามลำดับ

นอกจากนี้อาจเป็นไปได้ว่าวัตถุดิบที่ใช้ในการนำมาผลิตน้ำหมักชีวภาพที่ใช้ในการทดลองนี้มีความแตกต่างกัน รวมทั้งน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการนำนมมาผ่านกระบวนการหมักร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์และกากน้ำตาลจนเกิดกระบวนการย่อยสลายอย่างสมบูรณ์ ซึ่งนมเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งยังมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ประมาณ 0.30% อย่างไรก็ตามการที่น้ำหมักชีวภาพนมมีปริมาณไนโตรเจนน้อยกว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนคร ประมาณ 10 เท่าทำให้เกิดการสะสมคาร์โบไฮเดรตที่เกี่ยวข้องกับการสะสมมวลชีวภาพแห้ง จึงมีผลทำให้มวลชีวภาพแห้งส่วนต้นของผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพนมเพิ่มขึ้น ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับหญ้าดอกอ่อนที่มีการเจริญเติบโตและการสะสมมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นเมื่อปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพจากนม (Mavrogianopoulos *et al.*, 2002)

ในขณะที่ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดภายในใบผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดมีค่ามากที่สุดเมื่อได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครและน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (Table 3) ทั้งนี้เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพนมจัดเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่เป็นแหล่งไนโตรเจนที่สำคัญที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสังเคราะห์รงควัตถุที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่มีความสัมพันธ์กับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงภายในใบพืช (Tancho, 2013) เช่นเดียวกับกับรายงานของ Lesing and Aungoolprasert (2016) ที่รายงานว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบของคะน้าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อได้รับปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงของปริมาณรงควัตถุภายในใบพืชอาจได้

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เช่น การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแสง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลาย ดังเช่นงานวิจัยของ Romero-Aranda *et al.* (2001) ที่แสดงให้เห็นว่าปริมาณรงควัตถุภายในใบมะเขือเทศมีความสัมพันธ์กับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหาร

สรุปผลการวิจัย

1. ผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดมีการเจริญเติบโตและปริมาณรงควัตถุมากที่สุดเมื่อได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนคร
2. น้ำหมักชีวภาพนมทุกความเข้มข้นไม่สามารถนำมาใช้ทดแทนสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครได้ในการปลูกผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่สนับสนุนสถานที่ วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือในการดำเนินงานวิจัยจนสำเร็จ ลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Chanwichit, P. 2019. The effects of bio-extract and chemical fertilizer on growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.) under a hydroponic growing system. **Naresuan Phayao Journal** 12(3): 51-54. [in Thai]

Cooper, A. 1988. 1. The System 2. Operation of the System. pp. 3-123. *In* Grower Books, editor. **The ABC of NFT.**

Nutrient Film Technique. London: Intl Specialized Book Services.

Department of Agriculture. 2001. **Bio extracted liquid and bio dried compost.**

[Online]. Available <http://www.servicelink.doae.go.th> (6 November 2020). [in Thai]

Hewitt, E.J. 1966. **Sand and Water Culture Methods Used in Study of Plant Nutrition.** 2nd Edition. London:

Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal. 241 p.

Hoagland, D.R. and Arnon D.I. 1938. **The water-culture method for growing plants without soil.** [Online]. Available

https://archive.org/stream/waterculturemeth347hoag/waterculturemeth347hoag_djvu.txt (15 July 2021).

Hoque, M.M., H. Ajwa, M. Othman, R. Smith and M. Cahn. 2010. Yield and postharvest quality of lettuce in response to

nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers. **Horticultural Science**

45(10): 1539-1544.

Inkham, C. and S. Ruamrungsri. 2014. Effects of using liquid bio-extract as mineral source on growth of lettuce grown in hydroponics system. **Khon Kaen**

Agriculture Journal 42(3)(Suppl.):

906-911. [in Thai]

- Jirakiattikul, Y. and N. Saelim. 2009. Growth of leaf lettuce cv. red oak grown in hydroponics with different nutrient solutions. **Thai Science and Technology Journal** 17(2): 81-88. [in Thai]
- Jitaek, P. 2013. **Effects of Bioextracts Mixed with Herbs Extract on Growth and Yield of 4 Salads in Hydroponics System**. Master Thesis. Rajamangala University of Technology Thanyaburi. 61 p. [in Thai]
- Kajonphol, T., B. Simma, W. Kanket and C. Sangsiri. 2014. Effect of bio-extract on growth and flower yield in jasmine (*Jasminum sambac* (L.) Ait.). **Thai Agricultural Research Journal** 32(2): 129-138. [in Thai]
- Kanarat, A., K. Tungkananuruk, R. Tangkoonboribun and A. Piriya-phattarakit. 2018. Effects of bioextract from waste of fish meal factory on growth and marketable yield of head lettuce and marigold. **Thai Journal of Science and Technology** 8(1): 43-53. [in Thai]
- Kaveekhew, S. 2011. **Effects of Fermented Bioextracts on Growth of Mung Bean (*Vigna radiata*)**. Master Thesis. Srinakharinwirot University. 57 p. [in Thai]
- Kim, M.J., Y. Moon, J.C. Tou, B. Mou and N.L. Waterland. 2016. Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Journal of Food Composition and Analysis** 49: 19-34.
- Lesing, S. and O. Aungoolprasert. 2016. Efficacy of high quality organic fertilizer on growth and yield of chinese kale. **Journal of Science and Technology** 24(2): 320-332. [in Thai]
- Lester, G.E. and R.A. Saftner. 2011. Organically versus conventionally grown produce: common production inputs, nutritional quality, and nitrogen delivery between the two systems. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 59: 10401-10406.
- Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology** 148: 350-380.
- Lutts, S., J.M. Kinet and J. Bouharmont. 1995. Changes in plant response to NaCl during development of rice (*Oryza sativa* L.) varieties differing in salinity resistance. **Journal of Experimental Botany** 46: 1843-1852.
- Mavrogianopoulos, G., V. Vogli and S. Kyritsis. 2002. Use of wastewater as a nutrient solution in a closed gravel hydroponic culture of giant reed (*Arundo donax*). **Bioresource Technology** 82(2): 103-107.

- Phasuk, A., P. Chutichudet and B. Chutichudet. 2019. Growth, yield and nitrate accumulation in five lettuces grown under hydroponics system. **Journal of Science and Technology Mahasarakham** 38(4): 391-401. [in Thai]
- Phornphisutthimas, S. 2012. Fermented bio-extracts and agricultures. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning** 3(1): 59-65. [in Thai]
- Pongsa-anutin, T. 2004. **Growth and Nutrient Contents of Hydroponics Grown lettuce in Different Nutrient Solutions.** Master Thesis. Kasetsart University. 70 p. [in Thai]
- Romero-Aranda, R., T. Soria and T. Cuartero. 2001. Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. **Plant Science** 160: 265-272.
- Sangsirimongkolying, R., M. Watchayanon, P. Khunlert and P. Chalopagorn. 2015. Study on contamination of some pesticide in environment in Chaibadalpiphat College. **Phranakhon Rajabhat Research Journal (Science and Technology)** 10(2): 22-37. [in Thai]
- Sapkota, S., S. Sapkota and Z. Liu. 2019. Effects of nutrient composition and lettuce cultivar on crop production in hydroponic culture. **Horticulturae** 5(72): 1-8.
- Shabala, S.N., S.I. Shabala, A.I. Martynenko, O. Babourina and I.A. Newman. 1998. Salinity effect on bioelectric activity, growth, Na⁺ accumulation and chlorophyll fluorescence of maize leaves: a comparative survey and prospects for screening. **Australian Journal of Plant Physiology** 25: 609-616.
- Siringam, K. 2014. Effect of potassium on physiological responses of lettuce (*Lactuca sativa* var. romana) cultivated in hydroponics system. **Phranakhon Rajabhat Research Journal (Science and Technology)** 9(1): 16-31. [in Thai]
- Siringam, K., K. Theerawipa and N. Hlaihakhot. 2014. Effect of nutrient solution on growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivated under hydroponic system. **Thai Science and Technology Journal** 22(6): 828-836. [in Thai]
- Siringam, T., N. Boonmee and W. Pongprayoon. 2019. Influence of nutrient solution and liquid vermicomposts ratio on growth of lettuce var. green oak (*Lactuca sativa* L.) cultivated in hydroponics system. **Thai Journal of Science and Technology** 8(1): 77-84. [in Thai]
- Steiner, A.A. 1984. The Universal Nutrient Solution. pp. 633-650. *In Proceedings of the 6th International Congress on Soilless Culture.* Gelderland: Wageningen University & Research.

- Tancho, A. 2013. **Natural Agriculture Applied Concepts in Thailand in 2013.** Bangkok: National Science and Technology Development Agency. 22 p. [in Thai]
- Thanawat, K. 2015. **Effects of Bio-extract from Vegetables, Fishes and Herbs on Growth and Some Physiological Characteristics of Purple Basil (*Ocimum basilicum* L.) Grown in Hydroponics.** Master Thesis. Burapha University. 104 p. [in Thai]
- Trejo-Téllez, L.I. and F.C. Gómez-Merino. 2012. Nutrient Solutions for Hydroponic Systems. 1 p. *In* InTech. **Hydroponics – A Standard Methodology for Plant Biological Researches.** Croatia: InTechopen.com.
- Wongrisakulkaew, Y., N. Paisom, P. Maksik and H. Chokthaweepanich. 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(3)(Suppl.): M04/46-53. [in Thai]
- Wongrisakulkaew, Y., N. Puthom, T. Thongkham and P. Autta. 2018. Effect of chemical fertilizer and bio-extract on growth and color of lettuces (*Lactuca sativa*) cv. red cos and red batavia. **Agricultural Science Journal** 49(1)(Suppl.): 42-46. [in Thai]

ผลของปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมต่อระดับแคลเซียมและแมกนีเซียมในดินและใบขมิ้นชัน

Effect of Potassium Fertilizers on Calcium and Magnesium Levels in Soil and Turmeric Leaf

ชัยสิทธิ์ วัฒนาวังจงสุข สุทธิ์เดชา ขุนทอง* กมรินทร์ นิ่มนวลรัตน์ และสุรเชษฐ์ นาราภักดิ์
Chaiyasit Wattanawangjongsuk, Sutdacha Khunthong*, Kamarin Nimnualrat
and Surachet Narabhat

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ 10900

Office of Science for Land Development, Land Development Department, Bangkok, Thailand 10900

*Corresponding author: sutdacha@hotmail.com

Received: December 07, 2020

Revised: October 03, 2021

Accepted: January 28, 2022

Abstract

High level of potassium is required by turmeric for efficient sugar transport along the phloem, which related to good yield. However, antagonistic effect of potassium to calcium and magnesium content in plant was reported. Therefore, the effect of potassium fertilizers levels on calcium and magnesium content in soil and in turmeric leaf cultivated in low fertility, Tha Sae soil series were studied. A randomized complete block design with four replications was used. Treatments were turmeric grown under six rates of potassium fertilizer application namely 0, 25, 50, 75, 100 and 125 kg K₂O per rai. The results revealed that the application of potassium fertilizer 25 kg K₂O per rai resulted in the highest fresh and dry weight yields of turmeric rhizome, but yields decreased respectively when potassium fertilizers were added in the range of 50-125 kg K₂O per rai. However, curcuminoid, calcium and magnesium concentration in leaf and rhizome decreased with increasing potassium fertilizer application, which was due to the negative interaction of potassium on calcium and magnesium uptake, resulted in the lowering of turmeric yield and quantity of curcuminoid. Because the addition of potassium inhibited calcium and magnesium uptake, quantity and yield quality of turmeric were limited. Therefore, balance of soil and plant nutrients should be adjusted to minimize the antagonism among nutrients. Appropriate calcium and magnesium rates must be added along with potassium fertilizer.

Keywords: turmeric, nutrients interactions, potassium, calcium, magnesium, curcuminoid

บทคัดย่อ

ขมิ้นชันต้องการโพแทสเซียมสูงเนื่องจากช่วยลำเลียงน้ำตาลทางท่ออาหารไปยังเหง้า อย่างไรก็ตามมีรายงานอันตรกิริยาเชิงลบของโพแทสเซียมต่อปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียม จึงศึกษาผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อระดับแคลเซียมและแมกนีเซียมในดินและใบขมิ้นชันที่ปลูกในชุดดินท่าแฉะ ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) จำนวน 4 ซ้ำ มี 6 ตำรับการทดลอง ได้แก่ การปลูกขมิ้นชันและใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับ 0, 25, 50, 75, 100 และ 125 กก. $K_2O/ไร่$ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 25 กก. $K_2O/ไร่$ ส่งผลให้ได้ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเหง้าขมิ้นชันสูงสุดในขณะที่ การเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมในช่วง 50-125 กก. $K_2O/ไร่$ ทำให้ผลผลิตลดลง ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในทุกอัตรา มีผลให้ความเข้มข้นแคลเซียม แมกนีเซียม ในใบและเหง้าขมิ้นชัน รวมถึงสารเคอร์คูมินอยด์ลดลง เนื่องจากโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้นเป็นปฏิปักษ์ต่อการดูดใช้แคลเซียมและแมกนีเซียม จึงเป็นปัจจัยจำกัดปริมาณและคุณภาพผลผลิต ดังนั้นเพื่อปรับความสมดุลของธาตุอาหารในดินและพืช จำเป็นต้องเพิ่มปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมควบคู่กับโพแทสเซียมเพื่อลดอันตรกิริยาระหว่างธาตุอาหาร

คำสำคัญ: ขมิ้นชัน อันตรกิริยาระหว่างธาตุอาหาร โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เคอร์คูมินอยด์

คำนำ

ปัจจุบันรัฐบาลมีการสนับสนุนด้านการพัฒนา งานวิจัยและการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรของไทย ทั้งในด้านการผลิตเป็นยารักษาโรคเพื่อทดแทนการนำเข้ายา

แผนปัจจุบันจากต่างประเทศ และการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มมูลค่า รวมทั้งผลักดันให้เป็นสินค้าส่งออก โดยเฉพาะขมิ้นชัน (Turmeric: *Curcuma longa* L.) จัดเป็นพืชสมุนไพร 1 ใน 6 ชนิดของยาบัญชียาหลัก เนื่องจากในเหง้าขมิ้นชันพบสารเคอร์คูมินอยด์ (Curcuminoid) มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ จึงมีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย ทั้งทางด้านยา อาหาร และเครื่องสำอาง สำหรับพื้นที่ปลูกขมิ้นชันในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 5,000 ไร่ ร้อยละ 90 ปลูกอยู่ในภาคใต้ ส่วนใหญ่ปลูกเป็นพืชรองหรือพืชเสริมรายได้ มีรายงานแหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พังงา ชุมพร พัทลุง ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา สระแก้ว ชลบุรี กาญจนบุรี และนครราชสีมา ผลผลิตรวมทั้งประเทศ ประมาณ 10,000 ตัน และผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ประมาณ 2,000 กก. (Office of Agricultural Economics, 2005) ขมิ้นชันเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 20-35°C. ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60-80 พื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล 450-900 เมตร ดินเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย หน้าดินลึก 30 ซม. ความเป็นกรด-ด่างของดิน อยู่ในช่วง 5-7 ปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 1,000-2,000 มม./ปี โดยทั่วไปดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกขมิ้นชัน จึงอยู่บริเวณพื้นที่ดอนในเขตดินชั้น ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 26, 27, 32, 34, 39, 42, 43, 45, 50, 51, 53 (Land Development Department, 2017)

อย่างไรก็ตามการปลูกขมิ้นชันให้ได้ทั้งปริมาณผลผลิตและมีคุณภาพ และยังคงความอุดมสมบูรณ์ของดินไว้ในกระบวนการปลูก จำเป็นต้องมีการจัดการดูแลตามหลักวิชาการ โดยเฉพาะการจัดการธาตุอาหาร ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ควบคุมปริมาณผลผลิตและคุณภาพของขมิ้นชัน แต่ในปัจจุบันข้อมูลพื้นฐานของปริมาณธาตุอาหารหลัก สำหรับใช้จัดการธาตุอาหารในขมิ้นชัน ยังไม่มีการศึกษาแน่ชัดถึงอัตราปุ๋ยของธาตุอาหารหลักในช่วงที่เหมาะสม รวมถึงยังไม่มีข้อกำหนดค่ามาตรฐานธาตุอาหารเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ประกอบการให้คำแนะนำเกษตรกรส่วนใหญ่มักใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50

กก./ไร่ (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์) โดยมีรายงานอัตราปุ๋ยแนะนำสำหรับฝือก ซึ่งเป็นพืชให้ผลผลิตแห้ง เช่นเดียวกับขม้นชั้น ว่าควรใส่ปุ๋ย $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 24-8-24 กก./ไร่ ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (Department of Agriculture, 2005) การใช้ปุ๋ยของเกษตรกรในปัจจุบัน จึงอาจส่งผลให้ขม้นชั้นได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอหรือมากเกินไป ทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารในดิน โดยเฉพาะโพแทสเซียมเป็นธาตุที่พืชให้ผลผลิตหัวหรือในไม้ผลต้องการสูง เนื่องจากช่วยลำเลียงน้ำตาลไปสะสมในผลผลิต ทำให้เมื่อใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมจึงได้ผลผลิตดี เกษตรกรจึงนิยมใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในปริมาณสูง ซึ่งบางครั้งเกินความจำเป็น จึงมีการสะสมในดินและมีสภาวะปฏิปักษ์ (Antagonism) ต่อแคลเซียมและแมกนีเซียม

จากความสามารถในการไล่ที่ของโพแทสเซียมในดิน ถึงแม้โพแทสเซียมจะมีประจุน้อยกว่า แต่เมื่อมีปริมาณมากก็สามารถไล่ที่แคลเซียมและแมกนีเซียมได้ ทำให้พืชดูดธาตุทั้งสองชนิดได้น้อยลง เช่น ในกรณีของลองกองที่ขาดแคลเซียม และแมกนีเซียม พบว่ามีโพแทสเซียมในใบเกินความต้องการ (Onthong *et al.*, 2006) หรือในกรณีของปาล์มน้ำมัน มีรายงานการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราสูง มีผลลดการดูดใช้แคลเซียมและแมกนีเซียม ทั้งนี้การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์มากกว่า 4 กก./ต้น/ปี ทำให้ความเข้มข้นแคลเซียมและแมกนีเซียมในใบลดลง 13 และ 34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Nilnond *et al.*, 2001) นอกจากนี้ มีรายงานการศึกษาในส้มโอพบว่าส้มโอมีแนวโน้มดูดใช้โพแทสเซียมสูงเกินความต้องการ (Luxury consumption) เมื่อสัดส่วนจำนวนโมลของ Mg/K ในดินต่ำ ในขณะที่เมื่อสัดส่วนจำนวนโมลของ Ca/Mg สูงขึ้น พบว่าส้มโอสามารถดูดใช้แคลเซียมได้เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นถึงสมบัติปฏิปักษ์ระหว่างกัน การจัดการธาตุอาหารทั้งสามชนิดนี้จึงควรดำเนินการร่วมกัน เพื่อให้มีสัดส่วนที่เหมาะสม และป้องกันไม่ให้อินทรีย์ปุ๋ยโพแทสเซียมโดยไม่จำเป็น (Maneepong, 2008)

ดังนั้นการศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมต่อปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมในดินและใบขม้นชั้นจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการใช้จัดการธาตุอาหารในดินและพืชให้เกิดความสมดุล อันจะนำไปสู่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มุ่งสู่ความยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแผนการทดลอง

ดำเนินการทดลองในภาคสนาม ชุดดินท่าแซะ (Tha Sae series: Te, Fine-loamy, Kaolinitic, Isohyperthermic Typic Kandudults) พิกัด 47Q 588609E, 965648N ซึ่งเป็นชุดดินที่อยู่บริเวณพื้นที่ตอนในเขตดินชั้น สภาพแวดล้อมทั่วไปเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของขม้นชั้น แต่มีข้อจำกัดเรื่องความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำ จึงเหมาะต่อการเลือกเป็นชุดดินตัวแทน เพื่อศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียมของขม้นชั้น ซึ่งยังไม่มีข้อมูลการศึกษามาก่อน วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) จำนวน 4 ซ้ำ มี 6 ดำรับการทดลอง ได้แก่ การปลูกขม้นชั้นและใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับ 0, 25, 50, 75, 100 และ 125 กก./ไร่ ตามลำดับ ทั้งนี้ทุกดำรับการทดลองมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัส (N และ P_2O_5) ในอัตรา 23 และ 11 กก./ไร่ ตามลำดับ โดยประเมินจากปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตระดับธาตุอาหารในดิน และพิจารณาจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับฝือก (Department of Agriculture, 2005) แต่ละแปลงย่อยมีขนาด 6x3 เมตร ปลูกขม้นชั้นในระยะ 35x50 ซม. การใส่ปุ๋ยแบ่งใส่สองครั้ง ๆ แรก หลังการปลูก 1 เดือน ครั้งที่สอง หลังการปลูก 3 เดือน เริ่มปลูกขม้นชั้นในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 และเก็บเกี่ยวผลผลิตในเดือนเมษายน พ.ศ. 2563

การเก็บตัวอย่างดินและพืช

ก่อนการทดลองสุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม. เพื่อเป็นตัวแทนของพื้นที่ศึกษา สำหรับใช้ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน จากนั้นแยกเก็บตัวอย่างดินในแต่ละแปลงย่อยพร้อมกับการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ระยะ 330 วันหลังปลูก เพื่อประเมินสถานะการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหาร เก็บตัวอย่างจากใบและเหง้า สำหรับใช้ติดตามการสะสมธาตุอาหาร ตัวอย่างใบสุ่มเก็บใบที่ขยายตัวเต็มที่ลำดับที่สองจากยอด ในช่วงกลางฤดูปลูกที่ระยะ 165 วัน หลังปลูก จำนวน 6-8 ต้น/แปลง (Office of Science for Land Development, 2004a) ตัวอย่างเหง้าเก็บตัวอย่างในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยสุ่มตัวอย่างในแต่ละแปลงย่อยที่มีขนาดกอเท่า ๆ กัน มาแปลงละ 4 กอ สำหรับนำส่งห้องปฏิบัติการ และใช้ประเมินผลผลิต

การบันทึกข้อมูลผลผลิต

นำตัวอย่างเหง้าไขมันชั้นในแต่ละแปลงย่อยมาล้างทำความสะอาด ตัดส่วนของรากออก ชั่งและบันทึกน้ำหนักสดของไขมันชั้นแต่ละกอ คำนวณน้ำหนักสดที่ได้เป็นผลผลิตต่อแปลงย่อยและต่อไร่ ตามลำดับ จากนั้นนำเหง้าไขมันชั้นในแต่ละแปลงย่อย ประมาณ 50 กรัม มาหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ นำไปชั่งน้ำหนักก่อนอบด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 65°C. จนน้ำหนักคงที่ คำนวณหาน้ำหนักแห้ง (Office of Science for Land Development, 2004a) ประเมินน้ำหนักแห้งที่ได้เป็นผลผลิตต่อแปลงย่อยและต่อไร่ ตามลำดับ

การวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและพืช

การวิเคราะห์ดิน นำตัวอย่างดินมาอบที่อุณหภูมิ 40°C. เป็นเวลา 1 สัปดาห์ จากนั้นจึงบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาดช่องเปิด 2 มม. (ISO 11464, 2006) นำตัวอย่างที่ได้มาวิเคราะห์ค่าพีเอช (pH, ดิน:น้ำ 1:1) (ISO 10390, 2005) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen) (ISO 13878, 1998) รวมถึงปริมาณอินทรีย์วัตถุ

(Organic matter) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่สกัดได้ (Extractable potassium, Calcium and Magnesium) ตามคู่มือวิเคราะห์ดิน (Jones, 2001) นอกจากนี้ หาขนาดอนุภาคเนื้อดินด้วยวิธีไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer method) (Bouyoucos, 1927)

ส่วนการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช นำตัวอย่างใบไขมันชั้นมาแช่สิ่งปนเปื้อน ด้วยผ้าสะอาดที่ผ่านการชุบน้ำกลั่นพอหมาด ๆ ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ส่วนเหง้าไขมันชั้น นำเหง้าที่ผ่านการล้างเอาดินออก ประมาณ 200 กรัม มาหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ หลังจากนั้น นำตัวอย่างใบและเหง้า ไปอบที่อุณหภูมิ 65°C. จนน้ำหนักคงที่ นำตัวอย่างไปบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช สำหรับใช้วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดงทั้งหมด (Total nitrogen, Phosphorus, potassium, Calcium, Magnesium sulfur, Iron, Manganese, Zinc and Copper) ตามคู่มือวิเคราะห์พืช (Jones, 2001)

การวิเคราะห์สารเคอร์คูมินอยด์

ชั่งตัวอย่างไขมันชั้นที่ผ่านการบดเป็นผง ประมาณ 0.3000 กรัม ใส่ขวดปริมาตรขนาด 10 มล. บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน ละลายตัวอย่างด้วยสารละลายเตตระไฮโดรฟูแรน (Tetrahydrofuran) และปรับปริมาตรให้ได้ 10 มล. พร้อมทั้งทำแบลนด์ นำไปเขย่าเบา ๆ บนเครื่องเขย่าเป็นระยะเวลา 24 ชม. หลังเขย่า ดูดสารละลายใสเหนือตะกอน มา 1 มล. ใส่ในขวดปริมาตรที่ 1 ปรับปริมาตรเป็น 25 มล. ด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) จากนั้นดูดสารละลายจากขวดปริมาตรที่ 1 มา 1 มล. ใส่ในขวดปริมาตรที่ 2 ปรับปริมาตรเป็น 50 มล. ด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร โดยวัดสารละลาย

มาตรฐานเคอร์คูมิน (Curcumin) ความเข้มข้น 0, 0.8, 1.6, 2.4 และ 3.2 มก./ล. ดัดแปลงจาก (Ministry of Public Health, 2009) จากนั้นวัดค่าแบลนด์และสารละลายตัวอย่าง ตามลำดับ หาสมการความสัมพันธ์ของค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน นำสมการที่ได้หาค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง และคำนวณย้อนกลับเพื่อหาความเข้มข้นเคอร์คูมินอยด์ ในหน่วยเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลตามวิธีสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's Honest Significant Difference (HSD) นอกจากนี้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นธาตุอาหารไนโตรเจนและแห้งไขมันชั้นกับผลผลิตน้ำหนักแห้งและปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ โดยใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอยแบบเส้นตรงเชิงเดี่ยวของข้อมูลตัวอย่าง (Simple linear regression analysis) และใช้สมการเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential) ขึ้นอยู่กับลักษณะความสัมพันธ์ของข้อมูลนั้น ๆ

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ข้อมูลดินที่ใช้ศึกษา

ดินที่ใช้ในการศึกษาเป็นชุดดินท่าชะ สามารถพบได้ในบริเวณที่ดอนที่มีหินพื้นเป็นหินทรายในบริเวณภาคใต้และภาคตะวันออกของประเทศ ลักษณะดินเกิดจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่ของกลุ่มหินเนื้อหยาบ หรืออาจถูกเคลื่อนย้ายมาเป็นระยะทางใกล้ ๆ โดยแรงโน้มถ่วงของโลก ส่งผลให้ชุดดินท่าชะเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จึงมีความเหมาะสมสำหรับนำมาใช้ทดสอบการตอบสนองต่อธาตุอาหารของพืช สอดคล้องกับผลวิเคราะห์สมบัติดินก่อนการทดลอง พบว่าลักษณะดินจัดอยู่ในกลุ่มเนื้อหยาบ มีอนุภาคขนาดทรายสูง ปฏิกริยาดินเป็นกรดรุนแรงมาก ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจน

ทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ อยู่ในระดับต่ำ (Table 1) ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะดินเนื้อหยาบ มีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารต่ำ แต่มีการระบายน้ำดี เมื่อเกิดฝนตกหรือมีน้ำไหลบ่าหน้าดิน ธาตุอาหารพืชส่วนใหญ่จึงถูกชะละลายออกไป ในขณะที่ไฮโดรเจนไอออน (H^+) มีความสามารถในการไล่ที่หรือแทนที่บริเวณผิวคอลลอยด์ดินหรือบริเวณที่สามารถแลกเปลี่ยนได้สูงกว่าแคตไอออนอื่น ๆ จึงมักเหลือตกค้างอยู่ในดินและส่งผลกระทบต่อดินเป็นกรด นอกจากนี้ลักษณะดินเนื้อหยาบมีส่วนช่วยให้ออกซิเจนในดินแพร่กระจายได้ดี จึงช่วยเร่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์สารในดิน มีผลให้อินทรีย์วัตถุถูกย่อยสลายอย่างรวดเร็วจึงมีเหลือตกค้างอยู่ในดินต่ำ ดังนั้นการปลูกพืชบริเวณพื้นที่ดังกล่าวจำเป็นต้องมีการปรับปรุงดินให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ การยกระดับพีเอชโดยการใช้วัสดุปูน การเพิ่มอินทรีย์วัตถุโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ควบคู่กับการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในดินโดยการใช้ปุ๋ยเคมี เป็นต้น (Soil Resources Survey and Research Division, 2017) อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยในพืชแต่ละชนิดจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงระดับความเพียงพอต่อความต้องการของพืชแบบเฉพาะเจาะจง

ผลของระดับโพแทสเซียมต่อสมบัติดินบางประการ

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่พืชให้ผลผลิตหัวหรือเหง้าต้องการในปริมาณสูง เนื่องจากทำหน้าที่ลำเลียงน้ำตาลไปสะสมในส่วนดังกล่าว อย่างไรก็ตามมีรายงานอันตรกิริยาเชิงลบระหว่างโพแทสเซียมกับธาตุอาหารอื่น ๆ (Osotsapar, 2009) จากการทดสอบอันตรกิริยาของโพแทสเซียมต่อธาตุอาหารบางชนิดในดินปลูกขมิ้นชันโดยการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ระดับ 0, 25, 50, 75, 100 และ 125 กก. $K_2O/ไร่$ และประเมินสมบัติดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่าระดับพีเอชดิน (Figure 1a) อินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด (Figure 1b) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัด

ได้ (Figure 1c) รวมถึงสัดส่วนธาตุอาหารในดิน ระหว่าง N/K, P/K, Ca/K และ Mg/K ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 1d) ซึ่งให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 25-125 กก./ไร่ ไม่มีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารชนิดอื่นในดิน ทั้งนี้ อาจเนื่องจาก ชุดดินท่าชะเป็นดินเนื้อหยาบ อินทรีย์วัตถุต่ำ การระบายน้ำดี ส่งผลให้ธาตุอาหารที่เพิ่มลงไป ในส่วนที่เหลือจากพืชดูดใช้ จะถูกชะ

ละลายออกไปเมื่อฝนตก เหลือเพียงไฮโดรเจนไอออนที่มีความสามารถในการไล่ที่สูงกว่าไอออนชนิดอื่น จึงเหลือตกค้างอยู่ในดิน สอดคล้องกับค่าพีเอชดิน ซึ่งยังคงอยู่ในระดับเดียวกับในช่วงก่อนการทดลอง อย่างไรก็ตาม อันตรกิริยาของโพแทสเซียมต่อการดูดสะสมธาตุอาหารบางธาตุในพืช สามารถประเมินจากผลวิเคราะห์ความเข้มข้นธาตุอาหารเหล่านั้นในพืช

Table 1 Properties of Tha Sae soil series in the experimental area

Soil properties	Analysis results	Interpretation of results
Sand (%)	80.50	-
Silt (%)	6.50	-
Clay (%)	13.0	-
Texture	Sandy loam	Coarse textured soil ^{1/}
pH	4.50	Extremely acid ^{1/}
OM (g/kg)	13.50	Low ^{1/}
N (g/kg)	0.95	Low ^{2/}
Avail. P (mg/kg)	1.62	Very low ^{1/}
Extr. K (mg/kg)	39.83	Low ^{1/}
Extr. Ca (mg/kg)	58.67	Very low ^{1/}
Extr. Mg (mg/kg)	18.75	Very low ^{1/}

^{1/}Office of Science for Land Development (2004b); ^{2/}Nyi *et al.* (2017)

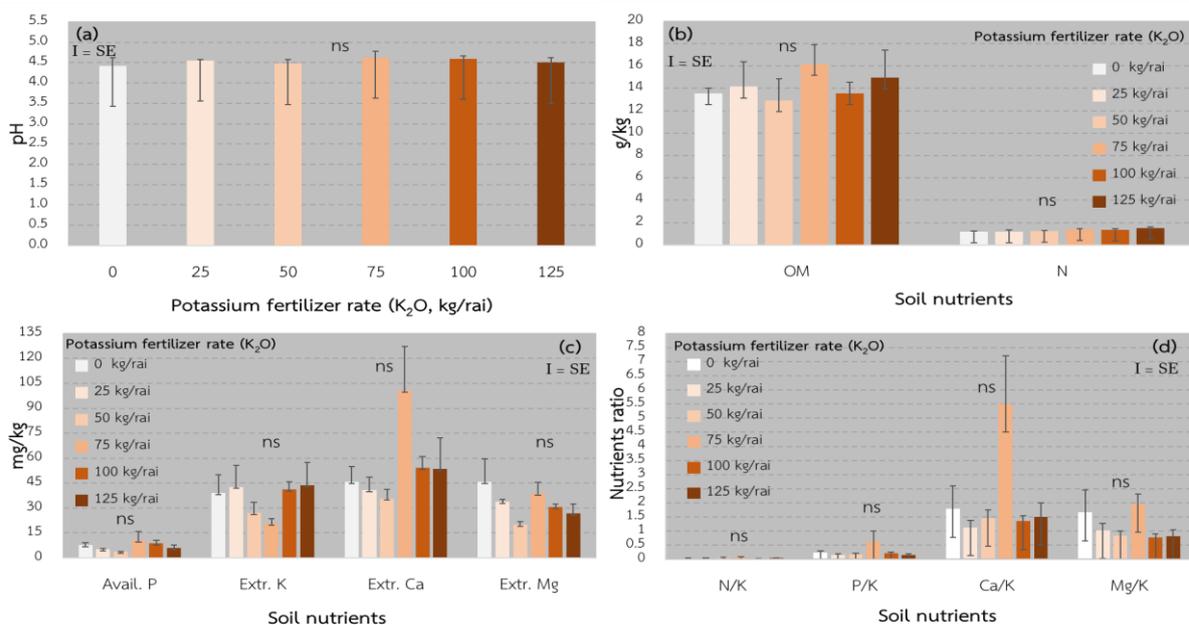


Figure 1 Effect of potassium levels on soil pH (a), organic matter, total nitrogen (b), available phosphorus, extractable potassium, calcium, magnesium (c) soil nutrients ratio N/K, P/K, Ca/K and Mg/K (d) (ns=no significant difference at P>0.05, SE=standard error)

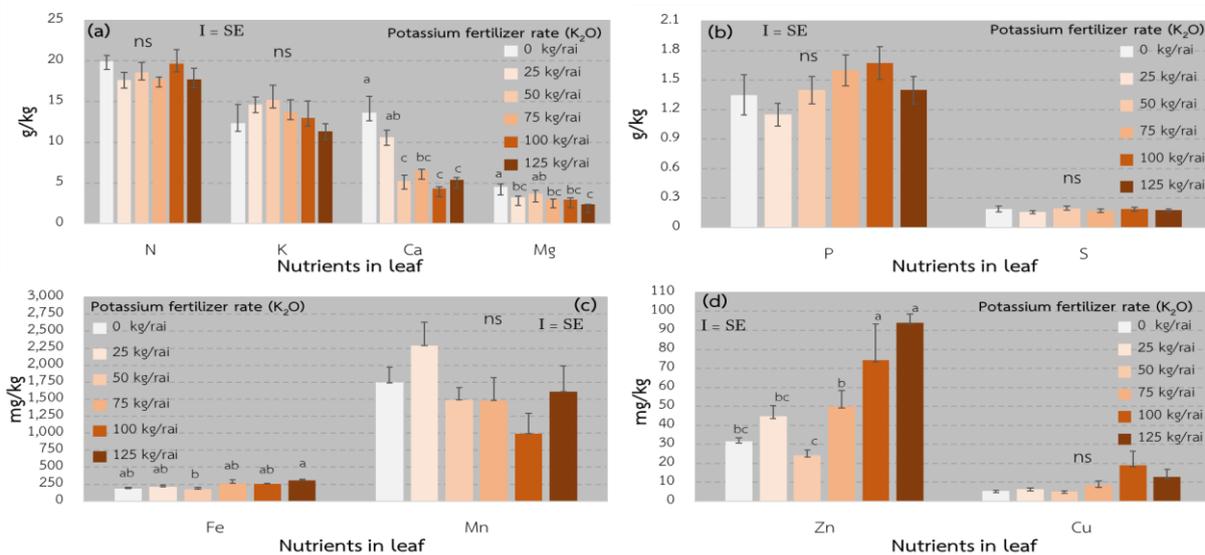


Figure 2 Effects of potassium levels on the nutrient concentrations in turmeric leaf were nitrogen, potassium, calcium and magnesium (a), phosphorus and sulfur (b), iron and manganese (c), zinc and copper (d) (ns=no significant difference at P>0.05, different letters indicate significant difference at P<0.05 HSD, SE=standard error)

ผลของระดับโพแทสเซียมต่อความเข้มข้นธาตุอาหารในใบขมมันชัน

การวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบช่วยบ่งชี้ความเพียงพอหรือความสามารถในการดูดใช้ธาตุอาหารของพืชจากการทดสอบอันตรกิริยาของโพแทสเซียมต่อธาตุอาหารบางชนิดในใบขมมันชัน โดยการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ระดับ 0, 25, 50, 75, 100 และ 125 กก. K_2O /ไร่ และประเมินความเข้มข้นธาตุอาหารในใบที่ขยายตัวเต็มที่ในช่วงกลางฤดูปลูก พบว่าขมมันชันมีแนวโน้มดูดใช้โพแทสเซียมเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่เพิ่มในดิน อย่างไรก็ตาม การดูดใช้เริ่มลดลงเมื่ออัตราปุ๋ยโพแทสเซียมมากกว่า 50 กก. K_2O /ไร่ ซึ่งให้เห็นถึงขีดจำกัดในการตอบสนองต่อโพแทสเซียมของขมมันชัน นอกจากนี้พบว่าความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียมในใบเริ่มลดลง จาก 13.7 และ 4.6 ก./กก. อยู่ในระดับ 10.7, 5.3, 6.5, 4.3, 5.4 และ 3.3, 3.7, 2.9, 2.9, 2.4 ก./กก. เมื่อมีการเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตรา 25, 50, 75, 100 และ 125 กก. K_2O /ไร่ ตามลำดับ (Figure 2a) แสดงให้เห็นถึงอันตรกิริยาของโพแทสเซียมที่มีต่อแคลเซียมและแมกนีเซียมอย่างเด่นชัด โดยเฉพาะแคลเซียม เมื่อพิจารณาจากสัดส่วนของ Ca/K ในใบ พบว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในช่วง 50-125 กก. K_2O /ไร่ ส่งผลให้สัดส่วน Ca/K อยู่ในช่วง 0.36-0.49 ต่ำกว่าสัดส่วนของตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยในอัตรา 25 กก. K_2O /ไร่ และไม่ใส่ปุ๋ย 0.74 และ 1.27 ตามลำดับ (Figure 3a) ดังนั้น การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับขมมันชันควรคำนึงถึงผลกระทบต่อการใช้ธาตุดังกล่าว ในขณะที่ผลการทดลองไม่พบอันตรกิริยาที่แน่ชัดต่อไนโตรเจน (Figure 2a) ฟอสฟอรัส กำมะถัน (Figure 2b) เหล็ก และแมงกานีสในใบ (Figure 2c) สำหรับความเข้มข้น

แมงกานีสในทุกตำรับการทดลอง พบว่ามีความเข้มข้นสูงกว่า 900 มก./กก. ซึ่งอยู่ในช่วงที่สูงเกินความต้องการของพืชทั่วไปและอาจเป็นพิษต่อพืช (Kalra, 1998) สาเหตุเนื่องจากดินมีพีเอชต่ำ ส่งผลให้แมงกานีสในรูปแมงกานีสไอออน (Mn^{2+}) สามารถละลายออกมาได้ดี (Khunthong *et al.*, 2020) ดินขมมันชันจึงดูดแมงกานีสไปสะสมในใบเกินความจำเป็น ดังนั้น การปลูกพืชบริเวณชุดดินท่าชะจะ จำเป็นต้องแก้ปัญหาความเป็นกรดของดินก่อน มีรายงานหากพีเอชของดินเพิ่มขึ้น 1 หน่วย ความเข้มข้นของแมงกานีสไอออนในสารละลายดินจะลดลง 100 เท่า (Osotsapar, 2009) อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการเพิ่มปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม ความเข้มข้นแมงกานีสในใบมีแนวโน้มลดลง ตามปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้น (Figure 2c) แสดงให้เห็นว่า การเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมอาจช่วยลดการดูดใช้แมงกานีส ซึ่งอาจนำไปปรับใช้เพื่อลดความเป็นพิษของแมงกานีสในพื้นที่อื่น ๆ สำหรับความเข้มข้นสังกะสีในใบ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยโพแทสเซียม โดยเฉพาะเมื่อใส่ปุ๋ยตั้งแต่ 100 กก. K_2O /ไร่ ขึ้นไป (Figure 2d) สอดคล้องกับสัดส่วน Zn/K ในใบ พบว่าอยู่ในระดับสูงกว่าตำรับการทดลองที่ไม่เพิ่มโพแทสเซียมอย่างเด่นชัด (Figure 3d) แสดงให้เห็นว่า การเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมในชุดดินท่าชะจะสำหรับขมมันชัน ส่งผลให้เกิดอันตรกิริยาเชิงบวกต่อการดูดสังกะสีไปสะสมในใบ อาจเนื่องจากสังกะสีทำหน้าที่เร่งกิจกรรมของเอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ดีสมิวเทส (Super Oxide Dismutase, SOD) เพื่อสลายอนุมูลอิสระที่เกิดจากการสะสมแมงกานีสในเซลล์มากเกินไป ซึ่งช่วยลดสภาวะเครียดของพืช (Li *et al.*, 2017) จึงกระตุ้นให้ต้นขมมันชันดูดสังกะสีมาสะสมบริเวณใบ พร้อมกับ การดูดใช้โพแทสเซียม

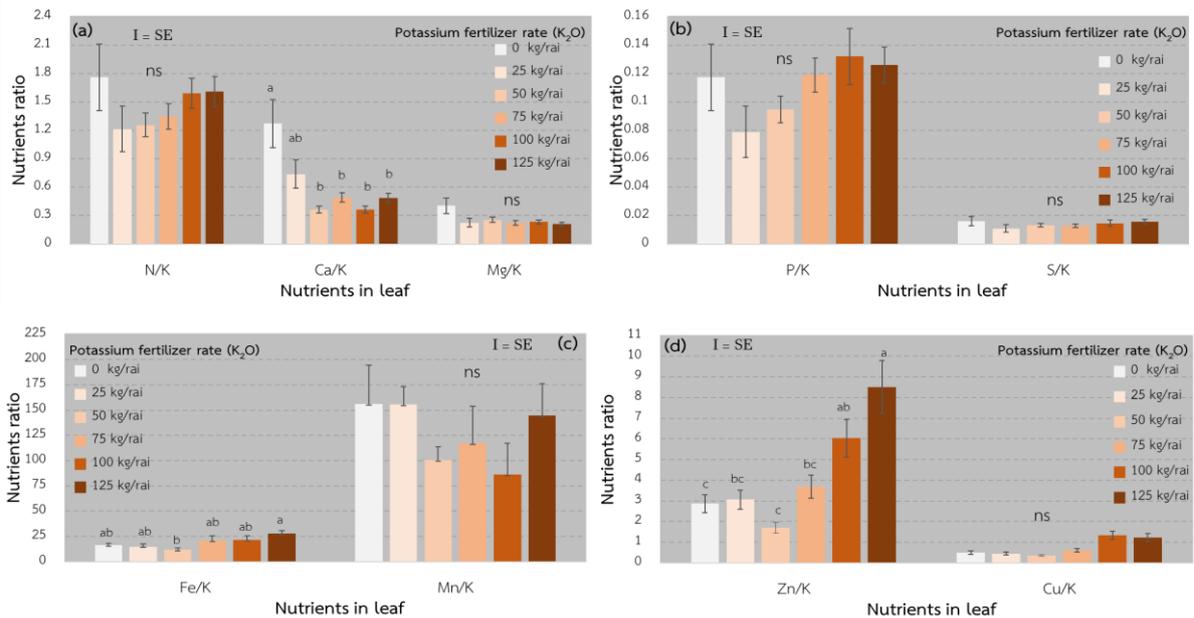


Figure 3 Effect of potassium levels on nutrient ratios in turmeric leaf were N/K, Ca/K and Mg/K (a) P/K and S/K (b), Fe/K and Mn/K (c), Zn/K and Cu/K (d) (ns=no significant difference at P>0.05, different letters indicate significant difference at P<0.05 HSD, SE=standard error)

ผลของระดับโพแทสเซียมต่อความเข้มข้นธาตุอาหารในเหง้าขมิ้นชัน

การวิเคราะห์ธาตุอาหารในเหง้าขมิ้นชันช่วยบ่งชี้ระดับธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิต ทำให้สามารถใช้เป็นแนวทางในการชดเชยธาตุอาหารที่สูญเสียออกจากพื้นที่คืนสู่ดิน จากการทดสอบอันตรกิริยาของโพแทสเซียมต่อธาตุอาหารบางชนิดในเหง้าขมิ้นชัน โดยการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ระดับ 0, 25, 50, 75, 100 และ 125 กก./ไร่ และประเมินความเข้มข้นธาตุอาหารในเหง้าขมิ้นชันในระยะเก็บเกี่ยว พบว่าการสะสมโพแทสเซียมในเหง้าขมิ้นชันเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่ใส่ เนื่องจากโพแทสเซียมทำหน้าที่ลำเลียงน้ำตาลมาสะสมในผลผลิต ทั้งนี้ ความเข้มข้นโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้นมีผลให้การสะสมแคลเซียมและแมกนีเซียมในเหง้าขมิ้นชันลดลง (Figure 4a) เช่นเดียวกับกรณีของความเข้มข้นในใบ เนื่องจากการเป็นปฏิปักษ์ต่อกันของธาตุอาหาร

นอกจากนี้ พบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจน (Figure 4a) และเหล็ก (Figure 4c) เริ่มลดลงอย่างชัดเจนเมื่อมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ระดับ 125 กก./ไร่ ส่วนสังกะสี (Figure 4d) มีความเข้มข้นลดลงเมื่อใส่ปุ๋ยอัตรา 50 กก./ไร่ แสดงให้เห็นว่า การตอบสนองของธาตุอาหารแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน การศึกษาผลของอันตรกิริยาจากการใช้ปุ๋ยจึงเป็นสิ่งจำเป็น ในขณะที่อันตรกิริยาต่อฟอสฟอรัส (Figure 4b) และแมงกานีส (Figure 4c) ยังไม่มีความชัดเจน โดยเฉพาะกรณีของแมงกานีส เหง้าขมิ้นชันมีการสะสมแมงกานีสเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยโพแทสเซียม โดยแมงกานีสมีบทบาทในการสังเคราะห์โปรตีนและคาร์โบไฮเดรต (Osotsapar, 2009) มีรายงานเหง้าขมิ้นชันมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ (Nelson *et al.*, 2017) แมงกานีสจึงเพิ่มขึ้นตามระดับโพแทสเซียม ซึ่งทำหน้าที่ลำเลียงสารต่าง ๆ มาสะสมในเหง้า

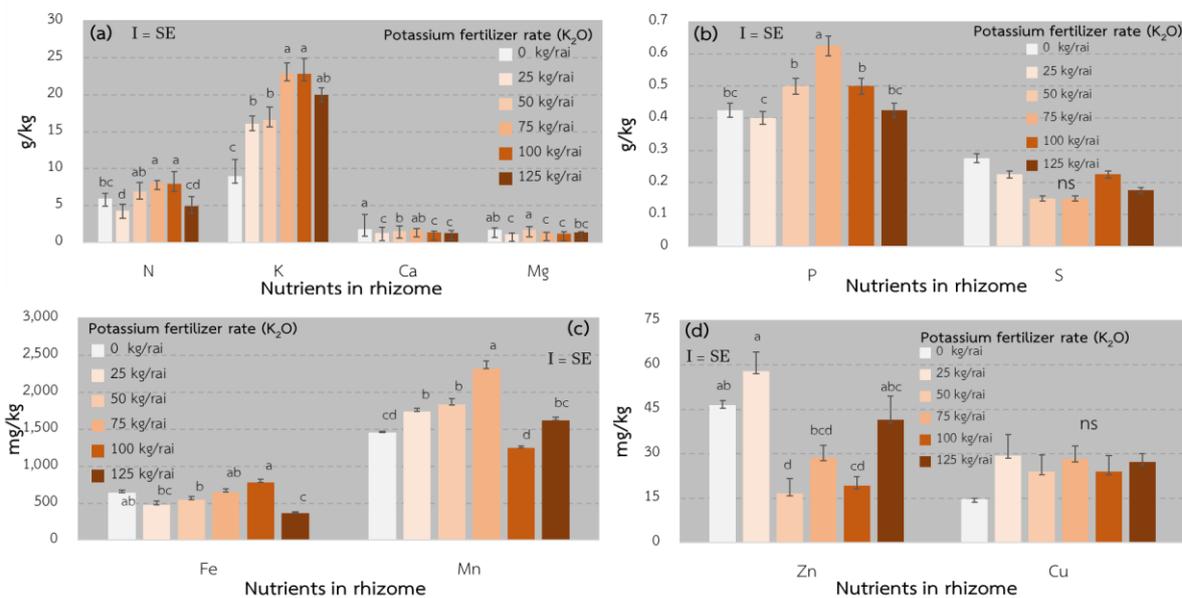


Figure 4 Effects of potassium levels on the nutrient concentrations in turmeric rhizome were nitrogen, potassium, calcium and magnesium (a), phosphorus and sulfur (b), iron and manganese (c), zinc and copper (d) (ns=no significant difference at $P>0.05$, different letters indicate significant difference at $P\leq 0.05$ HSD, SE=standard error)

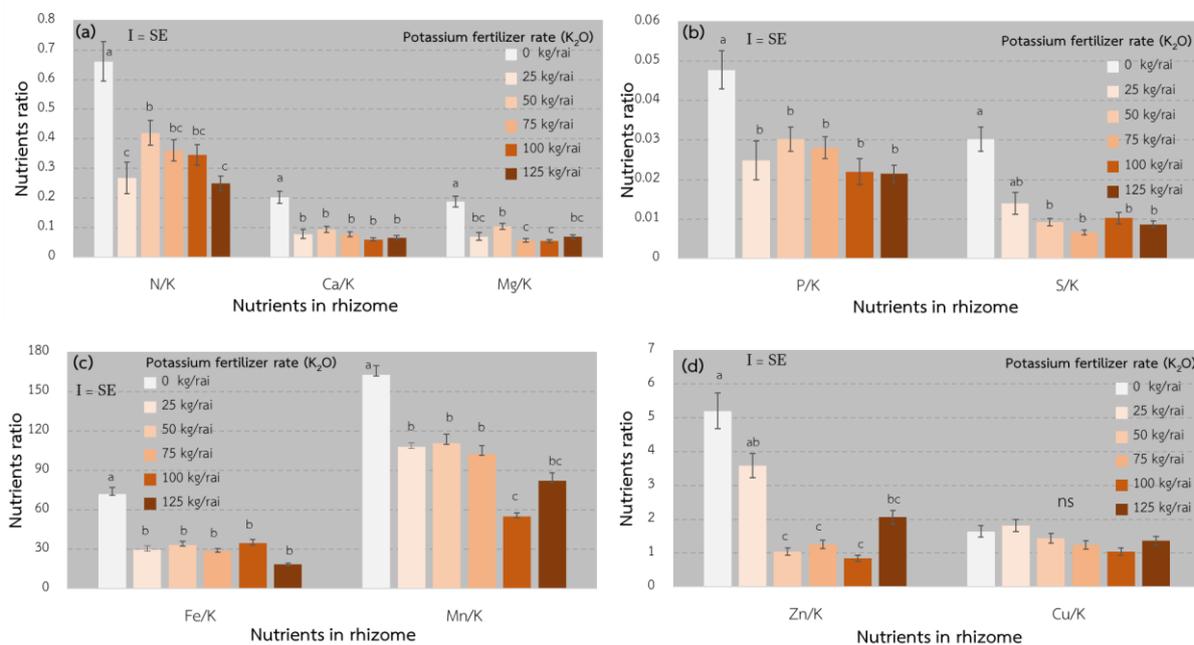


Figure 5 Effect of potassium levels on nutrient ratios in turmeric rhizome were N/K, Ca/K and Mg/K (a), P/K and S/K (b) Fe/K and Mn/K (c), Zn/K and Cu/K (d) (ns=no significant difference at $P>0.05$, different letters indicate significant difference at $P\leq 0.05$ HSD, SE=standard error)

อย่างไรก็ตามความเข้มข้นแมงกานีสลดลง เมื่อมีการใส่ปุ๋ยในอัตรา 100 กก. K_2O /ไร่ เนื่องจากความเข้มข้นของโพแทสเซียมที่สูงเกินไปมีผลเหนี่ยวนำให้พืชดูดแมงกานีสได้น้อยลง นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาจากสัดส่วนระหว่างธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ กับโพแทสเซียมในเหง้าขมื่นชัน พบว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมส่งผลให้สัดส่วนธาตุอาหารส่วนใหญ่ อยู่ในระดับต่ำกว่าค่ารับการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม (Figure 5a-5d) โดยเฉพาะกรณีของ Zn/K พบว่ามีค่าลดลงอย่างเด่นชัดเมื่อมีการใส่ปุ๋ยตั้งแต่ 50 กก. K_2O /ไร่ ขึ้นไป ทั้งที่สังกะสีในใบมีการสะสมเพิ่มขึ้นตามปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม แสดงให้เห็นว่าโพแทสเซียมมีอิทธิพลเชิงบวกต่อการดูดสังกะสีสะสมในใบ เนื่องจากสังกะสีมีบทบาทช่วยลดความเครียดที่เกิดจากแมงกานีส ในขณะที่เป็นปฏิปักษ์ต่อการเคลื่อนย้ายสังกะสีไปสะสมในเหง้า อาจเนื่องจากสังกะสีมีความสามารถในการเคลื่อนย้ายภายในเซลล์ต่ำกว่าโพแทสเซียม ดังนั้นการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับขมื่นชันควรระวังผลกระทบต่อเชิงลบที่อาจมีผลยับยั้งการเคลื่อนย้ายสังกะสีภายในเซลล์

ผลของระดับโพแทสเซียมต่อผลผลิตขมื่นชัน

จากการทดสอบอิทธิพลของโพแทสเซียมต่อธาตุอาหารบางชนิดสำหรับขมื่นชัน โดยการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ระดับ 0, 25, 50, 75, 100 และ 125 กก. K_2O /ไร่ และประเมินผลผลิตขมื่นชัน พบว่าการใส่ปุ๋ยที่ระดับ 25 กก. K_2O /ไร่ ส่งผลให้ได้ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเหง้าขมื่นชันสูงสุด 1,648 และ 184 กก./ไร่ ตามลำดับ ในขณะที่ เมื่ออัตราปุ๋ยเพิ่มขึ้นส่งผลให้ผลผลิตลดลง (Figure 6a) แสดงให้เห็นถึงขีดจำกัดในการตอบสนองต่อปริมาณโพแทสเซียมของขมื่นชัน

อาจเนื่องจากโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้นเป็นปฏิปักษ์ต่อการดูดใช้ธาตุอาหารชนิดอื่น โดยเฉพาะแคลเซียมและแมกนีเซียม (Figure 2a) พบว่าเมื่อใส่ปุ๋ยมากกว่า 25 กก. K_2O /ไร่ ส่งผลให้ความเข้มข้นแคลเซียมในใบลดลงอยู่ในระดับต่ำกว่า 10 ก./กก. ซึ่งจัดอยู่ในช่วงขาดแคลนสำหรับพืชทั่วไป ส่วนความเข้มข้นแมกนีเซียมในใบเริ่มลดลงอย่างเด่นชัด และอยู่ในช่วงขาดแคลน (Kalra, 1998) เมื่อใส่ปุ๋ยมากกว่า 50 และ 100 กก. K_2O /ไร่ ตามลำดับ โดยแคลเซียมทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์สร้างความแข็งแรงให้กับท่อลำเลียงน้ำและอาหารของต้นขมื่นชัน ดังนั้น เมื่อผนังเซลล์ของท่อลำเลียงมีแคลเซียมไม่เพียงพอจึงกระทบต่อความสามารถในการดูดน้ำและธาตุอาหาร ความแข็งแรงของผนังเซลล์ยังช่วยให้ต้นขมื่นชันต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืช มีรายงานการใช้ปูนเผาซึ่งเป็นแหล่งของแคลเซียมอัตรา 800 กก./ไร่ ช่วยแก้ปัญหาการเกิดโรคเหี่ยวของขมื่นชัน (Department of Agricultural Extension, 2008) ในขณะที่ แมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ เมื่อในใบมีความเข้มข้นต่ำทำให้มีผลต่อความสามารถในการสังเคราะห์แสง ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานสำหรับใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิต (Osotsapar, 2009) ดังนั้น เมื่อต้นขมื่นชันขาดแคลเซียมและแมกนีเซียมจึงส่งผลให้ได้ผลผลิตต่ำ นอกจากนี้ เมื่อประเมินจากความเข้มข้นของสารเคอร์คูมินอยด์ในเหง้าขมื่นชัน พบว่าทุกค่ารับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีความเข้มข้นเคอร์คูมินอยด์ไม่แตกต่างกัน อยู่ในช่วง 13-14.3 เปอร์เซ็นต์ แต่ค่ารับการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีความเข้มข้นเคอร์คูมินอยด์สูงสุด 21.8 เปอร์เซ็นต์ (Figure 6b)

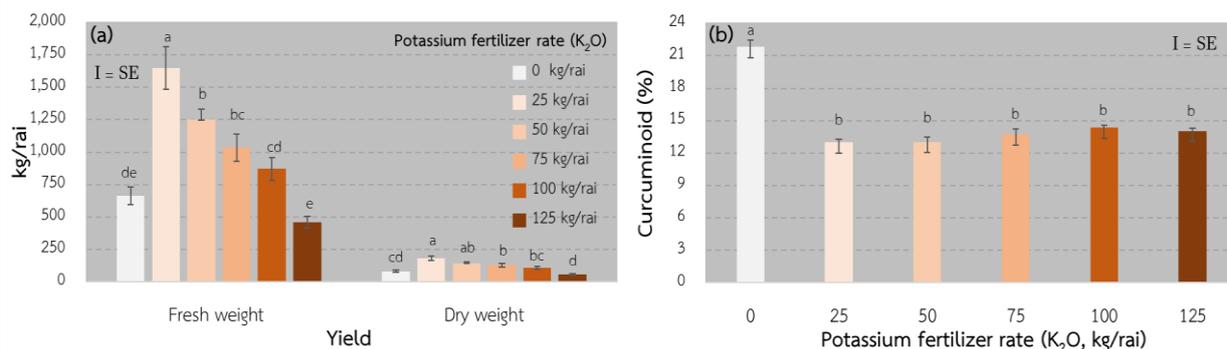


Figure 6 Effect of potassium levels on fresh and dry weight yields (a) of turmeric rhizome and curcuminoid contents (b) (different letters indicate significant difference at $P \leq 0.05$ HSD, SE=standard error)

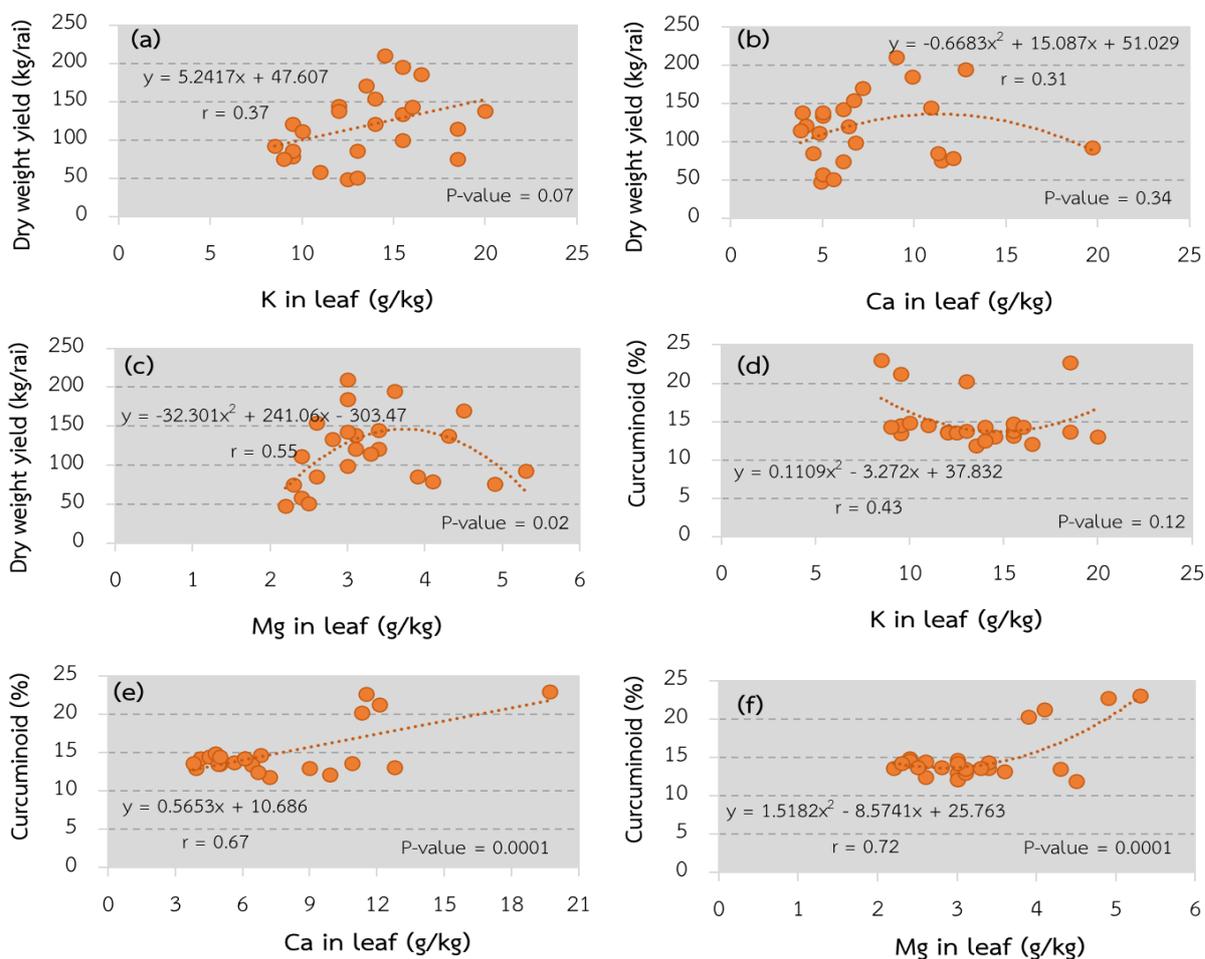


Figure 7 The correlation between the concentrations of potassium (a), calcium (b) and magnesium (c) in leaf with dry weight yield and the correlation between the concentrations of potassium (d), calcium (e) and magnesium (f) in leaf with the curcuminoid contents

แสดงให้เห็นว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้น มีผลยับยั้งการผลิตสารดังกล่าว อาจเนื่องจากการเพิ่มปุ๋ย โพแทสเซียมเป็นปฏิกิริยาต่อการดูดใช้แคลเซียมและ แมกนีเซียม จึงมีผลต่อกิจกรรมการสังเคราะห์สาร เคอร์คูมินอยด์ ตามบทบาทหน้าที่ของแคลเซียมและ แมกนีเซียมที่จำเป็นสำหรับพืช ดังที่กล่าวไว้ในข้างต้น สอดคล้องกับผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น ของแคลเซียมและแมกนีเซียมในใบ (Figure 7e-7f) และ เหง้ามีนชั้น (Figure 8e-8f) กับปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ พบว่ามีความสัมพันธ์กัน เมื่อความเข้มข้นของแคลเซียม และแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นทั้งในส่วนของใบและเหง้า

มีแนวโน้มส่งผลให้ความเข้มข้นของสารเคอร์คูมินอยด์ เพิ่มขึ้น ซึ่งแตกต่างจากลักษณะความสัมพันธ์ของ โพแทสเซียมในเหง้า พบว่าปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ มีแนวโน้มลดลงเมื่อเหง้ามีความเข้มข้นโพแทสเซียม เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นถึงผลของสภาวะปฏิกิริยาที่เกิดจาก โพแทสเซียมกระทำต่อแคลเซียมและแมกนีเซียม ในขณะที่ เมื่อพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น ธาตุอาหารในใบและเหง้ากับผลผลิตน้ำหนักแห้ง พบว่า แมกนีเซียมในใบ (Figure 7c) และเหง้า (Figure 8c) มีความสัมพันธ์กับผลผลิตในลักษณะเส้นโค้งอย่างเด่นชัด ส่วนกรณีของแคลเซียมไม่พบความสัมพันธ์ (Figure 7b, 8b)

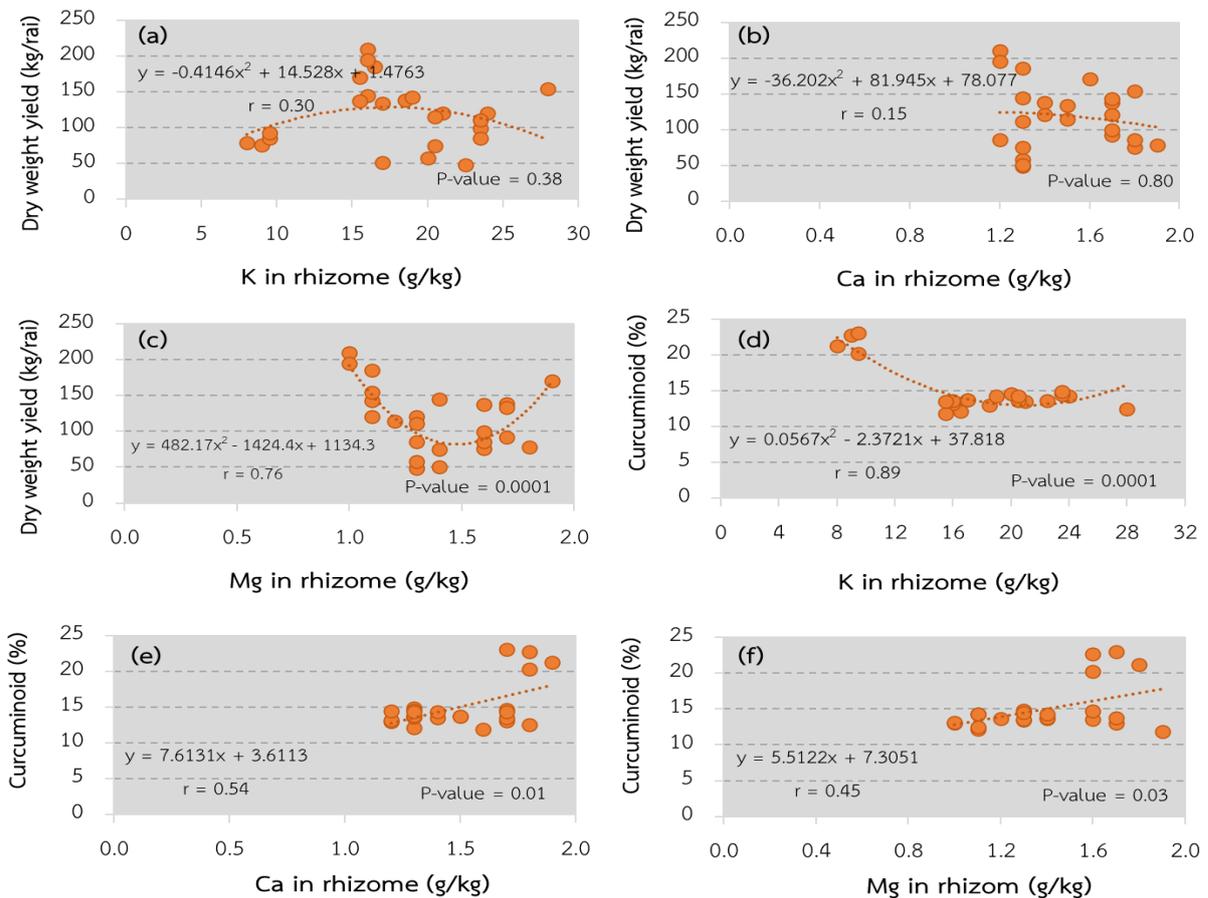


Figure 8 Correlation between the concentrations of potassium (a), calcium (b) and magnesium (c) in rhizome with dry weight yield and correlation between the concentrations of potassium (d), calcium (e) and magnesium (f) in rhizome with the curcuminoid contents

แสดงให้เห็นว่าแมกนีเซียมอาจมีความจำเพาะต่อการสร้างผลผลิตไขมันชั้นมากกว่าแคลเซียม เนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์แป้งและน้ำตาล ก่อนจะถูกลำเลียงไปสร้างผลผลิต ส่วนแคลเซียมมีบทบาทในกระบวนการสร้างความแข็งแรงให้กับต้นขมิ้นชัน อย่างไรก็ตามความเข้มข้นคูเคอร์มินอยด์ที่มีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในทุกตำรับการทดลอง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของตำรับยาสมุนไพรไทย ซึ่งกำหนดให้มีความเข้มข้นคูเคอร์มินอยด์จากเหง้าขมิ้นชันไม่น้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ (Ministry of Public Health, 2009) ประกอบกับการใส่ปุ๋ยที่ระดับ 25 กก. K_2O /ไร่ มีอันตรกิริยาเชิงลบต่อแคลเซียมและแมกนีเซียมต่ำกว่าตำรับการทดลองอื่น ส่งผลให้ได้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงสุด ดังนั้นการปลูกขมิ้นชันบริเวณที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ต่ำ ระดับปุ๋ยโพแทสเซียมที่เหมาะสม คือ 25 กก. K_2O /ไร่ ทั้งนี้อาจสามารถเพิ่มผลผลิตไขมันชั้นได้อีก หากก่อนปลูกขมิ้นชันมีการแก้ปัญหาคือความเป็นกรดของดิน เพื่อลดความเป็นพิษของแมงกานีสโดยการใส่โดโลไมท์ เพราะนอกจากช่วยยกระดับพีเอชดิน ยังช่วยเพิ่มปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียม ซึ่งจะช่วยลดอันตรกิริยาเชิงลบที่เกิดจากโพแทสเซียม นอกจากนี้ ควรเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินเพื่อช่วยดูดซับน้ำและธาตุอาหารจากปุ๋ยที่ใส่ จึงควรศึกษาประเด็นดังกล่าวเพิ่มเติม

สรุปผลการวิจัย

การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม อัตรา 25 กก. K_2O /ไร่ สำหรับปลูกขมิ้นชัน บริเวณดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ส่งผลให้ได้ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเหง้าขมิ้นชันสูงสุด ในขณะที่การเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมในช่วง 50-125 กก. K_2O /ไร่ ทำให้ผลผลิตลดลง ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในทุกอัตรา มีผลให้ความเข้มข้นแคลเซียมและแมกนีเซียมในใบและเหง้าขมิ้นชัน รวมถึงสารเคอร์คูมินอยด์ลดลง เนื่องจากโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้นเป็นปฏิปักษ์ต่อการดูดใช้แคลเซียม

และแมกนีเซียม จึงเป็นปัจจัยจำกัดปริมาณและคุณภาพผลผลิต ดังนั้น เพื่อปรับความสมดุลของธาตุอาหารในดินและพืช จำเป็นต้องเพิ่มแคลเซียมและแมกนีเซียมควบคู่กับโพแทสเซียมเพื่อลดอันตรกิริยาระหว่างธาตุอาหาร

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกรมพัฒนาที่ดินประจำปีงบประมาณ 2562-2563

เอกสารอ้างอิง

- Bouyoucos, G.J. 1927. The hydrometer as a new method for the mechanical analysis of soils. *Soil Sci.* 23: 343-353.
- Department of Agriculture. 2005. **Recommendations on the Use of Fertilizers for Economic Crops.** Bangkok: Department of Agricultural. 121 p. [in Thai]
- Department of Agricultural Extension. 2008. **Handbook of Agricultural Extension Scholars, Turmeric.** Bangkok: Department of Agricultural Extension. 28 p. [in Thai]
- ISO 10390. 2005. **Soil Quality-determination of pH.** Geneva: International Standard. 7 p.
- ISO 11464. 2006. **Soil Quality-pretreatment of Samples for Physico-chemical Analysis** Geneva: International Standard. 11 p.
- ISO 13878. 1998. **Soil Quality-determination of Total Nitrogen Content by Dry Combustion (Elemental Analysis).** Geneva: International Standard. 5 p.

- Jones, J.B. 2001. **Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis**. New York: CRC Press. 384 p.
- Kalra, Y.P. 1998. **Handbook of Reference Methods for Plant Analysis**. New York: CRC Press. 287 p.
- Khunthong, S., N. Prakongkep, M. Meetam, N. Surak, W. Suaysom, C. Kerdchana, C. Karapakdee, P. Chomun, C. Suaysom and T. Upanisakorn. 2020. Interaction between manganese with other plant nutrients in tea-oil camellia (*Camellia oleifera* Abel.) plantation soils, Ban Pang Mahan, Chiang Rai province. **Songklanakarinn J. Pl. Sci.** 7: 219-234. [in Thai]
- Land Development Department. 2017. **Land suitability map for the cultivation of turmeric, black ginger, phlai and gotu kola medicinal plants**. [Online]. Available <http://e-library.ldd.go.th> (31 August 2021).
- Li, Z., X. Han, X. Song, Y. Zhang, J. Jiang, Q. Han M. Liu, G. Qiao and R. Zhuo. 2017. Overexpressing the *Sedum alfredii* Cu/Zn superoxide dismutase increased resistance to oxidative stress in transgenic *Arabidopsis*. **Front. Plant Sci.** 8: doi: 10.3389/fpls.2017.01010.
- Maneepong, S. 2008. A nutrient survey for establishment of standard recommendation of soil and plant analysis for pummelo. **Agricultural Sci. J.** 39: 62-65. [in Thai]
- Ministry of Public Health. 2009. **Thai Herbal Pharmacopoeia Volume I**. Nonthaburi: Ministry of Public Health. 140 p.
- Nelson, K.M., J.L. Dahlin, J. Bisson, J. Graham, G.F. Pauli and M.A. Walters. 2017. The essential medicinal chemistry of curcumin. **J. Med. Chem.** 60: 1620-1637.
- Nilnond, C., T. Eksomtramage, T. Juntaraniyom, P. Tongkum and W. Leowarin. 2001. Effect of fertilizer application on yield of oil palm. **Songklanakarinn J. Sci. Technol.** 23: 649-659. [in Thai]
- Nyi, T., V. Philip, M.I.H. Bujang, K. Ra, B. Irianta P. Sengxua, N. Sipaseuth, A.A. Harirah B.B. Jantan, S.M. Salguero, P. Meunchang, V.M. Quyet, N.Q. Hai, P. Moody, T.E. Jakel and W. Soda. 2017. **ASEAN guidelines on soil and nutrient management**. [Online]. Available <http://org.doa.go.th/aseancrops/?p=1639> (1 December 2020).
- Office of Agricultural Economics. 2005. **Economic Research Study of Thai Herbs in the Case of Turmeric**. Bangkok: Office of Agricultural Economics. 42 p. [in Thai]
- Office of Science for Land Development. 2004a. **Manual Analysis of Soil Samples for Water, Fertilizer, Soil Improvement Materials and Analysis for Product Certification, Volume II**. Bangkok: Department of Land Development. 255 p. [in Thai]

- _____. 2004b. **Manual Analysis of Soil Samples for Water, Fertilizer, Soil Improvement Materials and Analysis for Product Certification, Volume I.** Bangkok: Department of Land Development. 184 p. [in Thai]
- Onthong, J., S. Gimsanguan and P. Tiraphat. 2006. Standard values of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in longkong leaf. **Agricultural Sci. J.** 37: 257-268. [in Thai]
- Osotsapar, Y. 2009. **Plants Nutrient.** Bangkok: Kasetsart University. 529 p. [in Thai]
- Soil Resources Survey and Research Division. 2017. **Eastern and Southern Soil Series, Basic Knowledge for Agriculture.** Bangkok: Department of Land Development. 93 p. [in Thai]

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกส้มโอในพื้นที่อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ

Factors Influencing the Suitability of Pomelo Area in Ban Thaen District Chaiyaphum Province

เอนก ศรีสุวรรณ* และวาสนา ภาณุรักษ์

Anake Srisuwan* and Wassana Phanurak

สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา นครราชสีมา 30000
Geoinformatics Program, Faculty of Science and Technology, Nakhonratchasima Rajabhat University
Nakhonratchasima, Thailand 30000

*Corresponding author: anake.s@nrru.ac.th

Received: June 17, 2020

Revised: January 30, 2021

Accepted: April 23, 2021

Abstract

Government policy aimed at enhancing the economic potential of the country. By enhancing the capabilities of Thai entrepreneurs at all levels by developing the local economy, promoting local trade and investment, strengthening the competitiveness that will push Thai GI products to be known in foreign countries. Geographical Indication (GI) is intellectual property occurred when there is a connection between nature and humans. The objectives of the study were 1) to study the geographical characteristics of pomelo planting areas 2) to analyze the land suitability assessment for pomelo areas and 3) to analyze the spatial relationship between geographic factors and land suitability for pomelo areas. Herein, topographic, meteorology, and hydrology data were used to extract and analysis land suitable for pomelo areas with a simple weighting analysis method and the derived results were applied to analyzing the spatial relationships with multiple linear regression analysis. Results revealed that 8 main factors of geographic characteristics for suitable area for pomelo planting include (1) slope: sl, (2) average annual rainfall: r, (3) soil drainage: (dr), (4) Soil pH, (5) Cation Exchange Capacity: CEC, (6) available nitrogen: N, (7) available phosphorus: P and (8) available potassium: K. The land suitability of the pomelo cultivation is 280.42 km² or 87.27% of the study area. The most important positive variable for land suitability is available phosphorus while the most significant negative variable is available potassium. This research will be taking part to describe the distinctive characteristics of geographic locations and the physical composition of pomelo plantation areas to exhibit Ban Thaen pomelo has a unique feature that is different from the pomelo grown in another area. Registration of Geographical Indications of Ban Thaen pomelo will raise the standard of agricultural goods to have value-added. This

will drive the provincial economic stimulation and increase the competitiveness of agricultural goods nationally and internationally.

Keywords: Geographical Indication, land suitability assessment, spatial relationship, value-added

บทคัดย่อ

นโยบายรัฐบาลที่มุ่งเน้นการเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของประเทศ ด้วยการเพิ่มขีดความสามารถของผู้ประกอบการไทยทุกระดับโดยการพัฒนาเศรษฐกิจท้องถิ่น (Local economy) ส่งเสริมการค้าการลงทุนภายในท้องถิ่นให้เข้มแข็งมีความสามารถในการแข่งขันที่ผลักดันให้สินค้า GI ไทยให้เป็นที่รู้จักในต่างประเทศ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่สินค้าชุมชนอย่างยั่งยืน สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ เป็นทรัพย์สินทางปัญญา จะเกิดขึ้นเมื่อมีความเชื่อมโยงระหว่าง ธรรมชาติและมนุษย์ วัตถุประสงค์การศึกษาครั้งนี้ คือ 1) ศึกษาลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ปลูกส้มโอ 2) วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกส้มโอ และ 3) วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างปัจจัยทางภูมิศาสตร์และความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกส้มโอ การวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลภูมิประเทศ อุดุนิยมวิทยา และอุทกวิทยา เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางภูมิศาสตร์วิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกส้มโอ ด้วยวิธีวิเคราะห์แบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย และวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ พบว่าลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่สำคัญของพื้นที่ปลูกส้มโอ มีทั้งสิ้น 8 ปัจจัย ประกอบด้วย (1) การระบายน้ำของดิน (2) ความลาดชัน (3) ค่าปฏิกริยาความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (4) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (5) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (6) ปริมาณไนโตรเจนในดิน (7) ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน และ (8) ปริมาณโพแทสเซียมในดิน มีระดับความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกส้มโอ 280.42 ตร.กม. หรือร้อยละ 87.27 ของพื้นที่ทั้งหมด ปัจจัยเชิงบวกที่สำคัญที่สุด คือ ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน ในขณะที่เดียวกันปัจจัยเชิงลบ

ที่สำคัญของความสัมพันธ์ คือ ปริมาณโพแทสเซียมในดิน การวิจัยครั้งนี้จะนำข้อมูลไปเป็นส่วนหนึ่งในการอธิบายถึงลักษณะจุดเด่นของแหล่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์และองค์ประกอบทางกายภาพของพื้นที่ปลูกส้มโอ ที่ทำให้ส้มโอบ้านแทนมีจุดเด่นที่เป็นเอกลักษณ์แตกต่างจากส้มโอที่ปลูกในแหล่งอื่น การขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ของส้มโอบ้านแทน จะเป็นการยกระดับมาตรฐานสินค้าเกษตรให้มีมูลค่าเพิ่ม อันจะนำไปสู่การกระตุ้นเศรษฐกิจของจังหวัด และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันสินค้าเกษตรในระดับประเทศและระดับสากลต่อไป

คำสำคัญ: สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ การประเมินความเหมาะสมของพื้นที่ ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ การเพิ่มมูลค่า

คำนำ

ส้มโอ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus maxima* (Burm.) Merr. อยู่ในวงศ์ Rutaceae เป็นผลไม้ที่มีศักยภาพในการส่งออก เนื่องจากเป็นผลไม้ที่มีรสชาติดี มีรสหวานอมเปรี้ยวขึ้นอยู่กับพันธุ์ และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นที่ต้องการของตลาด โดยเฉพาะการส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ (Department of Agriculture, 2000)

จังหวัดชัยภูมิเป็นพื้นที่ผลิตส้มโอที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีแหล่งผลิตสำคัญอยู่ที่บ้านหนองผักหลอด หมู่ที่ 9 ตำบลบ้านแทน อำเภอบ้านแทน จังหวัดชัยภูมิ เกษตรกรมีการรวมตัวกันเป็นกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอบ้านแทน ปลูกส้มโอพันธุ์ทองดี

ที่มีคุณภาพดี เปลือกไม่หนา เนื้อฉ่ำ รสหวานไม่ชา ตรงตามที่ต้องการ และมีคุณภาพดีพอที่จะส่งออกได้ กลุ่มเกษตรกรนี้มีจำนวนสมาชิกประมาณ 64 ราย พื้นที่ผลิตประมาณ 370 ไร่ ผลผลิตที่ได้มาตามมาตรฐานการส่งออกจะจำหน่ายให้กับผู้รวบรวมผลผลิตเพื่อการส่งออก ซึ่งปัจจุบันเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอบ้านแทนจำหน่ายผลผลิตให้กับพ่อค้าคนกลางหรือผู้รวบรวมผลผลิตเพื่อส่งออกไปขายต่างประเทศ เช่น จีน ญี่ปุ่น เวียดนาม ไต้หวัน ฮองกง เป็นต้น ส่วนตลาดในประเทศคู่ค้าหลัก คือ ห้างแม็คโคร และห้างสรรพสินค้าชั้นนำในกรุงเทพฯ รวมทั้งขายส่งให้กับพ่อค้าในจังหวัดขอนแก่น ร้อยเอ็ด และนครปฐม เกษตรกรผู้ปลูกส้มโอบ้านแทนมีรายได้จากการขายผลผลิตต่อรุ่น ประมาณ 90,000-100,000 บาทต่อไร่ (Rojanaphonthip, 2019).

สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indications หรือ GI) เป็นทรัพย์สินทางปัญญาประเภทหนึ่ง ซึ่งจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีความเชื่อมโยง (Links) ระหว่างปัจจัยสำคัญสองประการ คือ ธรรมชาติและมนุษย์ กล่าวคือ ชุมชนได้อาศัยลักษณะเฉพาะที่มีอยู่ในแหล่งภูมิศาสตร์ตามธรรมชาติ เช่น สภาพดินฟ้าอากาศ หรือ วัตถุดิบเฉพาะในพื้นที่ มาใช้ประโยชน์ในการผลิตสินค้า ในท้องถิ่นของตนขึ้นมา ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะพิเศษที่มาจากแหล่งภูมิศาสตร์นั้น ๆ (Department of Intellectual Property, 2011) สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์สามารถช่วยเพิ่มมูลค่า ยกระดับภาพลักษณ์ให้กับสินค้า และสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภค ด้วยการแสดงให้เห็นความเชื่อมโยงหรือเรื่องราวระหว่างสินค้ากับพื้นที่นั้น ๆ ที่พื้นที่อื่นไม่มีให้เห็น รวมถึงยังเป็นการระบุถึงชื่อเสียงหรือคุณภาพของสินค้า ลักษณะของสินค้า วัตถุดิบที่ใช้ กระบวนการผลิต ความแตกต่างจากสินค้านิตเดียวกันที่มีแหล่งกำเนิดมาจากพื้นที่อื่น เป็นต้น จึงเป็นเสมือนเครื่องหมายรับรองคุณภาพและแหล่งที่มาของสินค้า (Center of Intellectual Property and Business Incubator, 2016)

การศึกษาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์และระดับความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกส้มโอ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาและสกัดข้อมูลปัจจัยทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ปลูกส้มโอบ้านแทนที่มีอยู่ในปัจจุบัน 2) เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกส้มโอ และ 3) เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างปัจจัยทางภูมิศาสตร์และความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกส้มโอ ซึ่งเป็นการศึกษาเพื่อหาความโดดเด่นที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ปลูกส้มโอ ในพื้นที่อำเภอบ้านแทน จังหวัดชัยภูมิ ที่ทำให้ส้มโอบ้านแทนเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ทำให้ผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด และใช้ในการวางแผนขยายพื้นที่ปลูกส้มโอ โดยใช้องค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการศึกษา รวบรวม วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปขอรับสิทธิการคุ้มครองสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ของส้มโอพันธุ์ทองดี อำเภอบ้านแทน จังหวัดชัยภูมิ ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

อำเภอบ้านแทน มีพื้นที่ประมาณ 321.04 ตร.กม. มีพื้นที่ทางการเกษตร 248.05 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 77.27 พื้นที่ป่าไม้ 34.13 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 10.63 พื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้าง 13.89 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 4.33 พื้นที่แหล่งน้ำ 9.88 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 3.08 และพื้นที่เปิดเตล็ด 14.80 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 4.70 ประกอบไปด้วย 5 ตำบล ได้แก่ 1) ตำบลบ้านแทน 2) ตำบลสามสวน 3) ตำบลสระพัง 4) ตำบลบ้านเต่า และ 5) ตำบลหนองคู โดยตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัด ซึ่งทิศเหนือติดต่อกับอำเภอยุเมตและอำเภอยุเมต จังหวัดขอนแก่น ทิศตะวันออกติดต่อกับอำเภอยุเมต จังหวัดขอนแก่น ทิศใต้ติดต่อกับอำเภอยุเมต จังหวัดขอนแก่น ทิศตะวันตกติดต่อกับอำเภอยุเมต จังหวัดขอนแก่น (Figure 1) ลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบสูง อยู่สูงจากระดับน้ำทะเล

ประมาณ 240 เมตร ประกอบด้วยพื้นที่ราบเป็นส่วนใหญ่ มีลักษณะภูมิอากาศแบบมรสุม มี 3 ฤดูคือ 1) ฤดูร้อน เริ่มประมาณเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 38.8°ซ. อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 40.3°ซ. ในเดือนเมษายน 2) ฤดูฝน เริ่มประมาณเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 940.93-1067.57 มม./ปี และ 3) ฤดูหนาวเริ่มประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงเดือน

กุมภาพันธ์ อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 11.9°ซ. (Public Relations Province Office, Chaiyaphum, 2011) มีปริมาณน้ำระเหย 1,918.3 มม./ปี เดือนกันยายน ปริมาณการระเหยของน้ำมีค่าต่ำสุดที่ 127.8 มม. และเดือนเมษายนมีค่าสูงสุด 208.2 มม. (Amatayaku and Chomtha, 2014)

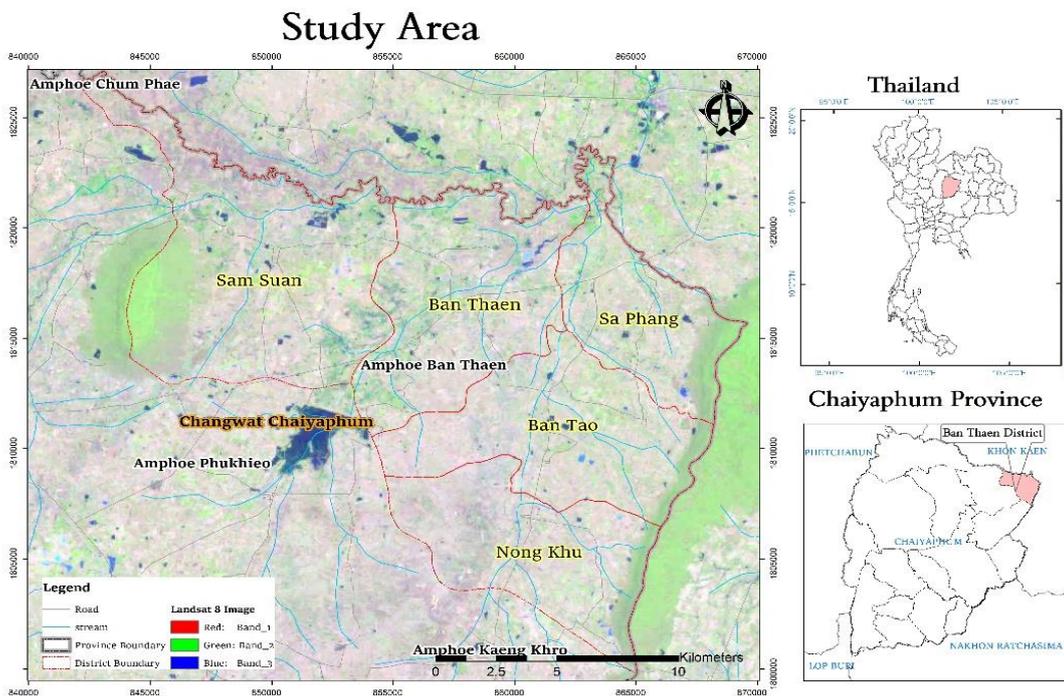


Figure 1 Study Area; Ban Thaen district, Chaiyaphum province

ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษานี้ได้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ 1) การศึกษาและสกัดข้อมูลปัจจัยทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ปลูกส้มโอบ้านแทนที่มีอยู่ในปัจจุบัน 2) การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกส้มโอ และ 3) การหาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างปัจจัยทางภูมิศาสตร์และความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกส้มโอ (Figure 2)

การศึกษาและสกัดข้อมูลปัจจัยทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ปลูกส้มโอบ้านแทนที่มีอยู่ในปัจจุบัน เริ่มต้นด้วย

1) การลงพื้นที่สำรวจข้อมูลตำแหน่งและพื้นที่แปลงปลูกส้มโอที่มีอยู่ในพื้นที่ (2) ทำการรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) ที่สำคัญที่บ่งบอกถึงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ปลูกส้มโอ ประกอบไปด้วย ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยา ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา และลักษณะทางอุทกวิทยา (Figure 3) จากนั้นนำมาวิเคราะห์ร่วมกับตำแหน่งแปลงปลูกส้มโอด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial analysis) เพื่อสกัดปัจจัยทางภูมิศาสตร์ที่สำคัญของพื้นที่ปลูกส้มโอบ้านแทนที่มีอยู่ในปัจจุบัน

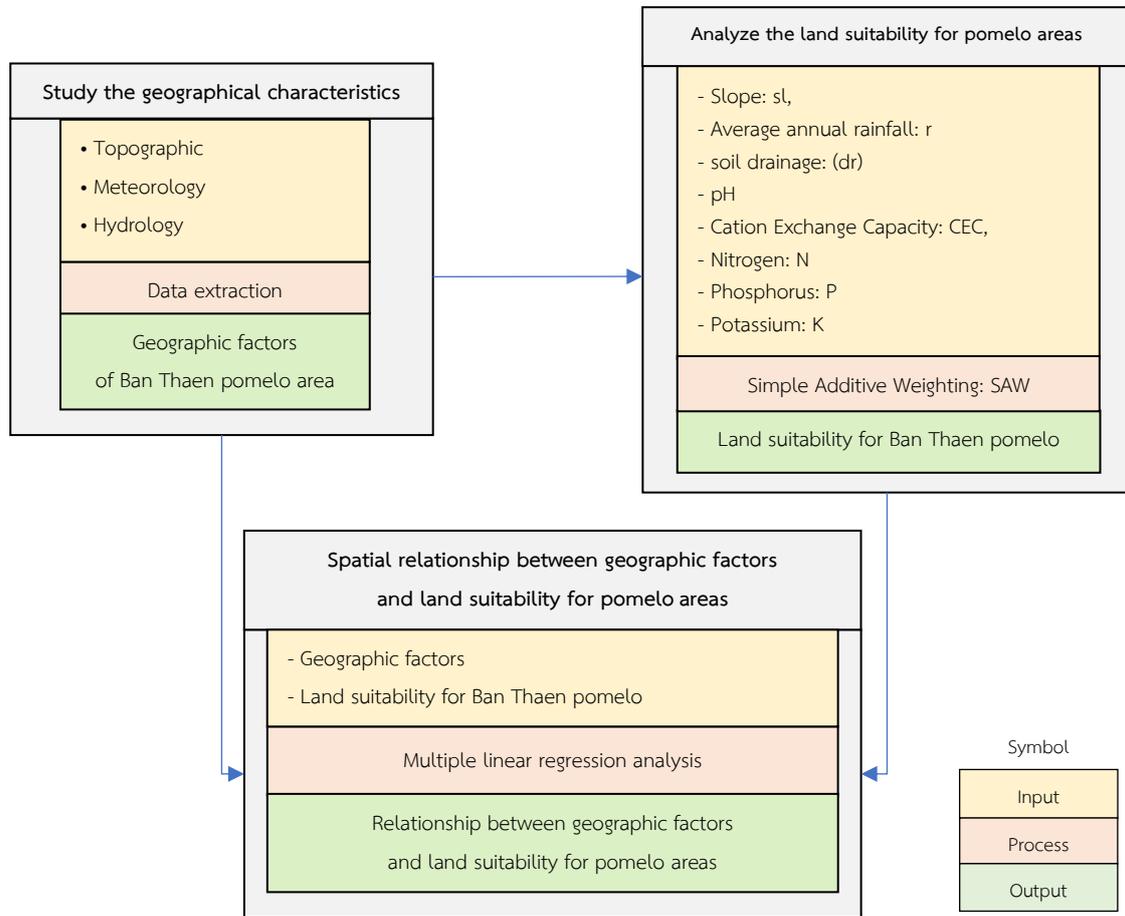


Figure 2 Overview of research methodology

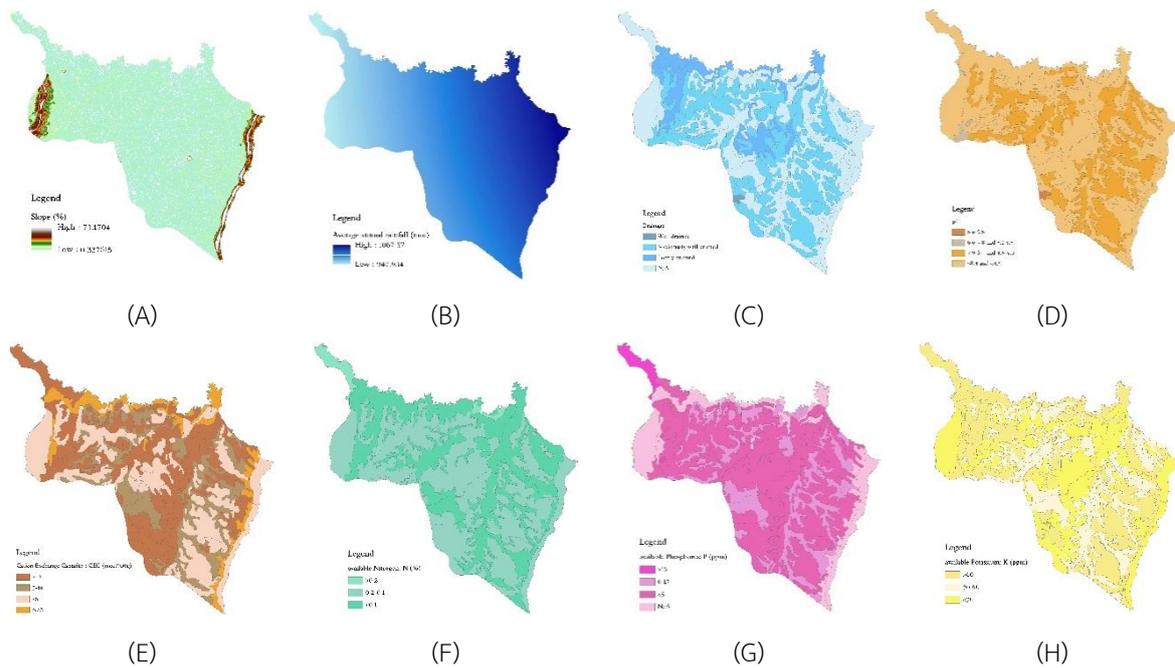


Figure 3 The environmental factors of Ban Thae district; (A) Slope, (B) average annual rainfall (C) soil drainage, (D) pH, (E) CEC, (F) N, (G) P and (H) K

การวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกส้มโอ ข้อมูลทางกายภาพที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ปลูกส้มโอจะถูกนำมาจัดระดับความสำคัญตามความต้องการใช้ที่ดินของการปลูกส้มโอ ตามปัจจัยวินิจฉัย โดยอ้างอิงจากคู่มือการประเมินคุณภาพของที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ (LDD, 2000) (Table 1) จากนั้นข้อมูลจะถูกนำมาให้ค่าระดับคะแนนของแต่ละปัจจัยตามระดับความเหมาะสม และค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย ในการศึกษาครั้งนี้ให้ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยมีค่าเท่ากับ 1 ทุกปัจจัย (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1983) หมายถึง แต่ละปัจจัยมีความสำคัญเท่ากัน จากนั้นจึงนำข้อมูลเชิงพื้นที่ของแต่ละปัจจัยเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ ด้วยวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (Simple Additive Weighting: SAW) ซึ่งใช้หลักการบนพื้นฐานของการให้ค่าน้ำหนักเฉลี่ยโดยจะให้ค่าถ่วงน้ำหนักที่แตกต่างกันตามความสำคัญ ผลรวมค่าคะแนนในแต่ละทางเลือกมาจากค่าน้ำหนักของข้อมูลคุณลักษณะแต่ละเรื่องสามารถ

นำมาเขียนสมการได้ดังสมการที่ 1 (Saravisutra, 2016)

$$A_i = \sum W_i X_{ij} \quad (1)$$

โดยที่ A_i คือ ทางเลือกแต่ละทางเลือก

W_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนัก

X_{ij} คือ ค่าระดับคะแนนของทางเลือกที่ i

ในข้อมูลคุณลักษณะที่ j

ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลจะถูกนำมาแบ่งช่วงชั้นคะแนนเพื่อจัดลำดับตามเกณฑ์ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกส้มโอตาม เช่น ค่าคะแนนมากกว่า 80 คะแนนขึ้นไป หมายถึง พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการปลูกส้มโอมาก (S1) ค่าคะแนน 41-80 คะแนน หมายถึง พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการปลูกส้มโอปานกลาง (S2) ค่าคะแนน 20-40 คะแนน หมายถึง พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการปลูกส้มโอน้อย (S3) และค่าคะแนนน้อยกว่า 20 คะแนน หมายถึง พื้นที่ที่ไม่มีความเหมาะสมในการปลูกส้มโอ (N) ดังแสดงใน Table 2

Table 1 Factor weighting of land quality parameters for pomelo cultivation

Crop requirement		Factor weighting			
Diagnostic factor	Unit	S1 (1.0)	S2 (0.8)	S3 (0.4)	N (0.1)
Slope: Sl	%	0-12	12-20	20-35	>35
Average annual rainfall: r	mm	1,500-2,000	2,000-2,500 1,200-1,500	2,500-3,000 1,100-1,200	>3,000 <1,100
Soil Drainage: dr	class	5,6	4	3	1,2
pH	pH	5.6-6.5	6.6-7.8 5.1-5.5	7.9-8.4 4.5-5.0	>8.4 <4.5
Cation exchange capacity: CEC	meq/100g	>10	5-10	<5	
Available Nitrogen: N	%	>0.2	0.2-0.1	<0.1	
Available Phosphorus: P	ppm	>15	5-15	<6	
Available Potassium: K	ppm	>60	30-60	<30	

Apply from: FAO (1983). S1 = Highly suitable; S2 = Moderately suitable; S3 = Marginally suitable and N = Not suitable

Table 2 Land suitability evaluation for pomelo plantation cultivation in the Ban Thae District, Chaiyaphum province

Definition	Suitability class	Index value
Highly suitable	S1	>80
Moderate suitable	S2	41-80
Marginally suitable	S3	20-40
Unsuitable	N	<20

การหาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างปัจจัยทางภูมิศาสตร์และความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกส้มโอ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างปัจจัยทางภูมิศาสตร์และความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกส้มโอ บ้านแท่น ใช้การวิเคราะห์แบบการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) ด้วยโปรแกรม SPSS โดยให้ระดับความเหมาะสมในการปลูกส้มโอ คือ Y และปริมาณ

โพแทสเซียมในดิน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน ปริมาณไนโตรเจนในดิน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี การระบายน้ำของดิน ปฏิกริยาของดิน และ ความลาดชัน เป็น $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$ และ X_8 ตามลำดับ ใช้วิธีการคัดเลือกตัวแปรแบบขั้นตอน (Stepwise selection) โดยจะกระทำการคัดเลือกจนกระทั่งไม่มีตัวแปรใดที่ถูกตัดออกจากสมการและ

ไม่มีตัวแปรใดที่จะถูกนำเข้าสู่สมการกระบวนการก็จะยุติ และได้สมการถดถอยที่มีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์สูงสุด โดยผลของค่าสหสัมพันธ์ที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0-1 (Chanaboon, 2017)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ลักษณะทางภูมิศาสตร์พื้นที่ปลูกส้มโอ อำเภอบ้านแพน จังหวัดชัยภูมิ

จากข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกส้มโอในเขตอำเภอบ้านแพน (Figure 4A) พบว่า

ความลาดชัน ระดับความลาดชันตามเกณฑ์ความต้องการของส้มโอ (Crop requirement) พบว่าความลาดชันในระดับความเหมาะสมมาก (S1) มีพื้นที่มากที่สุดคือ 299.81 ตร.กม (Table 3 และ Figure 4B)

ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำฝนตามเกณฑ์ความต้องการของส้มโอ อยู่ในระดับที่ไม่มีความเหมาะสม (N) 940.934-1,067.57 มม. ทั้งหมดในพื้นที่ (Table 3 และ Figure 4C)

การระบายน้ำของดิน ข้อมูลการระบายน้ำของดินตามเกณฑ์ความต้องการของส้มโอ พบว่าระดับความเหมาะสมปานกลาง (S2) มีพื้นที่มากที่สุดคือ 119.01 ตร.กม. (Table 3 และ Figure 4D)

ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) จำแนกตามเกณฑ์ความต้องการของส้มโอ พบว่าระดับความเหมาะสมมาก (S1) มีพื้นที่มากที่สุดคือ 122.36 ตร.กม. (Table 3 และ Figure 4E)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) จำแนกตามเกณฑ์ความต้องการของส้มโอ พบว่าพื้นที่ระดับไม่มีความเหมาะสม (N) มีพื้นที่มากที่สุดคือ 215.92 ตร.กม. (Table 3 และ Figure 4F)

ปริมาณไนโตรเจนในดิน (N) จำแนกตามเกณฑ์ความต้องการของส้มโอ พบว่าพื้นที่ระดับความเหมาะสมน้อย (S3) มีพื้นที่มากที่สุดคือ 160.89 ตร.กม. (Table 3 และ Figure 4G)

ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P) จำแนกตามเกณฑ์ความต้องการของส้มโอ พบว่าพื้นที่ระดับความเหมาะสมน้อย (S3) มีพื้นที่มากที่สุดคือ 191.45 ตร.กม. (Table 3 และ Figure 4H)

ปริมาณโพแทสเซียมในดิน (K) จำแนกตามเกณฑ์ความต้องการของส้มโอ พบว่าพื้นที่ระดับความเหมาะสมน้อย (S3) มีพื้นที่มากที่สุดคือ 191.45 ตร.กม. (Table 3 และ Figure 4I)

ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกส้มโอ

การประเมินความเหมาะสมสำหรับพื้นที่การปลูกส้มโอ ใช้ปัจจัยในการวิเคราะห์ทั้งหมด 8 ปัจจัยสามารถแบ่งพื้นที่เหมาะสมต่อการปลูกส้มโอ ในอำเภอบ้านแพน จังหวัดชัยภูมิ เป็น 4 ระดับคือ 1) พื้นที่มีระดับความเหมาะสมมาก (S1) มีพื้นที่ทั้งหมด 127.11 ตร.กม. พบมากในตำบลสามสวน ตำบลบ้านเต่า และตำบลบ้านแพน 2) พื้นที่มีระดับความเหมาะสมปานกลาง (S2) มีพื้นที่ทั้งหมด 99.61 ตร.กม. พบมากในตำบลบ้านเต่า และตำบลบ้านแพน 3) พื้นที่มีระดับความเหมาะสมน้อย (S3) มีพื้นที่ทั้งหมด 53.70 ตร.กม. พบมากในพื้นที่ของตำบลบ้านแพน และตำบลสระพัง และ 4) พื้นที่ระดับไม่เหมาะสม (N) มีพื้นที่ทั้งหมด 30.18 ตร.กม. พบเป็นส่วนน้อยและกระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ศึกษา (Table 4 และ Figure 5)

ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างปัจจัยทางภูมิศาสตร์และความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกส้มโอ

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางภูมิศาสตร์และความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกส้มโอบ้านแพนที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีค่ามากที่สุด อันดับแรกคือ ค่าโพแทสเซียมของดิน มีค่าสหสัมพันธ์มากที่สุด รองลงมาคือ ค่าฟอสฟอรัสในดิน มีค่าสหสัมพันธ์และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก CEC มีค่า

สหสัมพันธ์ 0.808, 0.305, 0.284 ตามลำดับ โดยที่ความลาดชันมีค่าสหสัมพันธ์น้อยที่สุด คือ 0.002

สมการความสัมพันธ์ ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างปัจจัยทางภูมิศาสตร์และความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกส้มโอบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ สามารถเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ 2

$$\text{Suitability value} = 354.203 - 52.92 X_1 - 17.545X_2 + 17.518X_3 + 14.265X_4 - 0.233X_5 + 4.241X_6 + 2.055X_7 - 0.021X_8 \quad (2)$$

เมื่อ Suitability value คือ ระดับความเหมาะสมในการปลูกส้มโอ คือ Y และปริมาณโพแทสเซียมในดิน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน ปริมาณไนโตรเจนในดิน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี การระบายน้ำของดิน ปฏิภานของดิน และความลาดชัน เป็น $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$ และ X_8 ตามลำดับ

Table 3 Factor rating of land quality parameters for pomelo plantation cultivation in the Ban Thaen district, Chaiyaphum province

Land quality parameter	Layer	Unit	Suitability	Rating	Area (sq.km.)
Slope: S	level, slightly undulating, undulating (0-12%)	%	S1	1.0	299.81
	Rolling (12-20%)		S2	0.8	4.31
	Hilly, steep slope (20-50%)		S3	0.4	8.01
	Very steep slope (>50%)		N	0.1	9.24
Average annual rainfall: r	940.934-1,067.57	mm	N	0.1	321.41
Drainage: d	Well drained		S1	1.0	0.78
	Moderately well drained		S2	0.8	119.01
	Poorly drained		N	0.1	43.70
Cation Exchange Capacity: CEC	>10	meq/100g	S1	1.0	122.36
	5-10		S2	0.8	67.78
	<5		S3	0.4	100.93
pH	Moderately acid to slightly acid (5.6-6.5)		S1	1.0	0.78
	Neutral to slightly and strong acid (6.6-7.8 and 5.1-5.5)		S2	0.8	67.78
	Moderately alkaline and very strongly acid (7.9-8.4 and 4.5-5.0)		S3	0.4	102.62
	Strongly alkaline and extremely acid (>8.4 and <4.5)		N	0.1	215.92

Table 3 (Continue)

Land quality parameter	Layer	Unit	Suitability	Rating	Area (sq.km.)
Available Nitrogen: N	>0.2%	%	S1	0.8	8.20
available Phosphorus: P	≤0.2-0.1%		S3	0.4	160.89
	>15 ppm	ppm	S1	1.0	0.20
	6-15 ppm		S2	0.8	75.80
	<6 ppm		S3	0.4	191.45
Available Potassium: K	>15 ppm	ppm	S1	1.0	0.20
	6-15 ppm		S2	0.8	75.80
	<6 ppm		S3	0.4	191.45

จากสมการความสัมพันธ์ของพื้นที่ความเหมาะสมในการปลูกส้มโอบ้านแท่นกับปัจจัยเชิงพื้นที่พบว่าปัจจัยเชิงพื้นที่ 4 ปัจจัย ที่มีความสัมพันธ์เชิงบวก คือ 1) ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน 2) ปริมาณไนโตรเจนในดิน 3) การระบายน้ำของดิน และ 4) ปฏิกริยาของดิน ในขณะที่เดียวกันมีปัจจัยเชิงพื้นที่จำนวน 4 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงลบ คือ 1) ปริมาณโพแทสเซียมในดิน 2) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก 3) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี และ 4) ความลาดชัน ซึ่งปัจจัย ที่มีอิทธิพลมาก 3 ลำดับแรก คือ ปริมาณโพแทสเซียมในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก แสดงให้เห็นว่า เมื่อปริมาณโพแทสเซียมในดินและการระบายน้ำของดิน มีค่าลดลงพร้อมด้วยปริมาณฟอสฟอรัสในดินมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้พื้นที่บริเวณนั้นมีโอกาสเกิดเป็นพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกส้มโอบ้านแท่นมากขึ้น โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ (R^2) เท่ากับ 0.844 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงพหุ (R) เท่ากับ 0.919 สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Suphatthra *et al.* (n.d.) ในการศึกษาสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกส้มโอหอมขนาดใหญ่ โดยการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินของแปลงปลูกส้มโอจำนวน 10 แปลง พบว่าแปลงส้มโอในพื้นที่อำเภอบางกล่ำ (BK1, BK2) ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุด คือ 140.00 และ

197.00 มก./กก. ค่า pH อยู่ที่ 4.7-5.3 ซึ่งเป็นปัจจัยทางกายภาพสำคัญที่ส่งผลให้เป็นแปลงส้มโอมีคุณภาพสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งปลูกอื่น ๆ

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Chuong and Boehme (2005) ในการประเมินความเหมาะสมด้านกายภาพของพื้นที่ปลูกส้มโอ ในพื้นที่เมืองเว้ ประเทศเวียดนาม โดยพบว่าระดับความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกส้มโอที่พิจารณาจากปริมาณโพแทสเซียมในดินเพียงอย่างเดียวมีพื้นที่มากที่สุด โดยที่ปริมาณโพแทสเซียมในดินเป็นธาตุอาหารที่สำคัญสำหรับพื้นที่ปลูกส้มโอ ซึ่งโพแทสเซียมเป็นธาตุที่ช่วยในการสังเคราะห์น้ำตาล แป้ง และโปรตีน ส่งเสริมการเคลื่อนย้ายน้ำตาลจากใบไปสู่ผล ทำให้ ผลไม่มีรสหวานมากขึ้น ช่วยให้ผลเติบโตเร็วและมีคุณภาพดี ช่วยให้พืชแข็งแรง ต้านทานต่อโรคและแมลงบางชนิด (LDD, n.d.) และสอดคล้องกับ Sangudom *et al.* (2015) ในการศึกษาการจัดการสวนส้มโอเพื่อผลิตส้มโอคุณภาพสำหรับส่งออก ซึ่งพบว่าความอุดมสมบูรณ์ของดินนั้นหากดินมีปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการครบถ้วนในปริมาณที่พอเพียงและสมดุลตามความต้องการแล้ว การใส่ธาตุอาหารเพิ่มไม่ทำให้ปริมาณผลผลิตและคุณภาพของส้มโอเพิ่มสูงขึ้น แต่เป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตและเพิ่มความเสี่ยงต่อการสูญเสียธาตุอาหารไปจากดินในช่วงฤดูฝน

ดังนั้นการปลูกส้มโอในพื้นที่ที่เหมาะสมนอกจากจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิตแล้วยังเป็นการช่วยลดต้นทุนจากการให้ธาตุอาหารเพิ่มเติมได้อีกทางหนึ่ง

และปริมาณโพแทสเซียมในดินนับเป็นธาตุอาหารที่มีอิทธิพลสำคัญลำดับแรก ๆ สำหรับการพิจารณาการเป็นพื้นที่เหมาะสมสำหรับการปลูกส้มโอ

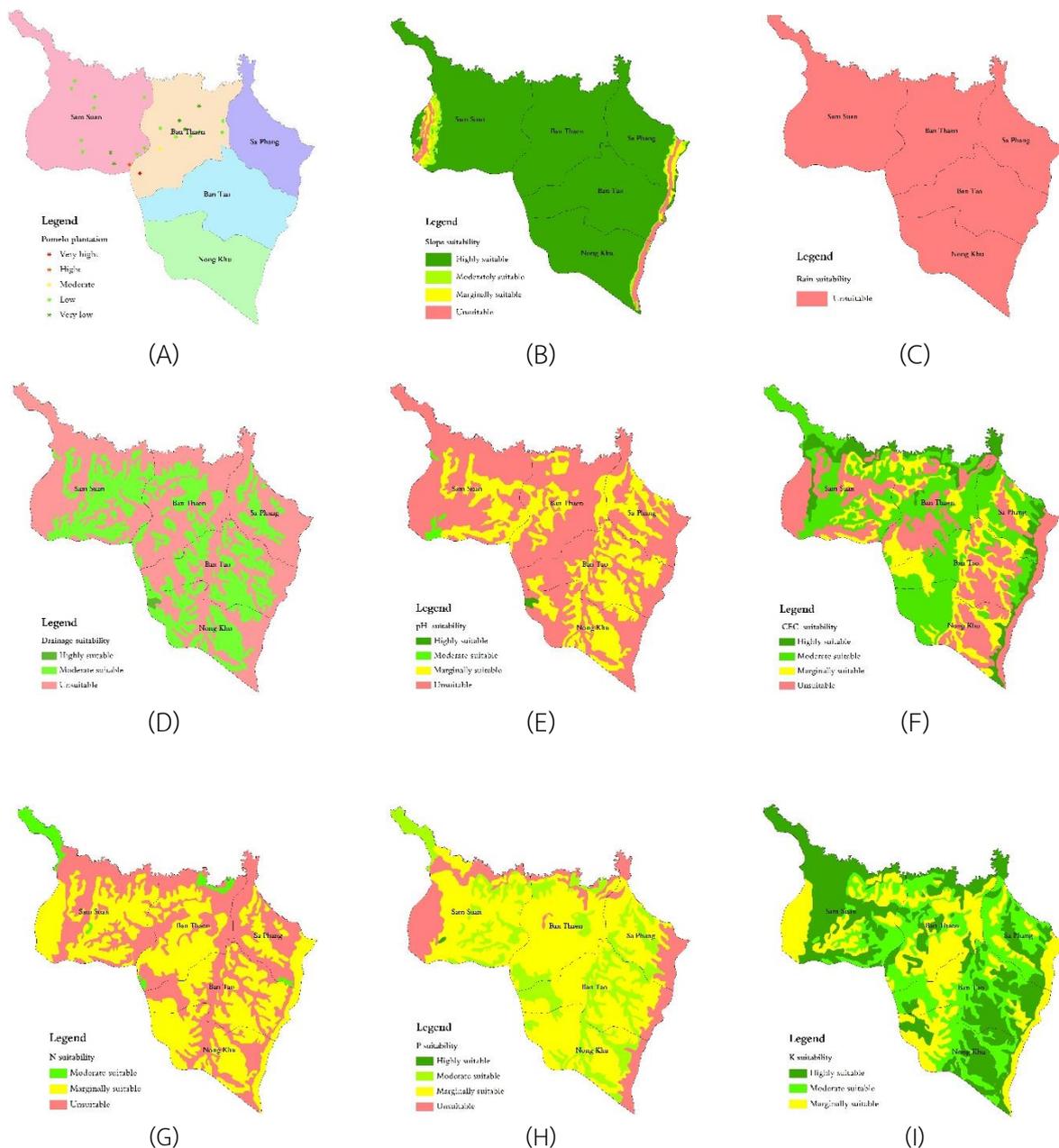


Figure 4 Environmental data; (A) village location of pomelo plantation, (B) slope, (C) average annual rainfall, (D) soil drainage, (E) pH, (F) CEC, (G) Nitrogen: N, (H) Phosphorus: P and (I) Potassium: K

Table 4 Land suitability for pomelo plantation in Ban Thaeen district, Chaiyaphum province

Sub-district	Highly suitable		Moderate suitable		Marginally suitable		Unsuitable	
	(S1)		(S2)		(S3)		(N)	
	Sq.km	%	Sq.km	%	Sq.km	%	Sq.km	%
Ban Thaeen	17.56	5.46	22.39	6.97	11.88	3.70	3.58	1.11
Sam Suan	50.56	15.73	17.03	5.30	13.44	4.18	13.87	4.32
Sa Phang	12.76	3.97	18.44	5.74	4.65	1.45	5.87	1.83
Ban Tao	24.19	7.53	24.10	7.50	11.88	3.70	3.58	1.11
Nong Khu	22.04	6.86	17.65	5.49	11.85	3.69	3.28	1.02
Total	127.11	39.55	99.61	31.00	53.70	16.72	30.18	9.39

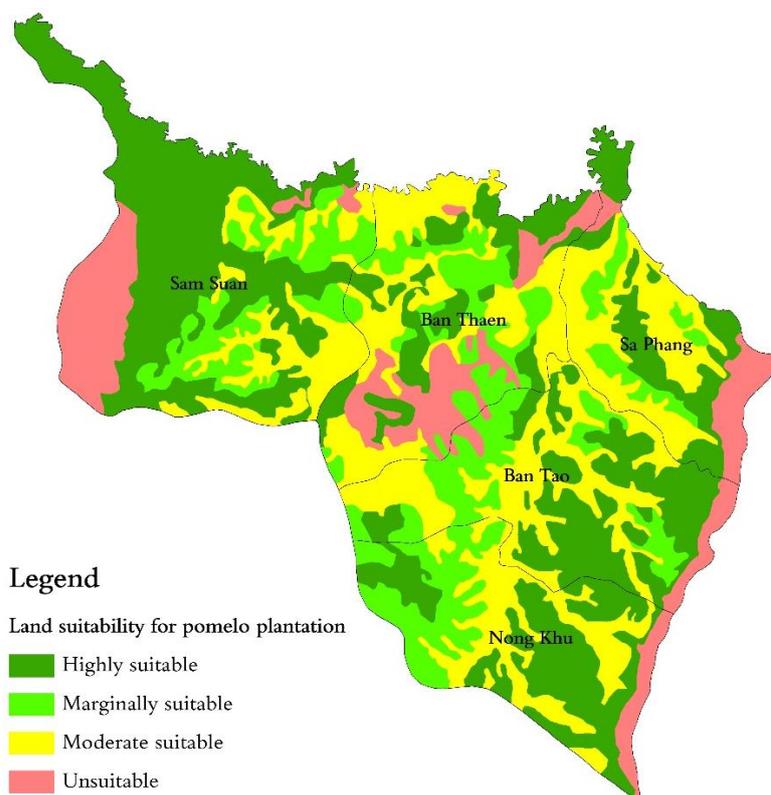


Figure 5 Land suitability for pomelo plantation in Ban Thaeen district, Chaiyaphum province

สรุปผลการวิจัย

1) ระดับอิทธิพลของปัจจัยทางภูมิศาสตร์ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของส้มโอจากพื้นที่ในปัจจุบัน พบว่า โปแทสเซียมในดินเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของส้มโอมากที่สุด รองลงมา คือ ปริมาณไนโตรเจนในดิน การระบายน้ำของดิน ปฏิกริยาของดิน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี และความลาดชัน ตามลำดับ

2) การวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกส้มโอ พบว่าพื้นที่ 280.42 ตร.กม. หรือร้อยละ 87.27 ของพื้นที่ทั้งหมดมีความเหมาะสมในการปลูกส้มโอ โดยมีพื้นที่มีระดับความไม่เหมาะสม 30.18 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 9.39 ของพื้นที่ทั้งหมด

3) ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างปัจจัยทางภูมิศาสตร์และความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกส้มโอ บ้านแท่น พบว่าเมื่อปริมาณโปแทสเซียมในดิน และการระบายน้ำของดิน มีค่าลดลง 1 หน่วย พร้อมด้วยปริมาณฟอสฟอรัสในดินมีค่าเพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะทำให้พื้นที่บริเวณนั้นมีโอกาสเกิดเป็นพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกส้มโอบ้านแท่นมากขึ้น 1 หน่วย โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ (R^2) เท่ากับ 0.844 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงพหุ (R) เท่ากับ 0.919

4) ปัจจัยของสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ที่ส่งผลให้ส้มโอบ้านแท่น มีเอกลักษณ์ที่โดดเด่นแตกต่างจากแหล่งอื่น 3 ปัจจัย คือ ปริมาณโปแทสเซียมในดิน (K) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ซึ่งเป็นปัจจัยเชิงลบ และปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P) ที่เป็นปัจจัยเชิงบวก ซึ่งให้เห็นว่า เมื่อปริมาณโปแทสเซียมในดิน และการระบายน้ำของดินมีค่าลดลง พร้อมด้วยปริมาณฟอสฟอรัสในดินมีค่าเพิ่มขึ้น จะทำให้พื้นที่บริเวณนั้นมีโอกาสเกิดเป็นพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกส้มโอบ้านแท่นมากขึ้น จึงสามารถนำข้อมูลจากการศึกษาในครั้งนี้ไปใช้ส่งเสริมเพื่อเพิ่มปรับปรุง พื้นที่ปลูกส้มโอในอำเภอ

บ้านแท่นให้มากขึ้น และนำข้อมูลไปใช้ประกอบการขอรับสิทธิการคุ้มครองสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ของส้มโอพันธุ์ทองดี อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ ตามความต้องการของชุมชนเกษตรกร และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา และศูนย์นวัตกรรมแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรครบวงจรตามแนวพระราชดำริ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา (APIC NRRU)

เอกสารอ้างอิง

Amatayakul, P. and T. Chomtha. 2014.

Agricultural Meteorology to Know for Chaiyaphum. Chaiyaphum: Agrometeorological Division, Meteorological Development Bureau, Meteorological Department. 139 p. [in Thai]

Center of Intellectual Property and Business Incubator. 2016. **Geographical Indications: GI.** [Online]. Available <http://tuipi.tu.ac.th/tuip06.php> (10 June 2020). [in Thai]

Chanaboon, S. 2017. **Multiple linear regression.** [Online]. Available <http://www.kkpho.go.th/i/index.php/component/attachments/download/1933> (10 June 2020). [in Thai]

- Chuong, H.V. and M. Boehme. 2005. Evaluation of Physical Land Suitability for the "Thanh Tra" Pomelo Crop in Hue, Vietnam. pp. 1-7 **In Conference on International Agriculture Research for Development, Deutscher Tropentag 2005, October 11-13, 2005.** Stuttgart-Hohenheim: University of Hohenheim.
- Department of Agriculture (DOA). 2000. **Strategies for Driving Pomelo Exports. Workshop (2000: Nakhon Pathom).** Nakhon Pathom: Office of Agricultural Research and Development Region 5, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperative (MOAC). Chainat OARC5, 2001. 528 p. [in Thai]
- Department of Intellectual Property (DIP). 2011. **Geographical Indications protection act, B.E. 2546 (2003).** [Online] Available <http://www.ipthailand.go.th/th/dip-law-2/item/geographical-indications-protection-act-b-e-2546-2003.html> (10 June 2020). [in Thai]
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1983. **Guidelines: Land Evaluation for Rainfed Agriculture.** FAO Soils Bulletin. No.52. Rome: FAO. 109 p.
- Land Development Department (LDD). 2000. **Handbook for Soil Suitability Classification for Economic Crops in Thailand.** 2ndBangkok: Soil Survey Division, Department of Land Development, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 74 p. [in Thai]
- _____. n.d. **Nutrients that are essential to plant growth.** [Online]. Available http://osl101.ddd.go.th/easysoils/s_prop_nutri01.htm (5 February 2021). [in Thai]
- Public Relations Province Office, Chaiyaphum. 2011. **General conditions and basic information of Ban Thaen district.** [Online]. Available https://pr.prd.go.th/chaiyaphum/ewt_news.php?nid=1093&filename=index. 2563 (10 June 2020). [in Thai]
- Rojanaphonthip, C. 2019. **"Ban Thaen", a source of pomelo production million, delicious taste pleasing the market, How much is not enough to sell.** [Online]. Available http://lrls.nfe.go.th/LRLS/frontend/theme/view_page.php?ID_Page=17178 (10 June 2020). [in Thai]

Sangudom, T., Y. Kasinkasaempong,
N. Supakamnerd, W. Makkumrai and
S. Phonoy. 2015. **Orchard
management to achieve export
quality of pummelo fruits.** 69 p.
In Research report. Bangkok: Agricultural
Research Development Agency (Public
Organization). [in Thai]

Saravisutra, A. 2016. Multi-criteria decision
making: comparison between SAW, AHP
and TOPSIS concept and methods.
**Princess of Naradhiwas University
Journal** 8(2): 108-192. [in Thai]

Suphatthra, L., C. Sirikantayakul,
S. Chootummatat, A. Joodkong
and B. Khangkamanee. n.d. **Study on
appropriated environment for the
good quality of pummeloes in
Songkhla province.** [Online]. Available
[https://www.doa.go.th/oard8/wp-
content/uploads/2019/08/v5801-11.pdf](https://www.doa.go.th/oard8/wp-content/uploads/2019/08/v5801-11.pdf)
(5 February 2021). [in Thai]

ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติในการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ Factors Affecting Potato Growing Practice of Farmers in Sansai District, Chiang Mai

นภาพรศม์ เวชสิทธิ์นิรภัย* พุทธิสรณ์ เครือคำ จีร์ธวัช ปุรินทรภิบาล และปภพ จีร์ตัน

Napharat Vetchasitniraphai*, Phutthisun Kruekum, Teetawat Purintrapibal and Papob Jeerat

สาขาวิชาส่งเสริมและสื่อสารเกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Department of Agricultural Extension and Communication, Faculty of Agricultural Production

Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: napharat_vn@mju.ac.th

Received: March 18, 2020

Revised: August 12, 2020

Accepted: September 29, 2020

Abstract

The objectives of research were 1) to study the personal and socio-economic backgrounds of the potato growers in Sansai district, Chiang Mai; 2) to assess the degree to which such potato growers undertake the cultural practices as recommended by the agricultural extension workers; 3) to examine the factors affecting the potato growers' implementation of the recommended cultural practices; and 4) to assess what the potato growers consider to be their problems, obstacles, and recommendation of potato grower. The needed information was collected using the questionnaire from 131 samples of potato growers in Sansai district, Chiang Mai. Data collection were using the questionnaire. Statistical techniques used were percentage, arithmetic mean, and standard deviation, the multiple regression analysis.

On personal and socio-economic backgrounds, the study found that the majority of the sampled potato growers were male, 56 years old on the average, married, with primary school education, having four members in the family, with two family members in labor force, shouldering averagely 134,500 Baht household debt, earning 5,938.93 Baht per household income per month on the average, and occupying averagely 10.76 rai. These potato growers had 9.53 rai of farmland per household on the average. Most of them participated in agricultural training session once a year as well as get in touch with agricultural extension workers, obtain agricultural-related news and information averagely three times per month, and have 12 years of experience on the average in growing potato. Generally, the potato growers under study undertake the potato cultural practice highly in line with the advice from the agricultural extension workers. Meanwhile, the factors contributing positively at the statistically significant level to the potato growers' adoption of the recommended cultural practice were found to be age, the number of family labor, contact with agricultural extension workers, and

years of experience growing potato. The common problems encountered by the potato growers were reported to include plant disease spread, high cost of production, soil quality degradation, crop damage due to climate change, and low-quality output. The potato growers advised that the agricultural extension agencies organize training sessions on pest and disease control in potato production, find measures to elevate the buying price of potato, and help enlarge the market for potato output and products.

Keywords: factors affecting, practices, potato growers, agricultural extension

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกร 2) ศึกษาการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกร 3) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกร และ 4) เพื่อศึกษาปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 131 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย

ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 56 ปี ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส จบการศึกษาในระดับประถมศึกษาตอนปลาย มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4 คน มีจำนวนแรงงานเฉลี่ย 2 คน มีจำนวนหนี้สินในครัวเรือนเฉลี่ย 134,500 บาท มีรายได้เฉลี่ย 5,938.93 บาทต่อเดือน มีพื้นที่ถือครองเฉลี่ย 10.76 ไร่ มีพื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 9.53 ไร่ เกษตรกรส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการฝึกอบรมทางการเกษตร 1 ครั้งต่อปี มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร 1 ครั้งต่อปี เกษตรกรได้รับข้อมูลข่าวสารด้านการเกษตรเฉลี่ย 3 ครั้งต่อเดือน มีประสบการณ์ในการปลูกมันฝรั่งเฉลี่ย 12 ปี เกษตรกรมีระดับการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งอยู่ในระดับมาก โดยปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติการปลูก

มันฝรั่งของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ อายุ จำนวนแรงงานในครัวเรือน การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และประสบการณ์การปลูกมันฝรั่งสำหรับปัญหาในการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรที่พบ ได้แก่ การเกิดโรคระบาดในมันฝรั่ง ต้นทุนการผลิตสูง ปัญหาดินเสื่อมสภาพ ความเสียหายจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง และผลผลิตมีคุณภาพต่ำ ซึ่งเกษตรกรเสนอแนะว่าหน่วยงานที่ส่งเสริมควรมีการจัดฝึกอบรมเกี่ยวกับการป้องกันกำจัดโรคและแมลงในมันฝรั่ง ควรหาแนวทางให้ราคาซื้อขายผลผลิตสูงขึ้น และควรมีตลาดรับซื้อผลผลิตมากขึ้น

คำสำคัญ: ปัจจัยที่มีผล การปฏิบัติ ผู้ปลูกมันฝรั่ง ส่งเสริมการเกษตร

คำนำ

จากการสำรวจพื้นที่การปลูกมันฝรั่งในปี พ.ศ. 2562 พบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมันฝรั่งทั้งหมด 45,689 ไร่ โดยมีพื้นที่ปลูกส่วนมากอยู่ในเขตภาคเหนือซึ่งมีพื้นที่ปลูกมันฝรั่งทั้งหมด 43,422 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 95.03 ของพื้นที่ปลูกทั่วประเทศ จึงกล่าวได้ว่ามันฝรั่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคเหนือ และมีแนวโน้มของพื้นที่การเพาะปลูกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการขยายพื้นที่ปลูกมันฝรั่งที่เป็นผลจากการส่งเสริมโดยบริษัทผู้รับซื้อ เพื่อให้เพียงพอต่อภาคอุตสาหกรรมหรือ

โรงงานแปรรูปอาหาร อย่างไรก็ตามการเกิดความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิที่สูงขึ้น การเกิดภัยแล้งจากฝนทิ้งช่วง ส่งผลให้มีปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการเพาะปลูกทำให้เกิดความไม่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง อันเป็นสาเหตุสำคัญของการได้ผลผลิตที่ลดลง และไม่ได้คุณภาพ (Office of Agricultural Economics, 2019a)

จังหวัดเชียงใหม่ถือเป็นหนึ่งในสามจังหวัดภาคเหนือที่มีพื้นที่ที่ปลูกมันฝรั่งมากที่สุด โดยมีพื้นที่ปลูกมันฝรั่งรวมทั้งหมด 9,422 ไร่ และมีอำเภอสันทรายเป็นฐานการผลิตที่สำคัญ (Office of Agricultural Economics, 2019b) ซึ่งได้ประสบปัญหาในการผลิตเช่นเดียวกับพื้นที่หรือภูมิภาคอื่น ๆ ของประเทศ คือ การได้รับผลกระทบจากการเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิ การขาดแคลนน้ำจากภัยแล้ง ตลอดจนการเข้าระบาดของโรคและแมลงศัตรูมันฝรั่งที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ ส่งผลให้ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตต่ำ อีกทั้งเกษตรกรยังต้องใช้ต้นทุนที่เพิ่มสูงขึ้นในการดูแลรักษา จากสภาพปัญหาดังกล่าวได้มีหน่วยงานภาครัฐ และบริษัทหรือโรงงานรับซื้อมันฝรั่งได้ส่งเจ้าหน้าที่เข้ามาส่งเสริมให้ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการปลูกมันฝรั่งให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้นในสภาพอากาศปัจจุบันและทนต่อการเข้าทำลายของโรคและแมลงศัตรูพืช (Meckhayai, 2018)

ดังนั้นเพื่อเป็นการช่วยให้เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรของภาครัฐและเอกชน ได้ข้อมูลหรือช่องทางในการแนะนำเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งได้มีการยอมรับเทคโนโลยีไปปรับใช้ในการผลิตมันฝรั่งของตนเองให้มากขึ้น เพื่อให้ผลผลิตมีปริมาณและคุณภาพที่สูงขึ้นตรงตามเกณฑ์การรับซื้อของตลาด จึงจำเป็นต้องศึกษาลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม ตลอดจนศึกษาระดับการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่ง การศึกษาปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการศึกษาปัจจัยที่มีผล

ต่อการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ อันเป็นข้อมูลสำคัญที่ช่วยยกระดับการส่งเสริมการผลิตมันฝรั่งให้ตรงตามเป้าหมายและเกณฑ์การรับซื้อของตลาด และเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าของผลผลิตมันฝรั่งในการจำหน่ายต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่ง ในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2563 โดยมีการดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งในพื้นที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงปีการผลิต พ.ศ. 2561/62 จำนวน 195 คน จากนั้นทำการกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตร Yamane (1973) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนที่ระดับ 0.05 ได้จำนวนเกษตรกรตัวอย่างจำนวน 131 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งในปีการเพาะปลูก พ.ศ. 2561/62 จำนวน 131 คน โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ซึ่งมีจำนวน 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกร ขั้นตอนที่ 2 การปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกร โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการเตรียมพื้นที่ 2) ด้านวิธีการปลูก 3) ด้านการเก็บเกี่ยว และ 4) ด้านการแปรรูปและการตลาด และ ขั้นตอนที่ 3 ปัญหาและข้อเสนอแนะในการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกร

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) ข้อมูลลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม และการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกร ใช้สถิติเชิงพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกร โดยใช้สถิติการวิเคราะห์พหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ซึ่งใช้โปรแกรมสถิติเพื่อสังคมศาสตร์ช่วยในการวิเคราะห์ และ 3) การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา และข้อเสนอแนะในการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกร ใช้วิธีการจัดกลุ่มประเภทและการบรรยาย สำหรับการวิเคราะห์ในส่วนของการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งได้ กำหนดให้เกษตรกรระบุคะแนนการปฏิบัติออกเป็น 5 ระดับ คือ 5=ปฏิบัติมากที่สุด 4=ปฏิบัติมาก 3=ปฏิบัติปานกลาง 2=ปฏิบัติน้อย และ 1=ปฏิบัติน้อยที่สุด โดยนำคะแนนที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและแบ่งช่วงเพื่อใช้ในการพิจารณาระดับการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกร ดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ย	ระดับการปฏิบัติ
4.51-5.00	มากที่สุด
3.51-4.50	มาก
2.51-3.50	ปานกลาง
1.51-2.50	น้อย
1.00-1.50	น้อยที่สุด

ในส่วนการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่ง ใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) เพื่อหาว่าตัวแปรอิสระใดมีผลต่อตัวแปรตาม คือ การปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และมีความสัมพันธ์กันในทิศทางใดกับตัวแปรตาม (เชิงบวกหรือเชิงลบ) ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ใช้ตัวแปรอิสระจำนวน 13 ตัวแปร ได้แก่

เพศ อายุ ระดับการศึกษา สถานภาพ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนแรงงานในครัวเรือน จำนวนหนี้สินในครัวเรือน รายได้ในครัวเรือน จำนวนพื้นที่ทำการเกษตร ประสบการณ์การฝึกอบรมหรือดูงาน การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร การรับรู้ข่าวสารด้านการเกษตรและประสบการณ์การปลูกมันฝรั่ง เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละคู่ โดยใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Saipattana and Piyapimonsit, 2004) พบว่าไม่มีตัวแปรอิสระคู่ใดที่มีความสัมพันธ์กันสูงกว่า 0.80 ที่จะก่อให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยตนเอง (Multicollinearity) อันเป็นการละเมิดเงื่อนไขของการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Prasitrat, 2003)

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร ประกอบด้วย 13 ตัวแปร ได้แก่ เพศ (Sex) อายุ (Age) สถานภาพ (Stat) ระดับการศึกษา (Edu) จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (Mem) จำนวนแรงงานในครัวเรือน (Labor) จำนวนหนี้สิน (Debts) รายได้ในครัวเรือน (Income) จำนวนพื้นที่ทำการเกษตร (Area) ประสบการณ์การฝึกอบรมหรือศึกษาดูงานด้านการเกษตร (Train) การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร (Cont) การรับรู้ข่าวสารด้านการเกษตร (News) และประสบการณ์การปลูกมันฝรั่ง (Exp) กับการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่ง (PAC) ดังแสดงได้จากสมการถดถอยพหุ ดังนี้

$$\begin{aligned}
 PAC = & b_0 + b_1Sex + b_2Age + b_3Stat \\
 & + b_4Edu + b_5Me + b_6Labor \\
 & + b_7Debts + b_8Income + b_9Area \\
 & + b_{10}Train + b_{11}Cont \\
 & + b_{12}News + b_{13}Exp
 \end{aligned}$$

โดยที่ b_0 คือ ค่าคงที่

b_1, b_2, \dots, b_{15} คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระ

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่ง

ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 56 ปี ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส จบการศึกษาในระดับประถมศึกษาตอนปลาย มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4 คน มีจำนวนแรงงานเฉลี่ย 2 คน มีจำนวนหนี้สินในครัวเรือนเฉลี่ย 134,500 บาท มีรายได้เฉลี่ย 5,938.93 บาทต่อเดือน มีพื้นที่ถือครองเฉลี่ย 10.76 ไร่ มีพื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 9.53 ไร่ เกษตรกรส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการฝึกอบรมทางการเกษตรเฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี ได้รับข้อมูลข่าวสารด้านการเกษตรเฉลี่ย 3 ครั้งต่อเดือน มีประสบการณ์ในการปลูกมันฝรั่งเฉลี่ย 12 ปี

การปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่ง

ผลการศึกษากการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งพบว่า มีค่าเฉลี่ยการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรรวมทุกด้านเท่ากับ 3.81 ซึ่งอยู่ในระดับมาก เนื่องจากอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ เป็นพื้นที่ที่มีการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกมันฝรั่งเพื่อจำหน่ายส่งบริษัทหรือโรงงานแปรรูปมันฝรั่งที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Meckhayai (2018) ที่พบว่าการผลิตมันฝรั่งในพื้นที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จะถูกกำหนดปลูกในระบบเกษตรพันธสัญญาโดยโรงงานผู้ผลิต และมีการส่งเสริมให้แปรรูปเป็นสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ของชุมชน จึงทำให้มันฝรั่งเป็นพืชที่เริ่มได้รับความนิยมเป็นเป็นพืชทางเลือกที่สำคัญของเกษตรกร โดยมีรายละเอียดการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรในแต่ละด้านดังแสดงใน Table 1

Table 1 Potato growing practice of farmers in Sansai district, Chiang Mai

Potato growing practice of farmers	\bar{x}	S.D.	Description
Preparation of area	4.26	0.33	High
Planting method	3.75	0.26	High
Harvesting	4.31	0.26	High
Processing and marketing	2.92	0.75	Moderate
Total	3.81	0.20	High

(n=131)

4.21-5.00 = Highest; 3.41-4.20 = High; 2.61-3.40 = Moderate; 1.81-2.60 = Low; 1.00-1.80 = Lowest

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกร

ผลการวิเคราะห์การถดถอยพบว่า ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม คือ การปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่ง ในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ มีจำนวนทั้งหมด 4 ตัวแปร โดยแบ่งออกเป็นตัวแปรที่มีผลทางบวก 3 ตัวแปร ได้แก่ อายุ

จำนวนแรงงานในครัวเรือน และการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ในขณะที่ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ทางสถิติในทางลบ คือ ประสบการณ์การปลูกมันฝรั่ง ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตัวแปรอิสระทั้งหมด สามารถอธิบายความแปรผันของตัวแปรตามหรือการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกร

ผู้ปลูกมันฝรั่งได้ร้อยละ 39.7 ส่วนที่เหลือร้อยละ 60.3 เป็นอิทธิพลจากตัวแปรอื่น ๆ (Table 2)

การอธิบายตัวแปรอิสระทั้งหมด 4 ตัวแปร ที่มีผลต่อตัวแปรตาม คือ การปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่ง ในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. อายุ สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทุกค่าคงที่แล้วเกษตรกรที่มีอายุเพิ่มขึ้น 1 ปี จะมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งเพิ่มขึ้น 0.013 คะแนน หรืออาจกล่าวได้ว่าเกษตรกรที่มีอายุเพิ่มขึ้นจะมีการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งได้ตรงตามวิธีการหรือมาตรฐานของหน่วยงานส่งเสริม เช่น สำนักงานเกษตรอำเภอ หรือบริษัทเอกชน เนื่องจากมีองค์ความรู้ในด้านการทำเกษตรกรรมเป็นทุนเดิมอยู่ก่อนแล้ว โดยเฉพาะด้านการเตรียมดิน หรือการไถพรวนดินเพื่อเตรียมแปลงเพาะปลูกพืช ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์หรือปรับใช้เข้ากับการปลูกมันฝรั่งในช่วงการเตรียมพื้นที่ได้เป็นอย่างดี โดยผลการวิจัยได้สอดคล้องกับการศึกษาของ Janthong and Sakkatit (2017) พบว่า อายุ มีความสัมพันธ์กับการยอมรับการปลูกเมลอนสุกกล้วยแล้งของเกษตรกรในอำเภอลาดบัวหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2. จำนวนแรงงานในครัวเรือน โดยสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อทุกค่าคงที่แล้วเกษตรกรที่มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเพิ่มขึ้น 1 คน จะมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งเพิ่มขึ้น 0.111 คะแนน หรือเกษตรกรที่มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนมากจะมีการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งเพิ่มขึ้นโดยการมีแรงงานในครัวเรือนถือเป็นต้นทุนสำคัญในการปลูกมันฝรั่งให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ได้รับการส่งเสริมได้อย่างถูกวิธี และสามารถลดรายจ่ายในการจ้างแรงงานจากนอกครัวเรือน และการมีแรงงานในครัวเรือนยังสามารถช่วยเหลือหรือมีการจัดการดูแลมันฝรั่งได้ตามวิธีการปลูกโดยไม่จำเป็นต้องรอแรงงานที่ต้องจ้างมา ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Thongdee *et al.* (2015)

พบว่าการมีแรงงานในการทำสวนเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการปฏิบัติในการผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในจังหวัดบึงกาฬ

3. การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทุกค่าคงที่แล้วเกษตรกรที่มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเพิ่มขึ้น 1 ครั้งต่อปี จะมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งเพิ่มขึ้น 0.075 คะแนน กล่าวคือ การที่เกษตรกรมีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรมากขึ้นสามารถช่วยให้เกษตรกรมีการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเช่นกัน ซึ่งการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรสามารถสอบถามวิธีการปลูกหรือรายงานปัญหาที่เกิดขึ้น ตลอดจนขอรับข้อเสนอแนะในการดูแลรักษาที่ถูกวิธี เพื่อนำมาปรับใช้กับการผลิตของตนเองได้โดยตรงจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ซึ่งสอดคล้องกับ Chaipiriyakit *et al.* (2019) ที่พบว่า การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรในพื้นที่ตำบลพะวง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

4. ประสบการณ์การปลูกมันฝรั่ง เมื่อทุกค่าคงที่แล้วเกษตรกรที่มีประสบการณ์การปลูกมันฝรั่งเพิ่มขึ้น 1 ปี จะมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งลดลง 0.01 คะแนน โดยที่เกษตรกรที่มีประสบการณ์การปลูกมันฝรั่งมาอย่างยาวนานจะมีการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งลดลงจากเดิม ซึ่งสาเหตุมาจากการปลูกมันฝรั่งในปัจจุบันได้รับผลกระทบจากภัยแล้งและการระบาดของโรคและแมลงศัตรู ประกอบกับมีการส่งเสริมการปลูกโดยใช้วิธีการสมัยใหม่ เช่น การปลูกในระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practices; GAP) ซึ่งมีรายละเอียดและการปฏิบัติในการเพาะปลูกที่มากขึ้นจากเดิมและมีการควบคุมการใช้สารเคมีให้เป็นไปตามมาตรฐานทำให้สารเคมีบางชนิดที่เกษตรกรใช้ในการดูแลมาก่อนไม่สามารถนำมาใช้ได้อีก และในปัจจุบันสารเคมีชนิดใหม่

มีราคาที่สูงส่งผลให้เกษตรกรต้องแบกรับค่าใช้จ่ายที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสาเหตุดังกล่าวเหล่านี้จึงทำให้มีเกษตรกรปฏิบัติตามวิธีการปลูกมันฝรั่งจากหน่วยงานหรือบริษัทที่เข้ามาส่งเสริมในบางส่วนไม่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ หรืออาจลดปริมาณการปลูกมันฝรั่งและปลูกพืชชนิดอื่นเสริม

โดยผลการวิจัยนี้ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ Chaisongkram and Worrapimphong (2019) ที่พบว่าประสบการณ์ในการปลูกปาล์มมีผลต่อการยอมรับการจัดการสวนปาล์มน้ำมันตามหลักสูตรอบรมการส่งเสริมการปลูกปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในอำเภอละงู จังหวัดสตูล

Table 2 Factors affecting potato growing practice of farmers in Sansai district, Chiang Mai

Independent variables	Dependent variable		
	Potato growing practice of farmers		
	B	t	Sig.
Sex	0.014	0.440	0.660
Age	0.013	5.392	0.000**
Stat	-0.064	-1.428	0.156
Edu	-0.026	-0.700	0.486
Mem	-0.020	-0.936	0.351
Labor	0.111	3.328	0.001**
Debts	-1.263E-8	-0.165	0.870
Income	-3.401E-6	-0.217	0.828
Area	0.002	0.373	0.709
Train	0.035	1.194	0.235
Cont	0.075	3.044	0.003**
News	0.005	0.446	0.656
Exp	-0.010	-2.890	0.005**
R² = 0.397 (39.70%)		F = 5.915	Sig. of F = 0.000

** Statistically significant level at 0.01

ปัญหาและข้อเสนอแนะในการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกร

ผลการศึกษาปัญหาในการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งในพื้นที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ การเกิดโรคระบาดในมันฝรั่ง เช่น โรคใบไหม้ ต้นทุนการผลิตสูง ปัญหาดินเสื่อมสภาพ ความเสียหายจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง และผลผลิตมีคุณภาพต่ำ โดยเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งได้มีข้อเสนอแนะต่อหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนที่มีส่วนสำคัญในการส่งเสริมการผลิตมันฝรั่งในพื้นที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ และพื้นที่ใกล้เคียงอื่น ๆ ดังนี้ 1) ต้องการให้มีการอบรมเกี่ยวกับการป้องกันและกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชในมันฝรั่ง 2) ต้องการให้มันฝรั่งมีราคาที่สูงขึ้นเนื่องจากต้นทุนสูง 3) ต้องการให้พ่อค้าคนกลางรับซื้อสินค้าที่ตกเกรด และ 4) ต้องการตลาดรับซื้อผลผลิตมากยิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษารูปได้ว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 56 ปี มีสถานภาพสมรส จบการศึกษาในระดับประถมศึกษาตอนปลาย มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4 คน มีจำนวนแรงงานเฉลี่ย 2 คน มีจำนวนหนี้สินในครัวเรือนเฉลี่ย 134,500 บาท มีรายได้เฉลี่ย 5,938.93 บาทต่อเดือน มีพื้นที่ถือครองเฉลี่ย 10.76 ไร่ มีพื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 9.53 ไร่ มีประสบการณ์ในการฝึกอบรมทางการเกษตรเฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร 1 ครั้งต่อปี ได้รับข้อมูลข่าวสารด้านการเกษตรเฉลี่ย 3 ครั้งต่อเดือน มีประสบการณ์ในการปลูกมันฝรั่งเฉลี่ย 12 ปี มีระดับการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งอยู่ในระดับมาก โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ด้านการเตรียมพื้นที่ รองลงมาได้แก่ ด้านวิธีการปลูก ด้านการเก็บเกี่ยว และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยสุด คือ การแปรรูปและการตลาด โดยปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ อายุ จำนวนแรงงานในครัวเรือน การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และประสบการณ์การปลูกมันฝรั่ง สำหรับปัญหาในการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรที่พบ ได้แก่ การเกิดโรคระบาดในมันฝรั่ง ต้นทุนการผลิตสูง ปัญหาดินเสื่อมสภาพ ความเสียหายจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง และผลผลิตมีคุณภาพต่ำ ซึ่งเกษตรกรเสนอแนะว่าหน่วยงานที่ส่งเสริมการเกษตรจากสำนักงานเกษตรอำเภอสันทรายและบริษัทผู้ผลิตและแปรรูปมันฝรั่ง ควรมีการจัดฝึกอบรมเกี่ยวกับการป้องกันกำจัดโรคและแมลงในมันฝรั่ง ควรหาแนวทางในการรับราคารับซื้อมันฝรั่งให้สูงขึ้นและมีความเหมาะสม และควรเพิ่มช่องทางการตลาดและการจำหน่ายผลผลิตให้มากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรมีจำนวนครั้งในการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรมากขึ้น จะทำให้เกิดการยอมรับปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ด้วยเหตุนี้จึงมีข้อเสนอแนะให้สำนักงานเกษตรอำเภอสันทราย หรือบริษัทเอกชนที่ทำหน้าที่ส่งเสริมการปลูกมันฝรั่ง ควรมีการจัดเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรลงพื้นที่ติดตามเยี่ยมเยียนและให้คำแนะนำแก่เกษตรกรเกี่ยวกับการปลูกมันฝรั่งอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ รวมทั้งการจัดทำโครงการฝึกอบรมเกี่ยวกับการป้องกันกำจัดโรคและแมลงในมันฝรั่งให้บ่อยครั้งมากยิ่งขึ้น

2. สำนักงานเกษตรอำเภอสันทราย และบริษัทเอกชนที่ดำเนินการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกมันฝรั่ง ซึ่งเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรงในการส่งเสริมการปลูกมันฝรั่ง ควรมีการพัฒนาคู่มือหรือเอกสารเพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับการปลูกและการปฏิบัติดูแลรักษามันฝรั่ง โดยเฉพาะการป้องกันกำจัดโรคและแมลง

3. จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าเกษตรกรที่มีประสบการณ์ในการปลูกมันฝรั่งมากจะมีการยอมรับปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งมากกว่าเกษตรกรที่มีประสบการณ์ในการปลูกมันฝรั่งน้อยกว่า ดังนั้นในการส่งเสริมการผลิต

ควรให้เกษตรกรที่มีประสบการณ์ในการปลูกมันฝรั่งมากกว่าเป็นผู้นำหรือพี่เลี้ยงคอยแนะนำเกษตรกรรายอื่น ๆ โดยการสร้างกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งและสร้างความเข้มแข็งให้แก่กลุ่ม โดยมีเจ้าหน้าที่ส่งเสริมเป็นผู้สนับสนุน

4. สำนักงานเกษตรอำเภอสันทรายที่รับผิดชอบงานส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่ ควรมีการติดต่อประสานงานกับฝ่ายงานด้านการแปรรูปสินค้าเกษตร โดยร่วมกันจัดโครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อถ่ายทอดความรู้ให้แก่เกษตรกรและแม่บ้านเกษตรกรในการแปรรูปมันฝรั่งให้มีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ และสร้างกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในพื้นที่ส่งเสริมเพื่อการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรที่ตกเกรด และสร้างตลาดรองรับในชุมชน รวมทั้งการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในระบบออนไลน์

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการวิจัย ตลอดจนขอขอบคุณผู้นำชุมชนในพื้นที่อำเภอสันทรายที่อำนวยความสะดวกในการจัดเก็บข้อมูลงานวิจัยในครั้งนี้ และที่สำคัญที่สุดขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งในพื้นที่ส่งเสริมของสำนักงานเกษตรอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้ข้อมูลที่ เป็นประโยชน์ในการศึกษาวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Chaipiriyakit, A., S. Fongmul, P. Kruekum P. Jeerat, N. Vetchasitniraphai and T. Khamtavee. 2019. Factors affecting adoption corn planting technology of farmers in Phawo sub-district, Mae Sot district, Tak province. **Journal of Agricultural Production** 1(1):43-53. [in Thai]
- Chaisongkram, R. and K. Worrapiumphong. 2019. Factors affecting farmer's adoption of palm oil management following oil palm plantation extension workshop in La-ngu district, Satun province. **King Mongkut's Agricultural Journal** 37(3): 552-558. [in Thai]
- Janthong, N. and P. Sakkatat. 2017. Farmers adoption of melon planting against drought in Lat Bua Luang district, Phra Nakhon Si Ayutthaya province. **Journal of Agriculture** 33(3): 405-414.
- Meckhayai, T. 2018. Risk management of potato production in San Sai district, Chiang Mai province. **Journal of Liberal Arts** 6(2): 17-31. [in Thai]

Office of Agricultural Economics. 2019a.

Potato 2020 (crop year 2019/2020).

[Online]. Available http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/forecastdata/files/forecast/situation/19S_PO.pdf (12 November 2019). [in Thai]

_____. 2019b. **Potatoes: planted area harvesting area and productivity per rai of year 2019.** [Online]. Available http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/1_potato%2062.pdf (12 November 2019). [in Thai]

Prasitratsin, S. 2003. **Social Research Methodology.** Bangkok: National Institute of Development Administration. 711 p. [in Thai]

Saipatthana, U. and C. Piyapimonsit. 2004.

Collinearity. **Parichart Journal** 17(1): 55-62. [in Thai].

Thongdee, N., Y. Borisutdi and P. Prapatigul. 2015. Factors affecting oil palm production practices by farmers in Bueng Kan Province. **Khon Kaen Agriculture Journal** 43(Suppl.1): 1025-1031. [in Thai]

Yamane, T. 1973. **Statistics: An Introductory Analysis.** 3rd. New York: Harper and Row Publication. 1130 p.

ความรู้และการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม

อำเภอสันกำแพงและอำเภอมะออน จังหวัดเชียงใหม่

Knowledge and Good Agriculture Practice For Dairy Cattle Farm of Farmers Rearing Dairy Cattle in Sankampaeng and Mae On Districts, Chiang Mai

กาญจนา ปาลี กังสดาล กนกพงษ์* พหล ศักดิ์กะทัศน์ และพุดธิสรค์ เครือคำ

Kanjana Palee, Kangsadan Kanokhong*, Phahol Sakkatat and Phutthisun Kruekum

สาขาวิชาพัฒนาทรัพยากรและส่งเสริมการเกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Department of Resources Development and Agricultural Extension, Faculty of Agricultural Production

Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: Kangsadan@hotmail.com

Received: March 18, 2020

Revised: September 08, 2020

Accepted: October 07, 2020

Abstract

The objectives of this study were to explore: 1) socio-economic attributes of farmers rearing dairy cattle; 2) knowledge and good agriculture practice for dairy cattle farms of the farmers; 3) factors effecting knowledge and good agricultural practice for dairy cattle farms of the farmers; and 4) problems encountered and suggestions about the good agriculture practice of the farmers. The sample group in this study consisted of 180 dairy cattle farmers in Sankampaeng and Mae On districts, Chiang Mai. A set of questionnaires was used for data collection and analyzed by descriptive statistics and multiple regression analysis (inferential statistics).

Findings showed that most of the respondents were male, 50 years old on average, single, and elementary school graduates. They had the following on average: 4 household members; an annual income earned from dairy cattle rearing for 792,582.24 Baht; 45 dairy cows; 9 rai of dairy cattle area; 2 sources of capital source; 13 years of experience in dairy cattle rearing; 9 times per year of data perception about dairy cattle rearing; twice a year of agriculture extension worker contact; and twice a year of a training on dairy cattle rearing. The respondents had a high level of knowledge about regulations of good agriculture practice (73.33%). As a whole they also had a high level of good agriculture practice for dairy cattle farms (\bar{x} =4.23). This was on the basis of the following: water management (\bar{x} =4.45), raw milk production (\bar{x} =4.42), animal health (\bar{x} =4.33), dairy cattle feed (\bar{x} =4.31), farm components (\bar{x} =4.29), environmental management (\bar{x} =4.21), farm management (\bar{x} =4.13), animal security (\bar{x} =4.03), and data record (\bar{x} =3.84). A factor effecting knowledge about good agriculture practice for dairy cattle farms found at a statistical significance level (positive) was data perception

about dairy cattle rearing (Sig.=0.034). Likewise, factors having an effect on good agriculture practice for dairy cattle farms with a positive statistical significance level were age (Sig.=0.008) a number of household members (Sig.=0.031), an income earned from dairy cattle rearing (Sig.=0.039), and agriculture extension worker contact (Sig.=0.046). However a factor having a negative effect found was a capital source for dairy cattle rearing (Sig.=0.031).

The following were problems encountered in good agriculture practice of the respondents: lack of the capital for improving their dairy cattle farms; their dairy cattle farms were located in the community area; inadequate roughage (maize and grass) for dairy cattle feeding; concentrated feed was expensive; inadequate water for use in the dairy cattle farms; workforce on the farms were not knowledgeable and skillful; the dairy cattle had problems about its toes; rather unsuccessful in artificial insemination; retention of placenta in new born calves; animal diseases; and lack of knowledge about medicine used for healing dairy cattle. The following were suggestions of the respondents which should be done: 1) establishment of the center for producing or collecting roughage; 2) concentrated feed price control by the Department of Livestock; 3) the veterinarian take part in toe disease control and successful artificial insemination; and 4) knowledge extension about dairy cattle disease healing.

Keywords: knowledge of dairy farming, good agriculture practice, dairy cattle farm

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา คือ 1) ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม ของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม 2) ความรู้เกี่ยวกับข้อกำหนดการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม 3) ปัจจัยที่มีผลต่อความรู้และการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม และ 4) ปัญหา และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม อำเภอสันกำแพงและอำเภอมะนัง จังหวัดเชียงใหม่ ประชากรทั้งหมด 327 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัย คือ เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในอำเภอสันกำแพงและอำเภอมะนัง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 180 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม การทดสอบความเชื่อมั่น

ได้ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาแบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมเท่ากับ 0.73 และค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาแบบทดสอบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมเท่ากับ 0.80

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 50.80 ปี มีสถานภาพสมรส สำเร็จการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษา มีสมาชิกในครัวเรือน 4 คน มีแรงงาน 4 คน มีรายได้จากการเลี้ยงโคนมเฉลี่ย 792,582.24 บาทต่อปี มีจำนวนโคนมเฉลี่ย 45 ตัว มีพื้นที่ในการเลี้ยงโคนมเฉลี่ย 9 ไร่ มีแหล่งเงินทุนสำหรับการเลี้ยงโคนม 2 แหล่ง คือ กู้ยืมจากสหกรณ์โคนม และกู้ยืมจากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร มีประสบการณ์ในการเลี้ยงโคนมเฉลี่ย 13.58 ปี รับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเลี้ยงโคนมเฉลี่ย 9 ครั้ง ติดต่อกับเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับมาตรฐานเกษตรที่ดีเฉลี่ย 2 ครั้ง เข้า

ฝึกอบรมเกี่ยวกับการเลี้ยงโคนมเฉลี่ย 2 ครั้ง เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมมีความรู้เกี่ยวกับข้อกำหนดการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมอยู่ในระดับมาก ร้อยละ 73.33 และมีระดับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.23) สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อความรู้และการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนม ได้แก่ ปัจจัยที่มีผลต่อความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางบวก ได้แก่ การรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเลี้ยงโคนม (Sig.=0.034) และปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางบวก ได้แก่ อายุ (Sig.=0.008) จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (Sig.=0.031) รายได้จากการเลี้ยงโคนม (Sig.=0.039) และการติดต่อกับเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับมาตรฐานเกษตรที่ดี (Sig.=0.046) และปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางลบ ได้แก่ แหล่งเงินทุนสำหรับการเลี้ยงโคนม (Sig.=0.031)

ปัญหาเกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนม พบว่าขาดเงินทุนในการปรับปรุงหรือก่อสร้างฟาร์มโคนมเพิ่มเติม ฟาร์มโคนมตั้งอยู่ในเขตชุมชน อาหารหายาก ได้แก่ ข้าวโพดโรงงาน หญ้าตามธรรมชาติ มีไม่เพียงพอต่อการเลี้ยงโคนม อาหารชั้นสำหรับโคนมมีราคาแพง น้ำไม่เพียงพอต่อการอุปโภคภายในฟาร์ม แรงงานที่จ้างมาทำหน้าที่ดูแลเลี้ยงโคนมขาดความรู้ ความชำนาญในการเลี้ยงโคนม และโคนมมีปัญหาเกี่ยวกับกิบเท้า ผสมเทียมติดยาก โคนมคลอดใหม่รกค่าง และเกิดโรคต่าง ๆ ในโคนม อีกทั้งยังขาดความรู้เกี่ยวกับการใช้ยารักษาโคนม ดังนั้นเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมจึงมีข้อเสนอแนะ คือ มีการจัดตั้งศูนย์ผลิตหรือรวบรวมอาหารหายากที่มีคุณภาพไว้ให้เพียงพอ ควรให้หน่วยงานทั้งภาครัฐมาควบคุมราคาอาหารชั้นสำหรับโคนม และให้ความรู้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ยังขาดความรู้เกี่ยวกับการใช้ยารักษาโคนม

คำสำคัญ: ความรู้ในการเลี้ยงโคนม การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ฟาร์มโคนม

คำนำ

พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร และสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ พระบรมราชชนนีพันปีหลวง ทรงพระราชทานการเลี้ยงโคนมให้แก่เกษตรกรไทย เพื่อเป็นการประกอบอาชีพและถือเป็นยุทธศาสตร์ที่สำคัญในการพัฒนาประเทศ ที่ก่อให้เกิดการสร้างงาน สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรไทยเป็นการทดแทนการปลูกพืชที่ประสบปัญหาด้านการผลิต และการตลาดที่ไม่แน่นอน อีกทั้งยังเป็นการทดแทนการนำเข้าน้ำมันและผลิตภัณฑ์นมที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ การเลี้ยงโคนมมีประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้เลี้ยง และผู้บริโภค รวมไปถึงเป็นการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ช่วยลดปัญหาการขาดดุลการค้าและประหยัดเงินตราต่างประเทศ อีกทั้งยังเป็นการช่วยเพิ่มปริมาณการผลิตอาหารให้เพียงพอับความต้องการของประชาชนในประเทศ ตลอดจนส่งเสริมการสร้างงาน ลดภาวะการว่างงาน และเพิ่มพูนรายได้ให้แก่เกษตรกร นอกจากนี้ยังทำให้เกิดอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับนมและผลิตภัณฑ์นมอีกมากมาย เมื่อเปรียบเทียบกับธุรกิจทางการเกษตรอื่น ๆ จะเห็นได้ว่าการเลี้ยงโคนมมีกำไรสูงมาก ในช่วงเวลาที่ผ่านมารัฐบาลได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงโคนมมากขึ้น เนื่องจากประสบปัญหาน้ำมันดิบไม่มีคุณภาพ ไม่ได้มาตรฐาน มีการปนเปื้อนจนเป็นเหตุให้ต้องทิ้งน้ำมันที่ได้มา และเลี้ยงโคนมไม่ถูกวิธีจนเป็นเหตุให้โคนมเป็นโรคได้แก่ โรคเต้านมอักเสบ โรคมดลูกอักเสบ โรคปอด โรคปากเท้าเปื่อย และโคนมมีปัญหาเกี่ยวกับกิบเท้า ผสมเทียมติดยาก โคนมคลอดใหม่รกค่างและไม่กินอาหาร จึงทำให้การผลิตน้ำมันดิบไม่ได้คุณภาพ และ

ไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค รัฐบาลได้มีการตั้งเป้าหมายส่งเสริมการเลี้ยงโคนม เพื่อให้เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมมีความรู้ ความสามารถจัดการฟาร์มโคนม ผลิตน้ำนมที่มีคุณภาพ และส่งเสริมให้ผู้เลี้ยงโคนมเพิ่มมากขึ้นตามความต้องการในตลาดภายในประเทศ และพัฒนาคุณภาพชีวิตของเกษตรกรให้ดีขึ้นกว่าเดิม

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนม เป็นมาตรฐานทั่วไป ตามพระราชบัญญัติมาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ. 2551 เพื่อส่งเสริมสินค้าเกษตรให้ได้คุณภาพ มาตรฐานและปลอดภัย มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้โคนมที่มีสุขภาพดี ผลิตน้ำนมโคที่ปลอดภัย และเหมาะสมสำหรับผู้บริโภค หรือการนำไปแปรรูป พร้อมทั้งไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยมี 9 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบฟาร์ม อาหารสำหรับโคนม น้ำ การจัดการฟาร์ม สุขภาพสัตว์ สวัสดิภาพสัตว์ การจัดการสิ่งแวดล้อม การผลิตน้ำนมดิบ การบันทึกข้อมูล (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, 2008)

จังหวัดเชียงใหม่พบว่ามีเกษตรกรเลี้ยงโคนมมากที่สุดในเขตภาคเหนือตอนบน มีจำนวนเกษตรกรทั้งหมด 936 ราย จำนวนโครีดนม 19,401 ตัว จำนวนโคแพกกรีดนม 3,441 ตัว ปริมาณน้ำนมดิบที่ผลิตได้ 7,273,075 กิโลกรัมต่อเดือน มีสหกรณ์ 9 แห่ง องค์กรเอกชนและรัฐวิสาหกิจ 3 แห่ง และโรงงานแปรรูปนม 4 แห่ง (Livestock Office Region 5, 2019) ซึ่งอำเภอสันกำแพง และอำเภอแม่ออน มีเกษตรกรในพื้นที่เลี้ยงโคนมจำนวนมาก เพราะมีภูมิประเทศเป็นทั้งภูเขาและที่ราบลุ่ม มีความอุดมสมบูรณ์ ซึ่งเหมาะกับการเลี้ยงโคนม อำเภอสันกำแพง มีจำนวน 97 ฟาร์ม และอำเภอแม่ออนมีจำนวน 192 ฟาร์ม และบางฟาร์มคุณภาพน้ำนมดิบยังไม่ได้มาตรฐาน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาความรู้และการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม อำเภอสันกำแพงและอำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อต้องการทราบข้อมูลส่วนบุคคล เศรษฐกิจ

และสังคมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม ความรู้และการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม รวมไปถึงปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม ตลอดจนการได้ศึกษาถึงปัญหา และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม อำเภอสันกำแพงและอำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานของสำนักงานปศุสัตว์จังหวัดเชียงใหม่ องค์กรส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย ภาคเหนือตอนบน (อ.ส.ค.) และสหกรณ์โคนมในอำเภอสันกำแพงและอำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ ในการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมและเป็นกลยุทธ์หนึ่งในยุทธศาสตร์พัฒนาโคนมและผลิตภัณฑ์นม ปี พ.ศ. 2560–2564 และเป็นข้อมูลพื้นฐานของสำนักงานปศุสัตว์ จังหวัดเชียงใหม่ และสหกรณ์โคนมในอำเภอสันกำแพงและอำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ ในการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนม

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ เพื่อศึกษาความรู้และการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม อำเภอสันกำแพงและอำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีการดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในอำเภอสันกำแพงและอำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งประกอบด้วย สหกรณ์โคนมสันกำแพง (ป่าตึงห้วยหม้อ) จำกัด สหกรณ์โคนมแม่ออน จำกัด และสหกรณ์โคนมผาตั้ง จำกัด โดยมีเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมทั้งหมด 327 คน (ข้อมูลปี พ.ศ. 2561) ขั้นตอนที่ 1 ซึ่งได้คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรคำนวณของ Yamane (1973) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ

ยอมให้มีความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างผู้เลี้ยงโคนม คือ 180 คน ขั้นตอนที่ 2 เป็นการสุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม 3 สหกรณ์ ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Sample random sampling) โดยใช้ตารางเลขสุ่ม เพื่อกำหนดขอบเขตของกลุ่มตัวอย่าง (Thawirat, 1993) โดยคำนวณตัวอย่างตามสัดส่วนประชากรในแต่ละสหกรณ์ เนื่องจากแต่ละสหกรณ์มีจำนวนไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงสุ่มตัวแทนในแต่ละสหกรณ์

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

แหล่งข้อมูลที่รวบรวมเพื่อใช้ในการวิจัยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) ข้อมูลทุติยภูมิ เป็นการรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร ตำรา หนังสือ บทความ วิชาการ และวารสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย และ 2) ข้อมูลปฐมภูมิ โดยมีการใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย (Kanjanasamranwong, 2017) โดยนำแบบสอบถามปรึกษาผู้ทรงคุณวุฒิ และนำไปให้สัตวแพทย์ชำนาญการ หน่วยพัฒนาสุขภาพและผลผลิตสัตว์ สหกรณ์โคนม สันกำแพง (ป่าตึงห้วยหม้อ) สำนักงานปศุสัตว์เขต 5 ทำการตรวจสอบแก้ไขภาษาที่ใช้ให้ถูกต้องรัดกุมยิ่งขึ้น การทดสอบความเชื่อมั่นได้ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาแบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมเท่ากับ 0.73 และค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาแบบทดสอบเกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมเท่ากับ 0.80 แสดงว่าแบบสอบถามที่ใช้สำหรับงานวิจัยครั้งนี้มีความเที่ยงตรง น่าเชื่อถือ และให้ผลแม่นยำ สามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลได้ ซึ่งมีจำนวน 180 ชุด และเก็บจากเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมเป็นรายบุคคล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1) ข้อมูลลักษณะส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม ความรู้เกี่ยวกับข้อ

กำหนดการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม โดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) การวิเคราะห์ข้อมูลการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) และจัดกลุ่มให้เป็นคะแนน คือ 0-6 คะแนน มีความรู้ น้อย 7-12 คะแนน มีความรู้ปานกลาง 13-18 คะแนน มีความรู้มาก เพื่อใช้ในการจัดลำดับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม

3) การวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อความรู้และการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม อำเภอสันกำแพงและอำเภอแม่อน จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุ (Multiple regression analysis)

4) การวิเคราะห์ปัญหา และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม โดยนำข้อมูลมาแยกแยะประมวลผลและการบรรยายเชิงพรรณนา

ซึ่งการวิเคราะห์ในส่วนที่ 1, 2 และ 3 จะใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ช่วยในการบันทึก จัดการ และการวิเคราะห์ข้อมูล (Kessung, 2016)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม อำเภอสันกำแพง และอำเภอแม่อน จังหวัดเชียงใหม่

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 50.80 ปี มีสถานภาพสมรส สำเร็จการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษา สมาชิกในครัวเรือน 4 คน แรงงาน 4 คน

มีรายได้จากการเลี้ยงโคนมเฉลี่ย 792,582.24 บาทต่อปี มีจำนวนโคนมเฉลี่ย 45 ตัว มีพื้นที่ในการเลี้ยงโคนมเฉลี่ย 9 ไร่ มีแหล่งเงินทุนสำหรับการเลี้ยงโคนม 2 แหล่ง คือ กู้ยืมจากสหกรณ์โคนม และกู้ยืมจากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร มีประสบการณ์ในการเลี้ยงโคนมเฉลี่ย 13.58 ปี รับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเลี้ยงโคนมเฉลี่ย 9 ครั้ง ติดต่อกับเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับมาตรฐานเกษตรที่ดีเฉลี่ย 2 ครั้ง เข้าฝึกอบรมเกี่ยวกับการเลี้ยงโคนมเฉลี่ย 2 ครั้ง

ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับข้อกำหนดการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมอำเภอสันกำแพงและอำเภอแม่อน จังหวัดเชียงใหม่
เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับ

ข้อกำหนดการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมอยู่ในระดับมาก ร้อยละ 73.33 เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม ร้อยละ 26.11 ที่มีความรู้เกี่ยวกับข้อกำหนดการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมในระดับปานกลาง และมีส่วนน้อยเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมมีความรู้เกี่ยวกับข้อกำหนดการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมอยู่ในระดับน้อย ร้อยละ 0.56 เมื่อเฉลี่ยคะแนนความรู้ทั้งหมด 18 ข้อ พบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมมีความรู้เฉลี่ย 14 คะแนน โดยมีคะแนนต่ำสุดอยู่ที่ 3 คะแนน และสูงสุด 18 คะแนน ซึ่งข้อคำถามที่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมตอบถูกมากที่สุด คือ ข้อที่ 2 พื้นโรงรีดนมต้องทำด้วยคอนกรีตไม่ซัดมัน มีความลาดเอียง มีระบบระบายน้ำที่ดี โดยมีเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมตอบถูกถึง ร้อยละ 98.33 (Table 1)

Table 1 A number of farmers rearing dairy cattle based on a level of knowledge about the regulations of good agriculture practice for dairy cattle farms

(n=180)		
level of knowledge about good agriculture practice for dairy cattle farms	(N)	(%)
Low	1	0.56
Moderate	47	26.11
High	132	73.33
\bar{x} = 13.80	SD = 2.399	Min-Max = 3-18

0-6 = Low; 7-12 = Moderate; 13-18 = High

ข้อมูลการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม อำเภอสันกำแพงและอำเภอแม่อน จังหวัดเชียงใหม่

เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมส่วนใหญ่มีระดับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก เฉลี่ย 4.23 โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านทั้งหมด 9 ด้าน พบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมมีค่าเฉลี่ยการ

ปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมมากที่สุด คือ ด้านการจัดการน้ำเฉลี่ย 4.45 รองลงมาคือ ด้านการผลิตน้ำนมดิบเฉลี่ย 4.42 ด้านสุขภาพสัตว์เฉลี่ย 4.33 ด้านอาหารสำหรับโคนมเฉลี่ย 4.31 ด้านองค์ประกอบฟาร์มเฉลี่ย 4.29 ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมเฉลี่ย 4.26 ด้านการจัดการฟาร์มเฉลี่ย 4.13 ด้านสวัสดิภาพสัตว์เฉลี่ย 4.03 และด้านการบันทึกข้อมูลเฉลี่ย 3.84 ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Mean, Standard Deviation, and levels of good agriculture practice for the dairy cattle farm

(n=180)

Good agriculture practice	\bar{x}	SD	Description
Farm components	4.29	0.60	Most
Dairy cattle feed	4.31	0.52	Most
Water management	4.45	0.53	Most
Farm management	4.13	0.56	Most
Animal health	4.33	0.51	Most
Animal security	4.03	0.66	Most
Environmental management	4.26	0.59	Most
Raw milk production	4.42	0.49	Most
Data record	3.84	0.74	Most
Total	4.23	0.47	Most

Mostly = 4.51-5.00; Most = 3.51-4.50; Moderate = 2.51-3.50; Low = 1.51-2.50; Lowest = 1.00-1.50

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความรู้และการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม อำเภอสันกำแพงและอำเภอแม่อน จังหวัดเชียงใหม่

การวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อความรู้และการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนม โดยการใช้สถิติวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบคัดเลือกเข้า (Enter multiple regression analysis) ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (ตัวแปรเกณฑ์) กับตัวแปรอิสระ (ตัวแปรพยากรณ์) ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป (Pengsawat, 2010) ว่าตัวแปรอิสระใดมีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือเชิงลบกับตัวแปรตาม และมีระดับความสัมพันธ์มากน้อยเพียงใด โดยการวิเคราะห์ได้คัดเลือกตัวแปรอิสระจากการทบทวนวรรณกรรม ทั้งหมด 14 ตัวแปร ได้แก่ เพศ (Gen: ชาย=1, หญิง=0) อายุ (Age: จำนวนปี) สถานภาพ (Stat: สมรส=1, อื่นๆ=0) ระดับการศึกษา (Edu: ประถมศึกษาหรือต่ำกว่า=1, สูงกว่าประถมศึกษา=0) จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (Mem:

จำนวนคน) จำนวนแรงงาน (Labor: จำนวนคน) รายได้จากการเลี้ยงโคนม (Inc: บาท/ปี) จำนวนโคนม (Cow: จำนวนตัว) พื้นที่ในการเลี้ยงโคนม (Area: ไร่) แหล่งเงินทุนสำหรับการเลี้ยงโคนม (Fund: แหล่ง) ประสบการณ์ในการเลี้ยงโคนม (Exp: จำนวนปี) การรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเลี้ยงโคนม (Inf: ครั้ง/ปี) การติดต่อกับเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับมาตรฐานเกษตรที่ดี (Cont: ครั้ง/ปี) การเข้าฝึกอบรมเกี่ยวกับการเลี้ยงโคนม (Train: ครั้ง/ปี) เพื่อหาว่าตัวแปรอิสระใดมีผลต่อความรู้และการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวแปรอิสระทั้งหมด 14 ตัวแปร ไม่มีตัวแปรอิสระใดที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation) สูงเกิน 0.80 ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหา Multicollinearity อันเป็นการละเมิดข้อกำหนดของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis) (Prasitrathasint, 2002)

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนม พบว่าตัวแปร

อิสระทั้งหมด 14 ตัวแปร มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม คือ ความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมอยู่ร้อยละ 16.80 ($R^2=0.168$) และเมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระที่มีผลต่อความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 พบว่ามี 1 ตัวแปร เป็นตัวแปรที่มีผลทางบวก คือ การรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเลี้ยงโคนม ($Sig.=0.034$) (Table 3)

โดยผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการเลี้ยงโคนมเพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะทำให้คะแนนความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมเพิ่มขึ้น 0.046 คะแนน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการรับรู้ข่าวสารมาครั้งย่อมสร้างโอกาสในการรับรู้ข่าวสารด้านการเลี้ยงโคนมใหม่ ๆ และเป็น การทบทวนความรู้ด้านการเลี้ยงโคนม และการจดจำ ได้มากกว่า

Table 3 An analysis of factors effecting know ledge about good agriculture practice of the farms

Independent variables	Dependent variable		
	Knowledge about good agriculture practice for the dairy cattle farms		
	B	t	Sig.
Sex	0.066	0.136	0.892
Age	-0.009	-0.336	0.737
Marital status	0.878	1.666	0.098
Educational attainment	0.725	1.471	0.143
A number of household members	0.105	0.747	0.456
A number of workforces	-0.069	-0.504	0.615
An income earning from dairy	4.583E-8	0.144	0.886
A number of dairy cattle	-0.004	-0.385	0.701
Dairy cattle raising area	-0.018	-0.863	0.389
Capital source	0.142	0.741	0.460
Experience in dairy cattle raising	-0.027	-1.136	0.257
Perception about dairy cattle raising	0.046	2.132	0.034*
A number of contacts with livestock officers	0.277	1.767	0.079
Training about dairy cattle rearing	-0.136	-1.202	0.231
Constant	12.642	8.547	0.000**
$R^2 = 0.168 (16.80\%)$		F = 2.375	Sig. F = 0.005**

*Statistically significant level at 0.05; ** Statistically significant level at 0.01

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนม พบว่าตัวแปรอิสระทั้งหมด 14 ตัวแปร มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม คือ การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมอยู่ร้อยละ 16.30 ($R^2=0.163$) และเมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระที่มีผลต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่ามี 5 ตัวแปร โดยแบ่งออกเป็นตัวแปรที่มีผลทางบวก 4 ตัวแปร ได้แก่ รายได้จากการเลี้ยงโคนม ($Sig.=0.039$) จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ($Sig.=0.031$) การติดต่อกับเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับมาตรฐานเกษตรที่ดี ($Sig.=0.046$) และอายุ ($Sig.=0.008$) ส่วนตัวแปรที่มีผลในทางลบ ได้แก่ แหล่งเงินทุนสำหรับการเลี้ยงโคนม ($Sig.=0.031$) (Table 4) และสามารถอธิบายผลการวิจัยผลการวิเคราะห์ที่ได้ดังนี้

1. เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่มีอายุมาก จะมีค่าการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมมากกว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่มีอายุน้อย สามารถระบุได้ว่าผู้ที่มีอายุมาก โอกาสที่จะนำประสบการณ์ที่สะสมมานาน 5-10 ปี และความรู้ไปใช้ในการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนม

2. เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่มีรายได้จากการเลี้ยงโคนมมาก จะมีค่าการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมมากกว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่มีรายได้จากการเลี้ยงโคนมน้อย จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่มีรายได้จากการเลี้ยงโคนมมาก อาจมีจำนวนโครีดนมมากจึงได้ปริมาณน้ำนมดิบมากตามไปด้วย จึงมีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนม เพื่อพัฒนาฟาร์มโคนมให้มีความสามารถในการผลิตน้ำนม และลดต้นทุนการผลิตในการเลี้ยงโคนม

3. เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมเพิ่มขึ้น เนื่องจากการ

เลี้ยงโคนมเป็นอาชีพที่นิยมทำกันภายในครอบครัว เพราะคนในครอบครัวจะมีความใส่ใจในรายละเอียดของการเลี้ยงโคนมมากกว่าคนนอกครอบครัว โดยส่วนมากจะเป็นคู่สามีภรรยา มีลูกและหลานมาช่วยเหลือ

4. เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมเพิ่มขึ้น จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมมาก จะมีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมมากกว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมมีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับมาตรฐานเกษตรที่ดีน้อย อาจเนื่องจากการได้รับคำปรึกษาและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ รวมไปถึงแนวทางการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมจากเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับมาตรฐานเกษตรที่ดี เช่นเดียวกับ Painvijite (2010) ที่พบว่า เกษตรกรที่มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรอยู่เป็นประจำจะยอมรับวิทยาการแผนใหม่มากกว่า เพราะมีโอกาสรับความรู้และเรียนเทคนิคในการทำฟาร์มใหม่ และ Kristry (1984) พบว่าเกษตรกรที่มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรหรือผู้นำการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ มาก จะมีการยอมรับการปฏิบัติในระดับที่เร็วและมากกว่า

5. เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่มีแหล่งเงินทุนสำหรับการเลี้ยงโคนมเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมลดลง ทั้งนี้การที่เกษตรกรมีแหล่งเงินทุนสำหรับการเลี้ยงโคนมเพิ่มขึ้น ย่อมแสดงว่าเกษตรกรจะมีโอกาสในการกู้ยืมเงินเพิ่มขึ้น และสามารถนำเงินไปลงทุนประกอบอาชีพอื่นมากขึ้น ทำให้ละเลยที่จะปฏิบัติตาม (มีโอกาสเปลี่ยนอาชีพในอนาคต)

Table 4 An analysis of factors effecting good agriculture practice for the dairy cattle farms of the farms

Independent variables	Dependent variable		
	Good agriculture practice for the dairy cattle farms		
	B	t	Sig.
Sex	0.023	0.240	0.811
Age	0.014	2.704	0.008**
Marital status	-0.059	-0.560	0.577
Educational attainment	0.073	0.740	0.460
A number of household members	0.061	2.178	0.031*
A number of workforces	-0.003	-0.104	0.918
An income earning from dairy	1.317E-7	2.077	0.039*
A number of dairy cattle	0.000	-0.126	0.900
Dairy cattle rearing area	0.005	1.156	0.249
Capital source	-0.083	-2.170	0.031*
Experience in dairy cattle rearing	-0.006	-1.276	0.204
Perception about dairy cattle rearing	0.003	0.735	0.464
Agriculture extension contact	0.063	2.009	0.046*
Training about dairy cattle rearing	-0.042	-1.865	0.064
Constant	3.333	11.326	0.000**
R² = 0.163 (16.30%)		F = 2.288	Sig. F = 0.007**

*Statistically significant level at 0.05; ** Statistically significant level at 0.01

ข้อมูลปัญหา และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม อำเภอสันกำแพงและอำเภอแม่อน จังหวัดเชียงใหม่

การศึกษาปัญหา และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม พบว่าขาดเงินทุนในการปรับปรุงหรือก่อสร้างฟาร์มโคนมเพิ่มเติม ฟาร์มโคนมตั้งอยู่ในเขตชุมชน อาหารหยาบมีไม่เพียงพอต่อการเลี้ยงโคนม และอาหารชั้นสำหรับโคนมมีราคาแพง น้ำไม่สะอาดและไม่เพียงพอต่อการใช้

ภายในฟาร์ม หากบางฟาร์มใช้น้ำประปาในการเลี้ยงโคนมจะมีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง แรงงานจ้างทำหน้าที่ดูแลเลี้ยงโคนมมีไม่เพียงพอ อีกทั้งยังขาดความรู้ในการเลี้ยงโคนม โคนมเป็นโรคต่าง ๆ ได้แก่ โรคเต้านมอักเสบ โรคมดลูกอักเสบ โรคปอด โรคปากเท้าเปื่อย และโคนมมีปัญหาเกี่ยวกับกิบเท้า ผสมเทียม ตืดยาก โคนมคลอดใหม่รกค่าง มีเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมบางส่วนขาดความรู้เกี่ยวกับการใช้ยารักษาโคนม ฟาร์มโคนมมีสิ่งปฏิกูล เช่น ขี้วัวขี้ควายหมักเน่า มูลโคนม น้ำเสีย ส่งกลิ่นเหม็น และจุดบันทึกข้อมูลทะเบียนประวัติโคนมไม่ครบถ้วน ดังนั้นเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมจึงมีข้อเสนอแนะให้ภาครัฐและ

หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น ปศุสัตว์จังหวัดเชียงใหม่ สหกรณ์
โคนมสันกำแพง (ป่าตึงหัวหม้อ) จำกัด สหกรณ์โคนม
แม่อน จำกัด และสหกรณ์โคนมผาตั้ง จำกัด รวมไปถึง
องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) ทั้งนี้
ควรมีการจัดตั้งศูนย์ผลิตหรือรวบรวมอาหารหยาบที่มี
คุณภาพไว้ให้เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกรผู้เลี้ยง
โคนม เพื่อที่จะนำมาใช้ในการเลี้ยงโคนมของฟาร์มตนเอง
ควรควบคุมราคาอาหารชั้นสำหรับโคนม ควรให้สัตวแพทย์
เข้ามารักษาโคนมที่เป็นโรค ดูแลปัญหาเกี่ยวกับกิบเท้าของ
โคนม และติดตามผลการผสมเทียมโดยเฉพาะโคนมที่ผสมเทียม
ติดยาก และเจ้าหน้าที่ควรเข้ามาให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้ยา
รักษาโคนม

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาสรุปได้ว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม
ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 50 ปี มีสถานภาพสมรส
การศึกษาอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษา สมาชิกในครัวเรือน
เฉลี่ย 4 คน แรงงานเฉลี่ย 4 คน มีรายได้จากการเลี้ยงโคนม
เฉลี่ย 792,582.24 บาทต่อปี มีจำนวนโคนมเฉลี่ย 45 ตัว มี
พื้นที่ในการเลี้ยงโคนมเฉลี่ย 9 ไร่ มีแหล่งเงินทุนสำหรับการ
เลี้ยงโคนม 2 แหล่ง มีประสบการณ์ในการเลี้ยงโคนมเฉลี่ย
13 ปี รับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเลี้ยงโคนมเฉลี่ย 9 ครั้ง
ต่อปี ติดต่อกับเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับมาตรฐานเกษตรที่ดีเฉลี่ย 2
ครั้งต่อปี เข้าฝึกอบรมเกี่ยวกับการเลี้ยงโคนมเฉลี่ย 2 ครั้ง
ต่อปี เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมมีความรู้เกี่ยวกับข้อกำหนดการ
ปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมในระดับมาก
และมีระดับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนม
รวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก โดยเรียงจากด้านมากที่สุดไป
น้อยได้ดังนี้ ด้านการจัดการน้ำ ด้านการผลิตน้ำนมดิบ
ด้านสุขภาพสัตว์ ด้านอาหารสำหรับโคนม ด้าน
องค์ประกอบฟาร์ม ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม ด้าน
การจัดการฟาร์ม ด้านสวัสดิภาพสัตว์ และด้านการ
บันทึกข้อมูล ตามลำดับ

สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติ
ทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติได้แก่ การรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเลี้ยงโคนม
และปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับ
ฟาร์มโคนมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางบวกได้แก่ อายุ
จำนวนสมาชิกในครัวเรือน รายได้จากการเลี้ยงโคนม การ
ติดต่อกับเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับมาตรฐานเกษตรที่ดี และแหล่ง
เงินทุนสำหรับการเลี้ยงโคนม ปัญหาเกี่ยวกับการปฏิบัติทาง
การเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนม พบว่าขาดเงินทุนในการ
ปรับปรุงหรือก่อสร้างฟาร์มโคนมเพิ่มเติม ฟาร์มโคนมตั้งอยู่
ในเขตชุมชน อาหารหยาบ ได้แก่ ข้าวโพด หญ้า มีไม่
เพียงพอต่อการเลี้ยงโคนม อาหารชั้นสำหรับโคนมมีราคา
แพง น้ำไม่เพียงพอต่อการอุปโภคภายในฟาร์ม แรงงานจ้าง
ที่มาทำหน้าที่ดูแลเลี้ยงโคนมขาดความรู้ ความชำนาญ
ในการเลี้ยงโคนม และโคนมมีปัญหาเกี่ยวกับกิบเท้า ผสม
เทียมติดยาก โคนมคลอดใหม่รกคาง และเกิดโรคต่าง ๆ
ในโคนม อีกทั้งยังขาดความรู้เกี่ยวกับการใช้ยารักษาโคนม
เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมจึงมีข้อเสนอแนะ คือ มีการ
จัดตั้งศูนย์ผลิตหรือรวบรวมอาหารหยาบที่มีคุณภาพไว้ให้
เพียงพอ ควรให้หน่วยงานทั้งภาครัฐมาควบคุมราคา
อาหารชั้นสำหรับโคนม และควรให้สัตวแพทย์เข้ามาดูแล
ปัญหาเกี่ยวกับกิบเท้าของโคนม ติดตามผลการผสมเทียม
โดยเฉพาะโคนมที่ผสมเทียมติดยาก และให้ความรู้แก่
เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ยังขาดความรู้เกี่ยวกับการใช้ยา
รักษาโคนม

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบถึงความรู้
และการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนมของ
เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม อำเภอสันกำแพงและอำเภอ
แม่อน จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นพื้นที่เป้าหมายในการ
ศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งสามารถนำไปเป็นข้อมูลสำหรับผู้ที่
มีหน้าที่เกี่ยวข้องโดยตรงในการวางแผนส่งเสริมการเลี้ยง
โคนม หรือสามารถเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข

แผนการส่งเสริมการเลี้ยงโคนมในพื้นที่เป้าหมายใหม่ ตลอดจนอาจเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยในครั้งต่อไป จากผลการวิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1) ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น ปศุสัตว์จังหวัดเชียงใหม่ สหกรณ์โคนมสันกำแพง (ป่าตึงห้วยหม้อ) จำกัด สหกรณ์โคนมแม่ออน จำกัด และสหกรณ์โคนมผาตั้ง จำกัด ควรมีการจัดการแหล่งเงินทุนที่สามารถกู้ได้ในระดับดอกเบี้ยต่ำหรือปลอดดอกเบี้ยแก่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม

2) ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน เช่น ปศุสัตว์จังหวัดเชียงใหม่ องค์กรส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) สหกรณ์โคนมสันกำแพง (ป่าตึงห้วยหม้อ) จำกัด สหกรณ์โคนมแม่ออน จำกัด และสหกรณ์โคนมผาตั้ง จำกัด ควรให้การสนับสนุนทางวิชาการ การวิจัย ตลอดจนการถ่ายทอดความรู้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของแต่ละท้องถิ่นอย่างต่อเนื่อง มีการทบทวนความรู้ในด้านต่าง ๆ ประจำปี เพื่อเพิ่มพูนความรู้ให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม และให้มีการแลกเปลี่ยนพูดคุยปัญหาและอุปสรรคในการปฏิบัติงานในการเลี้ยงโคนมที่ผ่านมา เพื่อที่จะได้ช่วยกันหาหรือแก้ไขปัญหา เช่น การนัดประชุมแต่ละสหกรณ์โคนม การอบรมให้ความรู้ต่าง ๆ เป็นต้น

3) ปศุสัตว์จังหวัดเชียงใหม่ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรสร้างแอปพลิเคชันที่สามารถจัดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมได้ หรือส่งเสริมให้เกษตรกรเริ่มจัดบันทึกข้อมูลที่จำเป็น เพื่อฝึกฝนและพัฒนาการจัดบันทึกไปด้วย

4) กรมปศุสัตว์จังหวัดเชียงใหม่และสหกรณ์โคนมในอำเภอสันกำแพงและอำเภอแม่ออน ควรมีการจัดสัตวแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญเข้ามาดูแล ติดตามสุขภาพโคนม สุขอนามัยภายในฟาร์ม และรักษาโรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับโคนม ได้แก่ โรคเต้านมอักเสบ โรคมดลูกอักเสบ โรคปอด โรคปากเท้าเปื่อย รวมไปถึงโคนมมีปัญหาเกี่ยวกับก๊ิบเท้า ผสมเทียมติดยาก โคนมคลอดใหม่รกร้าง

และไม่กินอาหาร และให้ความรู้เกี่ยวกับการสังเกตอาการที่เกิดขึ้นกับโคนมและการใช้ยารักษาโคนมภายในฟาร์ม เพื่อให้เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมมีความรู้ ความเข้าใจ และนำไปปฏิบัติได้ถูกต้อง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์ บุคลากร สาขาพัฒนาทรัพยากรและส่งเสริมการเกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำในการศึกษาวิจัย การติดต่อประสานงานในการดำเนินงานวิจัย และขอขอบคุณประธานสหกรณ์และเจ้าหน้าที่สหกรณ์โคนมอำเภอสันกำแพงและอำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอขอบคุณเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม อำเภอสันกำแพงและอำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Kanjanasamranwong, P. 2017. **Principles of Statistics**. Nonthaburi: IDC Premier. 568 p. [in Thai].
- Kessung, P. 2016. **Action Research**. Bangkok: Chulalongkorn University Press. 301 p. [in Thai].
- Kristy, D. 1984. **Principle of Agricultural Extension Method**. Bangkok: Thai Wathanaparnit. 263 p. [in Thai].

- Livestock Office Region 5. 2019. **A report on dairy cattle population and amount of raw milk based on each cooperative and raw milk collection centurion upper Northern Thailand, February, 2019.** [Online]. Available <http://webcache.googleusercontent.com> (20 March 2019).
- National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. 2008. **Good Agricultural Practices for Dairy Cattle Farm.** Bangkok: National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. 28 p.
- Painvijite, K. 2010. **Application of Organic Rice Production Technology by Farmers in Phayakkhaphum Phisai District, Maha Sarakham Province.** Master Thesis. Khon Kaen University. 15 p. [in Thai].
- Pengsawat, W. 2010. **Applied Statistics for Social Science Research.** Bangkok: Suwiryasarn. 410 p. [in Thai].
- Prasitrathasint, S. 2002. **Applications of Statistical Methods in Research.** Bangkok: Fueang Fa Printing House. 352 p. [in Thai].
- Thawirat, P. 1993. **Behavioral Science Research Methodology.** Bangkok: Finger Print and Media. 303 p. [in Thai].
- Yamane, T. 1973. **Statistics: An Introductory Analysis.** 3rded. Tokyo: Aoyama Gakuin University. 886 p.

รูปแบบการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบเพื่อป้องกันการติดเชื้อแบคทีเรียในอวัยวะภายใน
Culture Technique for Frog-breeder (*Hoplobatrachus rugulosus*)
to Prevent Bacteria (*Mycobacterium* spp.) Infection on Internal Organs

สมเกียรติ ตันตา

Somkiat Tanta

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 52000

Faculty of Sciences and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang

Lampang, Thailand 52000

*Corresponding author: superherokiat@hotmail.com

Received: June 18, 2020

Revised: June 08, 2021

Accepted: September 16, 2021

Abstract

The objective of this study aims to reduce *Mycobacterium* spp. infection on intimal organs of the frog-breeder. The experimental trials were triplicate divided into five groups, T1: Dry rounded cement tank, T2: Rounded cement tank with water 60:40, T3: Dry squared cement tank, T4: cage on land with water, T5: Floating cage in concrete tank. All experimental group were challenged in the *Mycobacterium* spp. dissemination place. The frog-breeders were stocked at fifteen frogs per square meter. The frog-breeders; the overall weight percentages increase of flog broodstock in the different rearing type were 0.00 ± 20.99 , 44.25 ± 56.34 , 0.26 ± 5.16 , 20.00 ± 6.78 and 16.23 ± 8.10 , respectively. There was a significant difference in weight gain of group 1 compared to group 2, 4 and 5 ($p<0.05$). The survival rate of frog-breeder in the different environments were 90.63 ± 6.25 , 100 ± 0.00 , 93.47 ± 7.53 , 97.91 ± 1.39 and $97.91\pm 1.39\%$, respectively. The highest survival rate was observed in group which frog-reared in the half-water rounded cement tank (Group 2) and it had a significant difference from reared groups 1 and 3 ($p<0.05$). The biopsy results, there was no detected of *Mycobacterium* spp. In the group 2 by PCR method. Furthermore, the frog tadpoles of the frog breeding in group 2 were showed a normally growth rate.

Keywords: *Mycobacterium* spp., frog, tadpole, frog-breeder technique

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาการติดเชื้อแบคทีเรีย *Mycobacterium* spp. ในอวัยวะภายในของพ่อแม่พันธุ์กบ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 5 ชุดการทดลอง ๆ ละ 4 ซ้ำ ชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบในบ่อซีเมนต์กลมแบบทั่วไป (ชุดควบคุม) ชุดการทดลองที่ 2 เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบในบ่อซีเมนต์กลมครึ่งบกครึ่งน้ำสัดส่วน 60:40 ชุดการทดลองที่ 3 เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบในบ่อสี่เหลี่ยม ชุดการทดลองที่ 4 เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบในกระชังบก ชุดการทดลองที่ 5 เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบในกระชังลอยน้ำในบ่อซีเมนต์ ทำการทดลองในสถานที่ที่มีการระบาดของเชื้อ *Mycobacterium* spp. โดยปล่อยพ่อแม่พันธุ์กบมาลงเลี้ยงในอัตราส่วน 15 ตัวต่อตารางเมตร ภายหลังจากทดลอง 3 เดือน พบว่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนักรวมของพ่อแม่พันธุ์กบที่เลี้ยงในรูปแบบการเลี้ยงที่ต่างกัน มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 0.00 ± 20.99 , 44.25 ± 56.34 , 0.26 ± 5.16 , 20.00 ± 6.78 และ 16.23 ± 8.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำผลไปวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าชุดการทดลองที่ 1 มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ 2, 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการศึกษาอัตราการรอดตายของพ่อแม่พันธุ์กบนาที่เลี้ยงในรูปแบบการเลี้ยงที่ต่างกัน มีค่าเท่ากับ 90.63 ± 6.25 , 100 ± 0.00 , 93.47 ± 7.53 , 97.91 ± 1.39 และ 97.91 ± 1.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งอัตราการรอดตายของพ่อแม่พันธุ์กบนาที่เลี้ยงในบ่อกลมครึ่งบกครึ่งน้ำไม่พบการตายของพ่อแม่พันธุ์ ทำให้มีอัตราการรอดตายที่สูงที่สุด และเมื่อนำผลไปวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าชุดการทดลองที่ 2 มีความแตกต่างจากชุดการทดลองที่ 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการตรวจชิ้นเนื้อเพื่อหาเชื้อ *Mycobacterium* spp. จากห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธี PCR (Polymerase Chain Reaction) ปรากฏว่าไม่พบเชื้อ *Mycobacterium* spp. ในชุดการทดลองที่ 2 และเมื่อนำพ่อแม่พันธุ์กบจากชุด

การทดลองที่ 2 ไปเพาะขยายพันธุ์ พบว่าลูกอ๊อดมีอัตราการเจริญเติบโตเป็นปกติ

คำสำคัญ: ไมโครแบคทีเรีย กบนา ลูกอ๊อด รูปแบบการเลี้ยง

คำนำ

กบนาเป็นสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำพบได้ทั่วไปทุกภาคของประเทศไทยและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง เนื่องจากเนื้อกบเป็นอาหารโปรตีนที่มีรสดี เป็นที่นิยมบริโภคทั่วไปและมีประโยชน์หลายประการ เช่น ใช้ในการศึกษาค้นคว้าวิจัยทางชีววิทยา การแพทย์และมีความสำคัญต่อสภาวะแวดล้อมในการควบคุมและกำจัดแมลง (Amatayakool *et al.*, 1995)

อาชีพการเพาะเลี้ยงกบในปัจจุบันสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรอย่างมากมาย (Kusuma Na Ayudhya, 2020) และกำลังเป็นที่สนใจของผู้ประกอบการรายใหม่ที่ต้องการมีอาชีพและรายได้เหมือนกับกลุ่มคนที่ประสบผลสำเร็จ ทั้งนี้มีเกษตรกรอีกไม่น้อยที่ต้องพบกับปัญหาในการเพาะเลี้ยงสัตว์ชนิดนี้เนื่องจากโรคระบาดในฟาร์มเพาะเลี้ยงซึ่งเชื้อโรคในปัจจุบันก็มีการพัฒนาด้านความรุนแรงมากขึ้น (Thip-uten *et al.*, 2019) สวนทางกับเกษตรกรที่ยังมีความรู้และความเข้าใจในการจัดการด้านสุขภาพกบน้อยมากอาจเป็นเพราะมุ่งเน้นในเชิงธุรกิจมากกว่าความยั่งยืนทำให้มีการปล่อยพ่อแม่พันธุ์กบลงเลี้ยงหนาแน่นเกินไป บางรายก็มีการจัดการด้านสุขภาพฟาร์มอย่างไม่ถูกต้องหรืออาจเลี้ยงกบผิดวิธีซึ่งปัจจัยเหล่านี้ก่อให้เกิดโรคตามมาหลายโรค บางโรคสามารถติดต่อสู่คนได้ถ้าไม่มีความรู้ความเข้าใจในการป้องกันตัวเอง ยกตัวอย่างโรคที่เกิดจากเชื้อ *Mycobacterium* spp. (Koanantakool *et al.*, 2002) มีรายงานการระบาดของเชื้อมีครั้งแรกในจังหวัดลำปาง ปีพุทธศักราช 2557 (Tanta, 2017) อีกทั้งเชื้อ *Mycobacterium* spp.

ยังสามารถถ่ายทอดทางสายเลือดได้ด้วย (Chinabut *et al.*, 1994) ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ลูกอ๊อดตายหลังจากการฟักตัว 7-10 วัน โดยจะแสดงอาการเบื่ออาหาร (anorexia) ผอมโซ (emaciation) กระดูกสันหลังผิดรูป (vertebral deformities) สีของตัวกบซีดลง (loss of normal coloration) และมีภาวะตาขาว คอเอียงร่วมด้วย พบก้อนเนื้อเยื่ออักเสบหรือตุ่มก้อน (granuloma) สีขาวขุ่นตามอวัยวะภายในต่าง ๆ เช่น ตับ ม้าม ไต ปอด และระบบทางเดินอาหาร การวินิจฉัยโรคทำได้โดยสังเกตจากอาการและรอยโรค และมีการเพาะแยกพร้อมทั้งพิสูจน์เชื้อแบคทีเรีย (Tanta, 2017) โรคที่เกิดจากเชื้อ *Mycobacterium* spp. ได้สร้างความเสียหายทางด้าน

เศรษฐกิจให้กับเกษตรกรเป็นจำนวนมาก ปัจจุบันเชื้อตัวนี้ได้แพร่ระบาดไปทั่วประเทศโดยเฉพาะจังหวัดพิจิตร สุพรรณบุรี ชัยนาท พระนครศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร ชลบุรี ลำพูน พะเยา อุบลราชธานี และสุรินทร์ ดังนั้นงานวิจัยเรื่องนี้จะช่วยทำให้เกษตรกรทั่วประเทศปรับเปลี่ยนวิธีการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบให้ถูกต้อง โดยการนำรูปแบบการเลี้ยงแบบใหม่ไปใช้กับฟาร์มเพาะเลี้ยงกบต่อไป

ลักษณะอวัยวะภายในของกบที่มีการติดเชื้อ *Mycobacterium* spp. ซึ่งรอยโรคปรากฏชัดเจนบริเวณอวัยวะภายในที่พบคือ ตับมีลักษณะเป็นจุดสีขาวครีม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร กระจายอยู่ทั่วบริเวณตับ (Figure 1)

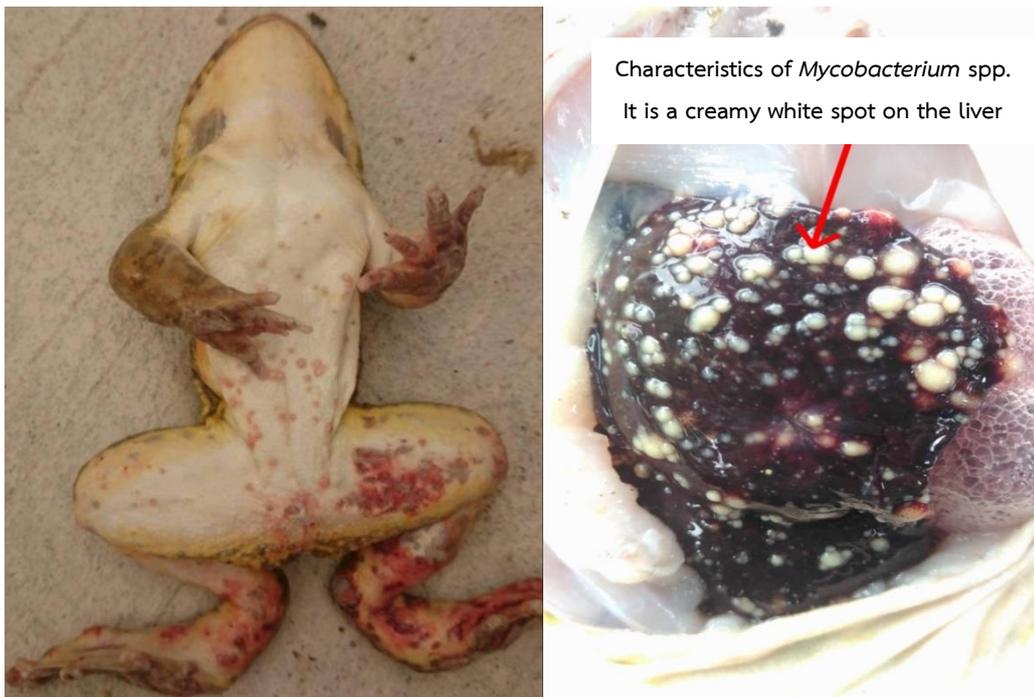


Figure 1 Frog disease caused by *Mycobacterium* spp. infection showed white nodules in internal organs

อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแผนการทดลอง เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบใน รูปแบบที่ต่างกันโดยทำการทดลอง 5 ชุด ชุดการทดลอง ละ 4 ซ้ำ

ชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบในบ่อ ซีเมนต์กลมแบบทั่วไป (ชุดควบคุม) ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เมตร

ชุดการทดลองที่ 2 เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบในบ่อ ซีเมนต์กลมครึ่งบกครึ่งน้ำสัดส่วน 60:40 ทำการเทพื้นบ่อ ในส่วนของพื้นที่บ่อให้สูงขึ้น 2 นิ้ว

ชุดการทดลองที่ 3 เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบในบ่อ สีเหลี่ยมซีเมนต์ ขนาด 1.4×1.25 เมตร

ชุดการทดลองที่ 4 เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบในกระชัง บก ขนาด 1.4×1.25 เมตร

ชุดการทดลองที่ 5 เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบในกระชัง ลอยน้ำในบ่อซีเมนต์ ขนาด 1.4×1.25 เมตร

การเตรียมสัตว์ทดลอง ใช้พ่อแม่พันธุ์กบอายุ 10 เดือน จำนวน 15 ตัวต่อตารางเมตรที่ปลอดเชื้อ (น้ำหนักเฉลี่ย 10.63±1.63 กิโลกรัม) โดยการสุ่มตรวจหา เชื้อ *Mycobacterium* spp. ด้วยวิธี PCR (Polymerase Chain Reaction หรือ (PCR) เป็นการสกัดสารพันธุกรรม DNA ของเชื้อที่ต้องการจากตัวอย่างที่ส่งตรวจ โดยการ สกัด DNA จากเนื้อเยื่อลำไส้และตับ) (Sritan *et al.*, 2013) จากนั้นทำการปล่อยพ่อแม่พันธุ์ลงเลี้ยงใน อัตราส่วน 15 ตัวต่อตารางเมตร โดยเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบ 26 ตัวต่อ 1 หน่วยการทดลอง ทำการเก็บข้อมูลและ บันทึกผลด้านการเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก อัตราการรอดตาย และภาวะการติดเชื้อ ทำการศึกษา ในสถานที่เกิดการ ระบาดของเชื้อ *Mycobacterium* spp. สาขาวิชาประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง

การเตรียมพื้นที่ทดลอง เนื่องจากพื้นที่ในการ ทดลองมีการระบาดของเชื้อ *Mycobacterium* spp. โดย ทำความสะอาดบ่อและสถานที่เลี้ยงด้วยกรดเกลือ HCl

และผลิตภัณฑ์น้ำยาล้างห้องน้ำให้ทั่วบริเวณและตากบ่อ ให้แห้งหลังจากนั้น 2-3 วัน ทำการปล่อยพ่อแม่พันธุ์กบลง เลี้ยง ให้อาหารกบแบบกินจนอิ่ม (ad libitum) วันละ 1 ครั้ง เป็นอาหารกบสำเร็จรูป เฮอร์เซ็นต์โปรตีน 30% และทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำก่อนและหลังให้อาหารทุกวัน ใน การทดลองใช้น้ำประปาที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยคลอรีนจาก ระบบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง

การตรวจสอบการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและอัตราการรอดตาย ก่อนปล่อยพ่อแม่พันธุ์กบลงเลี้ยงในแต่ละชุด การทดลองทำการชั่งน้ำหนักรวมในแต่ละหน่วยการ ทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการนับจำนวน พ่อแม่พันธุ์กบที่รอดตายและนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหา ค่าต่าง ๆ ดังนี้ 1) เฮอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Percent weight Gain) 2) อัตราการรอดตาย (Survival rate)

สูตรการคำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

$$= \frac{\text{น้ำหนักกบเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักกบเริ่มต้นการทดลอง}}{\text{น้ำหนักกบเริ่มการทดลอง}} \times 100$$

สูตรการคำนวณอัตราการตาย (เปอร์เซ็นต์)

$$\text{อัตราการรอดตาย} = \frac{\text{จำนวนกบเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนกบเริ่มต้น}} \times 100$$

การตรวจสอบการติดเชื้อ *Mycobacterium* spp. ทำการสุ่มตัวอย่างพ่อแม่พันธุ์กบทุก ๆ 1 เดือน เดือนละ 1 ตัว ไปตรวจชิ้นเนื้อ โดยการสุ่มตัวอย่างจาก การนำพ่อแม่พันธุ์กบในบ่อ 1 ตัว ทุกชุดการทดลอง ด้วย การจับใส่ถุงพลาสติกขนาด 18×28 นิ้ว แล้วอัดออกซิเจน ลงในถุงพลาสติกนำส่งตัวอย่างไปตรวจ ณ หน่วยชันสูตร โรดสัตว์ คณะสัตวแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทำการ ทดลอง 3 เดือน จากการสุ่มตรวจและการนำกบไป ชันสูตรโรค มีการทำอย่างระมัดระวังส่งผลให้ไม่มีผลต่อ อัตราการตายของกบ

การวิเคราะห์ข้อมูล เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำ ข้อมูลน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการรอดตายมาวิเคราะห์ ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และ เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของแต่ละชุดการ ทดลองด้วย Duncan's New Multiple Range Test ที่ ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ลักษณะภายในบ่อซีเมนต์กลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เมตร ซึ่งได้ทำแทนซีเมนต์สูง 2 นิ้ว สัดส่วนพื้นที่บก ต่อน้ำเท่ากับ 60:40 เปอร์เซ็นต์เพื่อให้กบขึ้นมาพักบน พื้นที่บก (ชายหาด) ป้องกันไม่ให้เกิดพ่อแม่พันธุ์แช่น้ำ ตลอดเวลา (Figure 2)



Figure 2 Unseen internal rounded cement tank for frog-breeder

ลักษณะภายนอกของบ่อซีเมนต์กลมที่ออกแบบ มาใช้เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของ เชื้อแบคทีเรีย *Mycobacterium* spp. โดยได้ทำการต่อ

ที่ระบายน้ำทิ้งพร้อมทั้งใส่วาล์วปิดเปิดน้ำเพื่อควบคุม การไหลของน้ำ และลดการสัมผัสภายในบ่ออกโดยตรง (Figure 3)



Figure 3 External appearance of rounded cement tank for decrease frog touching rate

ผลการวิจัยและวิจารณ์

เปอร์เซ็นต์น้ำหนักรวมที่เพิ่มขึ้นของพ่อแม่พันธุ์กบนาที่เลี้ยงด้วยรูปแบบการเลี้ยงที่ต่างกัน พ่อแม่พันธุ์กบนาที่เลี้ยงในรูปแบบการเลี้ยงที่ต่างกัน มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย เท่ากับ 0.00 ± 20.99 , 44.25 ± 56.34 , 0.26 ± 5.16 , 20.00 ± 6.78 และ 16.23 ± 8.10 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักรวม (หน่วยต่อผลผลิต) ในชุดการทดลองที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ (Table 1) พบว่าบ่อซีเมนต์กลมครึ่งบกครึ่งน้ำมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักมากที่สุด กบพ่อแม่พันธุ์ที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์กลมธรรมดาพบว่าไม่มีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก

เนื่องจากมีการตายในระหว่างการทดลอง โดยการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบนาในรูปแบบการเลี้ยงที่ต่างกันมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของพ่อแม่พันธุ์กบนา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Table 1) สอดคล้องกับงานทดลองของ (Upnanchai *et al.*, 2005) ได้ศึกษาการเลี้ยงกบนาในบ่อซีเมนต์ด้วยความหนาแน่นที่แตกต่างกันคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 ตัวต่อตารางเมตรพบว่า การเลี้ยงกบนาตัวเต็มวัยที่อัตราความหนาแน่นที่ 10 ตัวต่อตารางเมตรมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวที่มากที่สุดซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 1 The weight of frog brood stock in different rearing type

Experimental sets	Percent weight gain
T1 (Dry rounded cement tank)	0.00 ± 20.99^b
T2 (Rounded cement tank with water 50%)	44.25 ± 56.34^a
T3 (Dry squared cement tank)	0.26 ± 5.16^b
T4 (Cage on land with water)	20.00 ± 6.78^{ab}
T5 (Floating cage in concrete tank)	16.23 ± 8.10^{ab}

The different of English alphabets showed the different values by significant with $p < 0.05$.

ผลการศึกษาอัตราการรอดตายของพ่อแม่พันธุ์กบนา อัตราการรอดตายของพ่อแม่พันธุ์กบนาที่เลี้ยงในรูปแบบการเลี้ยงที่ต่างกัน มีค่าเท่ากับ 90.63 ± 6.25 , 100 ± 0.00 , 93.48 ± 7.53 , 97.92 ± 1.39 และ 97.92 ± 1.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งอัตราการรอดตายของพ่อแม่พันธุ์กบนาที่เลี้ยงในบ่อกลมครึ่งบกครึ่งน้ำ (T2) มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด และการเลี้ยงในรูปแบบการเลี้ยงที่ต่างกันมีผลทำให้อัตราการรอดตายมีความแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Table 2) แตกต่างจากการทดลองของ Thonklongsy *et al.* (2011) ได้ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการเลี้ยงกบลูกผสมในบ่อซีเมนต์ กระชังและบ่อดิน พบว่ารูปแบบการเลี้ยงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและการเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ทำให้ลูกกบมีอัตราการรอดดีที่สุด รองลงมาคือ การเลี้ยงในกระชังและบ่อดิน ตามลำดับ

Table 2 The survival rate of frog-breeder in the different environments

Experimental sets	The Survival rate
T1 (Dry rounded cement tank)	90.63±6.25 ^b
T2 (Rounded cement tank with water 50%)	100±0.00 ^a
T3 (Dry squared cement tank)	93.48±7.53 ^{ab}
T4 (Cage on land with water)	97.92±1.39 ^b
T5 (Floating cage in concrete tank)	97.92±1.39 ^b

The different of English alphabets showed the different values by significant with $p < 0.05$.

ผลการตรวจเชื้อ *Mycobacterium* spp. นำพ่อแม่พันธุ์กบนาทุกชุดการทดลอง ไปตรวจเชื้อ *Mycobacterium* spp. โดยหน่วยชันสูตรโรคสัตว์ คณะสัตวแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่าพ่อแม่พันธุ์กบนาที่เลี้ยงในกระชังบก (T4) และพ่อแม่พันธุ์กบนาที่เลี้ยงในกระชังน้ำ (T5) มีการติดเชื้อ *Mycobacterium* spp. และไม่พบเชื้อ *Mycobacterium* spp. จากชุดการทดลองอื่น ๆ แต่จากการชันสูตรลักษณะผิดปกติของพ่อแม่พันธุ์กบที่ตายระหว่างการทดลองพบว่า การเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบนาในบ่อซีเมนต์กลมธรรมดาชุดควบคุม (T1) บ่อสี่เหลี่ยม (T3) กระชังบก (T4) และกระชังน้ำ (T5) พบการติดเชื้อ *Mycobacterium* spp. ของอวัยวะภายใน โดยจะพบจุดแดง ๆ ตามขา ใต้ท้อง หรือพบแผลที่เท้าและลำตัว นอกจากนี้ยังพบก้อนตุ่มสีขาวขุ่นที่อวัยวะภายใน บริเวณ

ตับ กระเพาะอาหารและลำไส้ ในอัตราร้อยละ 38.4, 30.8, 15.4 และ 23.1 ตามลำดับ ส่วนบ่อครึ่งบกครึ่งน้ำ (T2) ไม่ปรากฏการตายและไม่พบเชื้อ *Mycobacterium* spp. จากการตรวจโรคโดยหน่วยชันสูตรโรคสัตว์ คณะสัตวแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (Table 3) จากผลการตรวจเชื้อ *Mycobacterium* spp. พบว่าพ่อแม่พันธุ์กบนาที่เลี้ยงในกระชังบกและกระชังน้ำมีการติดเชื้อ *Mycobacterium* spp. สาเหตุเกิดจากลักษณะการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบนาที่มีการแช่น้ำในบ่อเลี้ยงที่มีการขับถ่ายของเสียตลอดเวลา ทำให้กบติดเชื้อแบคทีเรีย *Mycobacterium* spp. ได้ง่ายกว่าการเลี้ยงในบ่อครึ่งบกครึ่งน้ำ เนื่องจากบ่อครึ่งบกครึ่งน้ำมีพื้นที่บกเพื่อให้กบอาศัย รวมทั้งมีการกำจัดของเสียได้ดีกว่า ลดการสะสมของเชื้อแบคทีเรีย ทำให้กบมีอัตราการรอดตายสูง

Table 3 Detection of *Mycobacterium* spp. infection in different rearing type of frog brood stock

Experimental sets	Disease examination results
T1 (Dry rounded cement tank)	Positive
T2 (Rounded cement tank with water 50%)	Negative
T3 (Dry squared Cement Tank)	Positive
T4 (Cage on land with water)	Positive
T5 (Floating cage in concrete tank)	Positive

Positive result mean *Mycobacterium* spp. infection, negative result mean non *Mycobacterium* spp. infection.

ผลของการเพาะขยายพันธุ์ หลังจากสิ้นสุดการทดลองได้นำพ่อแม่พันธุ์กบนาที่พร้อมผสมพันธุ์ในชุดการทดลองที่ 1, 3, 4, และ 5 ที่ตรวจพบว่ามี การติดเชื้อ *Mycobacterium* spp. ทั้ง ผล การ ทด ส อบ จากห้องปฏิบัติการและลักษณะผิดปกติหลังจากการตาย โดยทำการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์นำไปเพาะขยายพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ขนาด 3x4 เมตร ผลปรากฏว่าลูกอ๊อดในชุดทดลองที่ 1, 3, 4, และ 5 มีการตายในช่วงระยะเวลา 7-10 วัน อัตราการตาย 100% ในส่วนของชุดทดลองที่ 2 ทำการคัดเลือกและเพาะขยายพันธุ์ พบว่าลูกอ๊อดมีอัตราการเจริญเติบโตปกติ และเมื่อนำลูกอ๊อดจากทุกชุดการ

ทดลองที่ 1, 3, 4, 5 ไปส่งตรวจโดยวิธี PCR เพื่อหาเชื้อ *Mycobacterium* spp. ผลปรากฏว่าลูกอ๊อดในชุดทดลองที่ 1, 3, 4, และ 5 มีการติดเชื้อ *Mycobacterium* spp.

ลักษณะการตายของลูกอ๊อดระยะ 7-10 วัน หลังจากฟักเป็นตัวที่มีการติดเชื้อ *Mycobacterium* spp. ก่อนการตายจะมีอาการว่ายน้ำทวนทวน ไม่ยอมกินอาหาร กัดกัน ตัวลีบ หัวโต หลังจากนั้นจะตายเกือบทั้งหมดภายใน 12 ชั่วโมง อาการตายของลูกอ๊อดตาย 100% จึงเรียกการตายแบบนี้ว่าตายด่วน ซึ่งอาการแบบนี้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วภายใน 24 ชั่วโมง (Figure 4)

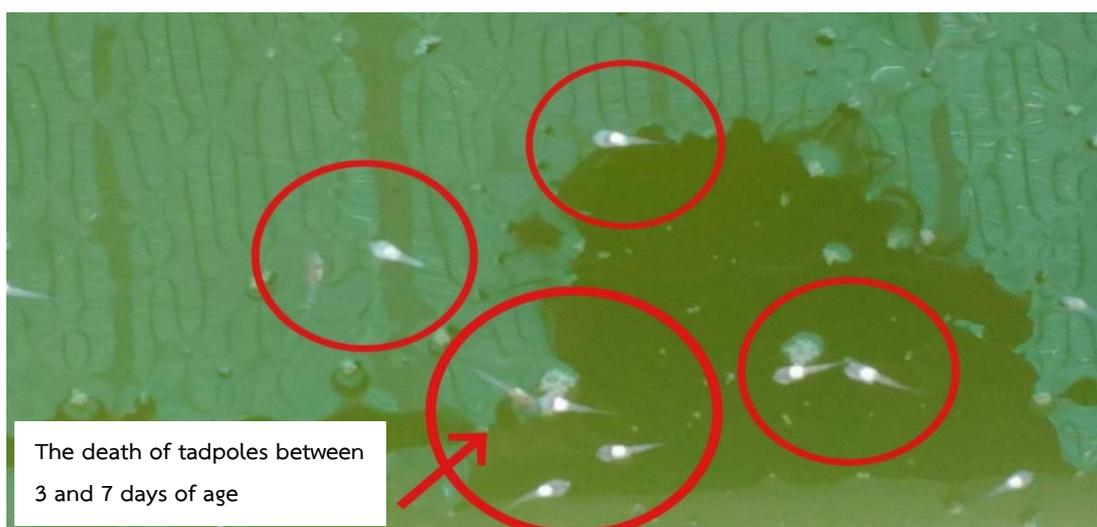


Figure 4 Death appearance of tadpoles after hatching 7-10 days

เมื่อนำตัวอย่างลูกอ๊อดไปตรวจทางห้องปฏิบัติการด้วยวิธี PCR (Polymerase Chain Reaction) ผลปรากฏว่าตัวอย่างที่นำส่งตรวจมีผลเป็นบวก (Figure 5)

Veterinary Diagnostic Laboratory
Faculty of Veterinary Medicine, Chiang Mai University, Mae Hia, Muang, Chiang Mai, Thailand 50100
Tel. 053-948041, 053-948042 Fax. 053-948041
www.vet.cmu.ac.th, e-mail : vet_diag@chiangmai.ac.th

Molecular biology laboratory report

Date.....04/10/2016..... Lab No. PCR16-226.....
Ownerม.เทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.สาปาง.... Case No. D16-2637.....
Address Sender.....สมเกียรติ.ต้นตา.....
Speciesลูกอ๊อด.....Breedกบนา.....Sex-..... Age7-10.d..... Marking-.....
Sample(s)Tissue.1.sample.....
TestMycobacterium spp. *.....

Molecular biology laboratory results

No.	Name	Method	Result	Remark
1	Pooled ลูกอ๊อด	PCR	Positive	

* Detection of 16S rDNA by using primer Mycgen-F and Mycgen-R (Wilton and Cousins, 1992)

Figure 5 Detection of *Mycobacterium* spp. infection from laboratory test

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษารูปแบบการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์เพื่อป้องกันการติดเชื้อแบคทีเรียในอวัยวะภายในพบว่า การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักพ่อแม่พันธุ์กบนาที่เลี้ยงในบ่อกลมครึ่งบกครึ่งน้ำมีเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักมากที่สุด 44.25 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดตายของพ่อแม่พันธุ์กบนาในบ่อครึ่งบกครึ่งน้ำมีอัตราการรอดตายสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ การติดเชื้อ *Mycobacterium* spp. ในอวัยวะภายในของพ่อแม่พันธุ์กบนาในบ่อครึ่งบกครึ่งน้ำ ไม่พบการติดเชื้อ *Mycobacterium* spp. ในอวัยวะภายใน

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบนาที่เหมาะสมที่สุด เพื่อป้องกันการติดเชื้อแบคทีเรียในอวัยวะภายใน คือ การเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบนาในบ่อซีเมนต์กลมแบบครึ่งบกครึ่งน้ำในสัดส่วนพื้นที่บ่อต่อพื้นที่น้ำเท่ากับ 60:40 พร้อมทั้งใช้เทคนิคการฆ่าเชื้อบ่อด้วยกรดเกลือ (HCl) และผลิตภัณฑ์น้ำยาล้างห้องน้ำก่อนนำพ่อแม่พันธุ์กบนาลงบ่อเลี้ยงและใช้เทคนิคเปลี่ยนถ่ายน้ำก่อนและหลังให้อาหารทุกครั้งพร้อมกับการรักษาความสะอาดสถานที่เลี้ยงโดยเฉพาะผู้ที่ดูแลจะต้องหลีกเลี่ยงสัมผัสพ่อแม่พันธุ์กบนาโดยตรง

การป้องกันการติดเชื้อแบคทีเรียในกบนา ทำได้โดยการไม่สัมผัสกับกบนาโดยตรงควรมีเครื่องป้องกัน เช่น ถุงมือ รองเท้าบู๊ทและต้องป้องกันการปนเปื้อนจากสัตว์อื่น เช่น นก หนู หรือสัตว์อื่น ๆ รวมทั้งควรเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กบนาในร่มเพื่อป้องกันการติดเชื้อเมื่อฝนตก และนำเทคนิควิธีการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ที่ได้ผลในการทดลองครั้งนี้ไปทดลองใช้กับฟาร์มที่ประสบปัญหาในภูมิภาคต่าง ๆ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การเกษตรมหาวิทาลัยเทคโนโลยีราชมงคลที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ได้ให้ทุนในการวิจัยครั้งนี้ คคส.รหัส RMUTL-IACUC 004/2022

เอกสารอ้างอิง

- Amatayakool, C., B. Chawpakanam, J. Udomkarn, S. Samanojitrakul, P. Sirpatprasit, A. Imsil and D. Nantamonkolul. 1995. *Rana rugulosa* - Common Lowland Frog (*Rana rugulosa*, Wiegmann). Bangkok: Inland Fisheries Research and Development Division, Department of Fisheries. 130 p. [in Thai]
- Chinabut, S., Y. Kanayati and T. Pungkachonboon. 1994. Study of Transovarian Transmission of Mycobacteria in Betta Splendens Regens. pp. 339-341. In **Proceedings of Third Asian Fisheries Forum, 26-30 October 1992**. Singapore: Asian Fisheries Society.
- Koanantakool, K., T. Somsiri, S. Puthinawarat and S. Suntornwit. 2002. Contamination of *Mycobacterium* spp. in living feed. **Department of Fisheries Journal** 55(2): 107-119. [in Thai]
- Kusuma Na Ayudhya, T. 2020. **Raising frogs to create jobs and make money at Phanom Sarakham, Chachoengsao**. [Online]. Available https://www.technologychaoban.com/fishery-technology/article_29777 (16 June 2021). [in Thai]
- Sritan, J., K. Boonsri, A. Sirimalaisuwan and K. Pringproa. 2013. Mycobacterial infection (*Mycobacterium avium* subsp. *avium*) in the parrot ecleetus (*Ecleetus roratus*). **Chiang Mai Veterinary Journal** 11(3): 271-276. [in Thai]
- Tanta, S. 2017. *Mycobacterium* spp. found in frogs and tadpoles. **The Upper Northern Animal Health Newsletter**. (25 January 2018): 14-15. [in Thai]
- Thip-uten T., S. Arungamol, S. Butdawong and S. Thip-uten. 2019. Frog raising condition and diseases finding in Sakon Nakhon and Nakhon Phanon Provinces. **Journal of Fisheries Technology Research** 13(1): 105-116. [in Thai]

Thonklongsy, T., W. Pomsema, W. Ratanawichai and C. Pukingngan. 2011. Development of a hybrid frog culture model in cement ponds, floating ponds and earthen ponds. pp. 38-43. *In* **Proceedings of Kon Kaen University, 27-29 January 2011**. Kon Kaen: Kon Kaen University. [in Thai]

Upnanchai, A., S. Sripat and P. Singsom. 2005. **Rearing of frogs in cement tanks at different density rates**. 38 p. *In* Academic Documents Issue 11/2005. Bangkok: In land Fisheries Research and Development Department. [in Thai]

การศึกษาประสิทธิภาพการผลิตไข่น้ำภายใต้ระบบควบคุมแสง Efficiency of *Wolffia globosa* (L.) Wimm Production under Light Control System

นิตยา เกตุแก้ว* และศักดิ์ศรี รักไทย

Nittaya Ketkaew* and Saksri Rakthai

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

Faculty of Science and Technology, Pathumwan Institute of Technology, Bangkok, Thailand 10330

*Corresponding author: nitta.2513@gmail.com

Received: September 02, 2020

Revised: January 25, 2021

Accepted: August 02, 2021

Abstract

The purpose of this research was to study the efficiency of *Wolffia globosa* (L.) Wimm productivity under light control system. The methodology was divided into 3 steps; the 1st was designing production system under light controller; the 2nd was experimental design for productivity comparison between light control system and outdoor nursery house semi-close system (8 experimental units per system; 16 total experimental units) for the period of during 30 days and the 3rd was studying and efficiency of *Wolffia globosa* (L.) Wimm productivity under light control system. Water temperature, pH and electrical conductivity of were collected twice a day. Physical characteristic and production level of *Wolffia globosa* (L.) Wimm were evaluated once every 5 days. The data were analyzed by Fisher test at $p=0.05$. The results revealed that the light control system was more efficient than outdoor nursery house semi close system in all aspects including control factors, physical characteristics and productivity aspects. The average fresh weight of total production was 174.66 ± 13.53 grams (starting at 30.11 ± 02 grams) and dry weight was 7.82 ± 1.48 grams which were essentially significant ($\alpha=0.05$).

Keywords: light control system, production, *Wolffia globosa* (L.) Wimm

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการผลิตไข่น้ำในระบบควบคุมแสง วิธีการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนที่ 1 ออกแบบระบบการผลิตภายใต้การควบคุมแสง ขั้นตอนที่ 2 วางแผนการทดลองเปรียบเทียบการผลิตไข่น้ำในระบบควบคุมแสงกับระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิด สิ่งทดลอง

ละ 8 ซ้ำ รวม 16 หน่วยทดลอง เป็นเวลา 30 วัน ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพการผลิตไข่น้ำในระบบควบคุมแสง เก็บรวบรวมข้อมูล อุณหภูมิ น้ำ ความเป็นกรดและต่าง และค่าการนำไฟฟ้าของน้ำทุกวัน ๆ ละ 2 ครั้ง ทำการสังเกตลักษณะทางกายภาพ และชั่งน้ำหนักผลผลิตไข่น้ำทุก 5 วัน วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลด้วย Fisher test ที่ระดับนัยสำคัญ ($p=0.05$) ผลการศึกษาพบว่า ระบบควบคุมแสงมีประสิทธิภาพสูงกว่า

ระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิด ทั้งในด้านปัจจัยควบคุม ลักษณะทางกายภาพ และน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเท่ากับ 174.66 ± 13.53 กรัม (เริ่มต้น 30.11 ± 0.02 กรัม) และ น้ำหนักแห้งเท่ากับ 7.82 ± 1.48 กรัม และมีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\alpha=0.05$)

คำสำคัญ: ระบบควบคุมแสง การผลิต ไข่น้ำ

คำนำ

ไข่น้ำ *Wolffia globosa* (L.) Wimm เป็นพืชลอยน้ำอยู่ในวงศ์ Lemnaceae (duckweed) มีขนาดเล็กมองเห็นเป็นเม็ดสีเขียวกลมหรือเกือบกลม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5-1.5 มม. ไข่น้ำเป็นพืชที่มีระยะเวลาขยายพันธุ์สั้น ได้ผลผลิตมาก ต้นทุนการผลิตต่ำ (Tira-umphon and Nitwatthanakull, 2018) และมีปริมาณโปรตีนสูง 34-45% (Ruekaewma, 2011) จึงนิยมนำไข่น้ำมาเป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์ปีก (Chantiratikul *et al.*, 2010) เป็นส่วนผสมในอาหารปลา (Sricharoen *et al.*, 2001) และเป็นส่วนผสมเพื่อเร่งสีปลาสวยงาม (Panwanitdumrong and Rowchai, 2009) ทั้งนี้นอกจากเพื่อผลิตเป็นอาหารสัตว์แล้ว การบริโภคเพื่อเป็นอาหารของมนุษย์ก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย เช่นการนำไข่น้ำมาเป็นส่วนผสมในแกงเขียวหวาน ท่อหมก ขนมหั้วต้มยี่หร่า (Chatrakul, *et al.*, 2012) และผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่น (Deepanya, 2012) และเนื่องจากความต้องการบริโภคไข่น้ำของมนุษย์นี้เองทำให้การผลิตไข่น้ำจำเป็นต้องคำนึงถึงการยอมรับของผู้บริโภคทั้งเรื่องความปลอดภัยจากสารเคมีในแหล่งน้ำและกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์จากการผลิตไข่น้ำ ที่ผ่านมาจึงมีการศึกษาวิจัยที่เน้นการพัฒนาารูปแบบการผลิตไข่น้ำเพื่อให้ได้ผลผลิตต่อเนื่องและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค อาทิเช่น การผลิตไข่น้ำด้วยปุ๋ยไฮโดรโปนิคส์ซึ่งทำให้ไข่น้ำเจริญเติบโตเร็ว สะอาด ปลอดภัย และไม่มีกลิ่นคาว (Damna *et al.*, 2017) การผลิตไข่น้ำในระบบน้ำไหลเวียนในแนวราบซึ่ง

ทำให้ได้ผลผลิตไข่น้ำมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าการผลิตในระบบน้ำนิ่ง (Ruekaewma *et al.*, 2015) การศึกษาความหนาแน่นของไข่น้ำเริ่มต้นที่เหมาะสมที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทำให้ได้ผลผลิตไข่น้ำสูงสุด (Ruekaewma, 2011) และการศึกษาระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตไข่น้ำที่เหมาะสมที่ 20 วัน ซึ่งทำให้ได้ผลผลิตไข่น้ำสูงสุด (Tira-umphon and Nitwatthanakull, 2018) อย่างไรก็ตาม นอกจากงานวิจัยดังกล่าวแล้วหลักการควบคุมแสงซึ่งเป็นโครงสร้างธรรมชาติที่มีความสำคัญสำหรับกระบวนการผลิตไข่น้ำก็เป็นอีกทางเลือกในการพัฒนาการเพิ่มผลผลิตไข่น้ำและควบคุมคุณภาพของไข่น้ำให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน เนื่องจากความเข้มแสงและช่วงระยะเวลาการรับแสงนั้นส่งผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) เมื่อพืชสีเขียวได้รับแสง คลอโรฟิลล์ในพืชจะเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นน้ำตาล กลูโคส น้ำ และแก๊สออกซิเจน โดยกลูโคสจะเปลี่ยนเป็น แป้งเก็บสะสมไว้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช ช่วยให้พืชเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตได้ดี ทั้งนี้ความเข้มแสงและช่วงระยะเวลาการรับแสงที่เหมาะสมจะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช เช่น ผักกาดหอมต้องการความเข้มแสงที่ระดับ $180.79 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ระยะเวลาการรับแสง 16 ชม. เพื่อการเจริญเติบโตที่ดีมีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งและส่วนยอดดีที่สุด (Petchthai and Thongket, 2017) ข้าวเหนียวดำต้องการความเข้มแสงที่มากกว่า 800 และ 2,500 ลักซ์ เพื่อรักษาระดับแอนโทไซยานินและคลอโรฟิลล์ในใบของต้นกล้าข้าวเหนียวดำ (Phoonsiri and Kong-ngger, 2014) กะเพรา โหระพา และแมงลักต้องการความเข้มแสง 1,100 ลูเมน ระยะเวลาการรับแสง 12 ชม. เพื่อการเจริญเติบโตด้านความสูง ความกว้าง ทรงพุ่ม และจำนวนใบ (Yothatip *et al.*, 2010) ด้วยความสำคัญของแสงซึ่งเป็นโครงสร้างธรรมชาติ และลักษณะเฉพาะของพืชที่มีความต้องการปัจจัยในการเจริญเติบโตแตกต่างกัน การศึกษาวิจัยนี้จึงได้นำหลักการควบคุมโครงสร้างธรรมชาติที่มีผลต่อผลผลิตทางการเกษตรมาออกแบบเป็นระบบการผลิตไข่น้ำโดยการ

ควบคุมแสงให้มีความใกล้เคียงกับสภาพธรรมชาติ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการผลิตไข่น้ำในระบบควบคุมแสง โดยการออกแบบระบบควบคุมแสงสังเคราะห์จากหลอดไฟแอลอีดีในระบบปิด (ควบคุมความเข้มแสงและระยะเวลาการรับแสง) โดยวางแผนการทดลอง และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตไข่น้ำในระบบควบคุมแสง และการผลิตไข่น้ำในระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิด (ควบคุมความเข้มแสงและระยะเวลาการรับแสงตามธรรมชาติ) ผลการศึกษาที่ได้นอกจากทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของระบบการผลิตไข่น้ำภายใต้การควบคุมแสงแล้วยังสามารถนำข้อมูลผลการศึกษาที่ได้ไปพัฒนาต่อยอดให้กับเกษตรกรผู้สนใจผลิตไข่น้ำรายย่อยได้ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและราคาไม่แพงได้ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพการผลิตไข่น้ำในระบบควบคุมแสง ได้ดำเนินการวิจัยระหว่างวันที่ 1-30 เมษายน พ.ศ. 2563 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การออกแบบระบบควบคุมแสง มีวิธีการคือ

1.1 เก็บข้อมูลความเข้มแสง อุณหภูมิ น้ำ และอุณหภูมิอากาศทุก ๆ 2 ชั่วโมง (เวลา 08.00-16.00 น.) ภายในโรงเรือนปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์ซึ่งเป็นระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิดของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุราษฎร์ธานี อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ทุกวัน เป็นเวลา 7 วัน บันทึกค่าความเข้มแสงเฉลี่ยตลอดวัน เพื่อนำข้อมูลมาวางแผนการออกแบบระบบควบคุมแสง

1.2 ออกแบบระบบควบคุมแสงโดยศึกษารูปแบบระบบควบคุมแสงจากบทความงานวิจัย บทความวิชาการ วิทยานิพนธ์ สิ่งประดิษฐ์และสิทธิบัตรที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบควบคุมแสง

1.3 สร้างระบบควบคุมแสงสำหรับการผลิตไข่น้ำ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จาก ข้อ 1.1 และ 1.2 ร่วมกับวัสดุอุปกรณ์ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น

2. การวางแผนการทดลอง มีวิธีการคือ

2.1 กำหนดแผนการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย 2 สิ่งทดลองคือ สิ่งทดลองที่ 1 การผลิตไข่น้ำในระบบปิดด้วยแสงสังเคราะห์จากหลอดไฟแอลอีดีชนิดหลอดขาว ที่ระดับความเข้มแสง 20,000 ลักซ์ ระยะเวลาการรับแสง 12 ชม. สิ่งทดลองที่ 2 การผลิตไข่น้ำในระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิด สิ่งทดลองละ 8 ซ้ำ รวมจำนวน 16 หน่วยทดลอง

2.2 การกำหนดตัวแปรควบคุม จำนวน 5 ตัวแปร ได้แก่ น้ำที่ใช้ทดลอง น้ำหนักไข่น้ำสดเริ่มต้น สารละลายธาตุอาหารพืช (ปุ๋ย A ประกอบด้วยแคลเซียมไนเตรท 0.970 กก. Fe-EDDHA 0.082 กก. รวม 1.052 กก. ละลายในน้ำสะอาด ให้ได้ปริมาตร 5 ลิตร และปุ๋ย B ประกอบด้วยโปแตสเซียมไนเตรท 0.192 กก. แมกนีเซียมซัลเฟต 0.279 กก. โมโนโปแตสเซียมฟอสเฟต 0.11 กก. Micro Element 0.012 กก. รวม 0.593 กก. ละลายในน้ำสะอาด ให้ได้ปริมาตร 5 ลิตร) ระยะเวลาการผลิตและความลึกของน้ำ ตัวแปรตามจำนวน 4 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิ น้ำ ความเป็นกรดและต่าง ค่าการนำไฟฟ้า น้ำหนักสดและแห้งของไข่น้ำ

2.3 เตรียมอุปกรณ์สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น เครื่องวัดความเข้มแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรดและต่าง การนำไฟฟ้า เครื่องชั่ง เครื่องอบลมร้อน เครื่องห้วงเวลา สารละลายธาตุอาหารพืช และสารเคมี ปรับปรุงความเป็นกรดและต่างของน้ำ เป็นต้น

3. ศึกษาประสิทธิภาพการผลิตไข่น้ำในระบบควบคุมแสง มีวิธีการดังนี้

3.1 เตรียมชุดการทดลองเป็นภาชนะพลาสติกสีดำทรงกลม 16 หน่วยทดลอง ในระบบควบคุมแสง 8 หน่วยทดลอง และในระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิด 8 หน่วยทดลอง ในแต่ละหน่วยทดลองประกอบด้วย น้ำสะอาดเติมสารละลายธาตุอาหารพืชความเข้มข้น 0.77 mS/cm

ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) 5.70 จำนวน 12 ลิตร ระดับความลึกของน้ำ 10 ซม. ใช้น้ำสด 30.00 กรัม ติดตั้งระบบไฟฟ้าโดยปรับความเข้มแสงเท่ากับ 20,000 ลักซ์ ระยะเวลาการรับแสง 12 ชั่วโมง เพื่อให้ใกล้เคียงกับความเข้มแสงในระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิด

3.2 เก็บข้อมูลตัวแปรตาม ได้แก่ อุณหภูมิ น้ำ ความเป็นกรดและด่าง และค่าการนำไฟฟ้าของน้ำทุกวัน ๆ ละ 2 ครั้ง (เวลา 08.00 น. และ 16.00 น.) ทุก ๆ 5 วันซึ่ง น้ำหนักสด (นำไข่น้ำใส่กลับในภาชนะเดิม) ปรับความเป็นกรดและด่างของน้ำ ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืช และเพิ่มระดับน้ำให้เท่าเดิม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง 30 วัน เก็บรวบรวมไข่น้ำทั้งหมดซึ่งน้ำหนักสด และนำไปอบแห้งโดยใช้เครื่องอบลมร้อน

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรตาม ได้แก่ อุณหภูมิ น้ำ ความเป็นกรดและด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ผลผลิตน้ำหนักสดของไข่น้ำที่เพิ่มขึ้น และน้ำหนักแห้ง ไข่น้ำ โดยนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณค่าทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลด้วย Fisher test ที่ $\alpha=0.05$ (Siegel,1957)

ผลการวิจัย

1. การศึกษาระบบควบคุมแสงสำหรับการผลิตไข่น้ำ

นำเสนอผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบควบคุมแสง สำหรับการผลิตไข่น้ำ และระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิด โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ระบบควบคุมแสงสำหรับการผลิตไข่น้ำที่ ออกแบบขึ้น มีองค์ประกอบทั้งสิ้น 3 ส่วน คือ ส่วนที่เป็น โครงสร้าง ประกอบด้วยชั้นเหล็ก 3 ชั้น ขนาดความกว้าง× ความยาว×ความสูง ที่ 1.0×6.0×2.5 เมตร ปูพื้นด้วยไม้อัด และทับด้วยแผ่นพลาสติก ฝาผนังด้านข้างกันด้วยแผ่น พลาสติกสีดำ โดยในการศึกษาเลือกเฉพาะชั้นที่ 2 เป็น ระบบควบคุมแสง ส่วนที่เป็นภาชนะบรรจุประกอบด้วย ภาชนะพลาสติกสีดำทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 ซม. สูง 16 ซม. จำนวน 8 หน่วยทดลอง และส่วนที่เป็น

ระบบควบคุมแสงประกอบด้วยหลอดไฟแอลอีดีชนิด หลอดขาวขนาด 25 วัตต์ จำนวน 8 หลอด ปรับค่าความเข้มแสงอยู่ในระดับ 20,000 ลักซ์ และติดตั้งเครื่องหน่วง เวลาให้ปิดเปิดไฟระยะเวลาการรับแสง 12 ชม./วัน

1.2 ระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิด มีองค์ประกอบ ทั้งสิ้น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นโครงสร้างประกอบด้วย โครงสร้างเหล็กขนาดความกว้าง×ความยาว×ความสูง ที่ 1.0×6.0×2.5 เมตร ซึ่งอยู่ภายในโรงเรือนปลูกพืชที่ผ่านการใช้งานแล้ว มีชั้นวางภาชนะ 2 ชั้น ปูพื้นด้วยกระเบื้อง แผ่นเรียบ โดยในการศึกษาเลือกเฉพาะชั้นที่ 2 หลังคา และผนังกันเป็นแผ่นพลาสติกใสมีประตูสำหรับเปิดปิดได้ และส่วนที่เป็นภาชนะบรรจุประกอบด้วยภาชนะพลาสติก สีดำทรงกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 ซม. สูง 16 ซม. จำนวน 8 หน่วยทดลอง

2. การศึกษาประสิทธิภาพของการผลิตไข่น้ำในระบบ ควบคุมแสง

2.1 ประสิทธิภาพของระบบควบคุมแสงสำหรับการผลิตไข่น้ำ

2.1.1 ประเด็นที่ 1 ปัจจัยควบคุม ผล การศึกษาพบว่าการผลิตไข่น้ำในระบบควบคุมแสง มี อุณหภูมิ น้ำเฉลี่ยตลอดการทดลอง 29.49 ± 0.15 องศา เซลเซียส ความเป็นกรดและด่างของน้ำเฉลี่ย 6.52 ± 0.05 ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย 0.79 ± 0.02 mS/cm ความเข้มแสง เฉลี่ย $20,975.67\pm 187.53$ ลักซ์ และระยะเวลาการรับแสง 12 ชม./วัน (Table 1)

2.1.2 ประเด็นที่ 2 ลักษณะทางกายภาพ ของไข่น้ำและน้ำที่ใช้ในการทดลอง ผลการศึกษาพบว่า การผลิตไข่น้ำภายใต้ระบบควบคุมแสง ไข่น้ำมีลักษณะ พรอนด์ปกติสีเขียวเข้ม ไม่มีกลิ่นเหม็น ไข่น้ำกระจายตัว เต็มพื้นที่ผิวหน้า มีขนาดใกล้เคียงสม่ำเสมอและไม่พบ ไข่น้ำที่มีสีซีด (Figure 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G และ H) ลักษณะของน้ำในภาชนะบรรจุไข่น้ำลดลงประมาณ 1 นิ้ว ในทุก ๆ 5 วัน มีสาหร่ายเกิดขึ้นบริเวณผิวหน้า น้ำ เล็กน้อย เมื่อสิ้นสุดการทดลองหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตไข่น้ำ แล้ว น้ำมีสีปกติ ไม่พบตะกอนและสิ่งเจือปนในน้ำ

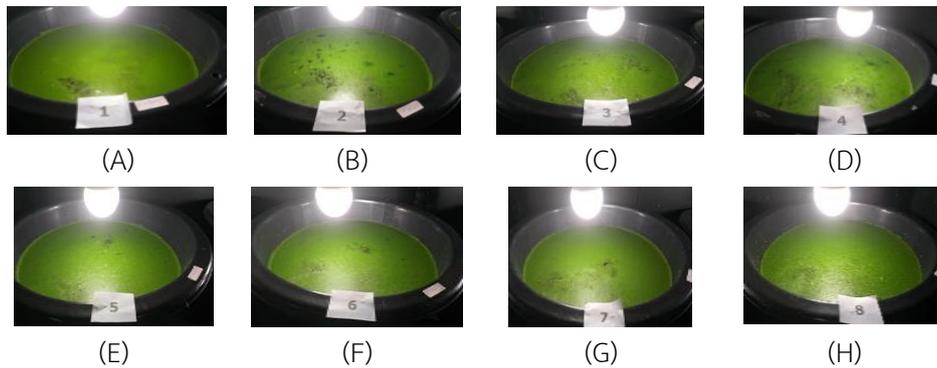


Figure 1 Physical characteristics of *Wolffia globosa* (L.) Wimm in light control system

2.1.3 ประเด็นที่ 3 ผลผลิตของไข่น้ำใน ระบบควบคุมแสง น้ำหนักไข่น้ำสดเริ่มต้นเฉลี่ย 30.11 ± 0.02 กรัม ระยะเวลาการทดลอง 5 วัน มีน้ำหนัก ไข่น้ำสดเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 70.65 ± 2.17 กรัม ระยะเวลาการ ทดลอง 10 วัน เท่ากับ 148.42 ± 8.84 กรัม ระยะเวลาการ ทดลอง 15 วัน เท่ากับ 179.28 ± 4.59 กรัม ระยะเวลาการ ทดลอง 20 วัน เท่ากับ 181.34 ± 9.47 กรัม ระยะเวลาการ ทดลอง 25 วัน เท่ากับ 173.53 ± 10.98 กรัม และเมื่อ สิ้นสุดการทดลอง 30 วัน น้ำหนักไข่น้ำสดเพิ่มขึ้นเฉลี่ย เท่ากับ 174.66 ± 13.53 กรัม และน้ำหนักไข่น้ำแห้งเฉลี่ย 7.82 ± 1.48 กรัม (Table 2)

2.2 ประสิทธิภาพของระบบโรงเรือนกลางแจ้ง กึ่งปิดสำหรับการผลิตไข่น้ำ

2.2.1 ประเด็นที่ 1 ปัจจัยควบคุม ผล การศึกษาพบว่าการผลิตไข่น้ำในระบบโรงเรือนกลางแจ้ง กึ่งปิด มีอุณหภูมิเฉลี่ย $34.81 \pm 0.08^{\circ}\text{C}$. ความเป็นกรด

และต่างเฉลี่ย 8.31 ± 0.15 ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย 0.93 ± 0.02 mS/cm ความเข้มแสงเฉลี่ยตลอดวัน $24,931.31 \pm 167.18$ ลักซ์ และระยะเวลารับแสงเฉลี่ย 9 ชม./วัน (Table 1)

2.2.2 ประเด็นที่ 2 ลักษณะทางกายภาพ ของไข่น้ำและน้ำ ผลการศึกษาการผลิตไข่น้ำในระบบ โรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิด ไข่น้ำมีลักษณะผิดปกติ มีสีเขียวอ่อน มีกลิ่นเหม็น ไข่น้ำกระจายตัวไม่เต็มพื้นที่ผิวน้ำ มีขนาดไม่สม่ำเสมอ และพบไข่น้ำที่สีซีดจำนวนมาก (Figure 2I, 2J, 2K, 2L, 2M, 2N, 2O และ 2P) ลักษณะ ของน้ำ พบว่าระดับน้ำในภาชนะบรรจุไข่น้ำลดลง 3 นิ้ว ในทุก ๆ 5 วัน น้ำมีฟองอากาศ มีสาหร่ายเกิดขึ้นบริเวณ ผิวน้ำจำนวนมาก เมื่อเก็บเกี่ยวไข่น้ำจะเจือปนมา พร้อมกับไข่น้ำ เมื่อสิ้นสุดการทดลองหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต ไข่น้ำแล้ว น้ำมีสีน้ำตาลอ่อน พบตะกอนและสิ่งเจือปน ในน้ำ

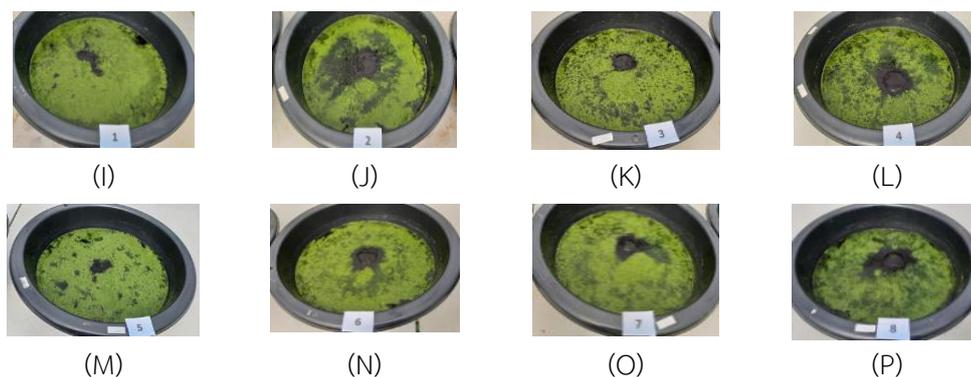


Figure 2 Physical characteristics of *Wolffia globosa* (L.) Wimm in outdoor nursery house semi close-system

2.2.3 ประเด็นที่ 3 การศึกษาผลผลิตของไข่น้ำในระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิด พบว่าน้ำหนักไข่น้ำสดเริ่มต้น 30.36 ± 0.03 กรัม ระยะเวลาการทดลอง 5 วัน มีน้ำหนักไข่น้ำสดเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 45.67 ± 3.03 กรัม ระยะเวลาการทดลอง 10 วัน เท่ากับ 100.51 ± 6.51 กรัม ระยะเวลาการทดลอง 15 วัน เท่ากับ 153.35 ± 3.66 กรัม ระยะเวลาการทดลอง 20 วัน เท่ากับ 154.03 ± 6.17 กรัม ระยะเวลาการทดลอง 25 วัน เท่ากับ 108.45 ± 5.15 กรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง 30 วัน น้ำหนักไข่น้ำสดเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 104.45 ± 5.21 กรัม และน้ำหนักไข่น้ำแห้งเฉลี่ย 5.09 ± 0.59 กรัม (Table 2)

2.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบควบคุมแสงกับระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิด โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบใน 3 ประเด็น ดังนี้

2.3.1 ประเด็นที่ 1 ปัจจัยควบคุม พบว่าระบบควบคุมแสงสามารถควบคุมอุณหภูมิน้ำได้เฉลี่ยระหว่าง $30.40-30.54^{\circ}\text{C}$. ความเป็นกรดและด่างควบคุมได้อยู่ระหว่าง 7.49-7.66 ค่าการนำไฟฟ้าควบคุมได้อยู่ระหว่าง 0.76-0.83 mS/cm ความเข้มแสงควบคุมได้อยู่ระหว่าง 20,731.17-21,301.67 ลักซ์ ช่วงระยะเวลาการรับแสงควบคุมได้ 12 ชม./วัน ในระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิดเป็นระบบไม่ได้ออกแบบมาเพื่อควบคุมโครงสร้างอย่างไรก็ตามพบว่าอุณหภูมิมีค่าระหว่าง $29.47-43.93^{\circ}\text{C}$. ความเป็นกรดและด่างมีค่าระหว่าง 6.84-7.84 ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าระหว่าง 0.89-0.97 mS/cm ความเข้มแสงมีค่าระหว่าง 18,390-35,550 ลักซ์ ช่วงระยะเวลาการรับแสงพบว่ามีประมาณ 9 ชม./วัน แสดงให้เห็นว่าระบบควบคุมแสงมีความสม่ำเสมอของปัจจัยควบคุมมากกว่าระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิด

Table 1 Control factors comparison between two systems of *Wolffia globosa* (L.) Wimm production

Control factors	Light control system	Outdoor nursery house semi close system
Water temperature (°C)	29.49±0.15 ^a	34.81±0.08 ^b
pH	6.52±0.05 ^a	8.31±0.15 ^b
Electricity conductivity (mS/cm)	0.79±0.02 ^a	0.93±0.02 ^b

^{a, b}significant difference in mean of row at $p < 0.05$

2.3.2 ประเด็นที่ 2 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของไข่น้ำและน้ำ พบว่าการผลิตไข่น้ำภายใต้ระบบควบคุมแสง ไข่น้ำมีลักษณะปกติ สีเขียวเข้ม ไม่มีกลิ่นเหม็น ไข่น้ำมีการกระจายตัวเต็มพื้นที่ผิวน้ำ มีขนาดใกล้เคียงสม่ำเสมอ และไม่พบไข่น้ำที่มีสีซีด แต่ระบบการผลิตไข่น้ำในระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิด ไข่น้ำมีลักษณะผิดปกติ สีเขียวอ่อน มีกลิ่นเหม็น ไข่น้ำกระจายตัวไม่เต็มพื้นที่ผิวน้ำ มีขนาดไม่สม่ำเสมอ และพบไข่น้ำที่มีสีซีด ลักษณะของน้ำพบว่า ในระบบควบคุมแสง ระดับน้ำในภาชนะบรรจุไข่น้ำลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ ในทุก ๆ 5 วัน น้ำมีสีปกติเหมือนก่อนทดลอง หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตไข่น้ำแล้ว น้ำมีสีปกติ ไม่มีกลิ่นเหม็น ไม่พบตะกอนและสิ่งเจือปนในน้ำ ส่วนในระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิด

ลักษณะของน้ำมีสีผิดปกติออกสีน้ำตาล มีสาหร่ายเกิดขึ้นบริเวณผิวน้ำจำนวนมากและมีฟองอากาศ หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตไข่น้ำแล้วน้ำมีสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นเหม็นพบตะกอนและสิ่งเจือปนในน้ำ แสดงให้เห็นว่าระบบควบคุมแสงมีลักษณะทางกายภาพของไข่น้ำและน้ำที่มีคุณภาพมากกว่าในระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิด

2.3.3 ประเด็นที่ 3 การศึกษาผลผลิตของไข่น้ำ พบว่าการผลิตไข่น้ำเมื่อสิ้นสุดการทดลอง 30 วัน ภายใต้ระบบควบคุมแสง ทั้งน้ำหนักไข่น้ำสดเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นและน้ำหนักแห้งไข่น้ำสูงกว่าการผลิตไข่น้ำในระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Table 2)

Table 2 *Wolffia globosa* (L.) Wimm production comparison between two production systems

Yields (grams)	Light control system	Outdoor nursery house semi close system
fresh weight	174.66±13.53 ^a	104.45±5.21 ^b
Dry weight	7.82±1.48 ^a	5.09±0.25 ^b

^{a, b}significant difference in mean of row at $p < 0.05$

วิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพการผลิตไข่น้ำในระบบควบคุมแสง ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1. การออกแบบระบบควบคุมแสง พบว่าการใช้โครงสร้างเหล็กแบบสามชั้น สามารถนำมาใช้ผลิตไข่น้ำได้ ทำให้ประหยัดพื้นที่ในการปฏิบัติงาน สอดคล้องกับการศึกษาของ Panwanitdumrong and Rowchai (2009) ที่ศึกษาการผลิตไข่น้ำแบบแบ่งชั้นตามความสูงสามชั้นโดยเลี้ยงในภาชนะพลาสติกเป็นการเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ให้มากขึ้น ภาชนะพลาสติกสีดำทรงกลม ความลึกของน้ำ 10 ซม. สามารถนำมาใช้บรรจุไข่น้ำได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Chantiratikul *et al.* (2010) ที่ศึกษาระดับความลึกของน้ำ 3 ระดับคือ 10, 20 และ 30 ซม. ผลการศึกษาพบว่าความลึกของน้ำไม่มีผลต่อผลผลิตของไข่น้ำ การผลิตไข่น้ำที่ใช้น้ำลึกเพียง 10 ซม. ในงานวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการประหยัดน้ำและสารละลายธาตุอาหารพืช การควบคุมระบบความเข้มแสงจากงานวิจัยนี้ ใช้หลอดไฟแอลอีดีชนิดหลอดขาวเป็นแหล่งกำเนิดแสงในการผลิตไข่น้ำพบว่า สามารถกำหนดความเข้มของแสงได้โดยจำลองการเปลี่ยนแปลงของแสงให้ใกล้เคียงกับแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติที่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างวัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Arkronrat *et al.* (2018) ที่ประยุกต์ใช้หลอดแอลอีดีชนิดหลอดขาวผลิตหัวเชื้อแพลงก์ตอนพืชชนิด *Isochrysis galbana* (Clone T. Iso) และ *Tetraselmis suecica* ในห้องปฏิบัติการและยังให้พลังงานแสงสูงกว่าหลอดไฟชนิดอื่น โดยมีความร้อนต่ำ ลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าหลอดไฟทั่วไป (Yeh and Chung, 2009)

2. ผลของประสิทธิภาพการผลิตไข่น้ำในระบบควบคุมแสง จากผลการศึกษาพบว่า

2.1 ประเด็นที่ 1 ปัจจัยควบคุม ไข่น้ำที่ผลิตในระบบควบคุมแสง สามารถควบคุมอุณหภูมิ ความเป็นกรดและต่าง ค่าการนำไฟฟ้าและความเข้มแสง ให้มีความ

เหมาะสมต่อการผลิตไข่น้ำได้ดีกว่าการผลิตไข่น้ำในระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิด กล่าวคืออุณหภูมิน้ำเฉลี่ยระหว่าง 28.20-30.93°C. ความเป็นกรดและต่างของน้ำเฉลี่ย 5.67-7.10 สอดคล้องกับการวิจัยของ Ruekaewma *et al.* (2015) ที่กล่าวว่าไข่น้ำจะเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตลอดปีระหว่าง 32-33°C. ทั้งนี้อุณหภูมิของน้ำก็จะลดลงใกล้เคียงกับอุณหภูมิของน้ำในงานวิจัย ความเป็นกรดและต่างที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่น้ำระหว่าง 5-7 และค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย 0.77-0.82 mS/cm สอดคล้องกับการวิจัยของ Damna *et al.* (2017) ที่ศึกษาอิทธิพลของชนิดปุ๋ยและระดับการพรางแสงต่อผลผลิตและคุณภาพของไข่น้ำ โดยใช้ค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 0.5-1.0 mS/cm และได้รับความเข้มแสงและระยะเวลาการรับแสงสม่ำเสมอตลอดการศึกษา คือความเข้มแสงเฉลี่ย 20,757 ลักซ์ ระยะเวลาการรับแสง 12 ชม./วัน และการใช้หลอดไฟแอลอีดีชนิดหลอดขาว มีพลังงานความร้อนต่ำ ทำให้การระเหยของน้ำในภาชนะบรรจุไข่น้ำมีน้อย แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการผลิตไข่น้ำในระบบควบคุมแสงครั้งนี้สามารถควบคุมความสม่ำเสมอในการศึกษาวิจัยให้สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาได้ แต่การผลิตไข่น้ำในระบบโรงเรือนกลางแจ้งไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิ ความเป็นกรดและต่าง ค่าการนำไฟฟ้า และความเข้มแสงให้สม่ำเสมอตลอดการศึกษาได้ ทั้งนี้อุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า 40°C. เป็นระดับอุณหภูมิที่ส่งผลต่อการสังเคราะห์แสงของไข่น้ำ ความเป็นกรดและต่างของน้ำสูงกว่า 7 เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อระบบนิเวศของไข่น้ำเป็นไปตามผลการศึกษาของ Ruekaewma *et al.* (2015) ความเข้มแสงเฉลี่ยระหว่างวันอยู่ระหว่าง 18,390-35,550 ลักซ์ โดยในแต่ละช่วงวันความเข้มแสงไม่สม่ำเสมอ ส่งผลให้ผลผลิตของไข่น้ำมีน้อยกว่าการผลิตในระบบควบคุมแสง

2.2 ประเด็นที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของการผลิตไข่น้ำในระบบควบคุมแสง ไข่น้ำมีลักษณะปกติสีเขียวเข้ม เพิ่มปริมาณเต็มพื้นที่ผิวน้ำ น้ำที่เหลือทิ้งไม่มีสิ่งเจือปน ส่วนผลการศึกษาการผลิตไข่น้ำในระบบ

โรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิดไข่น้ำมีสีเขียวอ่อน น้ำมีลักษณะเป็นฟองอากาศ มีไข่น้ำตายบางส่วนสังเกตได้จากฟรอนต์ไข่น้ำมีสีขาวซีด สอดคล้องกับการวิจัยของ Chantiratikul *et al.* (2010) ถ้าความเป็นกรดและต่างของน้ำสูงกว่า 9 น้ำจะมีลักษณะเป็นเมือกถื่น มีสาหร่ายเกาะติดฟรอนต์ของไข่น้ำเกิดการแย่งธาตุอาหารพืชไปใช้ เมื่อตายลงซากของสาหร่ายสะสมอยู่ก้นบ่อและค่อย ๆ ลอยขึ้นปกคลุมบริเวณผิวน้ำ ทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำได้ลดลง เกิดกลิ่นเหม็นจากกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน น้ำที่เหลือจากการผลิตไข่น้ำมีกลิ่นเหม็น และมีซากสาหร่ายและไข่น้ำตายเจือปนทำให้ผลผลิตไข่น้ำที่ได้มีคุณภาพต่ำกว่าการผลิตไข่น้ำในระบบควบคุมแสง ซึ่งเกิดจากระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิดไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิ น้ำ ความเป็นกรดและต่าง ค่าการนำไฟฟ้า และระดับความเข้มแสงให้มีความเหมาะสมต่อการผลิตไข่น้ำและการระเหยของน้ำในระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิดสูงกว่าในระบบควบคุมแสงทำให้ต้องเพิ่มน้ำในระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิดมากกว่า

2.3 ประเด็นที่ 3 ผลผลิตของไข่น้ำ จากผลการศึกษาประสิทธิภาพการผลิตไข่น้ำในระบบควบคุมแสงและระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิด พบว่ามีผลผลิตไข่น้ำมีเพิ่มขึ้นในอัตราที่เพิ่มขึ้นถึงวันที่ 15 และจะมีผลผลิตค่อนข้างคงที่ถึงวันที่ 20 โดยที่การผลิตไข่น้ำในระบบควบคุมแสงจะมีผลผลิตลดลงเล็กน้อยจนถึงวันที่ 30 ของการศึกษา ในขณะที่การผลิตในระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิดมีผลผลิตไข่น้ำลดลงในอัตราที่เพิ่มขึ้นถึงวันที่ 25 และลดลงในอัตราคงที่ถึงวันที่ 30 ของการศึกษา สอดคล้องกับการวิจัยของ Chatrakul *et al.* (2012) ที่พบว่าไข่น้ำมีอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มสูงในช่วง 12-18 วันจากนั้นมีแนวโน้มให้ผลผลิตลดลง และ Tira-umphon and Nitwatthanakull (2018) ที่พบว่าการเก็บเกี่ยวไข่น้ำที่ระยะเวลาการผลิต 20 วัน จะให้

ปริมาณน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นสูงสุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Ruekaewma *et al.* (2015) ที่พบว่าไข่น้ำจะแตกหน่อมากขึ้นตามปริมาณความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้น Sanwilat (1999) และหากความเข้มแสงที่มีระดับสูงมากเกินไปอาจทำให้เกิดภาวะการยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ดังนั้นค่าความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำจึงควรมีความเข้มแสง 8,000-16,000 ลักซ์ (Chantiratikul *et al.*, 2010) นอกจากนี้จากลักษณะทางธรรมชาติของไข่น้ำจะขยายพันธุ์และเจริญเติบโตอยู่บริเวณผิวน้ำน้ำ เมื่อปริมาณไข่น้ำขยายจนเต็มพื้นที่ผิวน้ำ ส่งผลให้ตบั้งแสงซึ่งพืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง อัตราการเพิ่มผลผลิตของไข่น้ำจึงเริ่มลดลง (Panwanitdumrong and Rowchai, 2009)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพการผลิตไข่น้ำในระบบควบคุมแสง ผลการศึกษาพบว่าระบบควบคุมแสงมีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิดทั้งในด้านปัจจัยควบคุม สามารถควบคุมอุณหภูมิ ความเป็นกรดและต่าง ค่าการนำไฟฟ้าและความเข้มแสงให้มีความเหมาะสมต่อการผลิตไข่น้ำ โดยให้ลักษณะทางกายภาพของไข่น้ำที่ฟรอนต์ปกติสีเขียวเข้ม ไข่น้ำเพิ่มปริมาณเต็มพื้นที่ผิวน้ำ น้ำเหลือทิ้งจากการผลิตไข่น้ำไม่มีสิ่งเจือปนและผลผลิตของไข่น้ำเพิ่มขึ้นโดยมีน้ำหนักสดเท่ากับ 174.66 ± 13.53 กรัม (จากน้ำหนักเริ่มต้น 30.11 ± 0.02 กรัม) และน้ำหนักแห้งเท่ากับ 7.82 ± 1.48 กรัม ผลการศึกษาพบว่า การผลิตไข่น้ำภายใต้ระบบควบคุมแสงทั้งน้ำหนักสดเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นและน้ำหนักแห้งสูงกว่าการผลิตไข่น้ำในระบบโรงเรือนกลางแจ้งกึ่งปิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเรื่องการศึกษาประสิทธิภาพการผลิตไข่น้ำภายใต้ระบบควบคุมแสง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน ที่สนับสนุนทุนการวิจัย และเครื่องมือวิจัย ตลอดจนวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุราษฎร์ธานี ที่สนับสนุนสถานที่สำหรับใช้ในการทำวิจัยเป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

- Arkronrat, W., S. Sawatmalanon, B. Phungdee T. Buaban and V. Oniam. 2018. Applications of light emitting diode (LED) on marine microalgae production (*Isochrysis galbana* clone T. Iso and *Tetraselmis suecica*) under laboratory conditions. **Journal of Agricultural Research and Extension** 35(3): 20-29. [in Thai]
- Chantiratikul, A., P. Chantiratikul, A. Sangdee U. Maneechote, C. Bunchasak and O. Chinrasri. 2010. Performance and carcass characteristics of Japanese quails fed diets containing *Wolffia* meal (*Wolffia globosa* L. Wimm). as a protein replacement for soybean meal. **International Journal of Poultry Science** 9(6): 562-566.
- Chatrakul, A., S. Uttama-Ang, W. Deepanya and K. Phanrattanachai. 2012. Technology of production and utility of water meal (*Wolffia arrhiza* L. Wimm) in commerce. 51 p. **In Research Report Technology and Industrial Technology Phetchabun**. Phetchabun: Rajabhat Phetchabun University. [in Thai]
- Damna, N., W. Saikaew and A. Tira-Umphon. 2017. Effect of fertilizer type and light filter level to yield and quality of *Wolffia* (*Wolffia arrhiza* L. Wimm). **Songklanakarin Journal of Plant Science** 4(3): 60-64. [in Thai]
- Deepanya, W. 2012. Development of products water meal (*Wolffia arrhiza* L. Wimm) leather. 51 p. **In Research Report Food Science and Technology**. Phetchabun: Rajabhat Phetchabun University. [in Thai]
- Panwanitdumrong, K. and S. Rowchai. 2009. Experimental Study on Culture of *Wolffia* (*Wolffia arrhiza* L. Wimm) and It's Use for Gold Fish Color Quality Improvement. pp. 162-169. **In Proceeding of the 47th Kasetsart University Annual Conference: Fisheries, 7-8 December 2009**. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]

- Petchthai, P. and T. Thongket. 2017. Effect of light intensity and light-exposure duration on growth and quality of lettuce. **Songklanakarin Journal of Plant Science** 4(3): 54-59. [in Thai]
- Phoonsiri, K. and K. Kong-Nger. 2014. Effect of Light Intensity on Some Physiological Parameters and Protein Change in Leaves of Black Glutinous Rice. pp. 882-890. **In Proceedings of the 15th Graduate Research Conferences**. Khon Kaen: Khon Kaen University. [in Thai]
- Ruekaewma, N. 2011. **Optimal Conditions for Production of Khai-nam *Wolffia globosa***. Doctoral Dissertation Chulalongkorn University. 121 p. [in Thai]
- Ruekaewma, N., S. Piyatiratitivorakul and S. Powtongsook. 2015. Culture system for *Wolffia globosa* L. (Lemnaceae) for hygiene human food. **Songklanakarin. Journal of Science and Technology** 37(5): 575-580. [in Thai]
- Sanwilat, S. 1999. **Growth and Protein Content of Water Meal (*Wolffia arrhiza* (Linn) Wimm) Cultured with Different Diet Formulas and Light Intensity Levels in Outdoor Conditions**. Master Thesis. Mahasarakham University. 80 p. [in Thai]
- Siegel, S. 1957. **Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences**. New York: McGraw-Hill. 312 p.
- Sricharoen, S., N. Chareontesprasit, W. Jiwyam P. Pangphairee and R. Choocheep. 2001. Culture of *Wolffia (Wolffia arrhiza)* for reduction of fish feed cost. **KKU Institutional Research Journal Khon Kaen University** 10(3): 22-26. [in Thai]
- Tira-Umphon, A. and N. Nitwatthanakull. 2018. The suitable harvested date and storage temperature of *Wolffia arrhiza* (L.) Wimm. **Agricultural Science Journal** 49(Suppl.4): 87-90. [in Thai]
- Yeh, N. and J. Chung. 2009. High-brightness LEDs-energy efficient lighting sources and there potential in indoor plant cultivation. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 13(8): 2175-2180.
- Yothatip, J., P. Sunakorn and P. Boonkorkaew. 2010. Study of Growing Indoor Plants Using Artificial Light. pp. 2007-2014. **In Proceedings of the 7th National Kasetsart University Kamphaeng Saen Conference, 7-8 December 2007**. Nakornpatom: Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus. [in Thai]

ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของพืชสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ส้มสีทองน่าน
เพื่อการอนุรักษ์และจัดการพันธุกรรม

Genetic Variation of Geographical Indication Plant, Nan Golden Orange
for Conservation and Genetic Management

ชาวลีย์ ใจสุข^{1*} สุภาวดี ศรีแย้ม¹ ภาณุพงศ์ สิทธิวุฒิ¹ อภิรยา เทพสุคนธ์¹ ปราโมทย์ ทิมขำ¹ และพัชรา นิธิโรจน์ภักดี²
Chaowalee Jaisuk^{1*}, Supawadee Sriyam¹, Panupong Sitiwut¹, Apiraya Thepsukhon¹
Pramoth Timkhum¹ and Patchara Nithirojpakdee²

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตน่าน น่าน 55000

²คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี จันทบุรี 22210

¹Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Nan Campus, Nan, Thailand 55000

²Faculty of Argo-Industrial Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-Ok Chanthaburi Campus

Chanthaburi, Thailand 22210

*Corresponding author: chaowalee2009@hotmail.com

Received: May 01, 2021

Revised: March 12, 2022

Accepted: May 31, 2022

Abstract

Nan Golden Orange is a geographic indication plant of Nan province. It is also an important economic crop. Having information on the genetic variation of Nan Golden Orange will be of conservation benefit and genetic management, valuable to plan more proficient breeding programs. The genetic variation was evaluated from 5 groups of Nan Golden Orange leaflets (30 samples in each group), which were collected from 1. original Nan Golden Orange propagate vegetatively (G1) 2. seed grown from original Nan Golden Orange (G2) 3. Nan Golden Orange farm (A) 4. Nan Golden Orange farm (B) 5. Nan Golden Orange farm (C). These samples were investigated by 5 microsatellite loci. The number of alleles per locus (A) ranged from 5.00-5.40, allelic richness (A_r) extended from 4.79-5.07 alleles, observed heterozygosity (H_o) ranged from 0.92-0.97, effective population size (N_e) was small in the sample B. The bottleneck was found in sample G2. Genetic differences (pairwise F_{ST}) were found in samples G1, G2, B, and C. Consistent with the dendrogram, sample G1 was different from other samples. The genetic distance was the highest between G1 and B (0.166). The genetic variations in the Nan Golden Orange were the result of management which demonstrated the importance of conservation

and genetic management. Understanding good propagation practices for preserving genetic diversity will help maintaining the quality of the Nan Golden Orange in order to be conform with the quality of geographic indication.

Keywords: genetic variation, geographical indication, Nan Golden Orange, *Citrus reticulata*

บทคัดย่อ

ส้มสีทองน่าน เป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์และเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดน่าน การศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมของส้มสีทองน่านเป็นประโยชน์ต่อการอนุรักษ์และการจัดการพันธุกรรม จากการรวบรวมตัวอย่างยอดอ่อนส้มสีทองน่านจากพื้นที่ปลูกส้มในจังหวัดน่าน 5 กลุ่มตัวอย่าง (30 ตัวอย่างต่อกลุ่ม) ได้แก่ 1. ส้มกิ่งตอนน่านดั้งเดิม (G1) 2. ส้มที่เกิดจากเพาะเมล็ดส้มน่านดั้งเดิม (G2) 3. สวนส้มสีทอง (A) 4. สวนส้มสีทอง (B) 5. สวนส้มสีทอง (C) พบความหลากหลายรูปแบบของไมโครแซทเทลไลท์ 5 ตำแหน่ง กลุ่มตัวอย่างมีความหลากหลายทางพันธุกรรมโดยมีจำนวนแอลลีลต่อตำแหน่ง (A) อยู่ระหว่าง 5.00-5.40 แอลลีล ค่า allelic richness (A_r) 4.79-5.07 แอลลีล และค่าเฮเทอโรไซโกซิติจากการสังเกต (H_o) 0.92-0.97 จำนวน effective population size (N_e) มีน้อยในกลุ่มตัวอย่าง B สภาวะคอขวดพบได้ในกลุ่มตัวอย่าง G2 พบความแตกต่างทางพันธุกรรม (pairwise F_{ST}) ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง G1 กับ G2, B และ C แผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมกลุ่มตัวอย่าง G1 ถูกจัดเป็นกลุ่มที่มีความแตกต่างทางพันธุกรรมจากกลุ่มอื่น ระยะห่างทางพันธุกรรมมีค่ามากที่สุดระหว่าง G1 กับ B (0.166) การพบความแปรปรวนทางพันธุกรรม จำนวน N_e ที่น้อยและพบสภาวะคอขวดในบางกลุ่มตัวอย่างเป็นผลมาจากการจัดการพันธุกรรม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการมีแหล่งอนุรักษ์พันธุกรรมและการสร้างความเข้าใจถึงแนวทางการขยายพันธุ์ที่ดีเพื่อการรักษาความหลากหลายทางพันธุกรรมที่จะช่วยคงคุณภาพส้มสีทองน่านให้เป็นไปตามคุณลักษณะที่ดีของการเป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์

คำสำคัญ: ความแปรปรวนทางพันธุกรรม สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ ส้มสีทองน่าน *Citrus reticulata*

คำนำ

ส้มเขียวหวาน (*Citrus reticulata* Blanco) เป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ ปลูกในทุกภาคของประเทศไทยโดยเฉพาะภาคเหนือซึ่งมีอากาศหนาวเย็นช่วยให้ผิวมีสีเหลืองส้มมากขึ้น ในปี พ.ศ. 2561 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกส้มเขียวหวานทั้งสิ้น 101,633 ไร่ ภาคเหนือมีพื้นที่ปลูกมากที่สุด 96,958 ไร่ ที่จังหวัดเชียงใหม่สูงสุด 27,767 ไร่ รองลงมาคือ กำแพงเพชร สุโขทัย และเชียงราย (Office of Agricultural Economics, 2018) ส้มเขียวหวานส่วนใหญ่มีผลเป็นสีเขียวในขณะที่ส้มเขียวหวานของจังหวัดน่านผิวเป็นสีเหลืองทองจึงเป็นที่รู้จักในชื่อส้มสีทองน่าน (Nan Golden Orange) ในปี พ.ศ. 2556 ได้มีการส่งเสริมให้มีการพัฒนาพืชท้องถิ่นชนิดพันธุ์ที่มีความพิเศษต่อพื้นที่ ส้มสีทองน่านเป็นหนึ่งในพืชที่ได้รับการส่งเสริมและขึ้นทะเบียนให้เป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indications; GI) เลขทะเบียน สข56100054 (Intellectual Property Department, 2013) และผลักดันให้เป็นพืชเศรษฐกิจของจังหวัดขึ้นมาอีกครั้ง จึงมีเกษตรกรให้ความสนใจปลูกส้มสีทองน่านมากขึ้น การดำเนินงานในส่วนของการพัฒนาเพื่อส่งเสริมการปลูกโดยการเพิ่มพื้นที่ปลูกเป็นไปอย่างต่อเนื่องซึ่งเป็นแนวทางที่สำคัญในการเพิ่มผลผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ทั้งนี้ในการส่งเสริมการปลูกยังมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่หน่วยงานของรัฐต้องเข้ามามีส่วนให้ความช่วยเหลือในการคัดเลือกต้นพันธุ์ที่มีคุณภาพทั้งลักษณะ

ทางคุณภาพและทางปริมาณ เพื่อประสิทธิภาพการคัดพันธุ์ที่ดี หากมีข้อมูลพื้นฐานทางพันธุกรรมและข้อมูลผลผลิตของต้นพันธุ์ประกอบการตัดสินใจในการเลือกต้นพันธุ์ที่เหมาะสมจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินงานขยายพันธุ์และเพาะปลูก แต่ในปัจจุบันข้อมูลพันธุกรรมสัมพันธ์ของน่านมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นการพัฒนาข้อมูลเชิงวิชาการเกี่ยวกับระดับพันธุกรรมควรได้รับการศึกษาเพื่อคงไว้ซึ่งพันธุ์สัมพันธ์ของน่านที่มีคุณภาพต่อไป

การศึกษาระดับพันธุกรรมด้วยเครื่องหมายโมเลกุลไมโครแซทเทลไลท์สามารถใช้ประโยชน์ในการประเมินพันธุกรรมระดับครอบครัวของสิ่งมีชีวิตได้ และด้วยข้อกำหนดการเป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ที่กำหนดการพิสูจน์แหล่งของสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์คือ แหล่งพันธุ์และแหล่งปลูกสัมพันธ์ของน่านต้องอยู่ในพื้นที่จังหวัดน่าน โดยกระบวนการผลิตต้องผ่านการควบคุมตรวจสอบ และสมาชิกเกษตรกรผู้ปลูกต้องขึ้นทะเบียนรวมทั้งต้องมีหลักฐานกำกับเพื่อการตรวจสอบย้อนกลับ ดังนั้นการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลทางพันธุกรรมของสัมพันธ์ของน่านจึงมีประโยชน์ทั้งในส่วนของการเพิ่มประสิทธิภาพการคัดพันธุ์เพื่อส่งเสริมการเพาะปลูก การอนุรักษ์แหล่งพันธุ์และการตรวจสอบแหล่งพันธุ์กรรมตามข้อกำหนดของสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

รวบรวมตัวอย่างภาคสนาม

รวบรวมตัวอย่างยอดอ่อนสัมพันธ์จากพื้นที่ปลูกสัมพันธ์จังหวัดน่านจำนวน 5 กลุ่มตัวอย่างๆ ละ 30 ตัวอย่าง ได้แก่ 1) สัมกิ่งตอนน่านดั้งเดิม (G1) 2) สัมที่เกิดจากเพาะเมล็ดสัมพันธ์ดั้งเดิม (G2) ทั้งกลุ่ม 1 และ 2 รวบรวมจากสวนสัมพันธ์ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านน่าน ตำบลฝายแก้ว อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน เป็นพื้นที่ที่ได้รับมอบหมายให้ปลูกสัมพันธ์ของน่านเพื่อเป็นแหล่งพันธุ์ดูแลสวนแบบเกษตรปลอดภัย ขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งที่พิจารณาจากต้นพันธุ์ที่สมบูรณ์ ไม่มีโรค 3) สวนสัมพันธ์ของ

อำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน ดูแลสวนแบบเกษตรปลอดภัยซื้อต้นพันธุ์จากแหล่งอื่นและขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งจากต้นที่สมบูรณ์และไม่มีโรคภายในสวน (A) 4) สวนสัมพันธ์ของอำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน ดูแลสวนแบบเกษตรอินทรีย์ไม่ซื้อต้นพันธุ์จากแหล่งอื่น ขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งจากต้นที่สมบูรณ์และไม่มีโรคภายในสวน (B) 5) สวนสัมพันธ์ของอำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน ดูแลสวนสัมพันธ์ของน่านแบบเกษตรอินทรีย์ ซื้อต้นพันธุ์จากแหล่งอื่นและขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งจากต้นที่สมบูรณ์และไม่มีโรคภายในสวน (C)

การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมจากเครื่องหมายโมเลกุลไมโครแซทเทลไลท์ โดยวิธีการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอโดยเทคนิคพีซีอาร์ และย้อมด้วยเทคนิค Silver staining มีขั้นตอนดังนี้

1. สกัดดีเอ็นเอจากยอดอ่อนสัมพันธ์ โดยใช้ชุดสกัดดีเอ็นเอพีช (Qiagen) วัดปริมาณดีเอ็นเอ โดยเทคนิคอเล็กโทรฟอริซิสบนอะกาโรสเจล 1% ด้วยเครื่องอเล็กโทรฟอริซิสแบบนอน (BIO-RAD SubcellGT, Italy) และผ่านกระแสไฟฟ้า 70 โวลต์ นาน 30 นาที หลังจากนั้นนำแผ่นเจลมาย้อมด้วยสารย้อมดีเอ็นเอ (FluoroVue Nucleic Acid Gel Stain, SMOBIO, Malaysia) เทียบปริมาณดีเอ็นเอของตัวอย่างกับดีเอ็นเอมาตรฐาน

2. เพิ่มจำนวนดีเอ็นเอโดยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอร์เรส (Polymerase Chain Reaction; PCR) บริเวณไมโครแซทเทลไลท์ 5 ตำแหน่ง ได้แก่ GB-CU-098, GB-CU-125, GB-CU-096 (Elcy *et al.*, 2012), AC01 และ CT19 (Barakley *et al.*, 2006) ด้วยสารละลายพีซีอาร์ 10 ไมโครลิตร ประกอบด้วยดีเอ็นเอต้นแบบ 1 ไมโครลิตร (ความเข้มข้น 10 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร), 1X บัฟเฟอร์, นิวคลีโอไทด์ไตรฟอสเฟต (dNTPs) 0.2 มิลลิโมล, แมกนีเซียมคลอไรด์ (MgCl₂) 1.5 มิลลิโมล, ไพร์เมอร์ Forward และ Reverse อย่างละ 0.2 ไมโครโมล และ Taq Polymerase 0.12 ไมโครลิตร (ExcelTaq, SMOBIO, Malaysia; 5 ไมโครกรัมต่อไมโครลิตร) เพิ่มจำนวนดีเอ็นเอ

ด้วยเครื่อง Thermal cycle (BioRad, MJ Mini Cyler, Italy) มีวัฏจักรพีซีอาร์ 5 วัฏจักร คือ 1) อุณหภูมิที่ทำให้สายดีเอ็นเอแยกออกจากกัน (Denaturation) 94°C. 2 นาที จำนวน 1 รอบ 2) อุณหภูมิ 94°C. นาน 30 วินาที อุณหภูมิที่ไพรเมอร์มาเกาะกับสายดีเอ็นเอตั้งต้น (Annealing temperature; Ta) สำหรับทั้ง 5 ไพรเมอร์ คือ อุณหภูมิ 52°C. นาน 30 วินาที และอุณหภูมิที่ Taq Polymerase สามารถซ่อมสายดีเอ็นเอให้สมบูรณ์เป็นดีเอ็นเอเส้นใหม่ (Extension temperature) 72 องศาเซลเซียส นาน 30 วินาที จำนวน 40 รอบ และ 3) อุณหภูมิ 72°C. นาน 5 นาที

3. แยกผลผลิตดีเอ็นเอด้วยเทคนิคอิเล็กโทรโฟริซิสผ่าน 6% Denaturing polyacrylamide gel ด้วยเครื่องอิเล็กโทรโฟริซิสแนวตั้ง (SCIE-PLAS SEQ3341, United Kingdom) ในบัฟเฟอร์ 1XTBE ผ่านกระแสไฟฟ้า 1,200 โวลต์ เป็นเวลา 3.30 ชั่วโมง ย้อมดีเอ็นเอที่แยกขนาดแล้วด้วยเทคนิค Silver staining (Promega, USA) โดยดีเอ็นเอจับกับซิลเวอร์ไนเตรต (Silver nitrate) เป็นแถบสีน้ำตาลเข้มที่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า วัดขนาดของแอลลีล (Base pair, bp) บนแผ่นเจลที่แต่ละตำแหน่ง โดยเทียบกับตำแหน่งที่แน่นชัดของลำดับเบสของ pGEM-3Zf (+) Vector (Promega, USA) บันทึกจีโนไทป์ของแต่ละตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในประชากร โดยคำนวณค่าความถี่ของแอลลีล (Allele frequency) ในแต่ละตำแหน่งของประชากร ด้วยโปรแกรม GenAEx version 6.1 (Peakall and Smouse, 2006) จำนวนแอลลีลต่อตำแหน่ง (number of alleles per locus, A) ค่า Effective number of allele (A_e) ค่าเฮเทอโรไซโกซิตี (Heterozygosity) และค่าสัมประสิทธิ์เอฟ (F-coefficients) โดยใช้โปรแกรม GenAEx version 6.1 (Peakall and Smouse, 2006) คำนวณค่า Allelic Richness (A_r) โดยใช้โปรแกรม FSTAT version

2.9.3 (Goudet, 2001) เปรียบเทียบระดับความหลากหลายทางพันธุกรรมจากค่า A_r ระหว่างกลุ่มตัวอย่างโดยวิธี Mann-Whitney U

2. การทดสอบการเบี่ยงเบนจากสมดุลฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ของความถี่จีโนไทป์ที่แต่ละตำแหน่งภายในประชากร โดยการประเมินค่า Exact p-value ด้วยวิธี Markov chain ตามวิธีของ Guo and Thompson (1992) (Dememorization = 1000, Batches = 1000, Iterations per batch = 1000) ในโปรแกรม GENEPOP version 4 (Rousset, 2008) และปรับระดับความน่าจะเป็น (p -value) สำหรับการวิเคราะห์หลายครั้ง (Multiple tests) ด้วยวิธี Bonferroni correction (Rice, 1989)

3. ประเมินจำนวน Effective population size (N_e) โดยโปรแกรม NeEstimator version 2.01 (Do *et al.*, 2014)

4. ประเมินการมีสถานะคอขวดในกลุ่มตัวอย่าง โดยโปรแกรม Bottleneck version 1.2.02 (Piry *et al.*, 1999)

5. ประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมระหว่างประชากร จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรม (Analysis of Molecular Variance; AMOVA) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างประชากรเทียบกับความแปรปรวนภายในประชากร ทดสอบค่าสถิติ Φ_{ST} ระหว่างคู่ตัวอย่าง โดยโปรแกรม ARLEQUIN version 3.11 (Excoffier and Lischer, 2010) ค่าระยะห่างทางพันธุกรรม (Genetic distance) ด้วยโปรแกรม GenAEx version 6.1 (Peakall and Smouse, 2006) ค่าความต่างทางพันธุกรรม (Genetic differentiation) ทดสอบความแตกต่างของความถี่แอลลีลของแต่ละประชากรโดย Exact test ตามวิธีของ Guo and Thompson (1992) (Dememorization = 1000, Batches = 1000, Iterations per batch = 1000) ในโปรแกรม GENEPOP version 4 (Rousset, 2008) และปรับระดับความน่าจะเป็น (p -value) สำหรับการวิเคราะห์หลายครั้ง

(Multiple test) ด้วย Bonferroni correction (Rice, 1989) และสร้างแผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมจากค่าระยะห่างทางพันธุกรรม (Nei's genetic distances) ด้วยวิธี UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean) จากโปรแกรม POPGENE version 1.31 (Yeh *et al.*, 1999)

ผลการวิจัย

ความหลากหลายภายในประชากรของกลุ่มตัวอย่าง

พบความหลากหลายรูปแบบของเครื่องหมายโมเลกุลไมโครแซทเทลไลท์ 5 ตำแหน่ง โดยมีจำนวนแอลลีลต่อตำแหน่ง (A) เฉลี่ยรวมทั้ง 5 กลุ่มตัวอย่างที่ตำแหน่ง GB-CU-096, GB-CU-098, GB-CU-125, AC01 และ CT19 เท่ากับ 5, 6, 5, 5.2 และ 4.2 แอลลีล ตามลำดับ โดยแต่ละกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยดังนี้ กลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์ต่อนานดั้งเดิม G1 พบมีจำนวนแอลลีลต่อตำแหน่ง (A) 5 ± 1.22 แอลลีล ค่า Effective number of allele (A_e) 2.97 ± 0.51 แอลลีล ค่า Allelic richness (A_r) 4.99 ± 0.21 แอลลีล ค่าเฮเทอโรไซโกซิตีจากการสังเกต (Observed heterozygosity: H_o) 0.97 ± 0.05 และค่าเฮเทอโรไซโกซิตีจากการค่าคาดหวัง (Expected heterozygosity: H_e) 0.66 ± 0.06 และมีค่า Fixation Index (F_{is}) -0.48 ± 0.07 กลุ่มตัวอย่างต้นส้มที่เกิดจากเพาะเมล็ดจากส้ม่นานดั้งเดิม G2 พบมี A 5 ± 1.22 แอลลีล ค่า A_e 3.90 ± 0.94 แอลลีล ค่า A_r 5.00 ± 1.22 แอลลีล ค่า H_o 0.93 ± 0.10 และค่า H_e 0.73 ± 0.09 และมี F_{is} -0.28 ± 0.14 กลุ่มตัวอย่าง A พบมีค่า A 5.00 ± 0.71 แอลลีล ค่า A_e 3.46 ± 1.20 แอลลีล ค่า

A_r 4.97 ± 0.71 แอลลีล ค่า H_o 0.96 ± 0.03 และค่า H_e 0.69 ± 0.09 และมีค่า F_{is} -0.41 ± 0.18 กลุ่มตัวอย่าง B พบมีค่า A 5.40 ± 0.55 แอลลีล ค่า A_e 3.49 ± 0.43 แอลลีล ค่า A_r 5.38 ± 0.53 แอลลีล ค่า H_o 0.93 ± 0.05 และค่า H_e 0.71 ± 0.03 และมี F_{is} -0.31 ± 0.10 กลุ่มตัวอย่าง C พบมี A 5.00 ± 0.71 แอลลีล ค่า A_e 3.70 ± 1.07 แอลลีล ค่า A_r 4.99 ± 0.71 แอลลีล ค่า H_o 0.92 ± 0.05 และค่า H_e 0.71 ± 0.08 และมีค่า F_{is} -0.31 ± 0.17 (Table 1) จากดัชนีความหลากหลายทางพันธุกรรมที่กล่าวมาข้างต้นพบว่ากลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์ต่อนานจากทั้ง 5 กลุ่มตัวอย่างมีความหลากหลายทางพันธุกรรมที่ใกล้เคียงกันเมื่อนำค่า A_r เรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ดังนี้ 5.38 ± 0.53 (B), 5.00 ± 1.22 (G2), 4.99 ± 0.71 (C), 4.99 ± 0.21 (G1) และ 4.97 ± 0.71 (A) ซึ่งเมื่อทดสอบความแตกต่างของความหลากหลายทางพันธุกรรมจากค่า A_r โดยวิธี Mann-Whitney U-Test พบว่าระดับความหลากหลายทางพันธุกรรมระหว่างสัมพันธ์ของทั้ง 5 กลุ่มตัวอย่างมีความหลากหลายไม่ต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) การทดสอบความเบี่ยงเบนของสัดส่วนจีโนไทป์ที่สังเกตได้กับค่าที่คาดหวังตามสมดุลฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ด้วยวิธี Markov chain และปรับระดับความน่าจะเป็นด้วย Bonferroni correction ในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง พบการไม่อยู่ในสมดุลในทั้ง 5 กลุ่มตัวอย่างที่ทุกตำแหน่ง ซึ่งการออกจากสมดุลเป็นการมีค่าเฮเทอโรไซโกซิตีจากการคาดหวัง (H_e) น้อยกว่าค่าเฮเทอโรไซโกซิตีจากการสังเกต (H_o) และที่ทุกตำแหน่งไมโครแซทเทลไลท์ในทั้ง 5 กลุ่มตัวอย่างเบี่ยงเบนออกจากสมดุลฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก

Table 1 Average allelic variability at five microsatellite loci of Nan Golden Orange, Nan province

Samples	G1	G2	A	B	C	Average
<i>N</i>	30.00±0.00	29.60±0.55	30.00±0.00	30.00±0.00	29.40±0.89	29.80±0.50
<i>A</i>	5.00±1.22	5.00±1.22	5.00±0.71	5.40±0.55	5.00±0.71	5.08±0.86
<i>A_e</i>	2.97±0.51	3.90±0.94	3.46±1.20	3.49±0.43	3.70±1.07	3.50±0.87
<i>A_r</i>	4.99±0.21	5.00±1.22	4.97±0.71	5.38±0.53	4.99±0.71	5.07±0.86
<i>H_o</i>	0.97±0.05	0.93±0.10	0.96±0.03	0.93±0.05	0.92±0.05	0.94±0.06
<i>H_e</i>	0.66±0.06	0.73±0.09	0.69±0.09	0.71±0.03	0.71±0.08	0.70±0.07
<i>F_{is}</i>	<u>-0.48±0.07</u>	<u>-0.28±0.14</u>	<u>-0.41±0.18</u>	<u>-0.31±0.10</u>	<u>-0.31±0.17</u>	<u>-0.36±0.15</u>

The indices included the number of samples in each group (*N*), number of alleles per locus (*A*), effective number of alleles (*A_e*), allelic richness (*A_r*), observed heterozygosity (*H_o*), expected heterozygosity (*H_e*), fixation index (*F_{is}*) (*F_{is}* values and probability of significant deviation from Hardy-Weinberg equilibrium are given for each population. Values underlined indicate statistical significance, *p*<0.002, after Bonferroni correction = 0.05/25)

การประเมินจำนวน Effective population size (*N_e*) พบกลุ่มตัวอย่าง G1 มีจำนวนมากเกินการประเมิน (Infinite) (Infinite–Infinite) กลุ่มตัวอย่าง G2 มี 53.4 (16.1–Infinite) กลุ่มตัวอย่าง A มี 51.4 (16.3–Infinite) กลุ่มตัวอย่าง B มี 11.7 (6.1-23.4) และกลุ่มตัวอย่าง C มี Infinite (67.5–Infinite) การมีสภาวะคอขวด (Bottlenecks) พบได้ในกลุ่มตัวอย่าง G2 (*p*-value<0.05) (Table 2)

Table 2 Estimates and 95% confidence intervals of contemporary effective population size (*N_e*), and the detection of bottlenecks based on Wilcoxon’s test for five population samples at five microsatellite loci

Samples	Effective population size (<i>N_e</i>)			Bottleneck test TPM (<i>P</i> -value)
	<i>N_e</i>	Lower bound	Upper bound	
G1	Infinite	Infinite	Infinite	0.812
G2	53.4	16.1	Infinite	0.031
A	51.4	16.3	Infinite	0.156
B	11.7	6.1	23.4	0.094
C	Infinite	67.5	Infinite	0.094

ความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากร

กลุ่มตัวอย่างส้มสีทองน่ามีความแตกต่างทางพันธุกรรม (ค่า Global F_{ST} = 0.01559; AMOVA, $p=0.0000$) การทดสอบความแปรปรวนทางพันธุกรรม AMOVA พบว่า 1.56% ของความแปรปรวนเกิดจากความแตกต่างระหว่างประชากร และ 98.44% ของความแปรปรวนที่เกิดจากความแตกต่างระหว่างสมาชิกในประชากร เมื่อวิเคราะห์ความต่างระหว่างคู่ของกลุ่มตัวอย่างจากค่า pairwise F_{ST} ที่ระดับ $p<0.005$ พบว่าความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างกลุ่มตัวอย่าง G1 มีความแตกต่างทางพันธุกรรมกับกลุ่ม G2 กลุ่ม B และกลุ่ม C แต่ไม่ต่างจากกลุ่ม A ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างอื่นๆ มี

พันธุกรรมไม่ต่างกัน (Table 3) สำหรับการทดสอบระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distance) ของกลุ่มตัวอย่างมีค่าจากมากไปน้อยได้ดังนี้ 0.166 (G1:B), 0.141 (G1:G2), 0.110 (G1:C), 0.064 (B:C), 0.06 (G2:A), 0.055 (B:A), 0.048 (G2:B), 0.046 (G2:C), 0.043 (G1:A) และ 0.037 (A:C) (Table 3) แผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมจากค่าระยะห่างทางพันธุกรรมพบว่า ส้มสีทองน่า 5 กลุ่มตัวอย่างถูกจัดออกเป็น กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มตัวอย่าง A และ C กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มตัวอย่าง G2 และ B ซึ่ง 2 กลุ่มย่อยนี้สามารถจัดเป็นกลุ่มเดียวกันได้ในขณะที่กลุ่มตัวอย่าง G1 ถูกจัดเป็นกลุ่มที่มีความแตกต่างทางพันธุกรรมจากกลุ่มอื่น (Figure 1)

Table 3 Pairwise F_{ST} values (lower diagonal) and genetic distance (upper diagonal) among Nan Golden Orange

Samples	G1	G2	B	A	C
G1		0.141	0.166	0.043	0.110
G2	<u>0.04262</u>		0.048	0.060	0.046
B	<u>0.05179</u>	0.00168		0.055	0.064
A	0.00398	0.00834	0.00644		0.037
C	<u>0.03229</u>	0.00031	0.00751	-0.00096	

Values underlined indicate statistical significance ($p<0.005$, P-values adjusted for multiple comparisons using Bonferroni correction = 0.05/10)

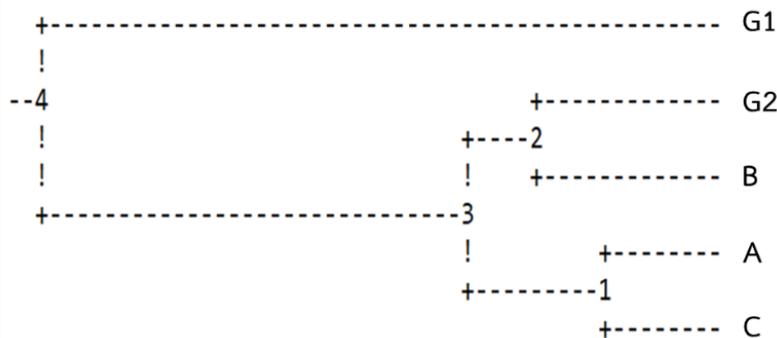


Figure 1 Dendrogram of five population samples of Nan Golden Orange

วิจารณ์ผลการวิจัย

ความหลากหลายรูปแบบของเครื่องหมายพันธุกรรม

พบความหลากหลายรูปแบบของเครื่องหมายในกลุ่มตัวอย่างส้มสีทองน่าน (*C. reticulata* Blanco) โดยมีจำนวนแอลลีลต่อตำแหน่งเฉลี่ยรวมทั้ง 5 กลุ่มตัวอย่างที่ตำแหน่ง GB-CU-096, GB-CU-098, GB-CU-125, AC01 และ CT19 เท่ากับ 5, 6, 5, 5.2 และ 4.2 แอลลีล ซึ่งมีค่าจำนวนแอลลีลเฉลี่ยต่อตำแหน่งที่ทุกตำแหน่งรวมทั้ง 5 กลุ่มตัวอย่างเป็น 5.08 ± 0.86 แอลลีล เมื่อเทียบกับการศึกษาของ Elcy *et al.* (2012) ในส้ม Lima Madu (*C. reticulata* Blanco) จำนวน 118 ตัวอย่าง พบมีจำนวนแอลลีลเฉลี่ยต่อตำแหน่ง 5.227 แอลลีล ที่ตำแหน่ง GB-CU-096 มี 9 แอลลีล และ ค่า H_o เท่ากับ 0.873, ตำแหน่ง GB-CU-098 มี 5 แอลลีล และค่า H_o เท่ากับ 0.966 และตำแหน่ง GB-CU-125 มี 10 แอลลีล และค่า H_o เท่ากับ 0.983 ตามลำดับ และ Barkley *et al.* (2006) ศึกษาในพืชตระกูลส้ม (*Citrus*) จำนวน 370 ตัวอย่าง พบมีจำนวนแอลลีลเฉลี่ยต่อตำแหน่ง 11.5 แอลลีล โดยที่ตำแหน่ง CT19 มี 14 แอลลีล และค่า H_o เท่ากับ 0.619 และที่ AC01 มี 15 แอลลีล และค่า H_o เท่ากับ 0.130 จากข้างต้นการศึกษานี้พบจำนวนแอลลีลที่เครื่องหมายแต่ละตำแหน่งน้อยกว่าในการศึกษาอื่น

อาจเป็นผลมาจากจำนวนสายพันธุ์ส้ม จำนวนตัวอย่างและขนาดพื้นที่ในการรวบรวมตัวอย่าง โดยการศึกษาครั้งนี้ศึกษาส้ม 1 ชนิด จำนวน 150 ตัวอย่าง พื้นที่รวบรวมตัวอย่างประมาณ 100 กิโลเมตร ในขณะที่ Barkley *et al.* (2006) ศึกษาพืชตระกูลส้มจำนวน 370 ตัวอย่าง การศึกษาของ Elcy *et al.* (2012) ศึกษาส้ม 1 ชนิด จำนวน 118 ตัวอย่าง รวบรวมส้มมาจากหลายแหล่งและครอบคลุมพื้นที่ที่กว้างมากกว่า 500 กิโลเมตร

ความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในประชากร

กลุ่มตัวอย่างส้มสีทองน่านที่รวบรวมมาจาก 5 กลุ่ม มีระดับความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในกลุ่มใกล้เคียงกันและไม่ต่างทางสถิติ ค่าเฉลี่ยรวมของส้มสีทองน่านที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดน่านมีค่า A_i เท่ากับ 5.08 ± 0.86 , ค่า H_o เท่ากับ 0.94 ± 0.06 และค่า H_e เท่ากับ 0.70 ± 0.07 ค่าระดับความหลากหลายทางพันธุกรรมที่พบจากตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 150 ตัวอย่างและจากเครื่องหมายพันธุกรรม 5 ตำแหน่ง เป็นระดับที่มีความหลากหลายใกล้เคียงกับส้มชนิดอื่น เช่น ในส้ม Limau Madu (*C. reticulata* Blanco) จำนวน 118 ต้นที่ปลูกในประเทศมาเลเซีย ศึกษาโดยใช้เครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์จำนวน 22 ตำแหน่ง มีค่าเฉลี่ยจำนวนแอลลีลต่อตำแหน่ง 2-10 แอลลีล และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.227 แอลลีล, ค่า H_o

อยู่ระหว่าง 0.051-1.00 และมีค่าเฉลี่ย H_0 เท่ากับ 0.511 (Ely *et al.*, 2012) สัมสีทองน่ายังมีความหลากหลายทางพันธุกรรมที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับการศึกษาของ Barkley *et al.* (2006) ที่พบว่าพืชตระกูลส้มจำนวน 370 ตัวอย่าง ศึกษาโดยใช้เครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์ 24 ตำแหน่งพบจำนวนแอลลิลต่อตำแหน่งมีค่าอยู่ระหว่าง 3-30 แอลลิล และมีค่าเฉลี่ยโดยรวมของค่า H_0 เท่ากับ 0.4318

สำหรับการพบจำนวน N_e ที่ค่อนข้างน้อยในกลุ่มตัวอย่าง B ทำให้เกิดข้อสังเกตถึงกระบวนการจัดการสวนของกลุ่มตัวอย่างนี้ ที่พบว่าเกษตรกรมีการจัดการต้นพันธุ์โดยการตอนกิ่งจากต้นพันธุ์ภายในสวนเท่านั้นไม่มีการซื้อจากแหล่งอื่น จากการลงพื้นที่สวนเกษตรกรสังเกตพบว่าต้นส้มที่ถูกเลือกเป็นต้นพันธุ์ที่สมบูรณ์และไม่เป็นโรค ซึ่งต้นพันธุ์ 1 ต้นจะถูกตอนกิ่งจำนวนหลายกิ่งและกิ่งเหล่านั้นจะถูกนำมาปลูกทดแทนในรอบการปลูกต่อไป จึงอาจเป็นไปได้ว่าการที่กลุ่มตัวอย่าง B มีจำนวน N_e ที่น้อยแสดงถึงโอกาสที่ประชากรของกลุ่มตัวอย่าง B จะมีค่าเฮเทอโรไซโกซิติตี้ลดลงหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่แอลลิลที่เป็นผลมาจากการขาดช่วงทางพันธุกรรม (genetic drift) (Allendorf and Luikart, 2007) เช่นเดียวกับการพบสถานะคอขวดในตัวอย่าง G2 ที่แสดงถึงประชากรจำนวนจำกัด ซึ่งเมื่อพิจารณาจากประวัติการปลูกในระยะเริ่มต้นได้มีการรวบรวมกิ่งพันธุ์ที่ได้จากการตอนส้มสีทองน่าดั้งเดิมซึ่งปลูกจากกิ่งตอนที่ยังคงมีอยู่ คือกลุ่มตัวอย่าง G1 ในการศึกษาครั้งนี้ โดยได้รับการสนับสนุนจากสมาชิกชมรมผู้ปลูกส้มน่า จำนวน 260 ต้น ในปี พ.ศ. 2552 หลังจากนั้นเพาะเมล็ดจาก G1 คือ กลุ่มตัวอย่าง G2 ในการศึกษาครั้งนี้ซึ่งเริ่มต้นปลูกในปี พ.ศ. 2553 จำนวน 26 ต้น จากข้อมูลข้างต้นแสดงถึงความสำคัญของการจัดการพันธุ์การมีข้อมูลประวัติของต้นพันธุ์และการวางแผนคัดพันธุ์โดยคำนึงถึงการรักษาความหลากหลายทางพันธุกรรมต้องมีเพียงพอที่จะรักษาและถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไป

ความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากร

กลุ่มตัวอย่างส้มสีทองน่าในการศึกษานี้พบความแปรปรวนทางพันธุกรรมและค่าความต่างทางพันธุกรรม F_{ST} ที่แสดงความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มตัวอย่าง G1 กับกลุ่ม G2 กลุ่ม B และกลุ่ม C แต่ไม่ต่างจากกลุ่ม A ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างอื่นๆ มีพันธุกรรมไม่ต่างกันซึ่งให้ผลเป็นไปในทิศทางเดียวกับค่าระยะห่างทางพันธุกรรมที่พบค่อนข้างสูงระหว่างกลุ่ม G1 กับกลุ่มตัวอย่างส้มสีทองน่าอื่นๆ เช่นเดียวกับแผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมได้จัดให้กลุ่มตัวอย่าง G1 เป็นกลุ่มที่ถูกแยกออกจากกลุ่มอื่นๆ ซึ่งระยะห่างทางพันธุกรรมที่พบในผลการศึกษานี้ที่มีค่าสูงสุดเป็น 0.166 และมีค่าเฉลี่ย 0.077 จัดได้ว่ามีระยะห่างทางพันธุกรรมที่ต่ำเมื่อเทียบกับการศึกษาของ Elcy *et al.* (2012) ส้ม Limau Madu (*Citrus reticulata* Blanco) ที่ปลูกในประเทศมาเลเซีย มีระยะห่างทางพันธุกรรมเฉลี่ยเท่ากับ 0.170 ทั้งนี้การพบระยะห่างทางพันธุกรรมที่สูงอาจเป็นผลมาจากการรวบรวมส้มจากพื้นที่ที่มีระยะห่างกันมากกว่า 500 กิโลเมตร ในขณะที่การศึกษานี้รวบรวมภายในจังหวัดน่านซึ่งแต่ละกลุ่มตัวอย่างมีระยะห่างกันไม่เกิน 100 กิโลเมตร

จากผลการศึกษาการดำเนินงานที่ควรจะได้รับการพัฒนาต่อ คือ วางแผนอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรมดั้งเดิมของส้มสีทองน่า ด้วยเหตุที่พืชสกุลส้มมีความแปรปรวนและความหลากหลายทางพันธุกรรมสูงเนื่องจากส้มเป็นพืชผสมข้าม โอกาสที่จะเกิดการผสมข้ามกันระหว่างชนิดและพันธุ์เป็นไปได้ค่อนข้างสูง (Spiegel-Roy and Goldschmidt, 1996) นอกจากนี้ความแปรปรวนของพืชสกุลส้มมีผลมาจากปัจจัยหลายประการนอกเหนือจากการเกิดการผสมข้าม เช่น การเกิดการกลายพันธุ์และวิธีการที่ใช้ในการขยายพันธุ์ (Novelli *et al.*, 2006) ดังนั้นในการวางแผนงานเพื่อการจัดการพันธุกรรมและอนุรักษ์พันธุ์ส้มสีทองน่าต้องมีการวางแผนจัดการพันธุ์อย่างมีระบบ

ตัวอย่างการศึกษาของ Kongpun (2009) รายงานว่าความหลากหลายของพืชสกุลส้มในภาคใต้ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดจากการผสมข้ามระหว่างชนิดหรือระหว่างพันธุ์ และมีการขยายพันธุ์ต่อมาโดยการใช้เมล็ด ความหลากหลายที่เกิดขึ้นนี้ สมควรที่จะต้องมีการอนุรักษ์พันธุ์เพื่อเป็นแหล่งพันธุกรรมสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ หรือใช้เป็นต้นตอสำหรับพันธุ์เศรษฐกิจที่อ่อนแอต่อโรคทางรากและสภาพแวดล้อม จากการศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง G1 เป็นแหล่งพันธุ์หนึ่งที่มีความเหมาะสมเนื่องจากมีความหลากหลายทางพันธุกรรม มี N_e จำนวนมาก ไม่มีสภาวะคอขวด และมีความต่างที่ชัดเจนจากกลุ่มอื่นสำหรับกลุ่มตัวอย่างอื่นๆ ที่พบข้อสังเกตในทิศทางที่อาจส่งผลต่อคุณภาพส้มสีทอง ในอนาคตเกษตรกรต้องพัฒนาแนวทางจัดการต้นพันธุ์โดยมีข้อมูลต้นและความเข้าใจต่อการรักษาความหลากหลายทางพันธุกรรมเพื่อการรักษาคุณภาพส้มสีทองน่าให้เป็นไปตามข้อกำหนดของการเป็นพืชบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ต่อไป

สรุปผลการวิจัย

ความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่พบได้ในกลุ่มตัวอย่างส้มสีทองน่า จังหวัดน่าน จากเครื่องหมายโมเลกุลไมโครแซทเทลไลท์จำนวน 5 ตำแหน่ง สรุปได้ดังนี้ กลุ่มตัวอย่างส้มสีทองน่ามีความหลากหลายภายในกลุ่มตัวอย่างและพบความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างกลุ่ม โดยเฉพาะกลุ่มตัวอย่างส้มกิ่งต่อน่านดั้งเดิม ระดับความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันของแต่ละกลุ่มตัวอย่างเป็นผลมาจากการจัดการพันธุกรรมส้มสีทองของแต่ละสวนซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการจัดการพันธุกรรม แหล่งพันธุ์ และอนุรักษ์พันธุกรรมส้มสีทองน่า

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณเพื่อการวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ อุปรกรณ์ครุภัณฑ์ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

เอกสารอ้างอิง

- Allendorf, W.F. and G. Luikart. 2007. **Conservation and the Genetics of Population.** New York City: John Wiley & Sons, Inc. 642 p.
- Barkley, A.N., L.M. Roose, R.R. Krueger and T.C. Federici. 2006. Assessing genetic diversity and population structure in a citrus germplasm collection utilizing simple sequence repeat markers (SSRs). **Theoretical and Applied Genetics** 112: 1519-1531.
- Do, C., R.S. Waples, D. Peel, G.M. Macbeth B.J. Tillett and J.R. Ovenden. 2014. NeEstimator v2: reimplemention of software for the estimation of contemporary effective population size (N_e) from genetic data. **Molecular Ecology Resources** 14: 209-214.
- Elcy, G.P.S., M.C. Mahani, Y.J. Park and N.M. Noor. 2012. Simple Sequence Repeat (SSR) profiling of cultivated Limau Madu (*Citrus reticulata* Blanco) in Malaysia. **Fruits** 67: 67-76.

- Excoffier, L. and H.E.L. Lischer. 2010. Arlequin suite ver 3.5: A new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows. **Molecular Ecology Resources** 10: 564-567.
- Goudet, J. 2001. **FSTAT, a program to estimate and test gene diversities and fixation indice Version2.9.3**. [Online]. Available <https://www.scienceopen.com/document?vid=79097bb4-ec3c-47c3-94a1-47085d721e6b> (15 January 2021).
- Guo, S.W. and E.A. Thompson. 1992. Performing the exact test of Hardy-Weinberg proportions for multiple alleles. **Biometrics** 48: 361-372.
- Intellectual Property Department. 2013. Nan Golden Orange. **ECAP 3 geographical indication Fiche**. [Online]. Available <http://www.aseangidatabase.org/gidatabase/sites/default/files/gidocs/THGI0000053100065-en.pdf> (15 January 2021).
- Kongpun B. 2009. **Genetic Diversity of *Citrus* spp. in Southern Thailand Based on RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) and Microsatellite Techniques**. Master Thesis. Prince of Songkla University. 88 p. [in Thai]
- Novelli, V.M., M. Cristofani, A.A. Souza and M.A. Machado. 2006. Development and characterization of polymorphic microsatellite markers for the sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Genetics and Molecular Biology** 29: 90-96.
- Office of Agricultural Economics. 2018. **Mandarin**. [Online]. Available <http://oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/lime61.pdf> (8 July 2021).
- Peakall, R. and P.E. Smouse. 2006. GENALEX 6: genetic analysis in excel. population genetic software for teaching and research. **Molecular Ecology Notes** 6: 288-295.
- Piry, S., G. Luikart and J.M. Cornuet. 1999. BOTTLENECK: a computer program for detecting recent reductions in the effective population size using allele frequency data. **Journal of Heredity** 90: 502-503.
- Rice, W.R. 1989. Analyzing tables of statistical test. **Evolution** 43(1): 223-225.
- Rousset, F. 2008. GENEPOP'007: a complete re-implementation of the GENEPOP software for Windows and Linux. **Molecular Ecology Resources** 8: 103-106.
- Spiegel-Roy, P. and E.E. Goldschmidt. 1996. **Biology of Citrus**. New York: Cambridge University Press. 230 p.
- Yeh, F.C, R.C. Yang and T. Boyle. 1999. **POPGENE VERSION 1.31 Microsoft Window-based freeware for population genetic analysis**. [Online]. Available <http://ftp.microsoft.com/softlib/Mslfiles/hpgl.exe> (25 January 2021).

การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกร
ในเขตเทศบาลตำบลแม่แฝก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
Participation in the Conservation of Local Wisdom on Agriculture
of Farmers in Mae Faek Municipality, Sansai District, Chiang Mai

สุดใจ วรณวิชิต¹ พุฒิสรรค์ เครือคำ^{1*} พหล ศักดิ์กะทัศน์¹ และกอบลาภ อารีศรีสม²
Sudchai Wanwichit¹, Phutthisun Kruekum^{1*}, Pahol Sakatat¹ and Koblap Areesrisom²

¹สาขาวิชาพัฒนาทรัพยากรและส่งเสริมการเกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

²สาขาวิชาวิทยาการสมุนไพร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

¹Department of Resources Development and Agricultural Extension, Faculty of Agricultural Production
Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

²Department of Medicinal Plant Science, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: rungsun14@hotmail.com

Received: April 01, 2020

Revised: October 06, 2020

Accepted: January 27, 2021

Abstract

This study was conducted to explore: 1) socio-economic attributes of farmers; 2) level of farmer participation in the conservation of local wisdoms on agriculture 3) factors related to farmers participation in the conservation of local wisdoms on agriculture; and 4) problems encountered and suggestions of the farmers. The sample group consisted of 278 farmers in Mae Faek municipality, Sansai district, Chiang Mai province. A set of questionnaires was used for data collection and analyzed by using descriptive statistics and multiple regression analysis.

Results of study revealed that most of the respondents were female, 54 years old on average, elementary school graduates or lower, and married. The respondents had 3 household members and 2 workforces on average. They had 3.30 rai of farm land and 63,284.17 baht of income from the agricultural sector and 118,288.95 baht of loans. Most of the respondents perceived news/information about the conservation of local wisdoms on agriculture 3 times a month and they contacted agricultural extension workers once a year on average. Most of them did not have social position and had experience in agricultural training/education trip twice a year on average. They had been living in Mae Faek for 37.71 years on average. As a whole the respondents participated in the conservation of local wisdoms on agriculture at a moderate level. Based on its details, they gained benefits from the participation most. This was followed by suggestions of a good way out and decision making, practice and operation,

and monitoring/assessment, respectively. Factors associated with the participation in the conservation of local wisdom on agriculture of farmers were statistically significant: gender, income from the agricultural sector, experience in agricultural training/education trip and period of living in the community.

The following were problems encountered: 1) the respondents did not have enough time; 2) concerned agencies lacked of public relations; 3) the respondent did not clearly gain benefits from the participation; and 4) there was no participation in activity planning. Therefore, development agencies should prepare effective public relations particularly to target groups. The activity planning should be prepared in advance in the year. Also, it should have promotion and extension of knowledge about the conservation of local wisdom on agriculture to the community

Keywords: participation of farmers, agricultural wisdom conservation, local cultural heritage

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ลักษณะพื้นฐานบุคคล เศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกร 2) ระดับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกร 3) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกร และ 4) ปัญหาและข้อเสนอแนะของเกษตรกรเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ เกษตรกรในเขตเทศบาลตำบลแม่แฝก จำนวน 278 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่อหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์พหุคูณ

การศึกษาพบว่า เกษตรกรผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 54.64 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาชั้นประถมศึกษาหรือต่ำกว่า สถานภาพสมรส จำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3 คน มีจำนวนแรงงานเฉลี่ย 2 คน พื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 3.30 ไร่ รายได้จากการทำการเกษตรเฉลี่ย 63,284.17 บาทต่อปี ใช้จ่ายเงินทุนเฉลี่ย 118,288.95 บาท ได้รับข่าวสารด้านการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรเฉลี่ย 3 ครั้งต่อเดือน การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ด้านการเกษตรเฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี

ส่วนใหญ่ไม่มีตำแหน่งทางสังคม ประสบการณ์ฝึกอบรมหรืองานด้านการเกษตรและการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นเฉลี่ย 2 ครั้งต่อปี ระยะเวลาการตั้งถิ่นฐานบ้านเรือนในพื้นที่เฉลี่ย 37.71 ปี และมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยที่มีค่าเฉลี่ยการมีส่วนร่วมมากที่สุด คือ ด้านการรับผลประโยชน์ รองลงมา ได้แก่ ด้านการเสนอทางออกและการตัดสินใจ ด้านการปฏิบัติการและดำเนินงาน และน้อยที่สุดคือ ด้านการติดตามประเมินผล สำหรับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ เพศ รายได้จากการทำการเกษตร ประสบการณ์ฝึกอบรมหรืองานด้านการเกษตรและการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น และระยะเวลาการตั้งถิ่นฐานบ้านเรือนในพื้นที่

ปัญหาของเกษตรกรเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรที่สำคัญ คือ เกษตรกรไม่มีเวลาเนื่องจากมีงานมาก ขาดการประชาสัมพันธ์จากหน่วยงานที่จัดกิจกรรม เกษตรกรไม่ได้รับผลประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมอนุรักษ์ที่ชัดเจน และขาดการวางแผนกิจกรรมอย่างมีส่วนร่วมและสอดคล้องกับความต้องการ โดยเกษตรกรมีข้อเสนอแนะว่า หน่วยงานพัฒนาควรมีการประชาสัมพันธ์การจัดกิจกรรมให้ทั่วถึงและ

ตรงกลุ่มเป้าหมาย มีการกำหนดแผนการจัดกิจกรรมล่วงหน้าในรอบปี และควรมีการส่งเสริมและถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์ ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรให้แก่ชุมชน

คำสำคัญ: การมีส่วนร่วมของเกษตรกร การอนุรักษ์ ภูมิปัญญาการเกษตร การสืบสานวัฒนธรรมท้องถิ่น

คำนำ

ภูมิปัญญาท้องถิ่นถือเป็นมรดกทางความคิดที่บรรพบุรุษ ปู่ ย่า ตา ยาย หรือรุ่นทวดได้คิดค้นขึ้นมาใช้ โดยความคิดและการกระทำเหล่านั้น ได้พัฒนามาเป็นส่วนหนึ่งของการดำรงชีวิตไม่ว่าจะเป็น การละเล่น การแสดง ความเชื่อขนบธรรมเนียม วัฒนธรรม พิธีกรรม ตลอดจนเป็นบรรทัดฐานในการประกอบอาชีพ เป็นต้น ซึ่งสิ่งทั้งหลายเหล่านี้ล้วนเป็นมรดกที่มีคุณค่าที่ไม่สามารถประเมินเป็นราคาได้ (Pimsen, 2002) โดยเฉพาะในด้านการเกษตรซึ่งอีกหนึ่งอาชีพที่มีการนำภูมิปัญญาเข้ามาใช้ในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ตั้งแต่เริ่มเตรียมการเพาะปลูก การดูแลรักษา จนกระทั่งการเก็บเกี่ยวและการถนอมอาหาร อย่างไรก็ตามการพัฒนาทางด้านวัตถุและเทคโนโลยีก็สามารถเข้ามาแทนที่หรือทดแทนการใช้ภูมิปัญญาในการทำเกษตรกรรม ตลอดจนการมุ่งหมายที่จะประกอบอาชีพเกษตรกรรมของผู้คนในยุคปัจจุบันเริ่มลดน้อยถอยลง ซึ่งทั้งสองปรากฏการณ์ที่กล่าวมานี้เป็นปัจจัยทั้งทางตรงและทางอ้อมที่เป็นสาเหตุนำไปสู่การขาดการสืบทอดและอนุรักษ์ภูมิปัญญาด้านการเกษตรโดยแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนในบริบทสังคมเขตเมืองที่การอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นได้สูญสิ้นไปพร้อมกับการล่มสลายของการทำเกษตรกรรม ซึ่งตรงกันข้ามกับสังคมในพื้นที่ชนบทที่ยังคงมีการอนุรักษ์สืบทอดภูมิปัญญาให้เป็นบรรทัดฐานและแนวปฏิบัติในการทำเกษตรกรรม ทั้งนี้พื้นที่ในเขตกิ่งเมืองกิ่งชนบทเป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่มี

แนวโน้มการสืบทอดภูมิปัญญาด้านการเกษตรลดน้อยถอยลงพร้อมกับการแปรเปลี่ยนของพื้นที่ทำการเกษตรกรรมไปเป็นพื้นที่ที่ใช้รองรับการขยายตัวของชุมชนเมือง จึงทำให้มีหน่วยงานในพื้นที่ดังกล่าวได้จัดทำแผนงาน ยุทธศาสตร์ และโครงการที่มุ่งให้เกษตรกรหรือประชาชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการสืบสานและอนุรักษ์ วัฒนธรรมหรือภูมิปัญญาในด้านการเกษตรให้เกิดผลประโยชน์ทั้งในด้านจิตใจ เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม (Sampantamit *et al.*, 2009)

เทศบาลตำบลแม่แฝกอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่เป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่อยู่ในเขตกิ่งเมืองกิ่งชนบท และได้ประสบปัญหาภูมิปัญญาชาวบ้านและปราชญ์ชาวบ้านเริ่มสูญหาย เนื่องจากไม่ได้รับความสนใจจากคนรุ่นหลังและขาดการจัดเก็บข้อมูลด้านภูมิปัญญาท้องถิ่นอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญทำให้สำนักงานเทศบาลตำบลแม่แฝกมีการกำหนดพันธกิจในการส่งเสริมการศึกษา บำรุงศาสนา ศิลปะ จารีตประเพณี และภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยมีเป้าประสงค์เพื่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพชีวิตด้านการศึกษาเพื่อเข้าสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน อนุรักษ์ขนบธรรมเนียม ประเพณี วัฒนธรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่นอันเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่นให้ดำรงอยู่สืบไป โดยมีตัวชี้วัดคือ ประชาชนร้อยละ 90 ได้อนุรักษ์ขนบธรรมเนียมประเพณีและวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งในภาคการเกษตรเป็นอีกภาคส่วนที่ได้มีการส่งเสริมให้มีการต่อยอด พื้นที่สืบสานให้มีการนำผลผลิตทางการเกษตรมาแปรรูปเป็นสินค้าที่มีศักยภาพสูงด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่นและนวัตกรรม เช่น สินค้าเพื่อสุขภาพและความงาม ผลิตภัณฑ์อาหาร สินค้าหัตถกรรม และของที่ระลึก เป็นต้น อันเป็นที่มาให้เกิดการจัดทำโครงการหรือกิจกรรมเพื่อสืบทอดภูมิปัญญาด้านการเกษตร อาทิ โครงการสืบสานอนุรักษ์ประเพณี และวัฒนธรรมท้องถิ่นเกี่ยวกับประเพณีลงแขกเกี่ยวข้าว กิจกรรมงานไม้ดอกไม้ประดับสำหรับการเข้าร่วมงาน ประเพณีกิจกรรมไม้ดอกไม้ประดับของจังหวัดเชียงใหม่ ตลอดจนโครงการงานวันเกษตรที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้

เกิดการพัฒนาด้านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ระหว่างเกษตรกรในพื้นที่ เป็นต้น (Mae Faek municipal office, 2019)

จากการกำหนดพันธกิจ เป้าประสงค์ จนนำไปสู่การกำหนดให้มีโครงการหรือกิจกรรมที่สนับสนุนการอนุรักษ์ ฟื้นฟูและสืบสานภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรให้แก่เกษตรกรและประชาชนในพื้นที่ของสำนักงานเทศบาลตำบลแม่แฝก ถ้าหากมีการศึกษาการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกรในเขตเทศบาลตำบลแม่แฝก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ รวมถึงการศึกษาลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกรสำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกรตลอดจนปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกรแล้วนั้น จะเป็นประโยชน์สำคัญกับสำนักงานเทศบาลตำบลแม่แฝกในการกำหนดยุทธศาสตร์ โครงการ และกิจกรรมเกี่ยวกับการฟื้นฟูและอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของสังคมในปัจจุบัน และสามารถเพิ่มการมีส่วนร่วมของเกษตรกรและประชาชนให้เป็นไปตามเป้าหมายตัวชี้วัดเกี่ยวกับการอนุรักษ์ขนบธรรมเนียม ประเพณีและวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ได้กำหนดไว้ทั้งในแผนพัฒนาท้องถิ่น พ.ศ.2561-พ.ศ.2565 ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยคือ เกษตรกรในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลแม่แฝก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการสุ่มตัวอย่างดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสุ่มหมู่บ้านในเขตเทศบาลตำบลแม่แฝก โดยกำหนดให้มีการสุ่มหมู่บ้านจำนวน 6 หมู่บ้าน จากทั้งหมด 12 หมู่บ้าน (สุ่มในสัดส่วนครึ่งหนึ่ง หรือ

ร้อยละ 50 ของจำนวนหมู่บ้านทั้งหมด) ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลาก (การสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความน่าจะเป็น (Probability sampling)) ได้ผลการสุ่มดังนี้ หมู่ที่ 1 บ้านหนองมะจับ หมู่ที่ 3 บ้านห้วยแก้วหมู่ที่ 6 บ้านแม่แต หมู่ที่ 8 บ้านหนองสะ หมู่ที่ 9 บ้านพระธาตุ และหมู่ที่ 12 บ้านหนองไหว โดยทั้ง 6 หมู่บ้านตัวอย่างมีจำนวนครัวเรือนเกษตรกรรวมทั้ง 911 ครัวเรือน จากนั้นกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตร Yamane (1973) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนที่ระดับ 0.05 ได้กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรตัวอย่างจำนวน 278 ครัวเรือน

ขั้นตอนที่ 2 การสุ่มครัวเรือนเกษตรกรในแต่ละหมู่บ้าน โดยทำการเทียบสัดส่วนของจำนวนครัวเรือนเกษตรกรทั้งหมดในแต่ละหมู่บ้านตัวอย่างกับขนาดตัวอย่างทั้งหมด เพื่อหาขนาดตัวอย่างครัวเรือนเกษตรกรแต่ละหมู่บ้าน เมื่อได้ขนาดครัวเรือนเกษตรกรตัวอย่าง จึงทำการสุ่มครัวเรือนเกษตรกรโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการใช้ตารางเลขสุ่มตามรายชื่อครัวเรือนเกษตรกรในแต่ละหมู่บ้าน เนื่องด้วยงานวิจัยเรื่องนี้ได้กำหนดหน่วยวิเคราะห์ (Unit of analysis) คือ เกษตรกร ดังนั้นจึงกำหนดให้มีหัวหน้าครัวเรือนเกษตรกรหรือเกษตรกรผู้ที่สามารถตอบคำถามได้ในแต่ละครัวเรือนตัวอย่างเป็นตัวแทนในการให้ข้อมูลในการศึกษา และมีจำนวนเกษตรกรที่ใช้ศึกษารวม 278 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เก็บรวบรวมข้อมูลในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลแม่แฝก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ได้ดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 278 คน โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีจำนวน 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ศึกษาลักษณะพื้นฐานบุคคล เศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกร ตอนที่ 2 ศึกษาการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกร ซึ่งแบ่งประเด็นการศึกษา

ออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการเสนอทางออกและการตัดสินใจ 2) ด้านการปฏิบัติและดำเนินงาน 3) ด้านการร่วมรับผลประโยชน์ และ 4) ด้านการติดตามประเมินผล และตอนที่ 3 ศึกษาปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะของเกษตรกรเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตร

การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสอบถามเกษตรกร จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกร และการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกร วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในส่วนของการวิเคราะห์การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกรกำหนดให้เกษตรกรตอบแบบสอบถาม โดยแสดงคะแนนการมีส่วนร่วมเป็นมาตราส่วนประมาณค่าแบบตัวเลข 5 ระดับ คือ 5=มีส่วนร่วมมากที่สุด 4=มีส่วนร่วมมาก 3=มีส่วนร่วมปานกลาง 2=มีส่วนร่วมน้อย และ 1=มีส่วนร่วมน้อยที่สุด จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย และแบ่งช่วงสำหรับการพิจารณาระดับการมีส่วนร่วมของเกษตรกร ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	ระดับทัศนคติ (ความคิดเห็น)
4.51-5.00	มีส่วนร่วมมากที่สุด
3.51-4.50	มีส่วนร่วมมาก
2.51-3.50	มีส่วนร่วมปานกลาง
1.51-2.50	มีส่วนร่วมน้อย
1.00-1.50	มีส่วนร่วมน้อยที่สุด

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกรในเขตเทศบาลตำบลแม่แฝก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้สถิติการวิเคราะห์พหุคูณถอย (Multiple Regression Analysis) และใช้โปรแกรมสถิติเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ช่วยในการวิเคราะห์ ทั้งนี้การวิเคราะห์พหุคูณถอย เป็นสถิติที่ใช้การวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม กับตัวแปรอิสระ ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป เพื่อศึกษาว่าตัวแปรอิสระใดที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความสัมพันธ์กันในทิศทางใด โดยการศึกษาครั้งนี้คัดเลือกตัวแปรอิสระจำนวน 14 ตัวแปร และกำหนดการวัดดังนี้ ได้แก่ 1) เพศ [ชาย=0, หญิง=1] 2) อายุ [จำนวนปี] 3) ระดับการศึกษา [ประถมศึกษาหรือต่ำกว่า=0, สูงกว่าประถมศึกษา=1] 4) สถานภาพทางการสมรส [สถานภาพสมรส=1, สถานภาพอื่น ๆ] 5) สมาชิกในครัวเรือน [จำนวน:คน] 6) แรงงานในครัวเรือน [จำนวน:คน] 7) พื้นที่ทำการเกษตร [จำนวน:ไร่] 8) รายได้จากการทำเกษตร [จำนวน:บาทต่อปี] 9) เงินกู้ [จำนวน:บาท] 10) การได้รับข่าวสารด้านการอนุรักษ์ภูมิปัญญาด้านการเกษตร [จำนวน:ครั้งต่อเดือน] 11) การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ด้านการเกษตร [จำนวน:ครั้งต่อปี] 12) ตำแหน่งทางสังคม [มีตำแหน่ง=1, ไม่มีตำแหน่ง=0] 13) ประสบการณ์ฝึกอบรมหรือดูงานด้านการเกษตรและการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น [จำนวน:ครั้งต่อปี] และ 14) ระยะเวลาการตั้งถิ่นฐานบ้านเรือนในพื้นที่ [จำนวน:ปี] และจากการศึกษาปัญหา Multicollinearity พบว่าไม่มีตัวแปรอิสระใดที่มีค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Correlation) สูงเกิน 0.70 ที่จะก่อให้เกิดการละเมิดข้อกำหนดเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) (Prasitratstsin, 2005)

ส่วนที่ 3 การวิเคราะห์ปัญหาและข้อเสนอแนะของเกษตรกรเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยใช้วิธีการจัดประเภทและจัดกลุ่ม (Categorize and sort)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร

ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 54.64 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาชั้นประถมศึกษาหรือต่ำกว่า มีสถานภาพสมรส มีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3 คน มีจำนวนแรงงานเฉลี่ย 2 คน มีพื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 3.30 ไร่ มีรายได้จากการทำการเกษตรเฉลี่ย 63,284.17 บาทต่อปี มีเงินกู้จากแหล่งเงินทุนเฉลี่ย 118,288.95 บาท ส่วนใหญ่ได้รับข่าวสารด้านการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรเฉลี่ย 3 ครั้งต่อเดือน มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ด้านการเกษตรเฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี ส่วนใหญ่ไม่มีตำแหน่งทางสังคม มีประสบการณ์ฝึกอบรมหรือดูงานด้านการเกษตรและการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นเฉลี่ย 2 ครั้งต่อปี มีระยะเวลาการตั้งถิ่นฐานบ้านเรือนในพื้นที่เฉลี่ย 37.71 ปี

ระดับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกร

การศึกษาระดับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกรในเขตเทศบาลตำบลแม่แฝก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ระดับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกรอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.26) โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยการมีส่วนร่วมแต่ละด้านจากมากไปน้อย ได้ดังนี้ ด้านการรับผลประโยชน์ (ค่าเฉลี่ย 3.38) รองลงมาด้านการเสนอทางออกและการตัดสินใจ (ค่าเฉลี่ย 3.29) ด้านการปฏิบัติการและดำเนินงาน (ค่าเฉลี่ย 3.24) และด้านการติดตาม

ประเมินผล (ค่าเฉลี่ย 3.13) ตามลำดับ (Table 1) โดยสามารถแสดงรายละเอียดการมีส่วนร่วมที่มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด 5 อันดับแรกในแต่ละด้าน ดังนี้

1) ด้านการเสนอทางออกและการตัดสินใจ

ประเด็นที่มีคะแนนการมีส่วนร่วมมากที่สุดคือ มีส่วนร่วมในการใช้สิทธิออกเสียงเลือกตั้งคณะกรรมการของชุมชนด้านการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตร (ค่าเฉลี่ย 3.73) รองลงมา ได้แก่ มีส่วนร่วมในการประชุมที่ชุมชนจัดขึ้นเกี่ยวกับการเกษตรและการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตร (ค่าเฉลี่ย 3.51) มีส่วนร่วมในการเสนอความคิดเห็นและโต้แย้งในที่ประชุมของหมู่บ้านเกี่ยวกับการทำเกษตรและจัดงานประเพณีในชุมชน (ค่าเฉลี่ย 3.34) มีส่วนร่วมในการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ที่ผ่านมากในชุมชนกับการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตร (ค่าเฉลี่ย 3.31) และมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ ในที่ประชุมคณะกรรมการหมู่บ้านหรือชุมชนเกี่ยวกับการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตร (ค่าเฉลี่ย 3.23)

2) ด้านการปฏิบัติการและดำเนินงาน

ประเด็นที่มีคะแนนการมีส่วนร่วมมากที่สุดคือ มีส่วนร่วมในการเข้าร่วมประชุมใหญ่สามัญประจำปีของเทศบาลหรือที่ประชุมของชุมชน (ค่าเฉลี่ย 3.47) รองลงมา ได้แก่ มีส่วนร่วมในการเข้าร่วมประชุมกลุ่มสมาชิกของชุมชนหรือหมู่บ้านอย่างสม่ำเสมอ (ค่าเฉลี่ย 3.41) มีส่วนร่วมในการช่วยประชาสัมพันธ์ให้คนในชุมชนเข้าร่วมกิจกรรมด้านการอนุรักษ์ (ค่าเฉลี่ย 3.29) มีส่วนร่วมในการดำเนินการจัดกิจกรรมในชุมชนและจัดตั้งกลุ่มผู้อนุรักษ์สืบสานภูมิปัญญาท้องถิ่น (ค่าเฉลี่ย 3.28) และมีส่วนร่วมในการเสนอแนะข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการดำเนินโครงการกิจกรรมการเกษตรและการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น (ค่าเฉลี่ย 3.26)

3) ด้านการรับผลประโยชน์

ประเด็นที่มีคะแนนการมีส่วนร่วมมากที่สุดคือ ได้รับประโยชน์ในการจัดการด้านประกันสุขภาพชีวิตรักษาพยาบาลของชุมชนด้านภูมิปัญญาท้องถิ่น (ค่าเฉลี่ย 3.49) รองลงมา ได้แก่ ได้รับ

ประโยชน์ในการได้รับความรู้ทางการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นจากภาครัฐหรือเอกชน (ค่าเฉลี่ย 3.44) ได้รับประโยชน์ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกับการอนุรักษ์ในภูมิปัญญาท้องถิ่น (ค่าเฉลี่ย 3.43) ได้รับประโยชน์ในการจัดการด้านกองทุนหมู่บ้านและธุรกิจชุมชนด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่น (ค่าเฉลี่ย 3.43) และได้รับประโยชน์ในการผสมผสานองค์ความรู้ทักษะและเทคนิคด้านการเกษตรและนำเทคโนโลยีมาปรับใช้กับภูมิปัญญาท้องถิ่น (ค่าเฉลี่ย 3.38)

4) ด้านการติดตามประเมินผล ประเด็นที่มีคะแนนการมีส่วนร่วมมากที่สุดคือ มีส่วนร่วมในการ

พิจารณาถึงผลดีผลเสียของกิจกรรมที่ได้รับการพัฒนาให้เหมาะสมกับวัฒนธรรมท้องถิ่น (ค่าเฉลี่ย 3.21) 2) มีส่วนร่วมในการติดตามและประเมินผลประโยชน์ที่จะได้รับการปฏิบัตินำมาดัดแปลงใช้ในชุมชนอย่างเหมาะสมกับภูมิปัญญาท้องถิ่น (ค่าเฉลี่ย 3.21) มีส่วนร่วมในการควบคุมตรวจสอบเกี่ยวข้องกับการจัดโครงการและกิจกรรมด้านการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน (ค่าเฉลี่ย 3.19) มีส่วนร่วมในการเลือกสรรภูมิปัญญาที่กำลังจะสูญหายไปและนำกลับมาให้มีคุณค่าใหม่ (ค่าเฉลี่ย 3.17) และมีส่วนร่วมในการติดตามผลการประกอบอาชีพด้านภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ยึดหลักการพึ่งพาตนเอง (ค่าเฉลี่ย 3.16)

Table 1 A level of the participation in the conservation of local wisdom on agriculture of farmers in Mae Faek municipality, Sansai district, Chiang Mai province

The participation in the conservation of local wisdom on agriculture of farmers	\bar{x}	S.D.	Description
Proposal and decision making	3.29	0.996	Moderate
Operational and proceed	3.24	1.019	Moderate
Receiving benefit	3.38	0.865	Moderate
Monitoring and evaluation	3.13	1.072	Moderate
Total	3.26	0.913	Moderate

(n=278)

4.51-5.00 = Highest; 3.51-4.50 = High; 2.51 -3.50 = Moderate; 1.51-2.50 = Low; 1.0 -1.50 = Lowest

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมกับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกร

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมกับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกรในเขตเทศบาลตำบลแม่แฝก พบว่า ตัวแปรอิสระทั้ง 14 ตัวแปรสามารถพยากรณ์ความผันแปรของตัวแปรตาม คือ การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกรอยู่ร้อยละ 39.60 ($R^2=0.396$) และเมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการ

อนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติพบว่า มีตัวแปรทั้งหมด 4 ตัวแปร ได้แก่ เพศ รายได้จากการทำเกษตร ประสบการณ์ฝึกอบรมหรือดูงานด้านการเกษตรและการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น และระยะเวลาในการตั้งถิ่นฐาน (Table 2) ซึ่งสามารถอธิบายและวิจารณ์ผลได้ ดังนี้

1. เพศสามารถอธิบายได้ว่า ถ้าเกษตรกรที่เป็นเพศชายจะมีแนวโน้มในการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากภูมิปัญญาหรือวัฒนธรรมในสังคมเกษตรกรรมยังให้บทบาทของผู้ชายเป็นผู้นำหรือตัวแทนในการประกอบพิธีกรรมอยู่

โดยมีผู้หญิงเป็นผู้ที่คอยสนับสนุนกิจกรรมหรือพิธีกรรม จึงทำให้มีโอกาสสูงที่เพศชายจะมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรในฐานะผู้นำหรือตัวแทน ทั้งในระดับครอบครัวและชุมชน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sukloy and Mungkung (2006) ที่พบว่า ประชาชนเพศชายจะมีส่วนร่วมมากกว่าเพศหญิงในการมีส่วนร่วมอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ บ้านคลองทราย ตำบลวังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ภายใต้สภาพสังคมชนบทที่ส่วนใหญ่ยังยึดถือประเพณีและวัฒนธรรมแบบดั้งเดิมที่มีความเชื่อว่าผู้ชายเป็นผู้นำครอบครัวจึงทำให้การเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ควรเป็นหน้าที่ของผู้ชาย

2. รายได้จากการทำการเกษตรสามารถอธิบายได้ว่า เกษตรกรที่มีรายได้จากการทำการเกษตรที่เพิ่มขึ้น จะมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรมากขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากการที่เกษตรกรมีรายได้ที่เพิ่มขึ้นย่อมมีศักยภาพในการสนับสนุนทุน โดยเฉพาะการเป็นตัวแทนหรือร่วมเป็นเจ้าของในการสนับสนุนเงินทุนเพื่อทำกิจกรรมต่าง ๆ ในทางกลับกัน เกษตรกรที่มีรายได้น้อยการสนับสนุนเงินทุนหรือการแบ่งเวลาในการเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ จะมีอย่างจำกัด เนื่องจากต้องใช้เวลาในการทำการเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Jindason and Klaitabtim (2015) ที่พบว่า การมีรายได้ที่เพิ่มสูงขึ้นจะทำให้การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร เพิ่มขึ้นตามไปด้วย

3. ประสิทธิภาพอบรมหรือดูงานด้านการอนุรักษ์ ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตร สามารถอธิบายได้ว่า

เกษตรกรที่มีประสบการณ์การฝึกอบรมหรือดูงานด้านการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรมากขึ้นจะทำให้มีแนวโน้มที่จะมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรสูงขึ้นไปด้วย โดยการเข้าอบรมหรือดูงานนั้นทำให้เกษตรกรได้เห็นถึงวิธีการ กระบวนการ หรือผลประโยชน์ต่าง ๆ ของการอนุรักษ์ ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตร ซึ่งจะเป็นองค์ความรู้ ในการช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการตัดสินใจเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ภูมิปัญญาด้านการเกษตร ที่จัดขึ้นจากหน่วยงานของรัฐ ชุมชน หรือเอกชน ผลการศึกษาดังกล่าวสามารถสนับสนุนการศึกษาของ Patsin (2017) ที่พบว่า การส่งเสริมและฝึกอบรมจาก เจ้าหน้าที่ของรัฐเป็นแหล่งที่มาของภูมิปัญญาการอนุรักษ์ ดินของชุมชนบ้านหนองโก อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัด มหาสารคาม

4. ระยะเวลาในการตั้งถิ่นฐานบ้านเรือนในพื้นที่ สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทุกค่าคงที่แล้วเกษตรกรที่มี ระยะเวลาในการตั้งถิ่นฐานบ้านเรือนในพื้นที่เพิ่มขึ้น 1 ปี จะมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกรเพิ่มขึ้น 0.005 คะแนน ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรที่มีการตั้งถิ่นฐานในพื้นที่นี้ มานาน มักอาศัยอยู่ในพื้นที่นี้มาตั้งแต่กำเนิด จึงมีความผูกพันกับพื้นที่ และต้องการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ ภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อให้เกิดความยั่งยืนสืบทอดไปยัง รุ่นลูกรุ่นหลาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Charoenlak et al. (2018) ที่พบว่า การผสมผสานความรู้เก่าและใหม่ เพื่อสอดคล้องกับบริบทของพื้นที่เป็นหนึ่งในแนวทางการ อนุรักษ์ภูมิปัญญาเพื่อการดำรงอยู่ของภูมิปัญญาของ เกษตรกรสวนส้มโอลุ่มแม่น้ำนครชัยศรี

Table 2 Factors associated with the participation in the conservation of local wisdom on agriculture of farmers in Mae faek municipality, Sansai district, Chiang Mai province

Independent variables	Dependent variable		
	Participation in Conservation Local Wisdom Agriculture		
	B	t	Sig.
Gender	-0.278	-2.543	0.012*
Age	0.006	1.197	0.232
Education level	-0.232	-1.650	0.100
Marital status	-0.160	-1.253	0.211
No. of household member	0.062	1.471	0.142
No. of agricultural workforce	-0.016	-0.275	0.783
No. of agricultural area	0.003	0.406	0.685
Income earned form the agricultural sector	1.471E-6	2.401	0.017*
Loan	-5.639E-8	-0.532	0.595
News/information perception about the conservation of local wisdoms on agriculture	0.021	0.679	0.498
Contact with agricultural extension officer	-0.030	-1.381	0.169
Social position	0.065	1.740	0.083
Experience in agricultural training/education trip about the conservation of local wisdoms on agriculture	0.058	2.472	0.014*
Period of setting the house	0.005	2.082	0.038*
Constant	2.533	7.603	0.000
R²=0.396 (39.60%)	F=3.235	Sig. of F=0.000	

* Statistically significant level at 0.05

ปัญหา และข้อเสนอแนะของเกษตรกรเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตร

จากการศึกษาปัญหาของเกษตรกรเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นในเขตเทศบาลตำบลแม่แฝกอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่พบว่า 1) เกษตรกรไม่มีเวลาเนื่องจากมีงานมากโดยเฉพาะงานเกษตรกรรม 2) หน่วยงานที่รับผิดชอบจัดโครงการหรือดำเนินกิจกรรมขาดการประชาสัมพันธ์อย่างทั่วถึงในแต่ละ

ชุมชน 3) เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่ได้รับผลประโยชน์ที่ชัดเจนจากการเข้าร่วมกิจกรรมอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตร และ 4) หน่วยงานที่มีหน้าที่ขาดการกำหนดกิจกรรมร่วมกับเกษตรกรหรือประชาชนก่อนที่จะมีการจัดโครงการ ซึ่งเกษตรกรมีข้อเสนอแนะว่า 1) หน่วยงานพัฒนาควรมีการประชาสัมพันธ์การจัดกิจกรรมให้ทั่วถึงและตรงกลุ่มเป้าหมาย 2) ควรมีแผนการจัดกิจกรรมล่วงหน้าต่อเนื่องตลอดปี และ 3) ควรมีการส่งเสริมและ

ถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรให้แก่ชุมชนมากขึ้น

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้ เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 54.64 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาชั้นประถมศึกษาหรือต่ำกว่า มีสถานภาพสมรส มีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3 คน มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2 คน มีจำนวนแรงงานเฉลี่ย 1 คน มีพื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 3.30 ไร่ มีรายได้จากการทำการเกษตรเฉลี่ย 63,284.17 บาทต่อปี มีเงินกู้จากแหล่งเงินทุนเฉลี่ย 118,288.95 บาท ได้รับข่าวสารด้านการอนุรักษ์ภูมิปัญญาด้านการเกษตรจากสื่อเฉลี่ย 3 ครั้งต่อเดือน โดยส่วนใหญ่ได้รับข่าวสารจากทางสื่อโทรทัศน์ มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่เฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี มีการติดต่อกับเพื่อนบ้านด้านการเกษตรและด้านการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นเฉลี่ย 2 ครั้งต่อปี ส่วนใหญ่เกษตรกรไม่มีตำแหน่งทางสังคม มีประสบการณ์ฝึกอบรมหรือดูงานด้านการเกษตรและการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นเฉลี่ย 2 ครั้งต่อปี และมีการตั้งถิ่นฐานบ้านเรือนในพื้นที่เฉลี่ย 37.71 ปี

ในภาพรวมของระดับการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรอยู่ในระดับปานกลาง โดยด้านการรับผลประโยชน์มีค่าเฉลี่ยการมีส่วนร่วมมากที่สุด รองลงมา คือ ด้านการเสนอทางออกและการตัดสินใจ ด้านการปฏิบัติการและดำเนินงาน และด้านการติดตามประเมินผลเป็นด้านที่มีค่าเฉลี่ยการมีส่วนร่วมน้อยสุด อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยการมีส่วนร่วมทุกด้านอยู่ในช่วงระดับปานกลาง

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่ เพศ รายได้จากการทำการเกษตร ประสบการณ์ฝึกอบรมหรือดูงานด้านการเกษตรและการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น และระยะเวลาในการตั้งถิ่นฐานในพื้นที่

ปัญหาเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรตามที่เกษตรกรได้เสนอคือ เกษตรกรไม่มีเวลาเข้าร่วมโครงการหรือกิจกรรมการอนุรักษ์ภูมิปัญญาการเกษตรเนื่องจากมีภาระงานในการทำการเกษตรมาก หน่วยงานภาครัฐขาดการประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการจัดโครงการและกิจกรรม เกษตรกรไม่ได้รับผลประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมอย่างเป็นรูปธรรมและขาดการวางแผนกิจกรรมให้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และสอดคล้องกับความต้องการของเกษตรกรและประชาชน โดยทั่วไป โดยเกษตรกรมีข้อเสนอแนะให้หน่วยงานพัฒนาวิธีการประชาสัมพันธ์การจัดกิจกรรมให้ทั่วถึงแต่ละชุมชนและตรึงกลุ่มเป้าหมายที่สุด มีแผนการจัดกิจกรรมล่วงหน้าที่มีการประกาศหรือแจ้งให้เกษตรกรและประชาชนทราบ และควรมีการส่งเสริมและถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรให้แก่ชุมชนมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรในภาพรวมพบว่าเกษตรกรมีระดับการมีส่วนร่วมอยู่ในระดับปานกลางเท่านั้น ดังนั้นเจ้าหน้าที่ของสำนักงานเทศบาลตำบลแม่แฝกควรมีการประชาสัมพันธ์การจัดโครงการที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตร โดยให้มีการประชาสัมพันธ์โดยตรงสู่เกษตรกรในแต่ละชุมชน เช่น การติดป้ายประชาสัมพันธ์ การประชาสัมพันธ์ทางรถกระจายเสียง และการประชาสัมพันธ์ผ่านทางสื่อออนไลน์ และในทางอ้อมควรสร้างความร่วมมือกับผู้นำชุมชนในการช่วยประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับรายละเอียดของโครงการอีกทางหนึ่ง

2. หลังจากการดำเนินโครงการเกี่ยวกับการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรสำนักงานเทศบาลตำบลแม่แฝกควรเปิดโอกาสให้เกษตรกรหรือตัวแทนของเกษตรกรเข้ามามีส่วนร่วมในการติดตามและประเมินผลเพื่อให้เกิดกระบวนการสะท้อนถึงปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้นในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของโครงการ

สำหรับเป็นข้อมูลไว้ใช้ในการปรับปรุงแก้ไขหรือจัดทำโครงการเกี่ยวกับการอนุรักษ์ภูมิปัญญาด้านการเกษตรให้สอดคล้องกับบริบทของเกษตรกรและชุมชนในปัจจุบันให้มากที่สุด

3. สำนักงานเกษตรอำเภอสันทรายและสำนักงานเทศบาลตำบลแม่แฝกควรมีการบูรณาการการทำงานร่วมกันเพื่อพัฒนาโครงการที่มุ่งเน้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือสินค้าแปรรูปการเกษตรโดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นมายกระดับมูลค่าของสินค้า หรือสร้างเป็นเรื่องราวเพื่อให้สินค้ามีความน่าสนใจในการเลือกซื้อ ซึ่งจะทำให้เกษตรกรเกิดการรวมกลุ่มหรือมีรายได้เสริม นอกเหนือจากการทำเกษตรกรรมโดยตรง

4. สำนักงานเทศบาลตำบลแม่แฝก สำนักงานเกษตรอำเภอสันทราย ตลอดจนมหาวิทยาลัยแม่โจ้ควรมีความร่วมมือกับเกษตรกรและชุมชนในการรวบรวมภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรให้เป็นแบบแผนหรือเป็นลายลักษณ์อักษร โดยมีการเผยแพร่ทั้งในรูปแบบของสื่อออนไลน์และออนไลน์ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการเรียนรู้และสืบสานของประชาชน ตลอดจนจนมีการนำองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรเป็นฐานในการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์หรือสินค้าแปรรูปทางการเกษตร รวมถึงการใช้เป็นจุดเด่นสำหรับการพัฒนาและสร้างบรรจุภัณฑ์และตราสินค้าของชุมชนได้อีกทางหนึ่ง

5. สำนักงานเทศบาลตำบลแม่แฝก ควรมีการจัดรณรงค์ ประชาสัมพันธ์ โดยผ่านทางสื่อ ทั้งที่เป็นเอกสาร คู่มือ สื่อออนไลน์ต่าง ๆ ให้แก่เกษตรกรและคนในชุมชน รับทราบถึงประโยชน์ของการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรเพื่อให้ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ดึกดำบรรพ์อยู่ไปยังคนรุ่นหลังต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยเรื่อง การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรของเกษตรกรในเขตเทศบาลตำบลแม่แฝก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ สำเร็จลงได้ด้วยความร่วมมือจากเกษตรกรในเขตเทศบาลตำบลแม่แฝก ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลและร่วมดำเนินการวิจัย และขอขอบคุณคณาจารย์ บุคลากร สาขาวิชาพัฒนาทรัพยากรและส่งเสริมการเกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ที่ให้ข้อเสนอแนะ ปรับปรุงแก้ไขงานวิจัยสำเร็จลงได้ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- Charoenlak, N., T. Unaromlert and N. Sungrugsa. 2018. A study of wisdom and conservation and revival of the way of life of pomelo farmers in the Nakhon Chai Si river basin. **The Golden Teak: Humanity and Social Science Journal** 21(1): 181-198. [in Thai]
- Jindason, S. and J. Klaitabtim. 2015. A people's participation in mangrove conservation of bangyaphrak subdistrict, Mueang district, Samut Sakhon province. **Academic Journal Bangkokthonburi University** 4(2): 162-173. [in Thai]

- Mae Faek municipal office. 2019. **5-year Local Development Plan (2018-2020)**. Chiang Mai: Planning and Policy Analysis Department, Mae Faek Municipal Office. 296 p. [in Thai]
- Patsin, T. 2017. A management of environmental with local wisdoms: The case study Ban Nonggoa Kosumphisal district, Mahasarakham province. **Chophayom Journal** 28(1): 193-202. [in Thai]
- Pimsen, P. 2002. **Language and Literature Local Isan**. KhonKaen: Prathamakhant. 192 p. [in Thai]
- Prasitratsin, S. 2005. **Applications of Statistical Methods in Research**. 4th. Bangkok: Fueang Fa Printing House. 445 p. [in Thai]
- Sampantamit, T., S. Roongtawanreongsri and A. Itharat. 2009. Economic valuation of potential utilization of medicinal plants in Khao Hua-Chang community forest, Tambon Tamot, Amphoe Tamot, Phatthalung Province. **Songklanakarinn Journal of Social Sciences and Humanities** 15(6): 943-960. [in Thai]
- Sukloy, T. and N. Mungkung. 2006. Factor affecting community's participation in forest resource conservation: Klongsai village, Wang Nam Khiao sub-district, Wang Nam Khiao district, Nakhon Ratchasima province. **Applied Economics Journal** 13(1): 15-26. [in Thai]
- Yamane, T. 1973. **Statistics: An Introductory Analysis**. 3rd. New York: Harper and Row Publication. 1130 p.

การพัฒนารูปแบบการจัดการการผลิตและการตลาดกระเทียม ของเกษตรกรจังหวัดเชียงใหม่
The Model Development of Garlic Production and Marketing Management
of Farmers in Chiang Mai

วัฒนาพงษ์ ใหม่เพย* พหล ศักดิ์ทะทัศน์ สายสกุล ฟองมูล และพุฒิสรรค์ เครือคำ

Wattanapong Maufaey*, Phahol Sakkatat, Saisakul Fongmul and Phutthisun Kruekum

สาขาวิชาพัฒนาทรัพยากรและส่งเสริมการเกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Program in Resource Development and Agricultural Extension, Faculty of Agricultural Production

Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: wattanapongnum@gmail.com

Received: July 25, 2022

Revised: August 25, 2022

Accepted: September 16, 2022

Abstract

This study aimed to develop a model of garlic production and marketing management of farmers in Chiang Mai. The sample group consisted of 291 farmers growing garlics in Wiang Haeng, Chiang Dao, Fang, Chai Prakan, Mae Ai, Mae Taeng, Samoeng, and Mae Chaem districts. An interview schedule and focus group discussion were used for data collection and analyzed by using percentage, mean, standard deviation and Delphi technique

Results of the study revealed that most of the informants were male, 54 years old on average, married, and elementary school graduates or below. The informants earned an income from garlic production for 215,160.14 Baht per year on average. They used their own capital and loans of the Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives for garlic production. Their garlic production covered an area of 9.77 rai each on average and mostly used household workforce (90.72%), the rest were hired workers. The informants did not have any social position. The informants had 15 years of experience in garlic production and most of them were members of garlic farmers group. It was found that the informants had a moderate level of the management of garlic production ($\bar{X}=3.01$) while garlic marketing was found at a low level ($\bar{X}=2.60$). The informants had a moderate level of the efficiency in the management of production costs ($\bar{X}=2.70$)

The model development of garlic production and marketing management of the informants had 2 steps. The first step involved the model construction which the researcher reviewed concepts, theories, rationality and discussed with 15 specialists agricultural extension workers, community development personnel, community sages, representatives of garlic farmers and representatives of garlic buyers obtained by purposive sampling. The second step involved checking the validity and assessment

of the appropriateness of the model by 15 scholars and affirmative element was analyzed. The following were found: 1) input factors included workforce, capital, tools/equipment, and production process; 2) effective production by using quality cycle in production i.e. planning, practice, inspection, and improvement; and 3) garlic production with quality and standard, taking into account the safety of producers and consumers. This included the following: 1) free-toxin garlic; 2) organic garlic; and 3) GAP garlic. The effective garlic marketing model using 4P marketing strategies i.e. product, price, place and promotion. The model of garlic selling included: 1) farmers group; 2) online and 3) community enterprise

Keywords: production management, marketing management, garlic production

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการการผลิตและการตลาดกระเทียม ของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ เกษตรกรผู้ปลูกกระเทียม อำเภอเวียงแหง อำเภอเชียงดาว อำเภอฝาง อำเภอไชยปราการ อำเภอแม่ฮาด อำเภอแม่แตง อำเภอสะเมิง และอำเภอแม่แจ่ม จำนวน 291 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ และการสนทนากลุ่ม สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าร้อยละค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique)

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 54 ปี มีสถานภาพสมรส ระดับการศึกษา ระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า รายได้จากการผลิตกระเทียมเฉลี่ยต่อปี 215,160.14 บาท ใช้เงินทุนของตนเองในการผลิตกระเทียม และแหล่งเงินทุนจากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร พื้นที่ปลูกกระเทียมเฉลี่ย 9.77 ไร่ ใช้แรงงานภายในครอบครัวในการผลิตกระเทียมร้อยละ 90.72 และการจ้างแรงงานเป็นบางครั้งคราวร้อยละ 9.28 เกษตรกรไม่มีตำแหน่งทางสังคม และมีประสบการณ์ผลิตกระเทียมเฉลี่ย 15 ปี ทั้งนี้ เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นสมาชิกกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียม ผลการวิจัยพบว่า การจัดการด้านการผลิตกระเทียม ค่าเฉลี่ยรวมมีระดับปฏิบัติ “ปานกลาง” ค่าเฉลี่ย 3.01 การจัดการด้านการตลาดกระเทียม ค่าเฉลี่ย

รวมมีระดับปฏิบัติ “น้อย” ค่าเฉลี่ย 2.60 เกษตรกรมีประสิทธิภาพการจัดการต้นทุนการผลิต (4M) ค่าเฉลี่ยรวมมีระดับประสิทธิภาพ “ปานกลาง” ค่าเฉลี่ย 2.70

การพัฒนารูปแบบการจัดการการผลิตและการตลาดกระเทียมของเกษตรกร ในจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้เทคนิคเดลฟาย ซึ่งมีกระบวนการ 2 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นการสร้างหรือพัฒนารูปแบบ โดยผู้วิจัยศึกษาแนวคิดและทฤษฎี ความเป็นเหตุเป็นผล และการสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร เจ้าหน้าที่พัฒนาชุมชน ประชาชนชุมชน ตัวแทนเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียม และตัวแทนผู้รับซื้อกระเทียม จำนวน 15 คน ซึ่งได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์ และการแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น รวมถึงการให้ข้อเสนอแนะ เพื่อให้เกิดรูปแบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด (2) ขั้นตรวจสอบความเที่ยงตรงของรูปแบบ การพิจารณาตรวจสอบและประเมินความเหมาะสมของรูปแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 15 คน โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ย ผลการวิจัยพบว่า 1) ปัจจัยนำเข้า ได้แก่ แรงงาน เงินทุน อุปกรณ์และเครื่องมือ และกระบวนการผลิต 2) การผลิตที่มีประสิทธิภาพ โดยใช้วงจรคุณภาพในการผลิต ดังนี้ 1. การวางแผน 2. การปฏิบัติ 3. การตรวจสอบ 4. การแก้ไขปรับปรุง 3) ผลผลิตกระเทียมที่มีคุณภาพและมาตรฐาน คำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ผลิตและผู้บริโภค ได้แก่ 1. กระเทียม

ปลอดภัย 2. กระเทียมอินทรีย์ 3. กระเทียม GAP และรูปแบบการตลาดกระเทียมที่มีประสิทธิภาพ โดยใช้กลยุทธ์การตลาด 4P ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ ราคา ช่องทางการจำหน่าย และการส่งเสริมการตลาด โดยมีรูปแบบการจำหน่ายกระเทียม ดังนี้ 1. รูปแบบกลุ่มเกษตรกร 2. รูปแบบออนไลน์ 3. รูปแบบวิสาหกิจชุมชน

คำสำคัญ: การจัดการผลิต การจัดการตลาด การผลิตกระเทียม

คำนำ

จังหวัดที่มีเนื้อที่เพาะปลูกกระเทียมมากที่สุดของประเทศ 5 อันดับแรก ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดแม่ฮ่องสอน จังหวัดลำปาง จังหวัดพะเยา จังหวัดลำพูน ตามลำดับ สำหรับจังหวัดเชียงใหม่ ในปี 2562 มีเนื้อที่การผลิตเป็นอันดับที่ 1 ของประเทศไทย โดยมีเนื้อที่เพาะปลูกกระเทียม 32,589 ไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยว 32,570 ไร่ ให้ผลผลิตจำนวน 39,222 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 1,204 กิโลกรัมต่อไร่ จังหวัดเชียงใหม่ มีแหล่งผลิตกระเทียมที่สำคัญ จำนวน 8 อำเภอ ซึ่งประกอบไปด้วยเวียงแหง ผางเชียงดาว ไชยปราการ แม่ฮาย แม่แตง สะเมิง และแม่แจ่ม ผลผลิตกระเทียมส่วนใหญ่พึ่งพาตลาดภายในประเทศเป็นหลัก โดยมีปริมาณที่ส่งออกขายยังต่างประเทศน้อย และกระเทียมไทยมีต้นทุนการผลิตสูงกว่ากระเทียมจากประเทศจีน ทำให้ไม่สามารถแข่งขันในเรื่องราคาได้ การพัฒนาเกษตรกรโดยมุ่งเน้นมาตรฐานในการจัดการเกษตรอย่างเป็นระบบ และการให้ความสำคัญกับการวางแผนการผลิตและการตลาด รวมถึงการใช้เทคโนโลยีตามความเหมาะสม เพื่อได้ผลผลิตที่มีปริมาณเพียงพอผลผลิตมีคุณภาพ รวมถึงการรวมกลุ่มเครือข่ายเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียม เพื่ออำนาจในการต่อรองด้านการตลาด จึงจะสามารถช่วยเหลือเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียม ได้โดยยั่งยืนต่อไป (Office of Agricultural Economics, 2021)

ปัจจุบันเกษตรกรที่ปลูกกระเทียมในภาคเหนือ กำลังพบปัญหาหาราคากระเทียมตกต่ำ เนื่องจากในประเทศไทย ได้มีการลักลอบการนำเข้ากระเทียมจากประเทศจีนมายังประเทศไทยจำนวนมาก นอกจากนี้ การลงทุนในการผลิตกระเทียมในประเทศไทยมีต้นทุนในการผลิตที่สูง ทำให้เกษตรกรปรับเปลี่ยนพื้นที่ไปปลูกพืชอย่างอื่นแทน เช่น มันฝรั่ง ยาสูบ เป็นต้น ประกอบกับสภาวะการณ์การซื้อและขาย มีความไม่แน่นอนเกิดขึ้น เนื่องจากมีการนำเข้ากระเทียมจากต่างประเทศในปริมาณมากอีกด้วย อีกทั้งเกิดการขาดทุนเนื่องจากกระเทียมต่างประเทศเข้ามาขายแข่งกับตลาดภายในประเทศ ส่งผลให้ราคากระเทียมที่เกษตรกรขายได้ในแต่ละปี ราคาตกลงต่ำลงมากกว่าร้อยละ 40 และเพิ่มความรุนแรงทุกปี ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมในจังหวัดเชียงใหม่จนถึงปัจจุบัน

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาถึงกระบวนการจัดการและการตลาดกระเทียม และหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ตลอดจนสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาในรูปแบบการจัดการการผลิตและการตลาดกระเทียมของเกษตรกร ในจังหวัดเชียงใหม่ โดยมุ่งหวังในประเด็นที่ศึกษาว่ามีรูปแบบการจัดการการผลิตและการตลาดแบบไหน ที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการจัดการในการผลิตและการจัดการการตลาดกระเทียม ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ผลิตกระเทียมในจังหวัดเชียงใหม่ เพื่อใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตและกระบวนการตลาดกระเทียม ให้ประสบผลสำเร็จและเกิดความยั่งยืนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในพื้นที่ จังหวัดเชียงใหม่ กับเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมทั้งหมด 8 อำเภอ เกษตรกร จำนวน 1,004 คน โดยกลุ่มตัวอย่างการวิจัย ได้จากการคำนวณในสูตร Taro Yamane (Prasitratasin,

2003) ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง 0.05 และ คำนวณหากลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนของประชากรในแต่ละ อำเภอ ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยได้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา จำนวน 291 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ ซึ่งประกอบไปด้วยคำถามปลายเปิด และคำถามปลายปิด โดยศึกษาใน 3 ประเด็น คือ 1) ปัจจัยพื้นฐาน 4 ปัจจัย ประกอบด้วย ปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยเศรษฐกิจ ปัจจัยสังคม และปัจจัยเสริม 2) การจัดการการผลิตและการตลาดกระเทียม 3) ประสิทธิภาพการจัดการต้นทุนการผลิตกระเทียม (4M) และ 4) การพัฒนารูปแบบการจัดการการผลิตและการตลาดกระเทียม ของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือตามขั้นตอน ดังนี้ 1) การทดสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content validity) โดยผ่านการตรวจสอบเนื้อหาจากคณะกรรมการที่ปรึกษา คุชฎินิพนธ์ และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรง โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ได้ ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา IOC=0.922) การทดสอบความเชื่อมั่นของแบบสัมภาษณ์ (Reliability) นำทดสอบกับกลุ่มเกษตรกรซึ่งไม่ใช่เกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ซึ่งผลการทดสอบค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสัมภาษณ์ทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.89 ซึ่งมากกว่า 0.7 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ ถือว่าแบบสัมภาษณ์มีความเชื่อมั่นค่อนข้างสูง น่าเชื่อถือ สามารถนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลได้

วิเคราะห์ ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) และสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistic) คือ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) การสัมภาษณ์ และการสนทนากลุ่ม เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการการผลิตและการตลาดกระเทียมของเกษตรกร ในจังหวัดเชียงใหม่ โดยผู้วิจัยได้สร้างรูปแบบโดยศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการพัฒนารูปแบบโดยใช้กระบวนการวิจัยแบบเทคนิคเดลฟาย (Delphi technique) ซึ่งมีกระบวนการ

2 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการสร้างหรือพัฒนารูปแบบ ด้วยวิธีการสัมภาษณ์ และการสนทนากลุ่ม (Focus group discussion) กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ ตัวแทนเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร จำนวน 3 คน ตัวแทนผู้รับซื้อกระเทียม จำนวน 3 คน ตัวแทนเกษตรกร จำนวน 6 คน และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน รวมทั้งสิ้น จำนวน 15 คน เพื่อร่วมในการสนทนากลุ่ม (Focus group) 2) ขั้นตรวจสอบความเที่ยงตรงของรูปแบบ โดยการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 15 คน ประกอบไปด้วย ส่วนที่ 1) อาจารย์มหาวิทยาลัย ผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตร นักวิชาการเกษตร และนักวิชาการพัฒนาชุมชน จำนวน 5 คน ส่วนที่ 2) ประชาชนชุมชน ประธานกลุ่มเกษตรกร ผู้ผลิตกระเทียม ผู้นำชุมชน ตัวแทนผู้รับซื้อกระเทียมในพื้นที่ จำนวน 10 คน เพื่อประเมินความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะ เพื่อให้ได้รูปแบบการจัดการการผลิต และการตลาดกระเทียมของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ ที่สมบูรณ์และสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียม ในจังหวัดเชียงใหม่

1.1 ปัจจัยส่วนบุคคล ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรเป็นเพศชาย (ร้อยละ 87.3) มีอายุเฉลี่ย 54 ปี จบการศึกษาในระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า (ร้อยละ 63.9) ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส (ร้อยละ 80.5)

1.2 ปัจจัยทางเศรษฐกิจพบว่า เกษตรกรมีรายได้จากการปลูกกระเทียมมากที่สุด ระหว่าง 182,501-365,000 บาทต่อปี เกษตรกรมีพื้นที่เพาะปลูกกระเทียมโดยใช้ที่ดินของตนเองมากที่สุดร้อยละ 76.98 ผู้ให้ข้อมูลร้อยละ 42.96 มีขนาดพื้นที่ในการปลูกกระเทียมระหว่าง 7-12 ไร่ แรงงานในการปลูกกระเทียม และการเก็บเกี่ยวกระเทียม ผู้ให้ข้อมูลใช้แรงงานตนเอง และแรงงานภายในครอบครัวมากที่สุด ร้อยละ 99.66

1.3 ปัจจัยทางด้านสังคมพบว่า ผู้ให้ข้อมูลร้อยละ 88.7 ไม่มีตำแหน่งทางสังคม ผู้ให้ข้อมูลร้อยละ 74.23 ไม่เป็นสมาชิกองค์กรในชุมชน

1.4 ปัจจัยเสริมพบว่า เกษตรกรร้อยละ 74.23 ไม่ได้รับการเข้าร่วมอบรม หรือสัมมนาด้านการเกษตร ในรอบ 3 ปี (ปี พ.ศ. 2562-2564) เกษตรกรร้อยละ 58.08 มีประสบการณ์ในการปลูกกระเทียมระหว่าง 11-20 ปี และมีประสบการณ์ในการปลูกกระเทียมเฉลี่ย 15 ปี โดยผู้ให้ข้อมูลร้อยละ 95.88 ได้รับความรู้ข้อมูลข่าวสารด้านการเกษตร ผู้ให้ข้อมูลร้อยละ 82.1 มีระยะเวลาการเข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมเฉลี่ย 10 ปี

2. การจัดการการผลิตและการตลาดกระเทียมของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่

2.1 จากการศึกษาการจัดการด้านการผลิตกระเทียมของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าผู้ให้ข้อมูลมีการจัดการด้านพันธุ์กระเทียมที่ใช้ปลูก มีระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 2.88 ด้านการเตรียมดินมีระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 2.89 ด้านการปลูกกระเทียม มีระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 2.89 ด้านการดูแลรักษากระเทียม มีระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 3.42 ด้านโรคและแมลงมีระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 2.96 และด้านการเก็บเกี่ยวกระเทียมมีระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 3.06 สรุปได้ว่าการจัดการด้านการผลิตกระเทียมโดยเฉลี่ยมีระดับปฏิบัติปานกลาง ค่าเฉลี่ย 3.01 (Table 1)

Table 1 Garlic production management of farmers in Chiang Mai

Garlic production management	\bar{x}	SD	Level
Garlic care	3.42	1.091	More
Garlic harvest	3.06	0.994	Moderate
Diseases and insect	2.96	0.981	Moderate
Soil preparation	2.89	0.966	Moderate
Cultivation of garlic	2.89	0.994	Moderate
Garlic varieties used for planting	2.88	0.950	Moderate
Total	3.01	0.996	Moderate

2.2 การจัดการด้านการตลาดกระเทียม ของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ จากการศึกษาการจัดการด้านการตลาดกระเทียมของเกษตรกร ในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าผู้ให้ข้อมูลมีการจัดการด้านการวิเคราะห์การตลาด มีระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับน้อย ค่าเฉลี่ย 2.58 ด้านการ

วางแผนการตลาดมีระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับน้อย ค่าเฉลี่ย 2.56 และด้านการปฏิบัติและการควบคุม มีระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 2.67 แสดงให้เห็นว่าการจัดการด้านการตลาดกระเทียม โดยเฉลี่ยมีระดับปฏิบัติน้อย ค่าเฉลี่ย 2.60 (Table 2)

Table 2 Garlic marketing management of farmers in Chiang Mai

Garlic Marketing Management	\bar{x}	SD	Level
Implementation and control	2.67	0.964	Moderate
Marketing analysis	2.58	0.951	Low
Marketing planning	2.56	0.983	Low
Total	2.60	0.966	Low

3. ประสิทธิภาพการจัดการต้นทุนการผลิต
กระเทียม (4M) ของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่

ด้านการวางแผนการผลิตกระเทียม ระดับ
ประสิทธิภาพปานกลาง ค่าเฉลี่ย 2.75 ด้านการปลูก
กระเทียมมีระดับประสิทธิภาพปานกลาง ค่าเฉลี่ย 2.78
ด้านการตรวจสอบกระบวนการผลิตกระเทียมมีระดับ

ประสิทธิภาพปานกลาง ค่าเฉลี่ย 2.78 และด้านการ
ปรับปรุงแก้ไขวิธีการผลิตกระเทียมมีระดับประสิทธิภาพ
น้อย ค่าเฉลี่ย 2.48 ทำให้ทราบว่าประสิทธิภาพการ
จัดการต้นทุนการผลิตกระเทียม (4M) ของเกษตรกรใน
จังหวัดเชียงใหม่ โดยเฉลี่ยมีระดับประสิทธิภาพปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 2.70 (Table 3)

Table 3 Management of Production Costs (4M)

Management of Production Costs (4M)	\bar{x}	SD	Level
Garlic cultivation (do)	2.78	1.006	Moderate
Inspecting the garlic production process (check)	2.78	0.980	Moderate
Garlic production planning (plan)	2.75	0.952	Moderate
Improvement of garlic production (action)	2.48	0.995	Low
Total	2.70	0.983	Moderate

4. รูปแบบการจัดการการผลิตและการตลาด
กระเทียม ของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่

การวิจัยพัฒนารูปแบบเป็นกรอบความคิด
ทางด้านหลักการ วิธีการดำเนินงาน และเกณฑ์ต่าง ๆ
ของระบบ ที่สามารถยึดถือเป็นแนวทางในการดำเนินงาน
เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย
เพื่อการพัฒนาแบบ สามารถสรุปได้เป็น 2 ขั้นตอน
ดังนี้ 1) การสร้างและพัฒนารูปแบบ (Construct or
Development) โดยการศึกษาตามแนวคิด ทฤษฎี และ
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา
และพัฒนารูปแบบการผลิตและการตลาดกระเทียม โดย

ใช้วิธีการสนทนากลุ่ม (Focus group) เพื่อระดมความคิด
จากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร เจ้าหน้าที่พัฒนาชุมชน
ปราชญ์ชุมชน ตัวแทนเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียม และ
ตัวแทนผู้รับซื้อกระเทียม เพื่อให้ผู้เข้าร่วมการสนทนากลุ่ม
ได้ให้เสนอแนะ ข้อคิดเห็นแนวทางการพัฒนารูปแบบการ
ผลิตและการตลาดกระเทียมในทางปฏิบัติ ให้มี
ประสิทธิภาพมากที่สุด 2) การหาความเที่ยงตรง
(Content validity) รูปแบบการจัดการการผลิตและ
การตลาดกระเทียม ได้ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรง
โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 15 คน ประกอบไปด้วย
ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านการผลิตและ

การตลาดกระเทียม 2 ส่วน ประกอบไปด้วย ส่วนที่ 1) อาจารย์มหาวิทยาลัย ผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตร นักวิชาการเกษตร และนักวิชาการพัฒนาชุมชน จำนวน 5 คน ส่วนที่ 2) ปรากฏชุมชน ผู้นำชุมชน ตัวแทนเกษตรกร ผู้ผลิตกระเทียม ตัวแทนผู้รับซื้อกระเทียมในพื้นที่ จำนวน 10 คน เพื่อประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ โดยใช้ เกณฑ์ค่าคะแนนเฉลี่ยการประเมินความเหมาะสมออกมาเป็นตัวชี้วัด โดยมีจุดมุ่งหมายการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ 3 ประเด็น คือ 1) หลักการ 2) เนื้อหา 3) กระบวนการจัดการ โดยมีค่าน้ำหนักการประเมินความเหมาะสมของแต่ละองค์ประกอบมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.50-4.50

การตรวจสอบและประเมินรูปแบบ (รอบที่ 1) ลักษณะเป็นแบบประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับคือ 5=มากที่สุด 4=มาก 3=ปานกลาง 2=น้อย 1=น้อยที่สุด เพื่อนำไปสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ในประเด็นที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบ ซึ่งได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SD=0.989 ค่าเฉลี่ย=3.89 รวมถึง

ข้อเสนอแนะต่าง ๆ และนำมาแก้ไขปรับปรุงรูปแบบ การจัดการการผลิตและการตลาดกระเทียม ของเกษตรกร ในจังหวัดเชียงใหม่ ให้มีความเหมาะสมต่อไป

การตรวจสอบและประเมินรูปแบบ (รอบที่ 2) การประเมินเพื่อยืนยันรูปแบบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงรูปแบบการจัดการการผลิตและการตลาดกระเทียมของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ จากข้อเสนอแนะในรอบที่ 1 โดยส่งให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบและประเมินรูปแบบ เพื่อยืนยันรูปแบบโดยการประเมินความเหมาะสม รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการประเมินและตรวจสอบรูปแบบในรอบที่ 2 ซึ่งได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SD=0.632 ค่าเฉลี่ย=4.80 ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิการประเมินและตรวจสอบรูปแบบ ทั้ง 15 คน มีความคิดเห็นว่ารูปแบบดังกล่าวมีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการผลิตและการตลาดกระเทียมในจังหวัดเชียงใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Figure 1)

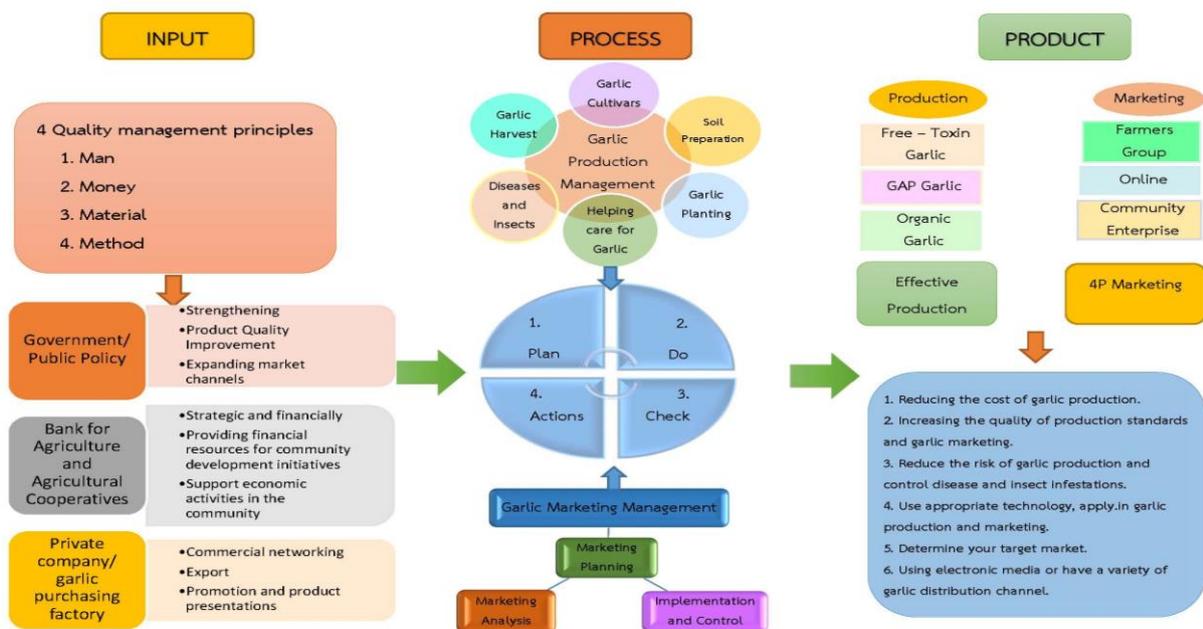


Figure 1 Garlic production and marketing management model of farmers in Chiang Mai

วิจารณ์ผลการวิจัย

การจัดการการผลิตกระเทียม

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตกระเทียมเกษตรกรควรคัดเลือกพันธุ์กระเทียมปลูกจากต้นพันธุ์ดี มีลักษณะตรงตามพันธุ์ โดยเลือกหัวที่สมบูรณ์ ปราศจากโรคและแมลงรบกวน และคัดขนาดกลีบกระเทียมก่อนการปลูกควรเลือกใช้หัวกระเทียมขนาดกลางในการปลูก เนื่องจากจะให้ผลผลิตสูง การเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกกระเทียม โดยควรปลูกในดินที่ร่วนซุยระบายน้ำได้ดี ควรควบคุมวัชพืชหลังปลูกโดยใช้ฟางคลุมแปลงเพื่อควบคุมวัชพืช และเก็บความชื้นและลดความร้อนเวลากลางวัน การปฏิบัติที่ดีในการเก็บเกี่ยว ก่อนเก็บเกี่ยวต้องรอให้ต้นกระเทียมเหลืองก่อนจึงค่อยเก็บเกี่ยวจะทำให้เก็บผลผลิตของกระเทียมได้นาน ซึ่ง Jingjit (2015) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการผลิตทางการเกษตร ดังนี้ เกษตรกรไทยประสบปัญหาหลายด้านโดยเฉพาะมิติผลิตภาพ (Productivity) อยู่ในเกณฑ์ไม่สูง รายได้เกษตรกรต่ำ เนื่องจากขาดความรู้ที่เพียงพอ ขาดข้อมูลเชิงลึกสำหรับการวางแผนการผลิตและการตลาด รวมทั้งการผลิตสินค้าเกษตรคุณภาพ ในการจัดการผลิตภาคเกษตรกรรมในปัจจุบันควรคำนึงถึงการจัดการทรัพยากรการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างเหมาะสม การใช้เทคโนโลยีในกระบวนการผลิตเพื่อควบคุมการผลิต และการติดตามสภาพอากาศ แนวทางเกษตรแม่นยำ (Precision agriculture) เป็นการจัดการใช้ทรัพยากร โดยแบ่งเป็นพื้นที่ย่อยในพื้นที่จำกัด และมีความเหมาะสมกับพืช เพื่อให้การดูแลการผลิตมีประสิทธิภาพ และความแม่นยำในการจัดการผลิตเกษตรกรรมผสมผสาน

การจัดการตลาดกระเทียม

การส่งเสริมและพัฒนาทางด้านการตลาดกระเทียม ภาครัฐควรส่งเสริมให้เกษตรกรพัฒนาตนเองเป็นผู้ประกอบการนอกเหนือจากบทบาทผู้ผลิต เพื่อเกษตรกรจะได้วางแผนการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการ

ของตลาดได้ สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิต กระเทียม โดยขายแบบมัดจุกตัดแต่งแทนการขายแบบหมાયกแปลง และสร้างความตระหนักให้แก่เกษตรกร ได้เข้าใจถึงความต้องการของผู้ใช้ และพฤติกรรมของผู้บริโภค เป็นต้น ทั้งนี้ Kraipinit *et al.* (2017) ได้ให้ข้อคิดเห็นเรื่องปัจจัยด้านผลิตภาคเกษตรในปัจจุบัน และรวมถึงการให้ความสำคัญในเรื่องการตลาดรูปแบบการจำหน่ายที่หลากหลายช่องทาง จะส่งผลสำเร็จในเรื่องกระบวนการผลิตที่คุ้มค่า และการตลาดภาคเกษตรสมัยใหม่ เกษตรกรต้องใช้การตลาดนำการผลิตตลอดจนใช้นวัตกรรมเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มของสินค้า เรียนรู้การทำเกษตรแบบประณีต ผลิตสินค้าเกษตรที่มีคุณภาพจะส่งผลให้ราคาผลผลิตสูงตาม รวมถึงการวางแผนการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด และการพัฒนามาตรฐานคุณภาพผลผลิตที่ดี ตลอดจนการพัฒนาสินค้าให้มีคุณภาพสูงสู่การจำหน่ายในตลาดสินค้าเกษตรภายในประเทศที่มีศักยภาพ หรือการตลาดในรูปแบบออนไลน์ เป็นต้น

การจัดการต้นทุนการผลิตกระเทียม (4M)

ประสิทธิภาพการจัดการต้นทุนการผลิตกระเทียม (4M) ของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ ประกอบไปด้วยปัจจัยต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้าน ดังนี้ 1) แรงงาน (Man) 2) เงินทุนในการผลิต (Money) 3) อุปกรณ์ และเครื่องมือในการผลิตกระเทียม (Material) 4) กระบวนการผลิตกระเทียม (Method) การลดต้นทุนในการผลิตกระเทียมถือเป็นสิ่งสำคัญ เพราะต้นทุนที่เพิ่มขึ้นย่อมหมายถึงกำไรที่ลดลง แต่ถ้าเกษตรกรผู้ผลิตกระเทียมสามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้นั้น ถือเป็นช่องทางหนึ่งของการเพิ่มกำไรในการผลิตกระเทียม เกษตรกรสามารถนำกลยุทธ์การลดต้นทุนไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับการผลิตทางการเกษตรของตนเอง ได้แก่ การใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ การลดการใช้สารเคมี หรือการปลูกกระเทียมในโรงเรือน ลดจำนวนพื้นที่การผลิต แต่เพิ่มคุณภาพของผลผลิตกระเทียม รวมถึงการลดต้นทุนด้าน

การขนส่งผลผลิตกระเทียม ทั้งนี้เกษตรกรอาจใช้วิธีการลดต้นทุนด้วยการเรียนรู้วิธีการปฏิบัติในการผลิตทางการเกษตรที่ดีที่สุดจากเกษตรกรต้นแบบในพื้นที่อื่น รวมถึงการลดต้นทุนการผลิตด้วยวิธีการควบคุมปัจจัยการผลิต ประกอบกับการรวมกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตกระเทียม เพื่อสร้างอำนาจในการต่อรองการซื้อปัจจัยการผลิต และการต่อรองขายผลผลิตกระเทียม เป็นต้น

ดังนั้นเพื่อให้เกษตรกรผู้ผลิตกระเทียมในจังหวัดเชียงใหม่ ได้มีแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และการลดต้นทุนกำไรผลผลิตกระเทียม อีกทั้งสามารถนำไปปฏิบัติและเกิดผลเป็นรูปธรรม การลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรส่วนใหญ่จะเป็นค่าปัจจัยการผลิต และค่าใช้จ่ายด้านแรงงานการผลิต และด้านปัจจัยการผลิตอื่น ๆ ที่สำคัญ ได้แก่ ปุ๋ยและสารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช สารกำจัดวัชพืชต่าง ๆ ซึ่งปัจจุบันมีราคาแพงขึ้น ซึ่งกรมวิชาการเกษตร (Departments of Agriculture, 2016) ได้มีการศึกษา และพบว่าปัจจัยการผลิตเหล่านี้ หากสามารถลดการใช้ลงในปริมาณที่เหมาะสมตรงกับความต้องการของพืช หรือการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ตรงกับโรคและแมลงศัตรูพืชและใช้ตามอัตราที่พอเหมาะ สามารถลดต้นทุนการผลิตในระยะยาว และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ทำให้ได้รับผลตอบแทนสูงขึ้น

รูปแบบการจัดการการผลิตและการตลาดกระเทียมของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่

การผลิตกระเทียมของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ เป็นระบบการผลิตแบบดั้งเดิม โดยเน้นเรื่องจำนวนผลผลิตและราคาผลผลิตต่อหน่วย เกษตรกรใช้ระบบการตลาดโดยขายผลผลิตกระเทียมผ่านพ่อค้าคนกลาง หรือส่งขายให้กับโรงงานกระเทียมในพื้นที่ โดยผลผลิตกระเทียมที่ได้อยู่ในรูปกระเทียมสด หรือกระเทียมแห้ง อีกส่วนหนึ่ง คือ การแปรรูปผลผลิตกระเทียมในรูปแบบต่าง ๆ เช่น น้ำมันกระเทียม กระเทียม

ผงปรุงรส อาหารเสริม และสมุนไพร ซึ่งมีเกษตรกรจำนวนมากน้อยรายที่ให้ความสนใจ

กระบวนการผลิตอย่างเป็นระบบที่สามารถทำให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ผลิตและผู้บริโภค โดยมีการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด เป็นการปฏิบัติที่มุ่งจัดการให้เกิดความยั่งยืนทางการเกษตร สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคมของระบบการผลิตในแปลงเกษตรกร ซึ่งจะมีผลทำให้อาหารและผลผลิตทางการเกษตรมีคุณภาพ ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

สิ่งสำคัญที่สุดของการจัดการการผลิตและการตลาดกระเทียมของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ คือ การควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตทั้งหมด การเตรียมพื้นที่ การคัดเลือกพันธุ์ การปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยวและการขนส่ง การแปรรูปและการจำหน่ายตามมาตรฐาน เพื่อความปลอดภัยทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค

สรุปผลการวิจัย

การสร้างหรือการพัฒนาารูปแบบ (Construct or Development)

ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการการผลิตและการตลาดกระเทียม โดยการศึกษาจากแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสนทนากลุ่ม (Focus group) เพื่อระดมความคิดเห็นจากอาจารย์ นักวิชาการ ผู้นำชุมชน ตัวแทนเกษตรกร และตัวแทนผู้รับซื้อกระเทียมในพื้นที่ จำนวน 15 คน เพื่อสัมภาษณ์ในการสนทนากลุ่ม พบว่ารูปแบบการจัดการการผลิตและการตลาดกระเทียมของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ ประกอบไปด้วย 1) ปัจจัยนำเข้า 2) การผลิตที่มีประสิทธิภาพ 3) ผลผลิตกระเทียมที่มีคุณภาพและมาตรฐาน คำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ผลิตและผู้บริโภค และรูปแบบการตลาดกระเทียมที่มีประสิทธิภาพ โดยใช้กลยุทธ์การตลาด 4P โดยมีรูปแบบการจำหน่ายกระเทียม

ดังนี้ 1) รูปแบบกลุ่มเกษตรกร 2) รูปแบบออนไลน์ และ 3) รูปแบบวิสาหกิจชุมชน

การตรวจสอบความเที่ยงตรงของรูปแบบ (Content validity)

การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 15 คน ประกอบไปด้วยผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญทางการผลิตและการตลาด 2 ส่วน ประกอบไปด้วย ส่วนที่ 1) อาจารย์มหาวิทยาลัย ผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตร นักวิชาการเกษตร และนักวิชาการพัฒนาชุมชน จำนวน 5 คน ส่วนที่ 2) ปราชญ์ชุมชน ประธานกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตกระเทียม ผู้นำชุมชน ตัวแทนผู้รับซื้อกระเทียมในพื้นที่ จำนวน 10 คน เพื่อนำไปสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบ ดังนี้

1. การตรวจสอบและประเมินรูปแบบ (รอบที่ 1) ลักษณะเป็นแบบประมาณค่า (Rating scale) โดยมีจุดมุ่งหมายการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ 3 ประเด็น คือ 1) หลักการ 2) เนื้อหา และ 3) กระบวนการจัดการ โดยมีค่าน้ำหนักการประเมินความเหมาะสมของแต่ละองค์ประกอบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.50-4.50 การตรวจสอบและประเมินความเหมาะสม ซึ่งได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $SD=0.989$ ค่าเฉลี่ย=3.89 รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ และนำมาแก้ไขปรับปรุงรูปแบบการจัดการในการผลิตและการตลาดกระเทียมของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ ให้มีความเหมาะสมและมีความสอดคล้องต่อไป

2. การตรวจสอบและประเมินรูปแบบ (รอบที่ 2) การประเมินเพื่อยืนยันรูปแบบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงรูปแบบการจัดการการผลิตและการตลาดกระเทียมของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ตามข้อเสนอแนะ (รอบที่ 1) และให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบและประเมินรูปแบบเพื่อยืนยันรูปแบบ โดยการประเมินความเหมาะสม รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการ

ประเมินและตรวจสอบรูปแบบ (รอบที่ 2) ซึ่งได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $SD=0.632$ ค่าเฉลี่ย=4.80 ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินและตรวจสอบรูปแบบทั้ง 15 คน มีความคิดเห็นตรงกัน ในเรื่องของความเหมาะสมของรูปแบบ ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการการผลิตและการตลาดกระเทียมของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ ที่มีความที่สมบูรณ์นี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการผลิตและการตลาดกระเทียมในจังหวัดเชียงใหม่ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดการด้านการผลิตกระเทียมของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ เฉลี่ยรวมมีระดับปฏิบัติปานกลาง ค่าเฉลี่ย 3.01 ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรมีประสบการณ์ในการผลิตกระเทียมเป็นระยะเวลาที่ยาวนาน ประกอบกับบรรพบุรุษได้สืบสานภูมิปัญญาในเรื่องการผลิตกระเทียมส่งต่อให้คนรุ่นลูกและรุ่นหลาน ได้นำแนวทางหรือภูมิปัญญาดั้งเดิมของการผลิตกระเทียมไปใช้ในทางปฏิบัติ ในทางตรงกันข้ามก็ยังมีประเด็นด้านการจัดการการผลิตกระเทียมในบางประเด็นที่เกษตรกรยังมีระดับการปฏิบัติที่น้อย คือ เรื่องพันธู์กระเทียมที่ใช้ปลูกของเกษตรกร โดยเกษตรกรส่วนใหญ่หรือเกือบทั้งหมดซื้อพันธู์กระเทียมเพื่อนำมาปลูกในทุก ๆ ปี ยังไม่มีการผลิตพันธู์กระเทียมเพื่อนำมาใช้ปลูกเอง หรือแบ่งปันในกลุ่มเกษตรกร หรือเก็บรักษากระเทียมเพื่อนำมาเป็นพันธู์กระเทียมใช้ปลูกในปีต่อไป รวมถึงการสร้างกิจกรรมที่ให้เกษตรกรผู้ผลิตกระเทียมมีโอกาสแลกเปลี่ยนประสบการณ์ หรือการได้รับการฝึกอบรม โดยเฉพาะเรื่องการจัดการการผลิตกระเทียมให้กับเกษตรกรที่ยังมีระดับความรู้ต่ำ ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรมีแนวทางในการจัดการการผลิตกระเทียมที่ดีขึ้น รวมถึงเกษตรกรทุกกลุ่มวัย

ประสิทธิภาพการจัดการต้นทุนการผลิตกระเทียม (4M) ของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ เฉลี่ยรวมมีระดับประสิทธิภาพปานกลาง ค่าเฉลี่ย 2.70 ประกอบไปด้วยปัจจัยต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้าน ดังนี้ 1) แรงงาน (Man) 2) เงินทุนในการผลิต (Money) 3) อุปกรณ์ และ เครื่องมือในการผลิตกระเทียม (Material) และ

4) กระบวนการผลิตกระเทียม (Method) การลดต้นทุนในการผลิตกระเทียมถือเป็นสิ่งสำคัญ เพราะต้นทุนที่เพิ่มขึ้นย่อมหมายถึงกำไรที่ลดลง หากเกษตรกรผู้ผลิตกระเทียมสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ ถือเป็นช่องทางหนึ่งของการเพิ่มกำไรในการผลิตกระเทียม เกษตรกรสามารถนำกลยุทธ์การลดต้นทุนไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับการผลิตทางการเกษตรของตนเอง ได้แก่ การลดต้นทุนด้วยการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ การลดการใช้สารเคมี หรือการปลูกกระเทียมในโรงเรือน ลดจำนวนพื้นที่การผลิตแต่เพิ่มคุณภาพของผลผลิตกระเทียม รวมถึงการลดต้นทุนการผลิตด้วยวิธีการควบคุมปัจจัยการผลิต อีกทั้งการรวมกลุ่มเกษตรกรเพื่อสร้างอำนาจในการต่อรองการขายผลผลิตกระเทียม ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดความยั่งยืนของเกษตรกรเอง

การจัดการผลิตและการตลาดกระเทียม

เกษตรกรผู้ผลิตกระเทียมมีกระบวนการผลิตโดยมีวิธีการทำงานที่ประหยัดต้นทุน ประกอบกับผลผลิตที่ได้มีคุณภาพและมาตรฐานตามที่กำหนดไว้ อีกทั้งกระบวนการผลิตกระเทียมมีความปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค ส่วนประสิทธิผลของการผลิตและการตลาดกระเทียม การทำงานให้บรรลุเป้าหมาย ด้านคุณภาพและปริมาณ โดยผลผลิตกระเทียมที่มีคุณภาพดีตรงตามมาตรฐานที่กำหนด เป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมระบบการผลิตที่มีความปลอดภัย ผลผลิตกระเทียมมีคุณภาพ ประกอบกับรูปลักษณ์ของหัวกระเทียมที่ดี มีมาตรฐานตรงตามความต้องการของลูกค้า อีกทั้งราคากระเทียมต้องมีเหมาะสมกับรูปแบบการผลิต เช่น กระเทียมอินทรีย์ กระเทียมปลอดสารพิษ ผลผลิตกระเทียมหรือสินค้าที่แปรรูปจากกระเทียม ราคาจะสูงกว่าการผลิตแบบดั้งเดิมของเกษตรกรที่เน้นพื้นที่การผลิต อีกทั้งการลดการใช้สารเคมี รวมถึงการแปรรูปกระเทียมเป็นสินค้า/ผลิตภัณฑ์ และมีช่องทางการจัดจำหน่ายกระเทียมในรูปแบบต่าง ๆ ที่หลากหลาย มีการเพิ่มช่องทาง

การจำหน่ายผ่านช่องทางออนไลน์หรือโซเชียลมีเดีย มีการจำหน่ายในราคาที่เหมาะสม รวมถึงสามารถกระจายสินค้าครอบคลุมและทั่วถึง ประกอบกับการส่งเสริมการตลาดกระเทียมโดยเพิ่มการโฆษณา ประชาสัมพันธ์ ส่งเสริมการขาย และการจัดการตลาดโดยตรง สร้างความผูกพันที่แนบแน่นต่อผู้บริโภค รวมถึงการส่งเสริมการขายโดยการโฆษณาผ่านสื่อต่าง ๆ เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ นักวิชาการเกษตร สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ และเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ที่ให้ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษาและให้แนวทางในการทำวิจัย จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Departments of Agriculture. 2016. **Reducing the cost of horticultural production (vegetables, herbs and spices and ornamental plants) to increase the capacity of Thai farmers.** [Online]. Available <https://shorturl.asia/yE751> (17 May 2022).
- Kraipinit, Y., T. Chantuk and P. Siriwong. 2017. Modern agriculture management in Thailand. **Valayalongkorn Research and Development Journal** 12(2): 116-117.
- Jingjit, R. 2015. **Insights into smart farmer, just a new idea or will transform Thai agriculture.** [Online]. Available <http://tpso.moc.go.th/img/news/1074-img.pdf> (21 May 2022).

Office of Agricultural Economics. 2021.

Garlic production 2020-2021. [Online].

Available [http://www.agriinfo.doe.](http://www.agriinfo.doe.go.th/5year/general/50-54/pop50_54.pdf)

[go.th/5year/general/50-54/pop50_54.pdf](http://www.agriinfo.doe.go.th/5year/general/50-54/pop50_54.pdf)

(21 May 2022).

Prasitratasin, S. 2003. **Research Methods in**

Social Sciences. 12th Edition. Bangkok:

Fuengfah Printing Company. 625 p.

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันปัจจัยที่มีผลต่อการลดต้นทุนการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่
ของเกษตรกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Confirmatory Composition Analysis of Factors Affecting
the Cost of Rice Berry Cultivation of Farmers in the Northeastern Region

นิรนาท เสนาจันท์* และสัมฤทธิ์ ศิริคะณรัตน์

Neeranart Senachan* and Samrith Sirikanerat

หลักสูตรบัญชีบัณฑิต คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขอนแก่น 40000

Bachelor of Accountancy Program in Accounting, Bachelor of Business Administration, North Eastern University

Khon Kaen, Thailand 40000

*Corresponding author: neeranart.see@neu.ac.th

Received: July 23, 2020

Revised: June 14, 2021

Accepted: July 22, 2021

Abstract

The objectives of this research were; to survey and identify the factors affecting farmers' rice cultivated cost reduction in the northeast region. The sample was the farmers who grow riceberry in 2017/18, in-season rice which registered with the Provincial Agricultural Extension Office in the northeastern region. The Exploratory Factor Analysis (EFA) and the Confirmatory Factor Analysis (CFA) were used in this research. The results of the research can be classified into 5 components including; 1) soil preparation 2) water management 3) the use of fertilizer 4) harvesting and 5) weeding. Then all factors were used to test the consistency of the model by using AMOS program to confirm the second element to confirm the consistency of theoretical survey results and empirical data. Then analyzed the important weight factors which affecting the farmers' rice berry cultivated cost reduction. The findings indicated that the model was consistent with the empirical data. Chi-Square=62.247, P-value=0.081, RMSEA=0.029, GFI=0.981, AGFI=0.939 with statistical significance at a confidence level of 0.001. Therefore all 5 aspects effected to farmers' rice cultivated cost reduction in the northeast region. The factors weighting in descending order as follows; weeding (0.97), water management (0.89), fertilizer application (0.88), harvesting (0.72) and rice seeding (0.64).

Keywords: confirmatory composition analysis, cost of rice cultivation, rice berry, farmers

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและระบุปัจจัยที่มีผลต่อการลดต้นทุนการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ของเกษตรกร ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา คือ เกษตรกรที่ปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ในปีเพาะปลูก พ.ศ. 2560/61 ชนิดข้าวนาปีที่ลงทะเบียนเกษตรกรกับสำนักงานเกษตรจังหวัด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สถิติที่ใช้ ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจสามารถจำแนกองค์ประกอบได้ 5 องค์ประกอบ ประกอบด้วยองค์ประกอบที่ 1 ด้านเตรียมดิน องค์ประกอบที่ 2 ด้านการจัดการน้ำ องค์ประกอบที่ 3 ด้านการใช้ปุ๋ย องค์ประกอบที่ 4 ด้านการเก็บเกี่ยว และองค์ประกอบที่ 5 ด้านการกำจัดวัชพืช นำปัจจัยทั้งหมดมาทดสอบความสอดคล้องของโมเดลโดยใช้โปรแกรม AMOS วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง เพื่อยืนยันความสอดคล้องผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจตามทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และทำการวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการลดต้นทุนการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ ผลการวิจัยพบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เป็นอย่างดีได้ค่า Chi-Square=62.247, P-value=0.081, RMSEA=0.029, GFI=0.981, AGFI=0.939 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.001 แสดงว่าองค์ประกอบทั้ง 5 ด้าน มีผลต่อการลดต้นทุนการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ของเกษตรกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีค่าน้ำหนักปัจจัยเรียงจากมากไปน้อย ดังนี้ ด้านการกำจัดวัชพืช (0.97) ด้านการจัดการน้ำ (0.89) ด้านการใช้ปุ๋ย (0.88) ด้านการเก็บเกี่ยว (0.72) และด้านเมล็ดพันธุ์ข้าว (0.64)

คำสำคัญ: การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน
ต้นทุนการปลูกข้าว ข้าวไรซ์เบอร์รี่ เกษตรกร

คำนำ

ในปี พ.ศ. 2563 ช่องก่งนำเข้าข้าวจากไทย 156,860 ตัน เมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันของปีที่ผ่านมา เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.37 โดยไทยสามารถครองส่วนแบ่งการตลาดในช่องก่งได้ร้อยละ 52.5 ปัจจุบันช่องก่งถือเป็นตลาดการค้าข้าวคุณภาพดีที่สำคัญของไทย โดยกรมการค้าต่างประเทศและสมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย ยังได้ร่วมมือประชาสัมพันธ์ข้าวไทยเชิงรุก เพื่อรักษาและขยายส่วนแบ่งการตลาดเพิ่มขึ้น พร้อมทั้งกระทรวงพาณิชย์ได้เข้าหารือกับสมาคมผู้นำข้าวของช่องก่ง เพื่อขอให้นำเข้าข้าวจากไทยเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะข้าวหอมมะลิ รวมไปถึงข้าวคุณภาพสูง และข้าวชนิดพิเศษสำหรับตลาดเฉพาะ เช่น ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวหอมนิล ข้าวสังข์หยด และข้าวอินทรีย์ ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมสำหรับผู้มีรายได้สูง และกลุ่มคนรักสุขภาพในช่องก่ง (Thai Rice Exporters Association, 2020)

ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นข้าวที่เกิดขึ้นใหม่ จากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิลและข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีลักษณะเป็นข้าวเจ้าสีม่วงเข้ม มีเมล็ดเรียวยาว ผิวมันวาว มีกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์ มีรสชาติหวานกลมกล่อมชวนรับประทาน สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี ปัจจุบันผู้บริโภคที่รักสุขภาพหันมาให้ความสนใจเพราะนอกจากจะนุ่ม หอม อร่อย แล้ว ยังมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์อยู่มากมาย เช่น โอมEGA 3 ที่สำคัญต่อโครงสร้างและการทำงานของสมอง ดับ และระบบประสาท ทั้งยังลดระดับคอเลสเตอรอล ธาตุสังกะสี สังกะราที่โปรตีน สร้างคอลลาเจน รักษาผิว ป้องกันผมร่วง วิตามินบีจำเป็นต่อการทำงานของสมอง ระบบประสาท ระบบย่อยอาหาร ป้องกันโรคเหน็บชา และเบต้าแคโรทีน ชะลอความแก่ลดความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง บำรุงสายตา จะเห็นว่าความต้องการของผู้บริโภคและตลาดมีความต้องการข้าวไรซ์เบอร์รี่มาก ทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยมีปริมาณที่ส่งมากกว่ารอบละ 3 ตัน แม้ผลผลิตที่ได้จะมีปริมาณที่มากแต่ก็ไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด

ทำให้จำเป็นต้องเพิ่มพื้นที่การปลูกและเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้นตามไปด้วย (Nakhonphanom Provincial Agricultural Extension Office, 2021) ซึ่งกระทรวงพาณิชย์ได้วางแผนที่จะพัฒนาตลาดข้าวไรซ์เบอร์รี่ ทำให้เกษตรกรและผู้ผลิตสามารถเข้าถึงตลาดได้กว้างขวางและง่ายขึ้น จัดกิจกรรมจับคู่ธุรกิจระหว่างผู้ปลูกกับผู้ซื้อรายใหญ่ เช่น โรงพยาบาล ร้านอาหาร โรงแรม ห้างสรรพสินค้า และซูเปอร์มาเก็ตเพื่อเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่าย

อย่างไรก็ตามถึงแม้จะมีส่งเสริมและสนับสนุนให้เกษตรกรปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ แต่ในประเทศไทยชาวนายังคงพบปัญหามากมาย เช่น ปัญหาการบริหารการเงิน ปัญหาการกู้ยืมเงินที่ไม่จบสิ้น และความเสี่ยงจากธรรมชาติที่ไม่รู้ว่าผลผลิตที่ได้จะเป็นอย่างไร รวมถึงราคาข้าวไรซ์เบอร์รี่ เนื่องจากเกษตรกรหันมาปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ราคาในปัจจุบันลดต่ำลง (Rodjam and Mungsing, 2017) แต่ปัญหาหนึ่งที่น่าสนใจก็คือ “ต้นทุนการทำนา” ของชาวนาในปัจจุบันมีต้นทุนสูงขึ้นกว่าในอดีต ได้แก่ ต้นทุนวัตถุดิบ ต้นทุนแรงงาน เป็นต้น หรือแม้แต่กระบวนการผลิตที่เปลี่ยนไปทำให้มีต้นทุนที่สูงขึ้น จากการเปลี่ยนแปลงระบบการปลูกข้าวแบบดั้งเดิมสู่ระบบใหม่ ทำให้ชาวนาพึ่งพาปัจจัยการผลิตจากภายนอกในการทำนาเพิ่มมากขึ้น ประกอบกับชาวนาส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ในการใช้เทคโนโลยีและการปรับตัวกับสิ่งแวดล้อมแบบใหม่ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตข้าวของชาวนาเพิ่มสูงขึ้น จากค่าใช้จ่ายของเมล็ดพันธุ์ข้าว ปุ๋ย ยาปราบศัตรูพืช และค่าจ้างเก็บเกี่ยว จึงมีความเสี่ยงต่อการขาดทุน เพราะการทำนามีต้นทุนการผลิตที่สูง ผลตอบแทนจากการทำนาจึงไม่เพียงพอต่อการครองชีพของชาวนา

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้ให้ความสนใจทำการวิจัย สำรวจ และระบุปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการลดต้นทุนการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ ของเกษตรกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อนำผลที่ได้จากการวิจัยไปปรับใช้เพื่อลดต้นทุนการปลูกข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ

ยังทำให้เกษตรกรมีความเข้าใจด้านต้นทุนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการกระตุ้นการเรียนรู้ด้านต้นทุนเพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรได้เห็นความสำคัญของต้นทุนการปลูกข้าว อันนำไปสู่การจัดการบริหารทางการเงินของครอบครัวได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็น การวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research) มีรูปแบบของการวิจัยเชิงสำรวจ (Exploratory research) ซึ่งมีวิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในรูปแบบของการสำรวจโดยการใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือ ซึ่งได้พัฒนาจากคู่มือเรื่องแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตข้าวของ Phitsanulok Rice Seed Center (2011) เพื่อรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ประกอบการหรือเกษตรกรผู้ปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลโดยลงพื้นที่ไปเก็บข้อมูล และสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์หลังจากได้รับแบบสอบถามจากผู้ตอบแบบสอบถาม ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของแบบสอบถามที่ได้รับทั้งหมดก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ข้อมูล หลังจากนั้นนำแบบสอบถามที่ได้รับจากการเก็บรวบรวมข้อมูลไปวิเคราะห์ผล

ประชากรในการศึกษาคั้งนี้เป็นเกษตรกรที่ปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ในปีเพาะปลูก พ.ศ. 2560/61 ชนิดข้าวนาปีที่ลงทะเบียนเกษตรกรกับสำนักงานเกษตรจังหวัดในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 654 คน ผู้วิจัยกำหนดขนาดตัวอย่างในการวิเคราะห์หองค์ประกอบจำนวนมากว่า 300 คนขึ้นไป ซึ่งถือว่ายู่ในเกณฑ์ดี (Pearson and Mundform, 2010) และใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) โดยแบ่งจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ในปีเพาะปลูก พ.ศ. 2560/61 เป็น 5 จังหวัด ประกอบด้วย จังหวัดขอนแก่น ชัยภูมิ นครราชสีมา อ่างางเจริญ และอุดรธานี แล้วจัดสรรจำนวนครัวเรือน

เกษตรตัวอย่างในแต่ละจังหวัด ด้วยวิธีแบบเป็นสัดส่วนกับจำนวนครัวเรือนเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในแต่ละจังหวัดที่ลงทะเบียนเกษตรกรกับสำนักงานเกษตรจังหวัด (Proportional allocation) ทำให้ได้จำนวนเกษตรกรที่ปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ตัวอย่าง 360 คน การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป AMOS โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA) และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง (Second order confirmatory factor analysis)

ผลการวิจัย

การวิจัยปัจจัยที่มีผลต่อการลดต้นทุนการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ของเกษตรกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและระบุปัจจัยที่มีผลต่อการลดต้นทุนการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ของเกษตรกร ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้ผลสรุปดังนี้

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA)

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาได้จากค่า chi-square มีค่าเท่ากับ 128.990 P-value มีค่าเท่ากับ 0.064 ค่าไคสแควร์ต่อค่าชี้แจงความเป็นอิสระหรือค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ มีค่าเท่ากับ 1.217 RMSEA มีค่าเท่ากับ 0.025 CFI มีค่าเท่ากับ 0.997 GFI (ค่าดัชนีระดับความสอดคล้อง) มีค่าเท่ากับ 0.970 และ

AGFI มีค่าเท่ากับ 0.928 ซึ่งผลแสดงหลังปรับทำให้ตัวแปรคงเหลือ ดังนี้ 1) ด้านเตรียมดิน 12 ตัวแปร ลดเหลือ 7 ตัวแปร 2) ด้านการจัดการน้ำ 5 ตัวแปร คงเหลือเท่าเดิม 3) ด้านการใช้ปุ๋ย 6 ตัวแปร ลดเหลือ 3 ตัวแปร 4) ด้านการเก็บเกี่ยว 6 ตัวแปร ลดเหลือ 4 ตัวแปร และ 5) ด้านการกำจัดวัชพืช 5 ตัวแปร ลดเหลือ 4 ตัวแปร และเมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรในโมเดล พบว่าตัวแปรทุกตัวมีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$)

2. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง (Second Order Confirmatory Factor Analysis: S-CFA) ผลวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองสรุปได้ว่าการทดสอบความสอดคล้องของโมเดล ปัจจัยที่มีผลต่อการลดต้นทุนการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ของเกษตรกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองจากตัวบ่งชี้ 17 ตัว ซึ่งได้จากสเกลองค์ประกอบที่สร้างขึ้น และองค์ประกอบหลัก 5 องค์ประกอบ ได้แก่ การเตรียมดิน เปลี่ยนชื่อองค์ประกอบเป็นด้านเมล็ดพันธุ์ข้าว การจัดการน้ำ การใช้ปุ๋ย การเก็บเกี่ยว และการกำจัดวัชพืช ซึ่งได้แสดงโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองของปัจจัยที่มีผลต่อการลดต้นทุนการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ของเกษตรกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบของปัจจัย ที่ส่งผลต่อการลดต้นทุนการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ ของเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Table 1)

Table 1 The results of the second confirmatory factor analysis of the factors affecting the cost

Factors affecting farmer's of riceberry production cost reduction in Northeast region	Factors loadings			R ²
	B	S.E.	Beta	
Seed	1.000		0.637	0.405
1. Using good quality rice seeds	1.218	0.075	0.848	0.718
2. Using organic rice seeds	1.000		0.916	0.840
Water	1.734	0.170	0.892	0.796
1. Adjust the topsoil to a level of 5-10 cm	1.000		0.833	0.694
2. Drain the water to allow the soil to dry and then sowing germinated rice	1.048	0.053	0.850	0.723
3. Drain the water, bring the water around the base of the seedlings 3-5 cm	1.024	0.041	0.903	0.816
4. The rice is still small, keep the water level 5-10 cm.	0.848	0.046	0.787	0.769
5. During the rice cropping, keep the water level 10-15 cm	0.952	0.051	0.863	0.745
Fertilizer	2.035	0.165	0.876	0.767
1. Apply the correct amount of fertilizer. (not too much or too little)	1.000		0.927	0.860
2. Control the water level before sowing fertilizer	1.018	0.038	0.896	0.803
3. Calculate the amount of fertilizer to be put correctly	0.879	0.040	0.881	0.668
Weed	1.972	0.180	0.973	0.946
1. Inspect the rice seeds and clean	1.000		0.821	0.674
2. Destroying weeds that germinate during soil preparation	1.062	0.050	0.897	0.804
3. Leveling the area flat from the beginning of soil preparation	0.944	0.044	0.893	0.798
Harvesting	1.817	0.195	0.721	0.520
1. Set the date of harvest	1.000		0.895	0.801
2. Drain the water before harvesting 7-15 days	0.791	0.026	0.926	0.857
3. During the harvest, the soil must be dry.	0.850	0.040	0.906	0.821
4. Harvested rice only in the bud	0.782	0.041	0.880	0.775

Statistically significant level at 0.01

จาก Table 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ทดสอบความสอดคล้องของโมเดลปัจจัยที่มีผลต่อการลดต้นทุนการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ของเกษตรกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) ได้ องค์ประกอบหลัก 5 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านเมล็ดพันธุ์ข้าว มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) เท่ากับ 0.64 สามารถอธิบายการลดต้นทุนการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ได้ร้อยละ 41 ด้านการจัดการน้ำ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) เท่ากับ 0.89 สามารถอธิบายการลดต้นทุนการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ได้ร้อยละ 80 ด้านการใช้ปุ๋ย มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) เท่ากับ 0.89 สามารถอธิบายการลดต้นทุนการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ได้ร้อยละ 77 ด้านการกำจัดวัชพืช มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) เท่ากับ 0.97 สามารถอธิบายการลดต้นทุนการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ได้ร้อยละ 95 ด้านการเก็บเกี่ยว มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) เท่ากับ 0.72 สามารถอธิบายการลดต้นทุนการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ได้ร้อยละ 52

ปัจจัยด้านเมล็ดพันธุ์ข้าว พบว่าตัวบ่งชี้ทุกตัวมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) น้ำหนักองค์ประกอบของตัวชี้วัดทั้ง 2 มีค่าเป็นบวก โดยตัวชี้วัดการใช้เมล็ดพันธุ์ที่ปลูกแบบอินทรีย์ มีความสำคัญมากที่สุด (Factor loading=0.916) สามารถอธิบายปัจจัยด้านเมล็ดพันธุ์ข้าวได้ร้อยละ 84 รองลงมา ได้แก่ การใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพดี ตรงตามพันธุ์ (Factor loading=0.848) สามารถอธิบายปัจจัยด้านเมล็ดพันธุ์ข้าวได้ร้อยละ 71.80

ปัจจัยด้านการจัดการน้ำ พบว่าตัวบ่งชี้ทุกตัวมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) น้ำหนักองค์ประกอบของตัวชี้วัดทั้ง 5 มีค่าเป็นบวก โดยตัวชี้วัดระยะข้าวเป็นต้นกล้า ระบายน้ำออกจากแปลง

เทือกให้ดินหมาดๆ จนกว่าต้นข้าวจะสูงประมาณ 7-10 ซม. ระบายน้ำเข้านาให้น้ำอยู่บริเวณโคนต้นกล้า 3-5 ซม. แล้วค่อย ๆ เพิ่มระดับน้ำมีความสำคัญมากที่สุด (Factor loading=0.903) สามารถอธิบายปัจจัยด้านการจัดการน้ำได้ร้อยละ 81.60 รองลงมา ได้แก่ ช่วงข้าวแตกกอสร้างรวงอ่อน และข้าวออกดอกให้รักษาระดับน้ำ 10-15 ซม. (Factor loading=0.863) สามารถอธิบายปัจจัยด้านการจัดการน้ำได้ร้อยละ 74.50 หลังทำเทือกระบายน้ำออกให้ดินแห้งแบบหมาด ๆ แล้วจึงหว่านข้าวงอก (Factor loading=0.850) สามารถอธิบายปัจจัยด้านการจัดการน้ำได้ร้อยละ 72.30 ปรับหน้าดินให้เรียบสม่ำเสมอ และช่วงระดับน้ำให้อยู่ในระดับ 5-10 ซม. ลดการเกิดวัชพืช (Factor loading=0.833) มีความผันแปรร่วมกับการจัดการน้ำได้ร้อยละ 69.40 และระดับน้ำช่วงข้าวยังเล็กให้รักษาระดับน้ำ 5-10 ซม. (Factor loading=0.787) สามารถอธิบายปัจจัยด้านการจัดการน้ำได้ร้อยละ 76.90

ปัจจัยด้านการใช้ปุ๋ย พบว่าตัวบ่งชี้ทุกตัวมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) น้ำหนักองค์ประกอบของตัวชี้วัดทั้ง 3 มีค่าเป็นบวก โดยตัวชี้วัดรูขนาดของแปลงปลูกข้าวที่แน่นอน เพื่อการใส่ปุ๋ยในปริมาณที่ถูกต้องไม่มากหรือน้อยเกินไป มีความสำคัญมากที่สุด (Factor loading=0.927) สามารถอธิบายปัจจัยด้านการใช้ปุ๋ยได้ร้อยละ 86 รองลงมา ได้แก่ การควบคุมระดับน้ำก่อนการหว่านปุ๋ย (Factor loading=0.896) สามารถอธิบายปัจจัยด้านการใช้ปุ๋ยได้ร้อยละ 80.30 และคำนวณปริมาณปุ๋ยที่จะใส่ให้ถูกต้องให้เพียงพอกับความต้องการของต้นข้าว (Factor loading=0.881) สามารถอธิบายปัจจัยด้านการใช้ปุ๋ยได้ร้อยละ 66.80

ปัจจัยด้านการกำจัดวัชพืช พบว่าตัวบ่งชี้ทุกตัวมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) น้ำหนักองค์ประกอบของตัวชี้วัดทั้ง 3 มีค่าเป็นบวก โดยตัวชี้วัดไถพื้นที่อย่างพิถีพิถัน ทำลายวัชพืชที่ออกในระหว่างการเตรียมดิน และปรับพื้นที่ให้เรียบสม่ำเสมอ มีความสำคัญมากที่สุด (Factor loading=0.897) สามารถ

อธิบายปัจจัยด้านการจำกัดวัชพืชได้ร้อยละ 80.40 รองลงมา ได้แก่ ปรับระดับพื้นที่ให้เรียบตั้งแต่เริ่มเตรียมดิน ใช้ระดับน้ำควบคุมวัชพืชหลังจากข้าวตั้งตัวแล้ว (Factor loading=0.893) สามารถอธิบายปัจจัยด้านการจำกัดวัชพืชได้ร้อยละ 79.80 สุดท้ายตรวจดูแลดินพันธุ์ข้าวและทำความสะอาดไม่ให้มีเมล็ดวัชพืชปะปน (Factor loading=0.821) สามารถอธิบายปัจจัยด้านการจำกัดวัชพืชได้ร้อยละ 67.40

ปัจจัยด้านการเก็บเกี่ยว พบว่าตัวบ่งชี้ทุกตัวมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) น้ำหนักองค์ประกอบของตัวชี้วัดทั้ง 4 มีค่าเป็นบวก โดยตัวชี้วัด ระบายน้ำออกก่อนเก็บเกี่ยว 7-15 วัน มีความสำคัญมากที่สุด (Factor loading=0.926) สามารถอธิบายปัจจัยด้านการเก็บเกี่ยวได้ร้อยละ 85.70 รองลงมา ได้แก่ ช่วงเก็บเกี่ยวดินนาต้องแห้ง (Factor loading = 0.906) สามารถอธิบายปัจจัยด้านการเก็บเกี่ยวได้ร้อยละ 82.10 กำหนดวันที่จะเก็บเกี่ยว (Factor loading = 0.895) สามารถอธิบายปัจจัยด้านการเก็บเกี่ยวได้ร้อยละ 80.10 และเก็บเกี่ยวข้าวในระยะพลับพลึงเท่านั้น (Factor loading=0.880) สามารถอธิบายปัจจัยด้านการเก็บเกี่ยวได้ร้อยละ 77.50

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการลดต้นทุนการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ของเกษตรกร ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ามี 5 องค์ประกอบที่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการลดต้นทุนการผลิตข้าวได้อย่างเหมาะสม ได้แก่ ด้านการกำจัดวัชพืช ด้านการจัดการน้ำ ด้านการใช้ปุ๋ย ด้านการเก็บเกี่ยว และด้านเมล็ดพันธุ์ข้าว ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีปัจจัยสำคัญ ดังนี้

1) ปัจจัยด้านการกำจัดวัชพืช พบว่าตัวชี้วัดไถพื้นที่อย่างพิถีพิถัน ทำลายวัชพืชที่งอกในระหว่างเตรียมดิน และปรับพื้นที่ให้เรียบสม่ำเสมอ มีความสำคัญมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ปรับระดับพื้นที่ให้เรียบตั้งแต่

เริ่มเตรียมดิน ใช้ระดับน้ำควบคุมวัชพืชหลังจากข้าวตั้งตัวแล้ว และตรวจดูแลดินพันธุ์ข้าวและทำความสะอาดไม่ให้มีเมล็ดวัชพืชปะปน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Supkasem and Srisuwan (2017) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อเทคโนโลยีการผลิตข้าว ในศูนย์ข้าวชุมชนอำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี พบว่าการกำจัดวัชพืชโดยการระบายน้ำเข้านาหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชไปแล้ว 3 วัน จะทำให้สารเคมีดูดซึมได้ดี สามารถกำจัดวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดค่าใช้จ่ายช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมในนาข้าว

2) ปัจจัยด้านการจัดการน้ำ พบว่าตัวชี้วัดช่วงระยะข้าวเป็นต้นกล้าระบายน้ำออกจากแปลงเทือกให้ดินหมาด ๆ จนกว่าต้นข้าวจะสูงประมาณ 7-10 ซม. ระบายน้ำเข้านาให้น้ำอยู่บริเวณโคนต้นกล้า 3-5 ซม. แล้วค่อย ๆ เพิ่มระดับน้ำ มีความสำคัญมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ช่วงข้าวแตกกอ สร้างรวงอ่อน และข้าวออกดอกให้รักษาระดับน้ำ 10-15 ซม. หลังทำเพื่อระบายน้ำออกให้ดินแห้งแบบหมาด ๆ แล้วจึงหว่านข้าวออก ปรับหน้าดินให้เรียบสม่ำเสมอและช่วงระดับน้ำให้อยู่ในระดับ 5-10 ซม. ลดการเกิดวัชพืช และระดับน้ำช่วงข้าวยังเล็กให้รักษา ระดับน้ำ 5-10 ซม. สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chamroensan *et al.* (2016) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ภูมิปัญญาการทำนาเพื่อลดต้นทุนเพิ่มผลผลิต ขององค์กรเกษตรกรกลุ่มมตงานสร้างเมืองจังหวัดพิจิตรพบว่าการลดระดับน้ำในนาโดยปรับหน้าดินให้เรียบสม่ำเสมอ และการจัดการน้ำในภาวะน้ำน้อยด้วยการขังน้ำ 5-10 ซม. เพื่อปล่อยให้ต้นข้าวใช้น้ำจนแห้งแล้วจึงให้น้ำใหม่ จะช่วยลดการใช้น้ำที่เกินความจำเป็นและลดค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำลงได้ นอกจากนี้งานวิจัยของ Supkasem and Srisuwan (2017) พบว่าการลดระดับน้ำในนาโดยปรับหน้าดินให้เรียบสม่ำเสมอ และการจัดการน้ำในภาวะน้ำน้อยด้วยการขังน้ำ 5-10 ซม. เพื่อปล่อยให้ต้นข้าวใช้น้ำจนแห้งแล้วจึงให้น้ำใหม่ จะช่วยลดการใช้น้ำที่เกินความจำเป็น และลดค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำลงได้

3) ปัจจัยด้านการใช้ปุ๋ย พบว่าตัวชี้วัดการรู้ขนาดของแปลงปลูกข้าวที่แน่นอน เพื่อการใส่ปุ๋ยในปริมาณที่ถูกต้องไม่มากหรือน้อยเกินไปมีความสำคัญมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ควบคุมระดับน้ำก่อนการหว่านปุ๋ย และการคำนวณปริมาณปุ๋ยที่จะใส่ให้ถูกต้อง จะได้ใส่ปุ๋ยให้เพียงพอกับความต้องการของต้นข้าว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Supkasem and Srisuwan (2017) พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้ถูกต้องในประเด็นการเลือกใช้ปุ๋ยเคมีและปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมในการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของการปลูกข้าว เพราะการตรวจหาชนิดและปริมาณการใส่ปุ๋ยตามความต้องการ ของดิน จะทำให้สามารถใส่ปุ๋ยได้ตรงตามชนิดและปริมาณที่ดินต้องการ รวมถึงช่วงเวลาและอัตราที่เหมาะสมสำหรับการใส่ปุ๋ยแต่ละครั้ง และการใส่ปุ๋ยตามชนิดของพันธุ์ข้าว จะช่วยให้ต้นข้าวดูดซับธาตุอาหารไปใช้ได้ดีขึ้น นอกจากนี้ แนวทางการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน เพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิต ทำให้เกษตรกรสามารถประหยัดค่าปุ๋ยเคมี

4) ปัจจัยด้านการเก็บเกี่ยว พบว่าตัวบ่งชี้การระบายน้ำออกก่อนเก็บเกี่ยว 7-15 วัน มีความสำคัญมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ช่วงเก็บเกี่ยวดินนาต้องแห้ง การกำหนดวันที่จะเก็บเกี่ยว และการเก็บเกี่ยวข้าวในระยะพลับพลึงเท่านั้น

5) ปัจจัยด้านเมล็ดพันธุ์ข้าว พบว่าตัวชี้วัดการใช้เมล็ดพันธุ์ที่ปลูกแบบอินทรีย์มีความสำคัญมากที่สุด สอดคล้องกับบทความของ Noisopha (2015) ที่กล่าวว่าหัวใจของการทำเกษตรแบบอินทรีย์คือการปฏิเสธสารเคมีทุกชนิด เพื่อผลผลิตที่ปลอดภัยและความปลอดภัยของผู้บริโภค รวมทั้งความสมบูรณ์ของสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศวิทยา รองลงมา คือ การใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Supkasem and Srisuwan (2017) พบว่าการใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ที่เหมาะสมกับการทำนาลักษณะต่าง ๆ จะช่วยลดค่าใช้จ่ายจากการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวที่มากเกินไปจนจำเป็นลงได้ และงานวิจัยของ Pongklang (2016) ได้ทำการศึกษาเรื่องแนวทางการ

ลดต้นทุนผลิตของการปลูกข้าว พบว่าหากชาวนาใส่ใจและต้องการลดต้นทุนผลิตของการปลูกข้าวให้สามารถอยู่รอดได้แล้ว ชาวนาควรให้ความสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการลดการใช้ปัจจัยการผลิตของชาวนา โดยใช้ นโยบายลด คือ ลดการใช้ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง และค่าจ้างในการทำนา ส่วนที่สองเป็นการลดต้นทุนที่สำคัญของการทำนาอีกอย่างหนึ่ง คือ เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ดี ถ้าชาวนาสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ก็เท่ากับชาวนาสามารถควบคุมต้นทุนการผลิตได้ จะส่งผลให้ชาวนามีโอกาสทำกำไรในการผลิตข้าวได้มากขึ้น

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการลดต้นทุนการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ของเกษตรกร ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นการยืนยันความสอดคล้องผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจตามทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ องค์ประกอบย่อย (ตัวแปรแฝง) ที่วิเคราะห์ได้นั้นอยู่ภายใต้องค์ประกอบหลักเดียวกันทั้งหมด 5 องค์ประกอบ สามารถอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการลดต้นทุนการผลิตข้าวได้อย่างเหมาะสม โดยมีค่าน้ำหนักปัจจัยเรียงจากมากไปน้อย ดังนี้ ด้านการกำจัดวัชพืช (0.97) ด้านการจัดการน้ำ (0.89) ด้านการใช้ปุ๋ย (0.88) ด้านการเก็บเกี่ยว (0.72) และด้านเมล็ดพันธุ์ข้าว (0.64)

ข้อเสนอแนะ

หากทำการวิจัยครั้งต่อไปควรขยายขอบเขตในการนำกลุ่มปัจจัยอื่น ๆ เข้ามาใช้ในการศึกษาหรือเพิ่มตัวแปรคำถาม และปัจจัยย่อยอื่น ๆ ให้ครอบคลุมถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการวัดระดับความรู้ในหลาย ๆ ด้าน เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกมากยิ่งขึ้น เช่น รูปแบบหรือแนวทางการลดต้นทุนการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยยกานาโมเดลไปศึกษาสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling) หรือ SEM

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่สละเวลาให้ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ รวมถึงเกษตรกรอำเภอและเจ้าหน้าที่สำนักงานเกษตรอำเภอเมืองขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล ทำให้การศึกษาวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Chamroensan, N., A. Saenphuwa, A. Siriwetphan and C. Chaitawin. 2016. Rice Farming Wisdoms to Decreasing the Cost of Farming including Increased Productivity of Farmers Organization, Mod-Ngan Saang-Mueang Group Phichit Province. pp. 252-267. *In Proceedings of Social Development and Management Strategy, 9 July 2016*. Nontaburi: National Institute of Development Administration (NIDA). [in Thai]
- Nakhonphanom Provincial Agricultural Extension Office. 2021. **Inviting agriculture to grow riceberry rice, very useful rice**. [Online]. Available <http://www.nakhonphanom.doae.go.th/?p=422> (21 May 2021). [in Thai]
- Noisopha S. 2015. “Organic agriculture” an opportunity for Thailand to export and set foot in the world market. *Journal of Thonburi University* 9(18): 83-91. [in Thai]
- Pearson, R.H. and D.J. Mundform. 2010. Recommended sample size for conducting exploratory factor analysis on dichotomous data. *Journal of Modern Applied Statistical Methods* 9(2): 359-368.
- Phitsanulok Rice Seed Center. 2011. **Reducing the cost of rice production**. [Online]. Available http://th-th.fbjs.facebook.com/note.php?note_id=259156740801978. (20 March 2018). [in Thai]
- Pongklang, P. 2016. Guidelines for management of production costs for rice planting. *Kasetsart Applied Business Journal* 10(13): 17-26. [in Thai]
- Rodjam, C. and R. Mungsing. 2017. A model of cost determination for riceberry rice planting: a case study at Ban Klong Ta Chom, Moo 9, Bang Kurat district, Bang Bua Thong City, Nonthaburi province. *Dhonburi Rajabhat University Journal* 11(2): 100-114. [in Thai]
- Supkasem, W. and S. Srisuwan. 2017. Farmers’ opinion towards rice production technology in community rice centers, Mueang district, Suphanburi province. *Agricultural Science Journal* 48(1): 118-126. [in Thai]
- Thai Rice Exporters Association. 2020. **Situation and opportunity to expand the rice market in Hong Kong**. [Online]. Available <https://www.thairiceexporters.or.th> (19 May 2020). [in Thai]

การวิเคราะห์โซ่คุณค่าและสัดส่วนผลกำไรของผลิตภัณฑ์กาแฟอาราบิก้าพรีเมียมของไทย
ในตลาดประเทศญี่ปุ่น
The Value Chain Analysis and Margin Analysis of Thai Premium Arabica Coffee
in Japan Market

ณัฐพล รังษฤษฏ์วรการ^{1*} และสุเทพ นิมস্য²

Nattaphon Rangsaritvorakarn^{1*} and Suthep Nimsai²

¹ศูนย์ความเป็นเลิศการวิจัยด้านโลจิสติกส์และเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ สำนักวิชาการจัดการ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง เชียงราย 57100

²สาขาวิชาการจัดการธุรกิจอาหาร วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ 10400

¹Business Economics and Logistics Research Excellence Center (Be-Logist), School of Management
Mae Fah Luang University, Chiang Rai, Thailand 57100

²Food Business Management, College of Management, Mahidol University, Bangkok, Thailand 10400

*Corresponding author: Nattaphon.ran@mfu.ac.th

Received: February 08, 2021

Revised: August 29, 2021

Accepted: September 22, 2022

Abstract

This study aimed to analyze the value-added processes within the value chain of specialty arabica coffee produced in Chiang Rai province of Thailand for exporting to the Japan market and to study portions of profit gained by each stakeholder along the value chain. The sampling locations were Thailand and Japan. The population used in the study consisted of 20 specialty coffee farmers in Chiang Rai, 32 Thai coffee bean collectors and roasters in Chiang Rai, Chiang Mai and Bangkok, 2 Japanese brokers, 2 transportation providers in Bangkok, 1 agricultural government agency, 28 importers in Japan and 16 Japanese coffee shop owners who used Thai specialty coffee beans. The results of the study revealed that the key persons involved in the supply chain were classified into two groups; 1) Thai processors and 2) Japanese brokers who collected non-roasted specialty coffee in Thailand and exported to Japan. There was differentiation in margin for each group. Japanese broker earned margin from collecting activity than Thai processor at approximately 1.40 Baths/cup. However, margin earned by Japanese roasters was higher than Thai roasters at approximately 3.70 Baths/cup which resulted in a coffee shop's margin of approximately 1 Bath/cup.

Keywords: specialty coffee, arabica coffee, value chain, margin analysis, supply chain

บทคัดย่อ

การศึกษาคั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์กระบวนการการเพิ่มมูลค่าภายในโซ่คุณค่าของอุตสาหกรรมกาแฟอาราบิกากาแฟที่ผลิตในจังหวัดเชียงรายของประเทศไทย ในการส่งออกไปสู่ตลาดประเทศญี่ปุ่น และศึกษาสัดส่วนผลกำไรที่เกี่ยวข้อง (Stakeholder) แต่ละหน้าที่ได้รับ เพื่อนำไปต่อยอดสู่การศึกษาการแข่งขันในด้านการวิเคราะห์ตลาดต่อไป ทั้งนี้พื้นที่ในการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 แหล่งหลัก ได้แก่ ประเทศไทย และประเทศญี่ปุ่น ประชากรที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย เกษตรกรผู้ปลูกเมล็ดกาแฟพิเศษจำนวน 20 ราย ผู้รวบรวมและแปรรูป (คั่ว) ชาวไทยจำนวน 32 ราย ซึ่งอยู่ที่จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ และกรุงเทพฯ โบรกเกอร์ชาวญี่ปุ่นจำนวน 2 ราย ตัวแทนส่งออกและขนส่งจำนวน 2 ราย ผู้เกี่ยวข้องภาครัฐ 1 ราย ตัวแทนนำเข้าประเทศญี่ปุ่นและเป็นผู้แปรรูปกาแฟจำนวน 28 ราย และเจ้าของร้านกาแฟในประเทศญี่ปุ่นจำนวน 16 ราย ผลการศึกษาพบว่า ผู้เกี่ยวข้องในโซ่คุณค่ามีการเพิ่มมูลค่าแตกต่างกัน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มผู้แปรรูปและส่งออกชาวไทย และโบรกเกอร์ที่เข้ามารวบรวมสินค้าในประเทศไทยและส่งออกเองไม่ผ่านกระบวนการแปรรูปในประเทศไทย ซึ่งส่งผลต่อ

ต้นทุนและความแตกต่างของผลกำไร โดยพบว่าผลกำไรของโบรกเกอร์ชาวญี่ปุ่นที่ขนย้ายเมล็ดกาแฟพิเศษไทยไปแปรรูปที่ประเทศญี่ปุ่น มีผลกำไรด้านการรวบรวมน้อยกว่าผู้รวบรวมชาวไทยประมาณ 1.40 บาท แต่ผลกำไรในกิจกรรมการคั่วหรือแปรรูป สูงกว่าการคั่วในประเทศไทยประมาณ 3.70 บาทต่อแก้ว ซึ่งส่งผลให้สัดส่วนผลกำไรร้านกาแฟจำหน่ายให้กับผู้บริโภคแตกต่างกัน 1 บาทต่อแก้ว

คำสำคัญ: กาแฟพิเศษ อาราบิกา โซ่คุณค่า กำไร โซ่อุปทาน

คำนำ

ปัจจุบันกาแฟถือเป็นสินค้าที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ทำให้เกิดการพัฒนาทั้งด้านการผลิตและการตลาดในอุตสาหกรรมกาแฟไทยอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งผู้ประกอบการได้มีการนำเอานวัตกรรมต่าง ๆ เข้ามาพัฒนาผลิตภัณฑ์กาแฟ เพื่อมุ่งเน้นการตอบสนองรูปแบบการใช้ชีวิตประจำวันของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น กาแฟเพื่อสุขภาพและเสริมความงาม กาแฟพร้อมดื่มพรีเมียม หรือกาแฟผสมสำเร็จรูปที่มุ่งเน้นผู้บริโภครุ่นใหม่ที่มีพฤติกรรมการใช้ชีวิตเร่งรีบและต้องการความสะดวกสบายมากขึ้น (Charoenchon and Thadphoothon, 2019)

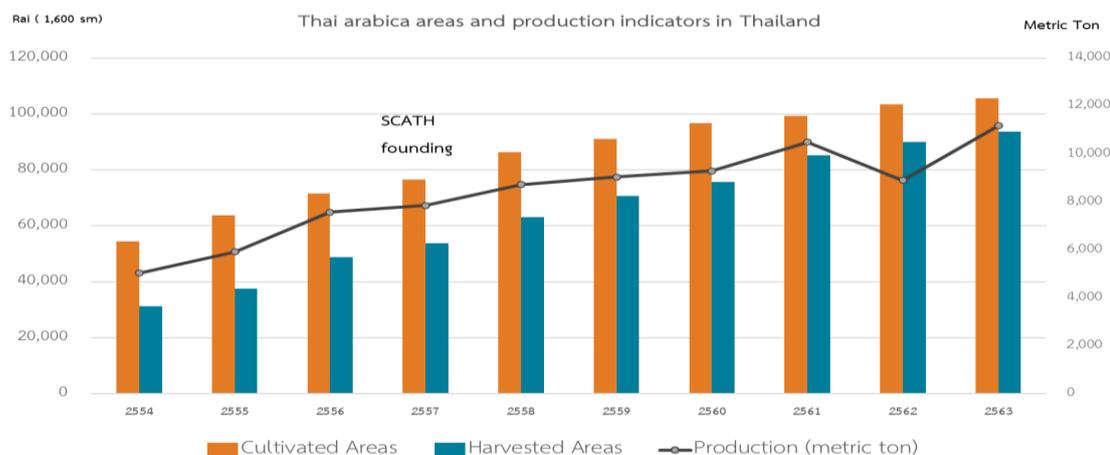


Figure 1 Thai arabica areas and production indicators in northern of Thailand

Source: Office of Agricultural Economics (2021)

จาก Figure 1 ซึ่ให้เห็นว่าปริมาณพื้นที่เพาะปลูกกาแฟอาราบิกาของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2557 เริ่มมีการจัดตั้งสมาคมคัสดรกรกาแฟคุณภาพพิเศษ (Specialty Coffee Association of Thailand-SCATH) และได้รับรองค้ให้เครือข่ายผู้ปลูกกาแฟภาคเหนือ ปลูกและดูแลกาแฟพิเศษเพื่อเพิ่มมูลค่า

ให้กับเมล็ดกาแฟ โดยพบว่าในปี พ.ศ. 2557-2563 มีอัตราการขยายตัวของพื้นที่เพาะปลูกร้อยละ 38 และ มีอัตราการขยายตัวของผลผลิตร้อยละ 42 แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการเพาะปลูก และผลผลิตกาแฟอาราบิกาเพิ่มสูงขึ้น

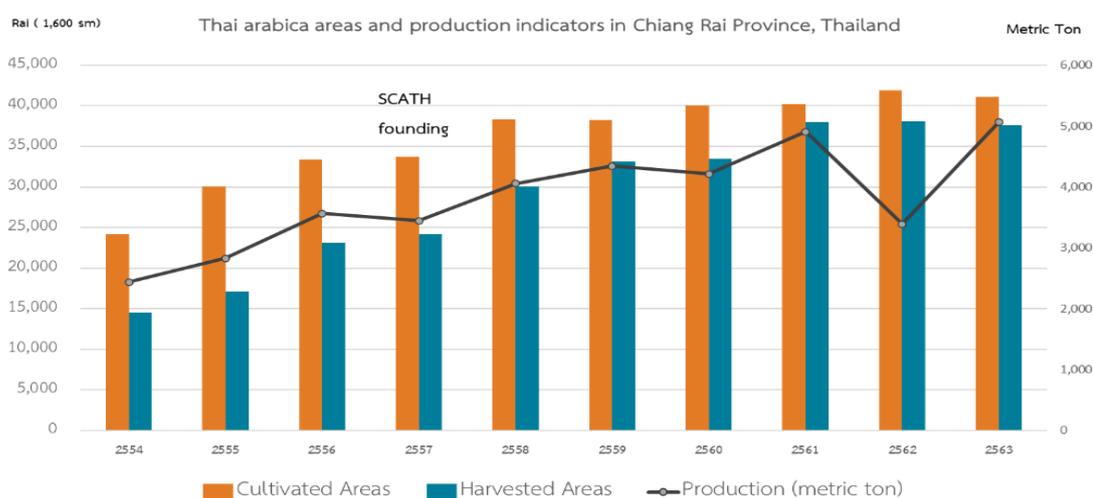


Figure 2 Thai arabica areas and production indicators in Chiang Rai Province, Thailand

Source: Office of Agricultural Economics (2021)

จังหวัดเชียงรายมีพื้นที่เพาะปลูกและปริมาณผลผลิตเมล็ดกาแฟพันธุ์อาราบิกามากที่สุดในประเทศไทย โดยมีพื้นที่เพาะปลูกในปี พ.ศ. 2554 ประมาณ 24,207 ไร่ และมีปริมาณผลผลิตประมาณ 2,440 ตัน และเมื่อมีการจัดตั้งสมาคมคัสดรกาแฟคุณภาพพิเศษ ส่งผลให้พื้นที่เพาะปลูกในปี พ.ศ. 2557-2563 มีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 22 และมีอัตราการขยายตัวของผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 47 ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 39 ของพื้นที่เพาะปลูกของประเทศไทย และยังเป็นแหล่งเพาะปลูกที่สำคัญของอุตสาหกรรมเมล็ดกาแฟส่งออกของไทย (Figure 2)

ทั้งนี้จากการศึกษารายงานของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ ประจำฮิโรชิมา ประเทศญี่ปุ่น (Department of International Trade Promotion of Hiroshima, 2019) รายงานว่า ปริมาณตลาดกาแฟของประเทศญี่ปุ่นในปี พ.ศ. 2562 อยู่ที่ 8.5 แสนล้านบาท และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และก้าวเข้าสู่ยุคของ “คลื่นที่สี่” ซึ่งเป็นการบริโภคที่เน้นการชงด้วยตัวเองและคุณภาพกาแฟที่แปลกใหม่ รสชาติใหม่ ๆ โดยนิยมกาแฟเกรด AA (Premium bean) และ G1 คือ เมล็ดกาแฟเกรดพิเศษ (Specialty) ที่มีเอกลักษณ์เป็นของตัวเองในแต่ละแหล่งปลูก ซึ่งในประเทศไทยนอกจากมีการปลูกกาแฟพิเศษ G1 แล้ว ยังมีการถ่ายทอดเรื่องราวที่น่าสนใจเกี่ยวกับความต้องการของผู้บริโภคในประเทศญี่ปุ่น ในปี พ.ศ. 2562 มีการนำเข้าเมล็ดกาแฟจากไทยมูลค่าประมาณ 2.1 ล้านบาท หรือ 4,162 ตัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ด้วยโอกาสที่เมล็ดกาแฟพิเศษไทยมีเรื่องราวที่น่าสนใจ และมีคุณภาพทัดเทียมต่างประเทศ ส่งผลให้มีการสนับสนุนการเพาะปลูกกาแฟพิเศษเพิ่มขึ้น แต่พบว่าการชงหลายรายมีรายได้ที่ลดน้อยลง จากการที่การปลูกกาแฟอาราบิกาแบบพิเศษจำเป็นต้องใช้ต้นทุนในการผลิตที่สูง เนื่องจากปริมาณของการผลิตมีน้อย และขายให้กับ Roaster หรือพ่อค้าคนกลางได้น้อย (Weng, 2017) จึงมีความสนใจศึกษาใช้คุณค่าที่ใช้ในการวิเคราะห์ว่าในกระบวนการผลิตตั้งแต่ต้นน้ำ-ปลายน้ำ

มีกิจกรรมใดบ้างที่ก่อให้เกิดมูลค่า (Byrnes *et al.*, 2016) ซึ่งส่งผลต่อสัดส่วนผลกำไร หรือประโยชน์ทางการเงินที่ผู้เกี่ยวข้อง (Stakeholder) จากการอ้างอิงของ Fitter and Kaplinsky (2001) ได้ใช้กระบวนการสะท้อนต้นทุนและผลกำไรที่แฝงอยู่ในกิจกรรมในโซ่มูลค่า โดยเริ่มต้นจากการวิเคราะห์กิจกรรมและผู้เกี่ยวข้องที่ก่อให้เกิดมูลค่า จากนั้นจึงวิเคราะห์ความแตกต่างของผลกำไรที่เพิ่มขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการผลิตกาแฟ 1 แก้ว ซึ่งพบว่าผู้เกี่ยวข้องในกระบวนการของการแปรรูป เช่น โรงคั่ว โรงผลิตกาแฟสำเร็จรูป เป็นกิจกรรมที่มีผลต่อราคาที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีผลกำไรคิดเป็นร้อยละ 29 และการผลิตและส่งออกต่างประเทศ ผู้ที่ส่งผลกระทบต่อราคาขายและกำไรมากที่สุด คือ โรงคั่วกาแฟที่อยู่ในประเทศปลายทาง คิดเป็นร้อยละ 30 ของสัดส่วนผลกำไรทั้งหมด (Byrnes *et al.*, 2016) ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายหนึ่งที่สามารถยืนยันสมมติฐานของทางคณะผู้วิจัยได้ว่า ต้นทุนรวมและผลกำไรของเกษตรกรได้รับสัดส่วนทางการตลาดน้อยกว่าที่ควรเป็นหรือไม่ และใครเป็นผู้ได้รับกำไรสูงที่สุด นอกจากนี้การศึกษาดังกล่าวสามารถนำไปเปรียบเทียบกับราคาของเมล็ดกาแฟต่างประเทศที่ถูกนำเข้ามาในประเทศญี่ปุ่น และต่อยอดการศึกษาไปสู่แนวโน้มการแข่งขันของธุรกิจกาแฟอาราบิกาสпеเชียลไทยไปยังตลาดประเทศญี่ปุ่น

วิธีดำเนินการวิจัย

คำถามงานวิจัยของการศึกษารั้งนี้ คือ กาแฟอาราบิกาเกรดพิเศษของไทยเมื่อนำไปขายที่ญี่ปุ่นมีโซ่มูลค่าและมีผู้เกี่ยวข้องในกระบวนการกี่คน และมีผลกำไรที่เกิดขึ้นตั้งแต่ผู้ผลิตไปจนถึงผู้ขายให้กับผู้บริโภคในประเทศญี่ปุ่นเป็นจำนวนเท่าไร โดยมีกระบวนการเก็บข้อมูลโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) และการใช้การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-dept interview) ผู้เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต รวบรวม และขาย ประกอบด้วย กลุ่มตัวอย่างต้นน้ำ จำนวน 20 ราย

คือ เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟเกรดพรีเมียม หรือเกรด AA (Premium) และ G1 (Specialty) ในจังหวัดเชียงราย กลุ่มตัวอย่างกลางน้ำ จำนวน 32 ราย ได้แก่ ผู้รวบรวมเมล็ดกาแฟและผู้คั่วกาแฟชาวไทย โบรกเกอร์ผู้รวบรวมเมล็ดกาแฟชาวญี่ปุ่น จำนวน 1 ราย และผู้คั่วกาแฟชาวญี่ปุ่นจำนวน 1 ราย ตัวแทนในการขนส่งสินค้ากาแฟจำนวน 2 ราย และกลุ่มตัวอย่างปลายน้ำ ได้แก่ ผู้ประกอบการนำเข้ากาแฟพรีเมียมของไทยในประเทศญี่ปุ่น จำนวน 28 ราย และเจ้าของร้านกาแฟที่ใช้เมล็ดกาแฟอะราบิกาพรีเมียมไทยในประเทศญี่ปุ่น จำนวน 16 ราย แบ่งออกเป็น ร้านกาแฟพรีเมียม 14 แห่ง และร้านกาแฟทั่วไป 2 แห่ง (อ้างอิงจากราคาเฉลี่ยต่อแก้ว) โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ Global value chain analysis ของ Gereffi and Fernandez-Stark (2016) เพื่อใช้ในการศึกษาผู้เกี่ยวข้อง และกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมูลค่า ซึ่งความเชื่อมโยงระหว่างต้นน้ำ-ปลายน้ำของโซ่อุปทานประกอบไปด้วย บทบาทและหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องสำคัญในโซ่อุปทาน การไหลของสินค้าในกระบวนการตั้งแต่ต้นน้ำ-ปลายน้ำ กิจกรรมที่เพิ่มราคาให้กับเมล็ด

กาแฟ ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ต่อมา คือ การวิเคราะห์ต้นทุนและผลกำไรภายในโซ่คุณค่า (Fitter and Kaplinsky, 2001) เพื่อใช้ในการศึกษาสัดส่วนการเพิ่มมูลค่า ต้นทุน และผลกำไร ในแต่ละกิจกรรมที่เกิดขึ้นในโซ่คุณค่า

ผลการวิจัย

การวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การวิเคราะห์โซ่คุณค่า และการวิเคราะห์สัดส่วนกำไรที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรม โดยเบื้องต้นคือข้อมูลสำคัญของโซ่อุปทานอุตสาหกรรมกาแฟในประเทศไทย ซึ่งเก็บรวบรวมจากการสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมาย เพื่อระบุตัวตนของผู้เกี่ยวข้องที่ส่งผลกระทบต่อผลกำไรและราคาขายของกาแฟอะราบิกา จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์โซ่คุณค่า (Value chain) โดยการใช้การวิเคราะห์โซ่คุณค่าโลก (Global value chain) เพื่อแจกแจงกระบวนการและผู้เกี่ยวข้องที่ส่งผลต่อการเพิ่มมูลค่าของกาแฟอะราบิกา จากนั้นจึงนำสัดส่วนของการเพิ่มมูลค่าเพื่อใช้วิเคราะห์หาผลกำไรในแต่ละผู้เกี่ยวข้องในโซ่คุณค่าโลก

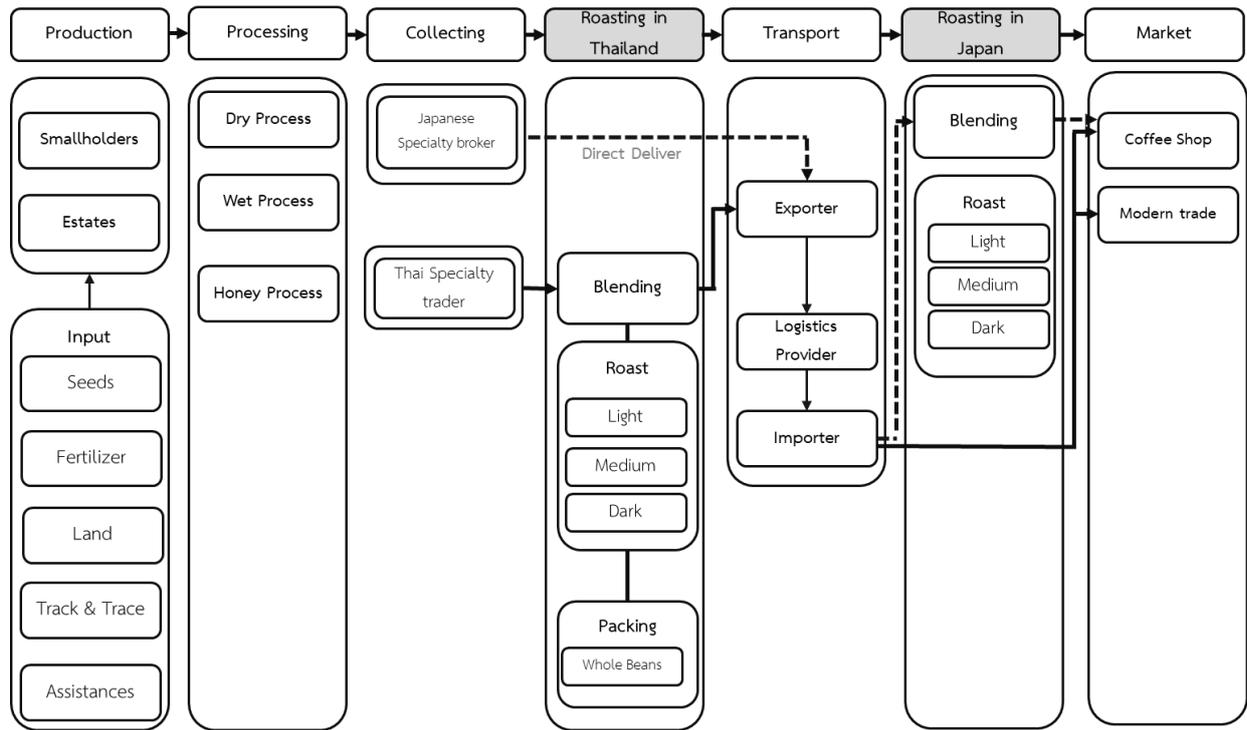


Figure 3 Thai specialty arabica coffee value chain in Japan Market
Adapted from: Gereffi and K. Fernandez-Stark (2011)

การวิเคราะห์เครื่องมือ Global value chain ได้อ้างอิงถึงการวิเคราะห์ของ Bamber *et al.* (2014) ที่ได้ศึกษาโซ่คุณค่าโลกของเมล็ดกาแฟจากบรูไน รวมถึงการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เกี่ยวข้องในประเทศไทยและประเทศญี่ปุ่น จากนั้นนำข้อมูลมาตรวจสอบอ้างอิงการศึกษาของ Dary *et al.* (2018) ซึ่งพบว่าโซ่คุณค่าประกอบด้วย 5 กิจกรรม คือ การผลิต การแปรรูป การขาย การคั่ว และการตลาด แต่เนื่องด้วยการศึกษานี้มีการส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ และมีการคั่วในประเทศปลายทางจึงมีกิจกรรมเพิ่มขึ้นเป็น 6 กิจกรรม (Figure 3) ประกอบไปด้วย การผลิต การล้าง การรวบรวม การคั่ว (ทั้งในและต่างประเทศ) การขนส่ง และการตลาด ดังนี้ 1) การผลิตมีการลงทุนในด้านของเมล็ดพันธุ์ ปุ๋ย ดิน ระบบการติดตามความอุดมสมบูรณ์

ของหน้าดิน และค่าจ้างที่ปรึกษา โดยในขั้นตอนดังกล่าวมีโอกาสเฉลี่ยร้อยละ 80 ของการลงทุนที่เป็นเมล็ดกาแฟที่มีคุณภาพสูง ส่วนเมล็ดกาแฟอีกร้อยละ 20 ถูกนำไปขายในตลาดระดับอื่น 2) การแปรรูปกาแฟและการล้าง มีกิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า คือ การคัดแยก การทำความสะอาด และการตาก ซึ่งประกอบไปด้วยกระบวนการการแปรรูปกาแฟสามประเภท ได้แก่ Dry process เป็นที่นิยมของโบรกเกอร์ชาวญี่ปุ่น Wet และ Honey process เป็นที่ต้องการของผู้รับซื้อกาแฟที่เป็นชาวไทย 3) การรวบรวมและการค้า กระบวนการรวบรวมของทั้งผู้รวบรวมชาวไทยและชาวญี่ปุ่นใช้กระบวนการจองล่วงหน้า ถ้าหากจองล่วงหน้าก่อนการแปรรูปกาแฟ ต้นทุนในการซื้อเมล็ดกาแฟลดลงประมาณ 20% โดยทั้งสองผู้รับซื้อที่เป็นชาวไทยและชาวญี่ปุ่น มาติดต่อและพูดคุยกับเจ้าของ

เมล็ดกาแฟ เพื่อบอกเล่าเรื่องราวที่ต้องการก่อนการรับซื้อ เพื่อนำข้อมูลไปประกอบกระบวนการคั่วต่อไป 4) ภาคการคั่วถูกแบ่งออกเป็น 2 ช่องทาง คือ ผู้รับซื้อชาวไทยนำไปคั่วเองและสร้างตราสินค้าเป็นของไทย ส่วนโบรกเกอร์ชาวญี่ปุ่นนำไปคั่วเองที่โรงคั่วประเทศญี่ปุ่น และมีการปรับจูนค่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อรสชาติกาแฟ เป็นต้น ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ใช้คุณค่ามีความแตกต่างกันระหว่างผู้ขายชาวไทยและโบรกเกอร์ชาวญี่ปุ่น นอกจากนี้ราคาของกาแฟขึ้นอยู่กับระดับความไหม้ เช่น คั่วอ่อน คั่วกลาง และคั่วเข้ม ซึ่งเมล็ดกาแฟ ปริมาณส่วนใหญ่ราคาคั่วอ่อนและคั่วกลาง สูงกว่าคั่วเข้มประมาณร้อยละ 11 เป็นต้น 5) กระบวนการขนส่ง

แบ่งออกเป็น ผู้ส่งออกมีกิจกรรมดำเนินการด้านเอกสาร ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ตามข้อตกลงของผู้ซื้อ-ผู้ขาย ผู้ขนส่งมีกิจกรรมการขนส่งและต้นทุนในการดำเนินงานขนส่ง และผู้นำเข้าดำเนินการค่าใช้จ่ายภาษีและระเบียบการค้า ซึ่งมากกว่าร้อยละ 60 เลือกใช้การขนส่งแบบ FOB และร้อยละ 40 เลือกใช้แบบ CIF ซึ่งส่งผลกระทบต่อราคาขายไม่ต่างกัน แต่จะแตกต่างกันตรงที่ผู้เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอนจะมีต้นทุนผันแปรตามกฎระเบียบการค้า และ 6) ภาคการตลาดจะมีการเพิ่มขึ้นของมูลค่าจากเรื่องราวที่ต้องถ่ายทอด บรรจุภัณฑ์ และค่าใช้จ่ายหน้าร้านต่าง ๆ

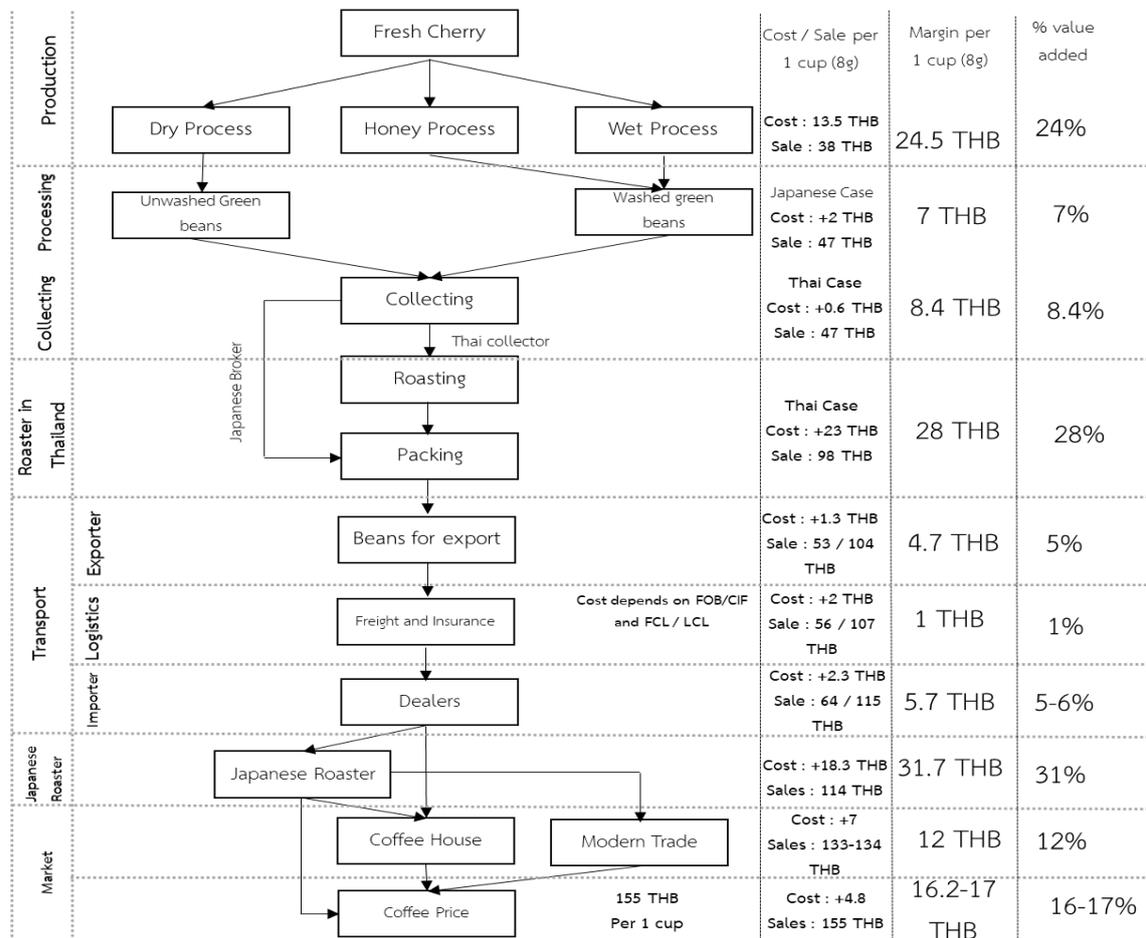


Figure 4 Thai specialty arabica coffee margins analysis
Adapted form: Fitter and Kaplinsky (2001)

จากการศึกษาของ Fitter and Kaplinsky (2001) และ Byrnes *et al.* (2016) มีการใช้เครื่องมือในการศึกษาสัดส่วนของการเพิ่มมูลค่าและสัดส่วนกำไร ซึ่งการวิจัยนี้ได้ประยุกต์กระบวนการดังกล่าว โดยการเพิ่มกิจกรรมที่ได้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ (Figure 4) ที่สะท้อนความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยต้นทุนที่เกิดขึ้นต่อปริมาณเมล็ดกาแฟ 8 กรัม หรือประมาณ 1 แก้วกาแฟเอสเปรสโซ่ โดยอ้างอิงจากราคาเฉลี่ยของร้านกาแฟพรีเมียมและร้านกาแฟทั่วไปที่ใช้เมล็ดกาแฟของไทย คิดเป็นราคาประมาณ 155 บาทต่อแก้ว (8 กรัม) โดยประเมินจากต้นทุนการเพาะปลูก การเพิ่มมูลค่าในแต่ละกิจกรรมในโซ่คุณค่า ซึ่งพบว่ามีมีการแยกส่วนแบ่งของรายได้ออกเป็น 8 ส่วน ประกอบไปด้วย 1) ราคาเมล็ดกาแฟเมื่อถูกขายในตลาดประมาณ 38 บาท ต่อ 8 กรัม หรือประมาณ 4,750 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อหักต้นทุนของเกษตรกรเฉลี่ยประมาณ 13.50 บาทต่อเมล็ดกาแฟ 8 กรัม คิดเป็นร้อยละ 34.2 ของราคาขายเมล็ดกาแฟจำนวน 8 กรัม คิดเป็นสัดส่วนการเพิ่มมูลค่าร้อยละ 24 ของมูลค่าเพิ่มทั้งหมด 2) สัดส่วนมูลค่าเพิ่มของผู้รวบรวมแบ่งออกเป็นสองประเภท ได้แก่ ผู้รวบรวมชาวญี่ปุ่นบางรายที่ไม่ต้องการจ้างคั่วหรือคั่วเองในประเทศไทย ซึ่งส่วนใหญ่จัดใส่บรรจุภัณฑ์รอการส่งออก ซึ่งการจัดเตรียมส่งออกเป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมูลค่าที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 7 ของราคาขายกาแฟ 8 กรัม หรือประมาณ 7 บาท ซึ่งมากกว่าการที่ผู้รวบรวมชาวไทยรวบรวมเอง เนื่องจากต้นทุนในกระบวนการขนส่งสูงกว่าจากการที่ชาวญี่ปุ่นต้องจ้างรถขนส่งด้วยตัวเอง แต่ผู้รวบรวมชาวไทยมีรถประจำของตนเอง จึงมีต้นทุนต่ำกว่าส่งผลให้ผลกำไรสูงกว่าประมาณ 1.40 บาทต่อแก้ว หรือคิดเป็นร้อยละ 8 ซึ่งในกระบวนการดังกล่าว ผู้รวบรวมชาวไทยจะนำสินค้าไปคั่ว

ต่อเองในโรงคั่วตนเอง คิดเป็นร้อยละ 28 ของราคาขายกาแฟ 1 แก้ว (8 กรัม) โดยมีต้นทุนในการคั่วประมาณ 23 บาทต่อแก้ว และได้ผลกำไรเพิ่มเติมประมาณ 28 บาทต่อแก้ว 3) ผู้ส่งออกมีหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างผู้ที่ต้องการส่งออกในประเทศไทย เช่น โบรคเกอร์ชาวญี่ปุ่น และผู้ส่งออกคนไทย มีสัดส่วนการเพิ่มมูลค่าร้อยละ 5 ของราคาขายกาแฟ 8 กรัม คิดเป็นมูลค่าเท่ากับ 4.70 บาท ซึ่งประกอบไปด้วยค่าดำเนินการเอกสารและค่าใช้จ่ายเพื่อการส่งออกเป็นต้น 4) กระบวนการด้านโลจิสติกส์ คิดเป็นร้อยละ 1 ของราคาขายเมล็ดกาแฟ 8 กรัม หรือประมาณ 1 บาทต่อกาแฟ 8 กรัม แปรผันตามระเบียบการค้าที่ใช้ อาทิ FOB, CIF 5) ผู้นำเข้ามีสัดส่วนมูลค่าเพิ่มประมาณร้อยละ 6 ของราคาขายเมล็ดกาแฟ 8 กรัม ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินการด้านเอกสาร และกระบวนการจัดเก็บภาษี (แปรผันตามระเบียบการค้า) 6) กระบวนการแปรรูปในประเทศญี่ปุ่นคิดเป็นสัดส่วนมูลค่าเพิ่มร้อยละ 31 หรือ 31.70 บาทต่อราคาเมล็ดกาแฟ 8 กรัม ซึ่งมีสัดส่วนที่น้อยกว่าการคั่วในประเทศไทย เนื่องจากต้นทุนที่เกิดขึ้นมีมูลค่าประมาณ 83.30 บาท หรือร้อยละ 53 ของราคาขายกาแฟ 1 แก้ว 7) การค้าส่งเมล็ดกาแฟ/ภาคีกาแฟประเทศญี่ปุ่น จุดค้าขายสำคัญที่มีการรวบรวมเมล็ดกาแฟที่มีการขายเมล็ดกาแฟพรีเมียมของไทยและต่างประเทศ และขนส่งต่อไปขายที่ร้านกาแฟในเมืองสำคัญของประเทศญี่ปุ่น มีสัดส่วนการเพิ่มมูลค่าคิดเป็นร้อยละ 12 และคิดเป็นผลกำไรประมาณ 11-12 บาทต่อแก้ว และ 8) ร้านกาแฟ ต้นทุนการค้าร้านมีราคาเท่ากับ 4.80 บาทต่อแก้ว ในอัตรายอดขาย 155 บาทต่อแก้ว คิดเป็นผลกำไรประมาณ 16.20 บาทต่อแก้ว หรือร้อยละ 16 ของสัดส่วนผลกำไรทั้งหมด

Table 1 Margin differentiation of Thai specialty arabica coffee global value chain

Actors	Total cost per one cup (THB)		Margin per one cup (THB)		Margin Differentiation
	Roasted	JPN Case	TH	JPN	
Farm	13.50	13.50	24.50	24.50	0
Collector	0.60	2	8.40	7	1.4
Roaster	23	18.30	28	31.70	3.7
Exporter	1.30	1.30	4.70	4.70	0
Logistics	2	2	1	1	0
Importer	2.30	2.30	5.70	5.70	0
Retail	7	7	12	12	0
Customer	4.80	4.80	16.20	17.20	1
Total			100.5	103.8	

จาก Table 1 ผลสรุปด้านความแตกต่างของผลกำไร พบว่าผลกำไรของผู้รวบรวมในประเทศไทยมีอัตราสูงกว่าโบรกเกอร์ชาวญี่ปุ่น เข้ามารวบรวม เนื่องจากใช้รถประจำของตนเอง และมีความชำนาญในการเดินทางมากกว่าโบรกเกอร์ชาวญี่ปุ่นที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายรถขนส่งขึ้นไปรับสินค้าบนภูเขาสูง จึงส่งผลให้ผลกำไรของผู้รวบรวมชาวไทยเท่ากับ 8.40 บาทต่อแก้ว แตกต่างจากผลกำไรของผู้รวบรวมชาวญี่ปุ่นประมาณ 1.40 บาทต่อแก้ว อย่างไรก็ตามในด้านของผลกำไรในการคั่วกาแฟ พบว่าสัดส่วนผลกำไรในญี่ปุ่นสูงกว่ากระบวนการคั่วของไทย เนื่องจากปริมาณโรงคั่วในประเทศญี่ปุ่นที่มีมากกว่าประเทศไทย และมีบุคลากรที่มีความชำนาญมากกว่าส่งผลให้ต้นทุนของโบรกเกอร์ชาวญี่ปุ่นที่รวบรวมสารกาแฟในไทยแล้วนำกลับมาคั่วเองในประเทศญี่ปุ่นมีผลกำไรเท่ากับ 31.70 บาท ซึ่งแตกต่างจากการคั่วในไทยที่มีอัตราผลกำไรเท่ากับ 28 บาท ซึ่งมีอัตราผลกำไรแตกต่างกันประมาณ 3.70 บาทต่อแก้ว ทั้งนี้ความแตกต่างดังกล่าวส่งผลให้ต้นทุนของกระบวนการที่โบรกเกอร์ชาวญี่ปุ่นเข้ามา

รับวัตถุดิบในประเทศไทย มีต้นทุนต่อแก้วน้อยกว่าการคั่วในประเทศไทยเท่ากับ 1 บาท ในกระบวนการสุดท้ายของการขายให้กับผู้บริโภค โดยคิดจากราคาเฉลี่ย 155 บาทต่อแก้ว

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการผลการศึกษาพบว่าสัดส่วนของมูลค่าเพิ่มของราคาขายเมล็ดกาแฟอาราบิก้าพรีเมียมของประเทศไทยในการส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่นมีความแตกต่างจากการศึกษาของ Fitter and Kaplinsky (2001) ที่ผลการศึกษาชี้ว่า กระบวนการคั่วในประเทศปลายทางมีสัดส่วนการเพิ่มมูลค่าสูงสุดร้อยละ 29 ต่อราคาขายกาแฟ 1 แก้ว และการศึกษาของ Byrnes *et al.* (2016) มีสัดส่วนร้อยละ 30 ของราคาขายกาแฟ 1 แก้วสอดคล้องกับผลการศึกษาที่มีสัดส่วนการเพิ่มมูลค่าของกิจกรรมการคั่วในประเทศปลายทาง โดยมีสัดส่วนการเพิ่มมูลค่าของกิจกรรมการคั่วภายในประเทศก่อนการส่งออก

มีสัดส่วนมากถึงร้อยละ 31 ซึ่งผลการศึกษาทั้งหมด พบว่า สอดคล้องกับการศึกษาของ Beshah *et al.* (2013) ที่ได้ ศึกษาสัดส่วนของการเพิ่มมูลค่าที่เชื่อมโยงกับผลกำไร ผลิตภัณฑ์จากแพของประเทศเอธิโอเปีย พบว่ากระบวนการ ที่มีการเพิ่มมูลค่าและได้สัดส่วนผลกำไรสูงสุด คือ กระบวนการแปรรูปขั้นที่สอง หรือการคั่วกาแฟใน ประเทศปลายทาง ที่มีสัดส่วนการเพิ่มมูลค่าร้อยละ 84 รวมถึงการศึกษาของ Khanal *et al.* (2019) ที่ศึกษา สัดส่วนของผลกำไรที่ได้รับในแต่ละผู้เกี่ยวข้อง ซึ่งพบว่า กิจกรรมการแปรรูปได้รับผลกำไรสูงสุด อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาพบว่ามีข้อได้เปรียบในบางกิจกรรม เช่น การศึกษาที่อ้างอิงกิจกรรมการผลิตมีสัดส่วนการเพิ่ม มูลค่าเพิ่มต่ำ และมีสัดส่วนการได้ผลกำไรที่น้อย แตกต่าง จากผลการศึกษาที่พบในประเทศ ซึ่งว่าผู้ผลิตหรือเกษตรกร มีสัดส่วนการเพิ่มมูลค่าเท่ากับร้อยละ 20-21 ของราคา ขายทั้งหมด และแม้ว่าการศึกษานี้เป็นการศึกษา เมล็ดกาแฟพรีเมียม ผลการศึกษาพบว่ามีสัดส่วนการเพิ่ม มูลค่าร้อยละ 24 แตกต่างจากบริบทของกาแฟทั่วไปของ วิจัยอ้างอิงดังกล่าว จึงเป็นข้อสังเกตว่าเกษตรกรไทยที่ เพาะปลูกกาแฟพรีเมียมและกาแฟทั่วไปอาจมีการเพิ่ม มูลค่าแตกต่างกันประมาณร้อยละ 3-4 เท่านั้น และ ทำยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกาแฟคุณภาพ ไกลเคียงกันในท้องตลาด เช่น กาแฟจากเอธิโอเปีย ที่เป็น แหล่งผลิตกาแฟพรีเมียมขนาดใหญ่ขายประมาณ แก้วละ 108-142 บาท ซึ่งมีราคาถูกกว่าจึงตั้งข้อสังเกตว่า ต้นทุนในการนำเข้าต่ำกว่าเมล็ดกาแฟไทย เนื่องจาก ปริมาณการผลิตและปริมาณการส่งออกมีจำนวนที่น้อย กว่าประเทศคู่แข่งที่สามารถผลิตกาแฟคุณภาพได้มากกว่า และส่งออกในปริมาณที่มากกว่า ย่อมส่งผลต่อต้นทุนที่ ต่ำกว่า ทำให้แม้ขายกาแฟในราคาที่ถูกแต่ต้นทุนที่สูง ส่งผลให้ได้สัดส่วนกำไรที่สู้คู่แข่งในท้องตลาดไม่ได้

สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อแจกแจง ความสำคัญของโซ่คุณค่าในอุตสาหกรรมกาแฟส่งออกเมล็ด กาแฟพิเศษของไทยไปยังตลาดประเทศญี่ปุ่น เพื่อศึกษา กระบวนการที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มในโซ่คุณค่าโลก และ วิเคราะห์สัดส่วนการแบ่งผลกำไรจากการศึกษาสัดส่วน มูลค่าเพิ่ม และต้นทุนเฉลี่ยของแต่ละกิจกรรม ซึ่งผลวิจัย สรุปว่าในกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมูลค่ามีความคล้ายคลึงกัน ของการศึกษาวิจัย แต่มีความแตกต่างกันในแง่มุมมอง บริบท เช่น กระบวนการผลิตที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น การขนส่งระหว่างประเทศ หรือกลยุทธ์ทางธุรกิจในการ เข้ามาแทรกแซงในโซ่คุณค่าของโบรคเกอร์ญี่ปุ่น เป็นต้น ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า การแทรกแซงในระบับโซ่คุณค่า มีผลกระทบต่อผลประโยชน์ของผู้ประกอบการชาวไทย ในกรณีของสัดส่วนการเพิ่มมูลค่าและสัดส่วนผลกำไร ที่ควรจะได้รับมีความแตกต่างกันเล็กน้อย ทางภาครัฐ จึงควรมีระบบการตรวจสอบการแทรกแซงทางธุรกิจ อย่างเคร่งครัด การสนับสนุนการเพาะปลูกกาแฟพิเศษ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อรายได้เกษตรกรและการเพิ่มมูลค่า ของกาแฟไทยในอนาคต รวมถึงการสร้างเครือข่ายกาแฟ พิเศษให้มีความเข้มแข็งมากยิ่งขึ้น เพื่อสร้างความเข้มแข็ง ในการแข่งขันอุตสาหกรรมกาแฟพิเศษในตลาดโลก

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากทุน งบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง และ ขอขอบคุณในการอนุเคราะห์ข้อมูลของผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย

เอกสารอ้างอิง

- Bamber, P., A. Guinn and G. Gereffi. 2014. **Burundi in the Coffee Global Value Chain: Skills for Private Sector Development.** Durham, NC: Duke University, Center on Globalization Governance and Competitiveness. 86 p.
- Beshah, B., K. Daniel and D. Tirufat. 2013. Quality and value chain analyses of Ethiopian coffee. **Journal of Agriculture and Social Research** 13: 35-41.
- Byrnes, W., N. Khodakarami and C. Perez. 2016. **The Value Chain: A Study of the Coffee Industry 32.01–32.04: Practical Guide to U.S. Transfer Pricing.** Berlin: Research Gate GmbH. 9 p.
- Charoenchon, J. and J. Thadphoothon. 2019. **Coffee consumption behavior of Thai and international students in Thailand: A Case Study.** [Online]. Available [https://www.researchgate.net/publication/336085931_Coffee_Consumption_Behavior_of_Thai_and_International_Students_in_Thailand_and_A_Case_Study](https://www.researchgate.net/publication/336085931_Coffee_Consumption_Behavior_of_Thai_and_International_Students_in_Thailand_A_Case_Study) (16 December 2020). [in Thai]
- Daly, J., D. Hamrick, K. Fernandez-Stark and P. Bamber. 2018. **Jamaica in the arabica coffee global value chain.** [Online]. Available https://www.researchgate.net/publication/325047457_Jamaica_in_the_Arabica_Coffee_Global_Value_Chain (16 December 2020).
- Department of International Trade Promotion of Hiroshima. 2019. **Coffee market in Japan.** Yearly Report. Department of International Trade Promotion. 5 p. [Online]. Available https://www.ditp.go.th/contents_attach/550188/550188.pdf (23 August 2021). [in Thai]
- Fitter, R. and R. Kaplinsky. 2001. **Can an Agricultural 'Commodity' be De-commodified, and If so Who is to Gain?** Brighton: Institute of Development Studies, University of Sussex. 43 p.
- Gereffi, G. and K. Fernandez-Stark. 2011. **Global value chain analysis: a primer.** [Online]. Available https://www.researchgate.net/profile/Karina-Fernandez-Stark/publication/265892395_Global_Value_Chain_Analysis_A_Primer/links/54218b00cf274a67fea984b/Global-Value-Chain-Analysis-A-Primer.pdf. (23 August 2021).
- _____. 2016. **Global Value Chain Analysis: A Primer.** 2nd Edition. Development Trajectories in Global Value Chains. DOI:10.1017/9781108559423.012.
- Khanal, A., K. Suman, J. Dutta, C.S. Dhakal and R. Kattel. 2019. Value chain analysis of coffee: a story on journey of cherry from production site to consumer cup. **International Journal of Agriculture Forestry and Life Sciences** 3(2019): 225-232.

Office of Agricultural Economics. 2021.

Thai coffee production and market situation. [Online]. Available

<https://www.oae.go.th/view/1/%E0%B8%95%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B9%81%E0%B8%AA%E0%B8%94%E0%B8%87%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%94%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B9%81%E0%B8%9F/TH-TH>. (23 August 2021).

[in Thai]

Weng, C. 2017. **A Study on the Situation and Development of the Coffee Industry in Thailand.** Master Thesis. Siam University. 61 p.

การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกพริกไทย Forecasting of Pepper Export Value

วรางคณา เรียนสุทธิ

Warangkhan Riansut

สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science, Thaksin University, Pattalung, Thailand 93210

Corresponding orther: warang27@gmail.com

Received: January 11, 2021

Revised: April 09, 2022

Accepted: August 22, 2022

Abstract

The objective of this study is to construct the models for forecasting the value of pepper exports using statistical methods. The monthly average data, which were gathered from the website of the Office of Agricultural Economics during January 2011 to October 2020 of 118 months were divided into 2 datasets. The first dataset, which consisted of 108 months from January 2011 to December 2019 was used for constructing the forecasting models via the use of 7 statistical methods, namely, Box-Jenkins method, Holt's exponential smoothing method, Brown's exponential smoothing method, damped trend exponential smoothing method, simple seasonal exponential smoothing method, Winters' additive exponential smoothing method, and Winters' multiplicative exponential smoothing method. The second dataset, which consisted of 10 months from January to October 2020 was used for comparing the accuracy of the forecasting model via the lowest mean absolute percentage error and root mean square error. The results indicated that the most accurate method was the Box-Jenkins method with the model

$$\hat{Y}_t = 1.40384Y_{t-1} - 0.40384Y_{t-2} - 0.88690e_{t-1}.$$

Keywords: pepper export value, statistical model

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกพริกไทยด้วยวิธีการทางสถิติ โดยใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยรายเดือนจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 จำนวน 118 เดือน ผู้วิจัยได้แบ่ง

ข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 108 เดือน สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติทั้งหมด 7 วิธี ได้แก่ 1) วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ 2) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ 3) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ 4) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตรม 5) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลข

ซึ่กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย 6) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขซึ่กำลังของวินเทอร์แบบบวก และ 7) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขซึ่กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 จำนวน 10 เดือนนำมาใช้สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยและเกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด คือวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่มีตัวแบบเป็น

$$\hat{Y}_t = 1.40384Y_{t-1} - 0.40384Y_{t-2} - 0.88690e_{t-1}$$

คำสำคัญ: มูลค่าการส่งออกพริกไทย แบบจำลองทางสถิติ

คำนำ

พริกไทยเป็น สมุนไพรที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ผลของพริกไทยมีรสเผ็ดร้อน นิยมใช้ปรุงอาหารเพื่อเพิ่มรสชาติและใช้เป็นยาสมุนไพรรักษาโรค (Khoka, 2017) แหล่งผลิตที่สำคัญของพริกไทยอยู่ในจังหวัดทางภาคตะวันออกและภาคใต้ ซึ่งเมื่อพิจารณาสภาพการผลิตโดยทั่วไปของพื้นที่ในภาคอื่น ๆ พบว่ามีข้อจำกัดในด้านการผลิต ไม่ว่าจะเป็นคุณภาพของดิน ความชื้นในอากาศและในดิน อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน ดังนั้นพริกไทยจึงไม่สามารถปลูกได้ดีในทั่วทุกภาคของประเทศ อย่างไรก็ตาม ด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัยทำให้ผลผลิตพริกไทยที่ได้มีคุณภาพและมีปริมาณเพิ่มขึ้นขณะที่ปริมาณความต้องการใช้พริกไทยเพื่อการบริโภคภายในประเทศและการส่งออกเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ประกอบกับราคาพริกไทยในตลาดโลกมีแนวโน้มลดลงทำให้ราคาพริกไทยภายในประเทศลดลง เกษตรกรผู้ปลูกพริกไทยได้รับความเดือดร้อน (Inkhong, 2005)

ดังนั้น การวางแผนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกพริกไทยในอนาคตจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อเกษตรกรในการวางแผนการ

เพาะปลูก และเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจเพื่อปลูกพริกไทยให้คุ้มทุน อีกทั้งยังช่วยให้ภาครัฐสามารถวางนโยบายที่เหมาะสม ส่วนผู้ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร เช่น ผู้นำเข้า ผู้ส่งออก ผู้ผลิตสินค้าเกษตร ก็สามารถนำผลการพยากรณ์ไปใช้ในการบริหารจัดการได้ การพยากรณ์จึงเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้นำข้อมูลมาใช้ตัดสินใจสำหรับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต โดยถ้าค่าพยากรณ์มีความคลาดเคลื่อนสูงจะส่งผลกระทบต่อหลาย ๆ ฝ่าย เช่น ส่งผลให้ภาครัฐวางนโยบายการเพาะปลูกในปีนั้น ๆ ผิดพลาด อาจก่อให้เกิดภาวะผลผลิตล้นตลาดหรือขาดตลาดได้ (Luangtong and Kantanantha, 2016) ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นที่น่าสนใจที่ควรมีการศึกษาการพยากรณ์ข้อมูลในอนาคต

การศึกษาคั้งนี้ผู้วิจัยจะให้ความสนใจกับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกพริกไทย จึงเริ่มต้นที่การทบทวนวรรณกรรมพบว่า Riansut (2019) ได้ศึกษาการสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคาพริกไทยดำ โดยวิธีการทางสถิติทั้งหมด 4 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขซึ่กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขซึ่กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขซึ่กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตรม ผลการศึกษาพบว่า วิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด คือ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขซึ่กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตรม (MAPE=6.5773, RMSE=10.3775) และ Inkhong (2005) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การส่งผ่านราคาและความเร็วในการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพของราคาพริกไทย พบว่าราคาที่เกษตรกรได้รับมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาวกับราคาขายส่ง โดยความยืดหยุ่นของการส่งผ่านราคาจากราคาที่เกษตรกรได้รับไปสู่ราคาขายส่งเท่ากับ 0.998 และค่าความเร็วในการปรับตัวจากการเบี่ยงเบนออกจากดุลยภาพในช่วงเวลาที่ผ่านมา เข้าสู่ดุลยภาพของราคาขายส่งเท่ากับ 0.002

จากการศึกษาที่ผ่านมา ยังไม่พบการศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกพริกไทย ดังนั้นการศึกษาคั้งนี้ ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาวิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกพริกไทยด้วยวิธีการ

ทางสถิติทั้งหมด 7 วิธี ได้แก่ 1) วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ 2) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ 3) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ 4) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก 5) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย 6) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และ 7) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ จากนั้นคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่มีความแม่นยำมากที่สุด 1 ตัวแบบ โดยใช้เกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) และเกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) ที่ต่ำที่สุด เพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์สำหรับใช้ในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกพริกไทยในอนาคตต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

สร้างตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกพริกไทย (บาท) โดยใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยต่อเดือนจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (Office of Agricultural Economics, 2020) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 จำนวน 118 เดือน ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 108 เดือน สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ ชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 จำนวน 10 เดือน สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ MAPE และ RMSE ที่ต่ำที่สุด

ตรวจสอบการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพริกไทยชุดที่ 1 ดังนี้ ถ้าอนุกรมเวลามีการแจกแจงปกติ (ตรวจสอบการแจกแจงปกติด้วยการทดสอบชาปีโร-วิลค์: Shapiro-Wilk test เนื่องจากข้อมูลในแต่ละกลุ่มที่จะตรวจสอบมีจำนวนไม่เกิน 50 ค่า) และมีความแปรปรวนเท่ากัน (ตรวจสอบ

ความแปรปรวนเท่ากันด้วยการทดสอบของเลวินภายใต้การใช้มัธยฐาน: Levene's Test Based on Median) จะใช้สถิติอิงพารามิเตอร์ (Parametric statistics) คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Analysis of Variance: ANOVA) แต่ถ้าอนุกรมเวลาไม่มีการแจกแจงปกติหรือมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน จะใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ (Nonparametric statistics) คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวโดยลำดับที่ของครัสคอลล-วอลลิส (Kruskal-Wallis's One-Way Analysis of Variance by Rank) ถ้าผลการตรวจสอบพบว่า อนุกรมเวลามีเฉพาะการเคลื่อนไหวจากแนวโน้ม วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่มีตัวแบบ Autoregressive Integrated Moving Average: ARIMA (p, d, q) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก อนุกรมเวลามีเฉพาะอิทธิพลของฤดูกาล วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และอนุกรมเวลามีทั้งการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่มีตัวแบบ Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average: SARIMA (p, d, q) (P, D, Q)_s วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ (Ket-iam, 2005; Manmin, 2006) จากผลการตรวจสอบการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลในผลการวิจัยแสดงว่า มูลค่าการส่งออกพริกไทยมีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้ม แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล จึงควรใช้วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่มีตัวแบบ ARIMA (p, d, q) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก ในการพยากรณ์

อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาวิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์ทางสถิติที่มี

ความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาทุกรูปแบบ ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ เพื่อให้ครอบคลุมตัวแบบพยากรณ์ที่ดีที่สุด (Riansut, 2018) ตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 7 วิธี (Table 1) มีความหมายของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังนี้

\hat{Y}_t และ \hat{Y}_{t+m} แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t และเวลา t + m ตามลำดับ โดยที่ m แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

$\delta = \mu \hat{\phi}_p(B) \hat{\phi}_p(B^s)$ แทนค่าคงตัว (Constant) โดยที่ μ แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่คงที่ (Stationary)

$\hat{\phi}_p(B) = 1 - \hat{\phi}_1 B - \hat{\phi}_2 B^2 - \dots - \hat{\phi}_p B^p$ แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวอันดับที่ p กรณีไม่มีฤดูกาล (Non-Seasonal Autoregressive Operator of Order p: AR(p))

$\hat{\phi}_p(B^s) = 1 - \hat{\phi}_1 B^s - \hat{\phi}_2 B^{2s} - \dots - \hat{\phi}_p B^{ps}$ แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวอันดับที่ P กรณีมีฤดูกาล (Seasonal Autoregressive Operator of Order P: SAR(P))

$\hat{\theta}_q(B) = 1 - \hat{\theta}_1 B - \hat{\theta}_2 B^2 - \dots - \hat{\theta}_q B^q$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ q กรณีไม่มีฤดูกาล (Non-Seasonal Moving Average Operator of Order q: MA(q))

$\hat{\theta}_q(B^s) = 1 - \hat{\theta}_1 B^s - \hat{\theta}_2 B^{2s} - \dots - \hat{\theta}_q B^{qs}$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ Q กรณีมีฤดูกาล (Seasonal Moving Average Operator of Order Q: SMA(Q))

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_1 โดยที่ n_1 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1 ($n_1=108$)

s แทนจำนวนฤดูกาล ซึ่งอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพริกไทยเป็นข้อมูลรายเดือน ดังนั้น $s=12$

d และ D แทนลำดับที่ของการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล ตามลำดับ

B แทนตัวดำเนินการถอยหลัง (Backward operator) โดยที่ $B^s Y_t = Y_{t-s}$

a_t และ b_t แทนค่าประมาณระยะตัดแกน Y และความชันของแนวโน้ม ณ เวลา t ตามลำดับ

α, γ, ϕ และ δ แทนค่าคงตัวการทำให้เรียบ โดยที่ $0 < \alpha < 1, 0 < \gamma < 1, 0 < \phi < 1$ และ $0 < \delta < 1$

พิจารณาความเหมาะสมของวิธีการพยากรณ์ทั้ง 7 วิธีที่ศึกษาด้วยเกณฑ์ MAPE และ RMSE ที่คำนวณจากข้อมูลชุดที่ 1 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 108 เดือน ($n=108$) โดยค่า MAPE และ RMSE ที่คำนวณได้ไม่ควรมีค่าสูงมากจนเกินไป สูตร MAPE และ RMSE แสดงดังนี้ (Ket-iam, 2005)

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{Y_t} \right| \text{ และ } RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2}$$

เมื่อ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ แทนค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_t และ \hat{Y}_t แทนอนุกรมเวลาและค่าพยากรณ์ ณ เวลา t ตามลำดับ

ตรวจสอบข้อสมมุติ (Assumption) ของตัวแบบพยากรณ์ คือ ค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญ และอนุกรมเวลาของค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์มีการแจกแจงปกติ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบคอลโมโกรอฟ-สมิร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov's Test: KS test) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบรันส์ (Runs test) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบที (t-Test) และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบของเลวินภายใต้การใช้มัธยฐาน (Levene's Test Based on Median) หากพบว่าข้อสมมุติข้อใดข้อหนึ่งไม่เป็นจริงจะสรุปว่าตัวแบบพยากรณ์ไม่เหมาะสมและไม่สมควรนำไปใช้ในการพยากรณ์ต่อไป

เปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ โดยการเปรียบเทียบมูลค่าการส่งออกพริกไทยของข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 จำนวน 10 เดือน (n=10) กับค่าพยากรณ์ เพื่อคำนวณค่า

MAPE และ RMSE โดยตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่า MAPE และ RMSE ต่ำที่สุด จัดเป็นตัวแบบที่มีความแม่นยำมากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด

Table 1 Forecasting model

No.	Forecasting methods	Forecasting model	Time series characteristics
1	Box-Jenkins	$\text{SARIMA}(p, d, q)(P, D, Q)_s :$ $\hat{\phi}_p(B)\hat{\phi}_p(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D \hat{Y}_t = \hat{\delta} + \hat{\theta}_q(B)\hat{\theta}_q(B^s)e_t$ (Box <i>et al.</i> , 1994)	Trend and Seasonal
2	Holt	$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t(m) \text{ where } a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}),$ $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1} \text{ (Manmin, 2006)}$	Trend
3	Brown	$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t \left[(m-1) + \frac{1}{\alpha} \right] \text{ where } a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)a_{t-1},$ $b_t = \alpha(a_t - a_{t-1}) + (1-\alpha)b_{t-1} \text{ (Ket-iam, 2005)}$	Trend
4	Damped	$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t \sum_{i=1}^m \phi^i \text{ where } a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + \phi b_{t-1}),$ $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)\phi b_{t-1} \text{ (Manmin, 2006)}$	Trend
5	Simple seasonal	$\hat{Y}_t = a_t + \hat{S}_t \text{ where } a_t = \alpha(Y_t - \hat{S}_{t-s}) + (1-\alpha)a_{t-1},$ $\hat{S}_t = \delta(Y_t - a_t) + (1-\delta)\hat{S}_{t-s} \text{ (Ket-iam, 2005)}$	Seasonal
6	Winters' additive	$\hat{Y}_{t+m} = (a_t + b_t m) + \hat{S}_t \text{ where } a_t = \alpha(Y_t - \hat{S}_{t-s}) + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}),$ $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}, \hat{S}_t = \delta(Y_t - a_t) + (1-\delta)\hat{S}_{t-s} \text{ (Ket-iam, 2005)}$	Trend and Seasonal
7	Winters' multiplicative	$\hat{Y}_{t+m} = (a_t + b_t m)\hat{S}_t \text{ where } a_t = \alpha \frac{Y_t}{\hat{S}_{t-s}} + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}),$ $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}, \hat{S}_t = \delta \frac{Y_t}{a_t} + (1-\delta)\hat{S}_{t-s} \text{ (Ket-iam, 2005)}$	Trend and Seasonal

ผลการวิจัย

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพริกไทยชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 108 เดือน พบว่า มูลค่าการส่งออกพริกไทยมีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มทั้งในทิศทางคงที่และเพิ่มขึ้น โดยในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2561 มีแนวโน้มคงที่ หลังจากนั้นในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 แนวโน้มเป็นไปในลักษณะเพิ่มขึ้น โดยมีความผันผวนของมูลค่าการส่งออกพริกไทย แต่ไม่ได้เป็นความผันผวนที่สม่ำเสมอตามฤดูกาล (Figure 1)

จากการทดสอบสมมติฐานเพื่อตรวจสอบการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล พบว่าอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพริกไทยในแต่ละปีไม่มีการแจกแจงปกติและความแปรปรวนไม่เท่ากันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวโดยลำดับที่ของครัสคอลล-วอลลิสในการตรวจสอบการเคลื่อนไหวจากแนวโน้ม พบว่าอนุกรมเวลามีค่ามัธยฐานในแต่ละปีแตกต่างกัน ($\chi^2 = 32.554$, $p\text{-value} < 0.0001$) นั่นคือ อนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้ม และอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพริกไทยในแต่ละเดือนไม่มีการแจกแจงปกติ แต่มีความแปรปรวนเท่ากันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวโดยลำดับที่ของครัสคอลล-วอลลิส

ในการตรวจสอบอิทธิพลของฤดูกาล พบว่าอนุกรมเวลามีค่ามัธยฐานในแต่ละเดือนไม่แตกต่างกัน ($\chi^2 = 13.738$, $p\text{-value} = 0.248$) นั่นคือ อนุกรมเวลาไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล เนื่องจากอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพริกไทยมีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้ม แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล ดังนั้นวิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมคือ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่มีตัวแบบ ARIMA (p, d, q) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาค่า MAPE และ RMSE ของข้อมูลชุดที่ 1 พบว่า วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์มีค่า RMSE ต่ำกว่าอีก 3 วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีเฉพาะแนวโน้ม และมีค่า MAPE ต่ำที่สุด (MAPE=46.3230) ขณะที่วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก ซึ่งเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลมีค่า RMSE ต่ำที่สุด (RMSE=3,463,715) รองลงมาคือวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (RMSE=3,473,008) ซึ่งเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีเพียงอิทธิพลของฤดูกาลเท่านั้น (Table 2) ดังนั้นการศึกษาคั้งนี้จะพิจารณาวิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีเพียงอิทธิพลของฤดูกาล และอนุกรมเวลาที่มีทั้งการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลรวมอยู่ด้วย เพื่อให้ครอบคลุมตัวแบบพยากรณ์ที่ดีที่สุด

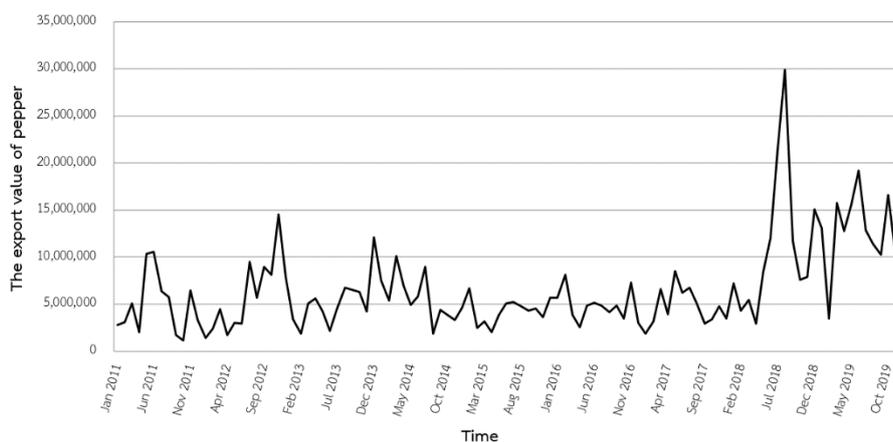


Figure 1 Run plot for the export value of pepper during January 2011 to December 2019

Table 2 MAPE and RMSE of the first dataset

Forecasting methods	MAPE	RMSE	Forecasting methods	MAPE	RMSE
Box-Jenkins	46.3230	3,582,280	Simple seasonal	46.9229	3,473,008
Holt	52.0509	3,750,805	Winters' additive	48.0656	3,463,715
Brown	52.8226	3,855,827	Winters' multiplicative	51.1755	3,889,921
Damped	51.9009	3,752,759			

เนื่องจากอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพริกไทย มีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้ม แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล ดังนั้นผู้วิจัยจึงแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างลำดับที่ 1 ($d=1$) เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ได้กราฟ Autocorrelation Function (ACF) และกราฟ Partial Autocorrelation Function (PACF) ของอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูลแล้ว แสดงใน Figure 2(a) และ 2(b) ตามลำดับ ซึ่งพบว่าอนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ เพราะค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองจากกราฟ ACF Figure 2(a)

และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนจากกราฟ PACF Figure 2(b) ตกอยู่ภายในขอบเขตความเชื่อมั่นที่กำหนด ($\pm 2/\sqrt{n_1}$) ยกเว้นเฉพาะ Lag ที่ 1 ของกราฟ ACF Figure 2(a) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองเกินขอบเขต จึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้เริ่มต้นมีค่า $q=1$ และ Lag ที่ 1, 2, 3 ของกราฟ PACF Figure 2(b) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนเกินขอบเขต จึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้เริ่มต้นมีค่า $p=3$ ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์เริ่มต้น คือ ตัวแบบ ARIMA (3, 1, 1)

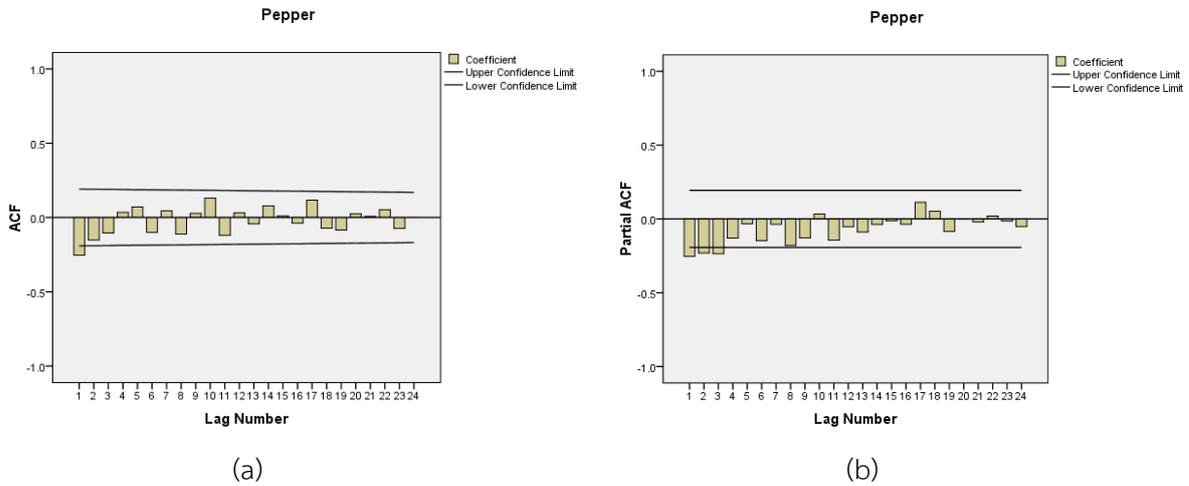


Figure 2 ACF and PACF of the first difference, d=1, of the export value of pepper

จากการคัดเลือกตัวแบบให้เหลือเฉพาะพารามิเตอร์ที่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ ตัวแบบ ARIMA (1, 1, 1) ไม่มีพจน์ค่าคงตัว ซึ่งสามารถเขียนเป็นตัวของวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ได้ดังนี้

$$(1 - \phi_1 B)(1 - B)Y_t = (1 - \theta_1 B)\varepsilon_t$$

$$(1 - B - \phi_1 B + \phi_1 B^2)Y_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

$$Y_t = (1 + \phi_1)Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-2} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

จากการแทนค่าประมาณพารามิเตอร์จะได้ตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 7 วิธี (Table 3) และค่าดัชนีฤดูกาลจากวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ (Table 4) ซึ่งพบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่ายและวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของ

วินเทอร์แบบบวก แสดงว่ามูลค่าการส่งออกพริกไทยในช่วงเดือนมีนาคม พฤษภาคมถึงสิงหาคม และพฤศจิกายนถึงธันวาคมมีค่าสูงกว่าเดือนอื่น ๆ เนื่องจากดัชนีฤดูกาลมีค่ามากกว่า 0 และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ แสดงว่ามูลค่าการส่งออกพริกไทยในช่วงเดือนกรกฎาคมมีค่าสูงกว่าเดือนอื่น ๆ เนื่องจากดัชนีฤดูกาลมีค่ามากกว่า 1 ผลการตรวจสอบข้อสมมุติของตัวแบบพยากรณ์ พบว่าตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างขึ้นทั้ง 7 วิธี มีข้อสมมุติเป็นจริงทุกข้อที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กล่าวคือ มีค่าสถิติ Ljung-Box Q ที่ไม่มีนัยสำคัญ และอนุกรมเวลาของค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์มีการแจกแจงปกติ เคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา (Table 5)

Table 3 Results of the forecasting model

No.	Forecasting methods	Forecasting model
1	Box-Jenkins	ARIMA(1, 1, 1): $\hat{Y}_t = 1.40384Y_{t-1} - 0.40384Y_{t-2} - 0.88690e_{t-1}$ where Y_{t-j} represents the time series at time $t - j$ and e_{t-j} represents the error at time $t - j$
2	Holt	$\hat{Y}_{t+m} = 11,460,582.80067 + 63,893.50510(m)$ where $m = 1$ represents January 2020
3	Brown	$\hat{Y}_{t+m} = 11,575,170.14509 + 182,542.99490 \left[(m-1) + \frac{1}{0.09021} \right]$ where $m = 1$ represents January 2020
4	Damped	$\hat{Y}_{t+m} = 11,452,229.77162 + 54,630.58116 \sum_{i=1}^m (0.99917)^i$ where $m = 1$ represents January 2020
5	Simple Seasonal	where \hat{S}_t are shown in Table 4
6	Winters' Additive	$\hat{Y}_{t+m} = (11,309,044.65961 + 62,226.92372m) + \hat{S}_t$ where $m = 1$ represents January 2020 and \hat{S}_t are shown in Table 4
7	Winters' Multiplicative	$\hat{Y}_{t+m} = (15,836,737.29702 + 62,246.09113m)\hat{S}_t$ where $m = 1$ represents January 2020 and \hat{S}_t are shown in Table 4

Table 4 Seasonal index from simple seasonal exponential smoothing method, Winters' additive exponential smoothing method, and Winters' multiplicative exponential smoothing method

Month	\hat{S}_t from Simple seasonal	\hat{S}_t from Winters' additive	\hat{S}_t from Winters' multiplicative
JAN	-1,060,666	-718,397	0.73464
FEB	-2,777,536	-2,497,492	0.50286
MAR	34,064	251,879	0.84302
APR	-2,065,315	-1,909,731	0.51896
MAY	501,127	594,479	0.86433
JUN	1,105,242	1,136,361	0.88724

Table 4 (Continue)

Month	\hat{S}_t from Simple seasonal	\hat{S}_t from Winters' additive	\hat{S}_t from Winters' multiplicative
JUL	2,354,565	2,323,453	1.01828
AUG	1,800,873	1,707,532	0.84315
SEP	-389,619	-545,187	0.67081
OCT	-467,109	-684,899	0.64477
NOV	357,307	77,304	0.78368
DEC	607,079	264,877	0.80676

Table 5 The results of checking the assumptions of the forecasting models

No.	Forecasting Methods	Ljung-Box Q	<i>p</i> -value	KS test	<i>p</i> -value	Runs test	<i>p</i> -value	t-test	<i>p</i> -value	Levene statistic	<i>p</i> -value
1	Box-Jenkins	8.877	0.918	1.301	0.068	1.069	0.285	1.129	0.262	0.442	0.933
2	Holt	17.616	0.347	0.942	0.338	-0.387	0.699	0.057	0.955	0.426	0.941
3	Brown	22.799	0.156	0.798	0.547	-1.547	0.122	0.456	0.650	0.534	0.876
4	Damped	17.624	0.283	0.936	0.344	-0.387	0.699	0.116	0.908	0.428	0.940
5	Simple seasonal	24.457	0.080	0.737	0.650	-1.547	0.122	0.413	0.681	0.422	0.943
6	Winters' additive	24.848	0.052	0.753	0.622	-1.160	0.246	0.001	0.999	0.422	0.943
7	Winters' multiplicative	24.416	0.058	0.695	0.720	-1.934	0.053	-0.377	0.707	0.520	0.885

เมื่อใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างขึ้น (Table 3) สำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกพริกไทยชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 จากนั้นเปรียบเทียบค่าพยากรณ์กับค่าจริงโดยการคำนวณค่า MAPE และ RMSE พบว่าตัวแบบพยากรณ์ของวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์มีความแม่นยำมากที่สุดในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกพริกไทย โดยมีความผิดพลาดจากการ

พยากรณ์ร้อยละ 37.5661 (MAPE=37.5661) หรือมีความผิดพลาดจากการพยากรณ์ 5,466,138 บาท (RMSE =5,466,138) (Table 6) ซึ่งทั้ง 2 เกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์ให้ผลเป็นไปในทิศทางเดียวกัน จึงทำให้น่าเชื่อถือได้มากยิ่งขึ้นว่าตัวแบบดังกล่าวมีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด

Table 6 MAPE and RMSE of the second dataset

Forecasting methods	MAPE	RMSE	Forecasting methods	MAPE	RMSE
Box-Jenkins	37.5661	5,466,138	Simple seasonal	41.5127	5,968,671
Holt	38.5674	5,491,536	Winters' additive	42.7488	5,819,869
Brown	56.1100	5,904,820	Winters' multiplicative	47.1831	5,794,094
Damped	38.1491	5,491,688			

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการตรวจสอบแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพริกไทยชุดที่ 1 ที่พบว่า อนุกรมเวลาชุดนี้มีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มโดยไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล ดังนั้นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมควรจะเป็นวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่มีตัวแบบ ARIMA (p, d, q) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก (Ket-iam, 2005; Manmin, 2006) สอดคล้องกับผลการศึกษาคั้งนี้ที่พบว่า วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่มีตัวแบบ ARIMA (1, 1, 1) ไม่มีพจน์ค่าคงตัว ให้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความแม่นยำมากที่สุด อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาคั้งนี้ พบว่า วิธีการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำมากที่สุดกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้ม แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลคือ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ แตกต่างจากการศึกษาของ Riansut (2019) ที่พบว่า วิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุดคือ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก อาจเนื่องมาจากข้อมูลที่น่ามาศึกษาเป็นคนละประเภทและคนละช่วงเวลา จึงมีการเคลื่อนไหวที่ต่างกันไป ถึงแม้ว่าจะเป็นข้อมูลที่มีแนวโน้มเหมือนกัน แต่แนวโน้มที่พบเป็นคนละลักษณะกัน เมื่อใช้วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกพริกไทยตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 พบว่า มูลค่าการ

ส่งออกพริกไทยยังคงมีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มในลักษณะคงที่ (Table 7 และ Figure 3) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาที่ Figure 3 พบว่าค่าพยากรณ์ของวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์มีความแตกต่างจากข้อมูลจริงอยู่บ้างทั้งในข้อมูลชุดที่ 1 และ 2 อาจเนื่องมาจากมูลค่าการส่งออกมีค่าอยู่ในช่วงหลักล้านถึงหลักสิบล้าน ทำให้ค่าพยากรณ์ที่ได้มีความคลาดเคลื่อนสูง เช่น มูลค่าการส่งออกในเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 เท่ากับ 11,256,048 บาท ค่าพยากรณ์เท่ากับ 10,910,535 บาท ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 345,513 บาท เมื่อนำมาคำนวณค่า MAPE และ RMSE จึงทำให้มีค่าค่อนข้างสูง อีกทั้งข้อมูลชุดที่ 1 ในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและมีความผันผวนสูงกว่าข้อมูลในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2561 ที่มีแนวโน้มคงที่ เมื่อนำมาสร้างตัวแบบพยากรณ์อาจส่งผลให้ความถูกต้องของตัวแบบลดลงได้ นอกจากนี้การศึกษาคั้งนี้ได้พิจารณาเพียงปัจจัยเวลาเท่านั้นในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ ซึ่งมูลค่าการส่งออกพริกไทยมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ และการเปลี่ยนแปลงอาจเกิดจากปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากปัจจัยเวลา ดังนั้น เมื่อมีปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของมูลค่าการส่งออกพริกไทยหรือมีข้อมูลที่เป็นปัจจุบันมากขึ้น ผู้วิจัยควรมานำมาปรับปรุงตัวแบบเพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น สำหรับใช้ในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกพริกไทยในอนาคตต่อไป

Table 7 Forecast values of the export value of pepper

Time	Forecast values						
NOV 2020	11,758,937	MAR 2021	11,759,032	JUL 2021	11,759,035	NOV 2021	11,759,035
DEC 2020	11,758,995	APR 2021	11,759,034	AUG 2021	11,759,035	DEC 2021	11,759,035
JAN 2021	11,759,019	MAY 2021	11,759,034	SEP 2021	11,759,035		
FEB 2021	11,759,028	JUN 2021	11,759,035	OCT 2021	11,759,035		

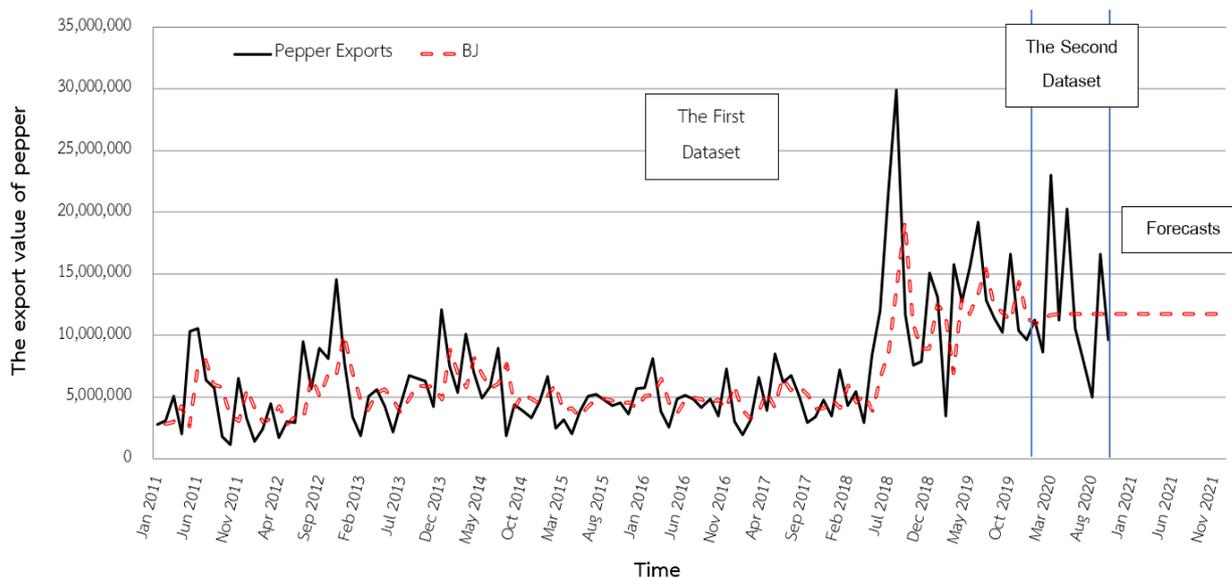


Figure 3 Comparison between the export value of pepper and its forecasts from Box–Jenkins method (ARIMA (1, 1, 1) with no constant)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการสร้างและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกพริกไทยด้วยวิธีการทางสถิติ 7 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ผลการศึกษาพบว่า วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์มีความแม่นยำมากที่สุด ซึ่งมีตัวแบบพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_t = 1.40384Y_{t-1} - 0.40384Y_{t-2} - 0.88690e_{t-1}$$

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลการส่งออกพริกไทย

เอกสารอ้างอิง

- Box, G.E.P., G.M. Jenkins and G.C. Reinsel. 1994. **Time Series Analysis: Forecasting and Control**. 3rd Ed. New Jersey: Prentice Hall. 438 p.
- Inkhong, P. 2005. **An Analysis of Price Transmission and Speed of Price Adjustment of Thai Pepper**. Master Thesis. Kasetsart University. 113 p. [in Thai]
- Ket-iam, S. 2005. **Forecasting Technique**. 2nd Ed. Songkhla: Thaksin University. 328 p. [in Thai]
- Khoka, A. 2017. Phytochemicals from *Piper Nigrum* and their pharmacological effects. **PKRU SciTech Journal** 1(2): 28-39. [in Thai]
- Luangtong, N. and N. Kantanatha. 2016. Selection of the appropriate agricultural yield forecasting models. **Thai Science and Technology Journal** 24(3): 370-381. [in Thai]
- Manmin, M. 2006. **Time Series and Forecasting**. Bangkok: Foreprinting. 448 p. [in Thai]
- Office of Agricultural Economics. 2020. **Export statistics of black or white pepper from 2011 to 2020**. [Online]. Available http://impexp.oae.go.th/service/export.php?S_YEAR=2554&E_YEAR=2563&PRODUCT_GROUP=5251&PRODUCT_ID=3826&wf_search=&WF_SEARCH=Y#export (15 December 2020).
- Riansut, W. 2018. Comparison of tangerine prices forecast model by exponential smoothing methods. **Thai Journal of Science and Technology** 7(Suppl.5): 460-470. [in Thai]
- _____. 2019. Forecasting the prices of black pepper. **RMUTP Research Journal** 13(2): 93-105. [in Thai]

การจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้งของเกษตรกรผู้ใช้น้ำ
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
Water Management for Agriculture during Drought of Farmers Using Water
under Mae Faek-Mae Ngat Operation and Maintenance Project,
Sansai District, Chiang Mai

พหล ศักดิ์คะทัศน์* พุฒิสรรค์ เครือคำ กังสดาล กนกพงษ์

Phahol Sakkatat*, Phutthisun Kruekum and Kangsadan Kanokhong

สาขาวิชาการส่งเสริมและสื่อสารเกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Department of Agricultural Extension and Communication, Faculty of Agricultural Production, Maejo University
Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: phahol@mju.ac.th

Received: June 05, 2020

Revised: July 08, 2021

Accepted: September 16, 2021

Abstract

This study was conducted to investigate: 1) water management strategies employed by during drought; 2) factors affecting which aspect of water management for agriculture during drought; and 3) guidelines for the management of water during drought. A set of questionnaires was used for data collection administered with a sample group of 305 farmers using water of Mae Faek–Mae Ngat operation and maintenance project. Obtained data were analyzed by using descriptive statistics and multiple regression. Result of the study revealed that, as a whole, the responds had moderate level of water management for agriculture ($\bar{X}=3.17$). Based on its details, the reduction of an amount of water used for agriculture was found to have the highest average mean score. This was followed by management of water resource conservation; change of culverted plant varieties; cultivation area management; and finding new water sources. The following had an effect on water management for agriculture during drought with a statistical significance level (Sig.<0.05): farming area; information perception about water management; and irrigational personnel contact. The following were guidelines for water management for agriculture during drought: 1) expansion of water supply area; 2) repairing irrigation canals before the growing season; 3) making a survey for the construction of new water storage sources; 4) support on reforestation in water shade areas; 5) setting a policy on measure to prevent forest encroachment or deforestation; 6) support on knowledge transfer about appropriate use of water for agricultural during

drought; and 7) providing an opportunity for farmers and concerned private agencies to participate in the determination of water management direction and readiness preparation together with concerned public agencies.

Keywords: irrigational water users' group, water management during drought, Mae Faek–Mae Ngat operation and maintenance project

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) การจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้ง 2) ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้ง และ 3) แนวทางการจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้ง เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกร ซึ่งเป็นผู้ใช้น้ำชลประทานของฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 305 คน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติสถิติเชิงพรรณนา และการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ ผลการศึกษาพบว่า 1) เกษตรกรผู้ใช้น้ำมีการจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้งโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.17) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ด้านการลดปริมาณการใช้น้ำ รองลงมา ได้แก่ ด้านการจัดการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ ด้านการปรับเปลี่ยนชนิดพืชที่ปลูก ด้านการจัดการพื้นที่ปลูก และด้านการหาแหล่งน้ำใหม่ 2) ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sig.<0.05) ได้แก่ พื้นที่ทำการเกษตร การได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการน้ำ และการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ชลประทาน 3) แนวทางการจัดการน้ำในภาวะภัยแล้งของสมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัด ได้แก่ (1) การขยายพื้นที่การส่งน้ำให้เข้าถึงพื้นที่ทางการเกษตรอย่างทั่วถึง (2) การซ่อมแซมคลองชลประทานที่ชำรุดให้แล้วเสร็จก่อนเริ่มฤดูกาลเพาะปลูก (3) การสำรวจพื้นที่สำหรับการสร้างแหล่งกักเก็บน้ำสำรองเพื่อการเกษตร (4) การสนับสนุนให้มีโครงการส่งเสริมการปลูก

ป่าในพื้นที่แหล่งต้นน้ำ (5) มีการจัดทำนโยบายหรือมาตรการป้องกันการตัดไม้และการเผาป่าแบบมีส่วนร่วมระหว่างชุมชนต้นน้ำและปลายน้ำ (6) การสนับสนุนให้เกิดโครงการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับการใช้น้ำเพื่อการเกษตรอย่างเหมาะสมในสภาวะภัยแล้ง และ (7) การเปิดโอกาสให้เกษตรกรและหน่วยงานพัฒนาภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการกำหนดทิศทางการจัดการและการเตรียมความพร้อมรับมือกับภัยแล้งร่วมกับหน่วยงานภาครัฐ

คำสำคัญ: กลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทาน การจัดการน้ำในภาวะภัยแล้ง โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัด

คำนำ

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการทำการเกษตร โดยปัจจุบันภาครัฐได้นำระบบชลประทานมาใช้เพื่อจัดสรรน้ำและการส่งน้ำให้ไปถึงพื้นที่การเกษตรในเวลาและปริมาณตามความต้องการของแต่ละพื้นที่ เพื่อให้การดำเนินการผลิตทางการเกษตรนั้นเกิดผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุด อีกทั้งการบริหารจัดการน้ำในระบบชลประทานยังได้ควบคุมพื้นที่ที่มีปริมาณมากเกินความต้องการออกจากพื้นที่ เพื่อสร้างสภาพของพื้นที่ให้เหมาะกับการทำการเกษตรมากที่สุด โดยมีการก่อสร้างระบบการเก็บกักน้ำ และระบบการส่งน้ำ เช่น การสร้างเขื่อน และอ่างเก็บน้ำเพื่ออำนวยความสะดวกและให้มีน้ำที่เพียงพอต่อการทำการเกษตรตลอดทั้งฤดูกาล ซึ่งผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการบริหารจัดการน้ำนอกจากจะมีเจ้าหน้าที่ชลประทาน

จากหน่วยงานของรัฐเป็นผู้ดูแลการส่งน้ำและบำรุงรักษาแล้วยังมีกลุ่มเกษตรกรผู้ใช้น้ำชลประทานซึ่งมีส่วนในการสนับสนุนการทำงานของรัฐบาลทั้งในด้านวิชาการ การบริหารจัดการน้ำ การซ่อมแซมบำรุงรักษา และการปรับปรุงระบบชลประทาน เพื่อให้การบริหารจัดการชลประทานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด (Royal Irrigation Department, 2011a) เนื่องจากระบบชลประทานของรัฐเป็นระบบที่ต้องรับผิดชอบและให้บริการกับกลุ่มเกษตรกรผู้ใช้น้ำซึ่งมีจำนวนมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดปัญหาเรื่องความไม่พอดีในการจัดสรรน้ำ การส่งน้ำและระบายน้ำ รวมถึงการรับมือกับการเกิดน้ำท่วมหรือน้ำขาดแคลนในพื้นที่เพาะปลูก ส่งผลให้ทางโครงการชลประทานไม่สามารถให้บริการแก่สมาชิกได้อย่างทั่วถึง

จึงกล่าวได้ว่ากลุ่มผู้ใช้น้ำถูกจัดตั้งขึ้นมาเพื่อเป็นตัวกลางประสานผลประโยชน์และดูแลการสร้างความร่วมมือในหมู่ของเกษตรกรที่เป็นสมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทานให้ช่วยกันดูแลบำรุงรักษาคลองชลประทานตลอดจนมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการให้มีการจัดส่งน้ำอย่างเพียงพอไปยังพื้นที่ทางการเกษตร (Royal Irrigation Department, 2011b) ดังเช่นโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเริ่มก่อสร้างในปี พ.ศ. 2472 แล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2479 โดยดำเนินการก่อสร้างกันลำนํ้าปัง เพื่อส่งน้ำให้แก่พื้นที่ชลประทานในเขตอำเภอสันทรายและใกล้เคียงประมาณ 70,000 ไร่ ต่อมามีการสร้างฝายทดน้ำ คือฝายสินธุกิจปรีชา กันลำนํ้าแม่ปังที่บริเวณบ้านสหกรณ์ตำบลแม่แฝก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ และดำเนินการก่อสร้างคลองส่งน้ำสายใหญ่แม่แฝกและอาคารชลประทาน เริ่มจากกิโลเมตรที่ 0+00 ถึงกิโลเมตรที่ 36+00 ความยาว 36.00 กิโลเมตร พร้อมได้ก่อสร้างคลองซอยและอาคารชลประทาน ตั้งแต่คลองซอย 1 ขวา ถึง คลองซอย 16 ขวา จำนวน 16 คลองซอย ทั้งนี้โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัด เป็นโครงการชลประทานขนาดใหญ่มีผู้ดูแลและรับผิดชอบในการบริหารจัดการชลประทานโดยแบ่งออกเป็นการบริหาร

จัดการชลประทานเป็นฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษา 3 ฝ่าย คือ 1) ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 ตั้งอยู่ที่ตำบลแม่แฝก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 2) ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2 ตั้งอยู่ที่ตำบลเมืองเส้น อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ และ 3) ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3 ตั้งอยู่ที่ตำบลช่อแล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ (Thipparatanadetch, 2012)

อย่างไรก็ตามตั้งแต่ปลายปี พ.ศ. 2558 จนถึงกลางปี พ.ศ. 2559 ได้เกิดปัญหาภัยแล้งในเขตภาคเหนือเนื่องจากมีฝนตกน้อยและเกิดปรากฏการณ์ฝนทิ้งช่วงอย่างยาวนาน (Hydro-Informatics Institute, 2016) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญทำให้ลำนํ้าปังแห้งขอดเป็นบางช่วงจนกระทบต่อการเปิดปิดประตูระบายน้ำของพื้นที่ในโครงการชลประทานแม่แฝก-แม่จัด ในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ไม่เป็นไปตามปกติ กล่าวคือ ลดการเปิดนํ้าลง ส่งผลให้เกิดปัญหาต่อการปลูกพืชของเกษตรกร เช่น การได้ผลผลิตที่ไม่ได้คุณภาพหรือปริมาณตามที่ตลาดรับซื้อต้องการ การลดพื้นที่การทํานาปรัง การปรับเปลี่ยนชนิดพืชบางส่วนโดยหันมาปลูกพืชใช้นํ้าน้อยทดแทน หรือในเกษตรกรบางรายต้องยุติการปลูกพืช โดยปัญหาดังกล่าวทำให้เกษตรกรเกิดการสูญเสียรายได้ อันเป็นข้อจำกัดหนึ่งที่ทำให้การพัฒนาคุณภาพชีวิตของเกษตรกรหรือสมาชิกในครอบครัวเกษตรกรเป็นไปอย่างยากลำบาก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการศึกษาการจัดการน้ำสำหรับการทำการเกษตรในภาวะภัยแล้งและปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำสำหรับการทำการเกษตรในภาวะภัยแล้ง ตลอดจนแนวทางการจัดการน้ำสำหรับการทำการเกษตรในภาวะภัยแล้ง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดนโยบาย แผน หรือโครงการพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความมั่นคงให้แก่เกษตรกรในการทำการเกษตรในช่วงฝนทิ้งช่วงหรือช่วงฤดูแล้ง รวมถึงโครงการที่มุ่งเน้นการสร้าง ความยั่งยืนในการใช้นํ้าเพื่อทำการเกษตรในระยะยาวให้แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการจัดการและพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรในเขตอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัย คือ กลุ่มเกษตรกรผู้ใช้น้ำในพื้นที่ฝายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัต อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จากพื้นที่ความรับผิดชอบในการส่งน้ำจำนวน 8 คลองซอย ได้แก่ 1) คลองซอย 10 ขวา ครอบคลุมเขตเทศบาลตำบลหนองหาร และเทศบาลเมืองแม่ใจ 2) คลองซอย 10.5 ขวา ครอบคลุมเขตเทศบาลตำบลหนองหาร และเทศบาลเมืองแม่ใจ 3) คลองซอย 11 ขวา ครอบคลุมเขตเทศบาลตำบลหนองหาร และเทศบาลเมืองแม่ใจ 4) คลองซอย 12 ขวา ครอบคลุมเขตเทศบาลตำบลหนองหาร และเทศบาลเมืองแม่ใจ 5) คลองซอย 13 ขวา ครอบคลุมเขตเทศบาลตำบลป่าไผ่ และเทศบาลเมืองแม่ใจ 6) คลองซอย 14 ขวา ครอบคลุมเขตเทศบาลตำบลป่าไผ่ 7) คลองซอย 15 ขวา ครอบคลุมเขตเทศบาลตำบลเมืองเส้น เทศบาลเมืองแม่ใจ และเทศบาลตำบลหนองจ่อม และ 8) คลองซอย 16 ขวา ครอบคลุมเขตเทศบาลตำบลเมืองเส้น เทศบาลตำบลสันทรายหลวง และเทศบาลตำบลหนองจ่อม ซึ่งมีจำนวนเกษตรกรผู้ใช้น้ำ 1,284 คน

เมื่อได้จำนวนเกษตรกรผู้ใช้น้ำ (ประชากร) แล้วจึงกำหนดขนาดตัวอย่างตามสูตรของ Yamane (1973) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนที่ระดับ 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้ใช้น้ำจำนวน 305 คน จากนั้นทำการเปรียบเทียบสัดส่วนขนาดตัวอย่างทั้งหมดกับจำนวนเกษตรกรผู้ใช้น้ำในแต่ละหมู่บ้านที่อยู่ในพื้นที่รับผิดชอบส่งน้ำแต่ละคลองซอย เพื่อหาขนาดตัวอย่างเกษตรกรผู้ใช้น้ำรายหมู่บ้าน และทำการสุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยตารางเลขสุ่ม จากการเรียงตามลำดับบ้านเลขที่ของเกษตรกรผู้ใช้น้ำในแต่ละหมู่บ้านที่อยู่ในเขตพื้นที่รับผิดชอบส่งน้ำของแต่ละคลองซอย เพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษา โดยการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาการจัดการน้ำสำหรับการทำการเกษตรในภาวะภัยแล้งของกลุ่มเกษตรกรผู้ใช้น้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัต

อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2558-2559 ซึ่งได้ดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2560 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัยมีแหล่งที่มาของข้อมูลเป็นข้อมูลประเภทปฐมภูมิ จากการสอบถามกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้ใช้น้ำในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัต โดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกรผู้ใช้น้ำ 2) การจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้งของกลุ่มเกษตรกรผู้ใช้น้ำ และ 3) ความต้องการของเกษตรกรในการจัดการน้ำในสภาวะภัยแล้งของสมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัต

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้สถิติพรรณนาและสถิติเชิงอนุมานในการวิเคราะห์ข้อมูล และได้มีการใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ช่วยในการบันทึก จัดการ และการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการวิเคราะห์ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม และการจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้งของกลุ่มเกษตรกรผู้ใช้น้ำ

1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงอนุมาน โดยการใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม 1 ตัว กับตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป (Vanichbuncha, 2018) ว่าตัวแปรอิสระ

ใดมีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือเชิงลบ มีระดับความสัมพันธ์มากน้อยเพียงใด และมีความสัมพันธ์กันอย่างไรมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรตาม คือ การจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้งหรือไม่

การศึกษาในครั้งนี้ได้คัดเลือกตัวแปรอิสระจากการทบทวนวรรณกรรมทั้งหมด 13 ตัวแปร โดยได้กำหนดรหัสและหน่วยการวัดของตัวแปร ดังนี้ เพศ (GEN: ชาย=1, หญิง=0) อายุ (Age: จำนวนปี) สถานภาพทางกรมธรรม์ (STAT: สถานภาพสมรส=1, สถานภาพอื่น ๆ=0) ระดับการศึกษา (EDU: ประถมศึกษาหรือต่ำกว่า=0, สูงกว่าประถมศึกษา=1) จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (HOU: จำนวนคน) พื้นที่ทำการเกษตร (FARM: ไร่) รายได้ภาคการเกษตร (AINC: บาท/ปี) ระยะเวลาการอาศัยอยู่ในชุมชน (LEN: จำนวนปี) ประสบการณ์การใช้น้ำชลประทาน (EXP: จำนวนปี) การเข้าร่วมเป็นสมาชิกผู้ใช้น้ำชลประทาน (MEM: จำนวนปี) การได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการน้ำ (INF: ได้รับจากผู้นำชุมชน=1, ได้รับจากแหล่งอื่น ๆ =0) การติดต่อเจ้าหน้าที่ชลประทาน (CONT: ครั้ง/ปี) และการเข้าร่วมฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัดการน้ำในภาวะภัยแล้ง (TRAIN: ครั้ง/ปี) ในการตรวจสอบปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยกันเองสูง (Multicollinearity) โดยใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Saipatthana and Piyapimonsit, 2004) ซึ่งพบว่าไม่มีตัวแปรอิสระคู่ใดมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) สูงกว่า 0.80 อันจะเป็นการละเมิดเงื่อนไขเบื้องต้นของการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Prasitratsin, 2003) ดังนั้นจึงสามารถนำเอาตัวแปรอิสระทั้งหมดไปวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้งได้

2. การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพด้วยวิธีการจัดประเภทและจัดกลุ่ม (Categorize and Sort) (Kessung, 2016) ของข้อมูลความต้องการของเกษตรกรในการจัดการน้ำในภาวะภัยแล้งเพื่อนำไปสู่การได้แนวทางการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในภาวะภัยแล้งของกลุ่มเกษตรกรผู้ใช้น้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่แตง

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกรผู้ใช้น้ำ

ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรผู้ใช้น้ำส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 40 ปี มีสถานภาพสมรส สำเร็จการศึกษาในระดับประถมศึกษา มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4 คน มีพื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 1.63 ไร่ มีรายได้ในภาคการเกษตรเฉลี่ย 55,573.77 บาทต่อปี มีระยะเวลาการอาศัยอยู่ในชุมชนเฉลี่ย 49 ปี มีประสบการณ์การใช้น้ำชลประทานเฉลี่ย 40 ปี ได้เข้าร่วมเป็นสมาชิกผู้ใช้น้ำชลประทานเฉลี่ย 13 ปี ส่วนใหญ่ได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการใช้น้ำชลประทานจากผู้นำชุมชน มีการติดต่อเจ้าหน้าที่ชลประทานเฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี และได้เข้าร่วมการฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัดการน้ำในภาวะภัยแล้งเฉลี่ย 2 ครั้งต่อปี

การจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้งของกลุ่มเกษตรกรผู้ใช้น้ำ

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มเกษตรกรผู้ใช้น้ำมีการจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้งอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.17) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อยของการจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้งเป็นรายด้าน พบว่าด้านการลดปริมาณการใช้น้ำมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.08) รองลงมา ได้แก่ ด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ (ค่าเฉลี่ย 3.59) ด้านปรับเปลี่ยนชนิดพืชที่ทำการเพาะปลูก (ค่าเฉลี่ย 3.08) ด้านการจัดการพื้นที่ปลูก (ค่าเฉลี่ย 2.70) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ด้านการหาแหล่งน้ำใหม่ (ค่าเฉลี่ย 2.48) (Table 1)

โดยรายละเอียดการจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้งของกลุ่มเกษตรกรผู้ใช้น้ำในแต่ละด้านมีรายละเอียดดังนี้ 1) ด้านการลดปริมาณการใช้น้ำพบว่าเกษตรกรมีการมีการใช้วัสดุคลุมดิน เช่น พลาสติกสำหรับคลุมแปลงปลูก หรือใช้ฟางข้าวเพื่อให้ดินมีความชื้นยาวนานขึ้น และมีการควบคุมเวลาการให้น้ำพืชอย่างเป็นเวลา 2) ด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำพบว่า เกษตรกรมี

การดูแลรักษาแหล่งน้ำธรรมชาติและไม่ปล่อยมลพิษหรือสารเคมีลงสู่แหล่งน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัด 3) ด้านการปรับเปลี่ยนชนิดพืชที่ทำการเพาะปลูกพบว่า เกษตรกรมีการแบ่งพื้นที่บางส่วนเพื่อปลูกพืชทดแทนที่มีการคัดเลือกสายพันธุ์พืชที่ทนทานต่อภัยแล้งหรือใช้น้ำน้อย 4) ด้านการจัดการพื้นที่ปลูกพบว่า เกษตรกรมีการลดพื้นที่การทำ

เกษตรกรให้น้อยลง และมีการแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วน ๆ เพื่อทำการปลูกพืชชนิดอื่นเสริม และ 5) ด้านการหาแหล่งน้ำใหม่พบว่า เกษตรกรมีการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลและทำการสูบน้ำจากแหล่งอื่น ๆ ที่ไม่ใช้น้ำจากคลองชลประทานมาใช้ในทำการเกษตรของตนเอง (Table 1)

Table 1 Mean and standard deviation of the extent of water management for agriculture during drought of farmers using water under Mae Faek–Mae Ngat operation and maintenance project (n=305)

Water management for agriculture during drought	\bar{x}	SD	Extent of management
Finding new water sources	2.48	0.01	Low
Change of cultivated plant varieties	3.08	0.15	Moderate
Planting area	2.70	0.21	Moderate
Water consumption reduction	4.08	0.99	High
Conservation of water resources	3.59	0.14	High
Overall	3.17	0.13	Moderate

4.51-5.00 = Highest 3.51-4.50 = High 2.51 -3.50 = Moderate 1.51-2.50 = Low 1.0 -1.50 = Lowest

ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้งของกลุ่มเกษตรกรผู้ใช้น้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัด

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้งของกลุ่มเกษตรกรผู้ใช้น้ำพบว่า ค่า Sig. เท่ากับ 0.000 ซึ่งแสดงว่ามีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวแปร ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม (การจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้ง) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระที่มีผลต่อการจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้งอย่างมีนัยสำคัญ พบว่ามีจำนวนทั้งหมด 3 ตัวแปร คือ พื้นที่ทำการเกษตร การได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการน้ำ และการติดต่อเจ้าหน้าที่ชลประทาน ซึ่งทั้ง 3 ตัวแปรมีความสัมพันธ์กับ

ตัวแปรตามในเชิงบวก โดยตัวแปรอิสระทั้งหมด 13 ตัวแปร สามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม คือ การจัดการน้ำสำหรับการทำเกษตรกรรมในภาวะภัยแล้งได้ร้อยละ 28.20 ($R^2=0.282$) (Table 2) โดยสามารถอธิบายตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรตามได้ ดังนี้

1. พื้นที่ทำการเกษตรสามารถอธิบายได้ว่า เมื่อเกษตรกรผู้ใช้น้ำมีจำนวนพื้นที่ทำการเกษตรเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้มีการจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้งเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มหรือการลงทุนขยายพื้นที่ในการทำการเกษตรในช่วงฝนทิ้งช่วงหรือช่วงที่เกิดภัยแล้งนั้น การวางแผนเพื่อให้มีแหล่งน้ำที่มีปริมาณเพียงพอจึงถือเป็นหลักประกันที่จะทำให้ผลผลิตทางการเกษตรของเกษตรกรมีคุณภาพและได้ปริมาณตามที่

ต้องการ เพื่อยกระดับรายได้และคุณภาพชีวิตของเกษตรกรและครอบครัวให้ดีขึ้น ซึ่งถือเป็นผลประโยชน์หลักจากการทำการเกษตร โดยการศึกษาดังกล่าวได้สอดคล้องกับการศึกษาของ Simsuy (2013) พบว่าการใช้ประโยชน์จากที่ดินส่งผลให้รูปแบบการจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ชาน จังหวัดเชียงใหม่ มีการปรับตัวให้ทันและสอดคล้องต่อการเปลี่ยนแปลงเพื่อการคงอยู่ของสถาบันจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในพื้นที่ให้มากยิ่งขึ้น และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Jitae (2019) ที่พบว่า การใช้ประโยชน์จากแม่น้ำลี้ด้านการเกษตร มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการมีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากรน้ำของเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำลี้ จังหวัดลำพูน

2. การติดต่อเจ้าหน้าที่ชลประทาน สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อเกษตรกรผู้ใช้น้ำมีการติดต่อเจ้าหน้าที่ชลประทานเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้มีการจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้งมากขึ้น กล่าวคือการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ชลประทานนั้น ทำให้เกษตรกรมีโอกาสสร้างความเข้าใจจากการสื่อสาร แลกเปลี่ยนข้อมูล หรือสะท้อนปัญหาการใช้น้ำจากคลองชลประทาน ตลอดจนได้ทราบถึงแนวทางการจัดสรรน้ำเพื่อทำการเกษตรในช่วงภัยแล้งได้โดยตรงกับเจ้าหน้าที่ ซึ่งเกษตรกรสามารถนำข้อมูลที่รับรู้มาปรับใช้เพื่อเตรียมความพร้อมในการบริหารจัดการน้ำในการทำการเกษตรของตนเองให้เหมาะสมการสถานการณ์ภัยแล้งได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้อง

กับการศึกษาของ Chompooming *et al.* (2015) ที่พบว่าหนึ่งในปัจจัยสู่ความสำเร็จในการจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำยม คือ การสื่อสารเพื่อสร้างความเข้าใจทั้งภายในและภายนอกชุมชน โดยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการกำกับดูแลทรัพยากรน้ำพื้นที่ลุ่มน้ำยมได้มีการจัดสรรบุคลากรที่มีความสามารถในการสร้างเครือข่ายสื่อท้องถิ่นในการติดต่อ และเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ เพื่อให้ประชาชนในพื้นที่ได้ทราบถึงและเข้าร่วมกิจกรรมได้มากยิ่งขึ้น

3. การได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการน้ำสามารถอธิบายได้ว่า เมื่อเกษตรกรผู้ใช้น้ำมีการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการน้ำเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้มีระดับการจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้งมากขึ้น ซึ่งการได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการน้ำในช่วงภัยแล้งทำให้เกษตรกรมีข้อมูลเพื่อช่วยในการวางแผนการใช้น้ำในการดำเนินกิจกรรมการเพาะปลูกของตนเอง ตลอดจนสามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อเตรียมความพร้อมหรือการปรับเปลี่ยนการผลิตของตนเองให้สอดคล้องกับปริมาณหรือแหล่งน้ำที่ตนเองมีอยู่ ซึ่งผลการศึกษาสามารถสนับสนุนได้จากการศึกษาของ Klinsreesuk *et al.* (2017) พบว่าการรับรู้ข้อมูลข่าวสารมีอิทธิพลทางตรงต่อประสิทธิผลการบริหารจัดการน้ำแบบมีส่วนร่วมของประชาชนในเขตพื้นที่สำนักงานชลประทานที่ 11 กรมชลประทาน

Table 2 Factors affecting water management for agriculture during drought of farmers using water under Mae Faek-Mae Ngat operation and maintenance project, Sansai district, Chiang Mai

Independent variables	Dependent variable		
	Water management for agriculture during drought of farmers		
	B	t	Sig.
Gender (GEN)	0.068	0.710	0.143
Age (AGE)	0.023	-0.519	0.121
Marital status (STAT)	0.123	-0.928	0.354
Education (EDU)	0.057	0.423	0.147
Household size (HOU)	0.027	0.316	0.135
Farm size (FARM)	0.116	1.639	0.015*
Agricultural income (AINC)	1.741E-5	0.523	0.518
Length of living in the community (LEN)	0.065	0.891	0.442
Experience using water from irrigation canals (EXP)	0.042	1.124	0.284
Year of member of an irrigation user group (MEM)	0.027	1.048	0.326
Accessibility to information about water management (INF)	0.098	3.163	0.002**
Contact with irrigation department officials (CONT)	0.148	2.457	0.005**
Participation in training related to water management in drought conditions (TRIN)	0.089	0.745	0.093
Constant	2.737	12.764	0.000**
R² = 0.282 (28.20%)	F = 9.243	Sig. of F = 0.000	

* Statistically significant level at 0.05, ** Statistically significant level at 0.01

แนวทางการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในภาวะภัยแล้งของกลุ่มเกษตรกรผู้ใช้น้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัด

การเสนอแนวทางการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในภาวะภัยแล้งของกลุ่มเกษตรกรผู้ใช้น้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัด ได้จากการจัดประเภทและจัดกลุ่มข้อมูลความต้องการของเกษตรกรในการจัดการน้ำในสภาวะภัยแล้ง ซึ่งได้สังเคราะห์ออกเป็นแนวทางการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในภาวะภัยแล้งได้ 3 ด้าน ดังนี้

ด้านการจัดหาแหล่งกักเก็บน้ำ

ผลการศึกษาความต้องการของเกษตรกรพบว่าเกษตรกรมากกว่าครึ่ง มีความต้องการให้มีการสนับสนุนงบประมาณในการเพิ่มหรือขยายแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร (ร้อยละ 59.9) และอีกครั้งหนึ่งต้องการให้มีการซ่อมแซมและปรับปรุงแหล่งน้ำในชุมชนให้มีความลึกมากขึ้น (ร้อยละ 55.0) ตลอดจนต้องการให้มีการสร้างเขื่อนหรือฝายขนาดเล็กเพื่อกักเก็บน้ำ (ร้อยละ 55.0) ดังนั้นแนวทางในการจัดการน้ำเพื่อการทำเกษตรกรรมในภาวะ

ภัยแล้ง คือ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัดควรมีจัดสรรงบประมาณในการขยายพื้นที่การส่งน้ำเข้าถึงพื้นที่ทางการเกษตรอย่างทั่วถึง โดยเฉพาะพื้นที่การเกษตรที่ประสบปัญหาภัยแล้งซ้ำซาก และควรมีการสำรวจคลองชลประทานที่ชำรุดโดยมีการดำเนินการซ่อมแซมให้แล้วเสร็จก่อนเริ่มฤดูการเพาะปลูก รวมถึงมีการสำรวจและจัดเตรียมพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการสร้างแหล่งกักเก็บน้ำในช่วงฤดูฝนเพื่อนำมาใช้ในช่วงฤดูแล้ง

ด้านสิ่งแวดล้อม

ผลการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับความต้องการของเกษตรกรพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ต้องการให้มีการป้องกันการทำลายป่าต้นน้ำ โดยเฉพาะการแก้ไขปัญหาการตัดไม้และการเผาป่า (ร้อยละ 98.7) ตลอดจนต้องการให้มีโครงการส่งเสริมการปลูกป่าเพิ่มมากขึ้น (ร้อยละ 98.7) และต้องการให้มีการรณรงค์หรือการให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้น้ำในดำเนินกิจกรรมทางการเกษตรอย่างคุ้มค่าและประหยัด (ร้อยละ 78.6) ดังนั้นเพื่อเป็นการสนองความต้องการของเกษตรกร ควรมีแนวทางคือ การจัดทำโครงการที่มุ่งเน้นการพัฒนาพื้นที่ป่าต้นน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา แม่แฝก-แม่จัด โดยการบูรณาการร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาพื้นที่ต้นน้ำหรือพื้นที่สูง และควรมีโครงการถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้น้ำเพื่อการทำเกษตรกรรมอย่างเหมาะสมในสภาวะภัยแล้ง

ด้านสังคมและวัฒนธรรม

จากผลการศึกษาพบว่า ส่วนมากเกษตรกรต้องการให้ภาครัฐและภาคเอกชนร่วมมือกันในการเข้ามาแก้ไขปัญหาด้านการเกษตรที่เกิดจากการประสบภัยแล้ง (ร้อยละ 97.8) และรองลงมาคือ เกษตรกรต้องการเป็นส่วนหนึ่งในการจัดการปัญหาภัยแล้งร่วมกับหน่วยงานภาครัฐ (ร้อยละ 70.2) และต้องการให้มีการสร้างความตระหนักหรือการสร้างความร่วมมือให้เกษตรกรรับมือกับปัญหาภัยแล้งในระยะยาวได้ (ร้อยละ 54.4) ดังนั้น

แนวทางที่สามารถตอบสนองความต้องการของเกษตรกรคือ กรมชลประทานและโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัด ซึ่งเป็นหน่วยงานภาครัฐต้องเปิดโอกาสให้เกษตรกรและหน่วยงานพัฒนาภาคเอกชน เข้ามามีส่วนร่วมในการกำหนดทิศทางในการจัดการและการเตรียมความพร้อมรับมือกับภัยแล้ง

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า กลุ่มเกษตรกรผู้ใช้น้ำมีการจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในสภาวะภัยแล้งอยู่ในระดับปานกลาง โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยการจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในสภาวะภัยแล้งมากที่สุด คือ ด้านการจัดการลดปริมาณการใช้น้ำ รองลงมา ได้แก่ ด้านการจัดการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ ด้านปรับเปลี่ยนชนิดพืชที่ทำกรเพาะปลูก ด้านการจัดการพื้นที่ปลูก และด้านการหาแหล่งน้ำใหม่ ในส่วนของปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำสำหรับการทำเกษตรกรรมในสภาวะภัยแล้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ พื้นที่ทำการเกษตร การได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการน้ำ และการติดต่อเจ้าหน้าที่ชลประทาน โดยทั้ง 3 ตัวแปรมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามในเชิงบวก

แนวทางการจัดการน้ำในสภาวะภัยแล้งของเกษตรกรผู้ใช้น้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัดมีทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่

1. ด้านการจัดการแหล่งกักเก็บน้ำ มี 3 แนวทาง คือ 1) ควรมีการขยายพื้นที่การส่งน้ำเข้าถึงพื้นที่ทางการเกษตรอย่างทั่วถึง โดยเฉพาะพื้นที่การเกษตรที่ประสบปัญหาภัยแล้งซ้ำซาก 2) ควรมีการสำรวจคลองชลประทานที่ชำรุดโดยมีการดำเนินการซ่อมแซมให้แล้วเสร็จก่อนเริ่มฤดูการเพาะปลูก 3) ควรมีการสำรวจพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการสร้างแหล่งกักเก็บน้ำในช่วงฤดูฝนเพื่อนำมาใช้ในช่วงฤดูแล้ง

2. ด้านสิ่งแวดล้อม มี 3 แนวทาง คือ 1) ควรสนับสนุนให้มีโครงการส่งเสริมปลูกป่าในพื้นที่แหล่งต้นน้ำ 2) ควรมีการจัดทำนโยบายหรือมาตรการป้องกันการตัดไม้

และการเผาป่าแบบมีส่วนร่วมระหว่างชุมชนต้นน้ำและปลายน้ำ 3) ควรมีโครงการถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้น้ำเพื่อการทำเกษตรกรรมอย่างเหมาะสมในสภาวะภัยแล้ง

3. ด้านสังคมและวัฒนธรรม มี 1 แนวทาง คือ การเปิดโอกาสให้เกษตรกรและหน่วยงานพัฒนาภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการกำหนดทิศทางการจัดการและการเตรียมความพร้อมรับมือกับภัยแล้ง

ข้อเสนอแนะ

1. กรมชลประทานควรร่วมมือกับกรมส่งเสริมการเกษตรในการส่งเสริมให้เกษตรกรนำหลักเกษตรผสมผสานหรือหลักเกษตรทฤษฎีใหม่มาปรับใช้ในการจัดสรรพื้นที่สำหรับการทำการเกษตร โดยเฉพาะการแบ่งพื้นที่บางส่วนเพื่อปลูกพืชที่ทนแล้งหรือใช้น้ำน้อยเพื่อลดความเสี่ยงเมื่อเมื่อพืชหลักที่ปลูกได้รับความเสียหายจากภัยแล้ง

2. โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัดกรมทรัพยากรน้ำบาดาล และสำนักงานเกษตรอำเภอสันทรายควรมีการบูรณาการการทำงานร่วมกันในการสนับสนุนหรือให้แนวทางในการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลให้แก่เกษตรกร ตลอดจนการสำรวจและสร้างแหล่งน้ำสำรองนอกเหนือจากการใช้น้ำจากคลองชลประทานไว้เพื่อใช้เมื่อเกิดวิกฤตการณ์ในช่วงอย่างยาวนาน

3. เจ้าหน้าที่จากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัด ควรมีการเพิ่มช่องทาง หรือการแจ้งข่าวการส่งน้ำหรือช่วงเวลาในการเปิดและปิดการจ่ายน้ำให้เกษตรกรได้ทราบล่วงหน้า โดยประสานความร่วมมือกับผู้นำชุมชนหรือตัวแทนกลุ่มผู้ใช้น้ำในการช่วยประชาสัมพันธ์หรือชี้แจงสร้างความเข้าใจให้แก่เกษตรกร เนื่องจากกลุ่มคนเหล่านี้มีความใกล้ชิดและความสัมพันธ์กับเกษตรกรโดยตรง

4. โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัดควรมีการบูรณาการการทำงานร่วมกับสำนักงานเกษตรอำเภอ

สันทรายและสำนักงานเกษตรอำเภอใกล้เคียง ในการสนับสนุนให้แก่เกษตรกรที่มีขนาดพื้นที่ทำการเกษตรขนาดใหญ่มีการเตรียมความพร้อมของแหล่งน้ำสำรอง และสร้างการมีส่วนร่วมกับเกษตรกรในการติดตามข่าวสารเกี่ยวกับภัยแล้งจากแหล่งข้อมูลข่าวสาร เช่น กรมชลประทาน โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัด และสำนักงานเกษตรอำเภอสันทราย เพื่อใช้ประกอบการวางแผนการใช้น้ำในการดำเนินกิจกรรมทางการเกษตรในช่วงฤดูแล้งได้อย่างเหมาะสม

5. โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัด ควรมีการสร้างช่องทางให้เกษตรกรสามารถติดต่อสอบถามหรือเสนอปัญหาเกี่ยวกับปัญหาการใช้น้ำได้สะดวก รวดเร็ว และง่ายยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการติดต่อผ่านทางสื่อออนไลน์ในสมาร์ตโฟน และการเปิดโทรศัพท์สายตรงในการสอบถามหรือแจ้งปัญหาการใช้น้ำ ตลอดจนการส่งเจ้าหน้าที่ลงสำรวจปัญหาหรือข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้น้ำจากคลองชลประทานจากเกษตรกรโดยตรง เพื่อใช้ประกอบการวางแผนและจัดทำโครงการให้สอดคล้องกับความต้องการของเกษตรกรมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาการจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในสภาวะภัยแล้งของกลุ่มเกษตรกรผู้ใช้น้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 ผู้วิจัยขอขอบคุณสมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ทุกท่านที่ได้เสียสละเวลาในการอนุเคราะห์ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ทุกประการ

เอกสารอ้างอิง

- Chompooming, P., J. Nimpanich, S. Suksamran and W. Wamanond. 2015. Networking Governance in water resources management: case study of Yom river basin region. **The Golden Teak: Humanity and Social Science** 21(3): 145-159. [in Thai].
- Jitae, S. 2019. Participation of farmers, activities in water resource management in Li watershed, Lamphun province. **King Mongkut's Agricultural Journal** 37(3): 519-526. [in Thai].
- Kessung, P. 2016. **Action Research**. Bangkok: Chulalongkorn University Printing House. 301 p.
- Klinsreesuk, R., S. Srisai and J. Vibhatakalasa. 2017. Effective water management with participation of the people in The Regional Irrigation Office 11 Royal Irrigation Department. **VRU Research and Development Journal Science and Technology** 12(3): 167-176. [in Thai]
- Prasitratsin, S. 2003. **Social Research Methodology**. Bangkok: National Institute of Development Administration. 308 p. [in Thai]
- Royal Irrigation Department. 2011a. **Irrigation Water Management Group**. 2nd. Bangkok: Amornprint. 31 p.
- _____. 2011b. **Water Management and Irrigation User Organization Management**. 2nd. Bangkok: Amornprint. 211 p.
- Saipatthana, U. and C. Piyapimonsit. 2004. Collinearity. **Parichart Journal** 17(1): 55-62. [in Thai].
- Thipparatanadetch, S. 2012. **Participatory Development and Water Users Organization Empowerment in Mae Faek-Mae Ngat Operation and Maintenance Project, Sansai District, Chiang Mai**. Doctoral Dissertation. Maejo University. 283 p.
- Vanichbuncha, K. 2018. **Statistics for Research**. 14th. Bangkok: Chulalongkorn University Printing House. 320 p.
- Yamane, T. 1973. **Statistics: An Introductory Analysis**. 3rd. New York: Harper and Row Publication. 1130 p.
- Simsuay, C. 2013. Evolution and changing pattern of water resources management for agriculture in Mae-Khan watershed Chiangmai province. **Romphruek Journal** 31(3): 85-114.
- Hydro-Informatics Institute. 2016. **Record of drought in 2015/2016**. [Online]. Available <https://www.thaiwater.net/current/2016/drought59/drought59.html>. (3 September 2016).

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

บทความทางวิชาการที่ตีพิมพ์ในวารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ปีที่ 39 ฉบับที่ 1-3 ได้รับความอนุเคราะห์พิจารณาความถูกต้องทางวิชาการของบทความจากผู้ทรงคุณวุฒิจากหลากหลายสถาบัน/หน่วยงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ดังรายนามต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

รองศาสตราจารย์ประวิตร พุธานนท์
รองศาสตราจารย์ ดร.อารีย์ เชื้อเมืองพาน
รองศาสตราจารย์ ดร.ลักขณา วัฒนชะชีวกุล
รองศาสตราจารย์ ดร.พุมิสร์ศรี เครือคำ
รองศาสตราจารย์ ดร.จักรพงษ์ พวงงามชื่น
รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภธิดา อ่ำทอง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธีระ เหมฮึก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายสกุล ฟองมูล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริกุล ตุลาสมบัติ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุพเยาว์ คบพิมาย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูษณิศา เตชเถกิง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ โอสถาพันธุ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญญัติ พงศ์พิศาลธรรม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยยศ สัมฤทธิ์สกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิดา พันธุ์มณี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองชัย จูวัฒนสำราญ
อาจารย์ ดร.ปัทมา หาญนอก
อาจารย์ ดร.ขจรเกียรติ ศรีนวลสม

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศาสตราจารย์ ดร.อุทัยรัตน์ ณ นคร
ศาสตราจารย์ ดร.พรทิพภา เล็กเจริญสุข
รองศาสตราจารย์ ดร.อรพินท์ จินตสถาพร
รองศาสตราจารย์ ดร.อภิญา หิรัญวงศ์
รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา ประณีตกุล
รองศาสตราจารย์ ดร.สิริกร กาญจนสุนทร
รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิวิมล มีอำพล

รองศาสตราจารย์ ดร.วิน สุรเชษฐพงษ์
รองศาสตราจารย์ ดร.วราห์ เทพาหุติ
รองศาสตราจารย์ ดร.วรชาติ วิศวพิพัฒน์
รองศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ โอสถสภา
รองศาสตราจารย์ ดร.พัฒนา สุขประเสริฐ
รองศาสตราจารย์ ดร.ประพิณวดี ศิริศุภลักษณ์
รองศาสตราจารย์ ดร.นันทศักดิ์ ปิ่นแก้ว
รองศาสตราจารย์ ดร.ธานี ศรีวงศ์ชัย
รองศาสตราจารย์ ดร.จวงจันทร์ ดวงพัตรา
รองศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ โอสถสภา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาภรณ์ เลิศศิริ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธานินทร์ คงศิลา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสกสม อาตมางกูร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ศาสตราจารย์ เกียรติคุณ ดร.दनัย บุญเกียรติ
รองศาสตราจารย์พิษณุ เจียวคุณ
รองศาสตราจารย์ ดร.สมจิตร อยู่เป็นสุข
รองศาสตราจารย์ ดร.วรทัศน์ อินทร์คัมพร
รองศาสตราจารย์ ดร.จิรวรรณ ฉายสุวรรณ
รองศาสตราจารย์ ดร.เขาวเรศ เขาวพูนผล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพันธุ์ ประภาติกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกศินี เกตุพยัคฆ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญชัย แสงชโยสวัสดิ์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ศาสตราจารย์ ดร.กมล เลิศรัตน์
รองศาสตราจารย์ ดร.สังคม เตชะวงศ์เสถียร
รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ศักดิ์ ฉวีราช
รองศาสตราจารย์ ดร.บุญมี ศิริ
รองศาสตราจารย์ ดร.นุชรี ศิริ
รองศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ มาศวรรณ

รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยชาญ วงศ์สามัญ
รองศาสตราจารย์ ดร.ยศ บริสุทธิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริภาวี เจริญวัฒนศักดิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พุกษา หล้าวงษา

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

รองศาสตราจารย์ ดร.อัฉรา เฟื่องหนู
รองศาสตราจารย์ ดร.จำเริญ อ่อนทอง
รองศาสตราจารย์ ดร.ภาคภูมิ พาณิชยุปการนันท์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรกช นาคคะนอง

มหาวิทยาลัยนเรศวร

รองศาสตราจารย์ ดร.วันดี ทาตระกูล
รองศาสตราจารย์ ดร.จรัญธร บุญญานภาพ
รองศาสตราจารย์ ดร.กรกนก อิงคนินันท์

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

รองศาสตราจารย์ ดร.เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ
รองศาสตราจารย์ ดร.จินดา ขลิบทอง
รองศาสตราจารย์บำเพ็ญ เขียวหวาน

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณ หวังเจริญเดช
รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวงศ์ พูนพล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัญญธร ศรีวิเชียร

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

รองศาสตราจารย์ ดร.ธนาทิพย์ แผลมคม
รองศาสตราจารย์ ดร. บุญส่ง เอกพงษ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รองศาสตราจารย์ สพ.ญ.ดร.อรัญญา พลพรพิสิฐ
รองศาสตราจารย์มานิตย์ จุมปา

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัจฉรวาทิ บุญคุ้ม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูลีพร ถนอมศิลป์

มหาวิทยาลัยมหิดล

รองศาสตราจารย์ ดร.ภญ.ปองทิพย์ สิทธิสาร
รองศาสตราจารย์ ดร.จรัญญา ณรงค์ชวณะ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารักษ์ ธีรอำพน

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

รองศาสตราจารย์ชฎาพร พิษณุอุตมากร

มหาวิทยาลัยสุราษฎร์ธานี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชนีย๊ะ สะมาลา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

รองศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ พรสุริยา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อินทิรา ลิจันทร์พร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

รองศาสตราจารย์ ดร.วรวุฒิ เกิดปรากฏ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริจันทร์ เชื้อสุวรรณ

มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

รองศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ อินตะขัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑารัตน์ แก่นจันทร์

สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ ควรวจน์

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร เป็นวารสารราย 4 เดือน กำหนดออกปีละ 3 ฉบับ โดยเริ่มฉบับที่ 1 ในเดือนมกราคม ฉบับที่ 2 ในเดือนพฤษภาคม และฉบับที่ 3 ในเดือนกันยายน มีจุดประสงค์หลักเพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการเกษตรทั่วประเทศ โดยมีการเผยแพร่ออนไลน์ (Journal Online) ในรูปวารสารอิเล็กทรอนิกส์ (E-ISSN 2630-0206) สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการเกษตร เรื่องที่จะตีพิมพ์ในวารสาร นอกจากบทความวิจัยแล้ว บทความทางวิชาการอื่นๆ ที่เป็นการแสดงความคิดเห็น หรือสมมุติฐานใหม่ที่มีหลักฐานอ้างอิง หรือเป็นการแสดงความคิดเห็นอย่างกว้างขวางหรือลึกซึ้งในสาขาวิชาการใดสาขาวิชาการหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร หรือเป็นการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ก็มีสิทธิ์ได้รับการตรวจสอบทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องกับบทความนั้นๆ อย่างน้อย 3 ท่าน พิจารณาให้ลงตีพิมพ์ ได้เช่นเดียวกัน

การเตรียมต้นฉบับ

1. **ต้นฉบับ** เผยแพร่บทความเป็นภาษาไทย โดยใช้ตัวอักษร TH Sarabun PSK ขนาดตัวอักษร 16 ตัวหนา ในส่วนของหัวข้อเรื่อง และขนาดตัวอักษร 15 ตัวปกติ ในส่วนของเนื้อหา พิมพ์หน้าเดียว เว้นขอบทั้ง 4 ด้าน 1 นิ้ว (2.5 ซม.) พร้อมระบุเลขหน้า ความยาวของเนื้อเรื่อง รวมรูปภาพ ตาราง และเอกสารอ้างอิงต้องไม่เกิน 10 หน้า
2. **ชื่อเรื่อง** ต้องมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ควรกระชับและตรงกับเนื้อเรื่อง ขนาดตัวอักษร 18 ตัวหนา
3. **ชื่อผู้แต่ง และสถานที่ติดต่อ** ต้องมีชื่อเต็ม-นามสกุลเต็มทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ขนาดตัวอักษร 15 ตัวหนา และระบุหน่วยงานหรือสถาบันที่สังกัด ของผู้แต่งหลักและผู้แต่งร่วมทุกคน และ E-mail address ของผู้แต่งหลักไว้ด้วย ขนาดตัวอักษร 12 ตัวปกติ
4. **บทคัดย่อ (Abstract)** บทความวิจัย/บทความทางวิชาการอื่นๆ จะต้องมีย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ความยาวไม่เกิน 15 บรรทัด โดยเขียนให้กะทัดรัด ตรงประเด็น และให้สาระสำคัญ
5. **คำสำคัญ (Keywords)** ต้องมีคำสำคัญทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษไว้ท้ายบทคัดย่อของแต่ละภาษา อย่างละไม่เกิน 5 คำ
6. **เนื้อเรื่อง**

- (1) **คำนำ** อธิบายความสำคัญของปัญหาและวัตถุประสงค์ของการวิจัย อาจรวมการตรวจเอกสารเข้าไว้ด้วย ในการอ้างอิงเอกสารให้เขียนชื่อผู้แต่ง และปีที่ตีพิมพ์ อยู่ในวงเล็บเดียวกัน หรือเขียนชื่อผู้แต่ง แล้วเขียนปีที่ตีพิมพ์ ไว้ในวงเล็บแล้วแต่กรณี **เฉพาะภาษาอังกฤษ** ดังนี้ “.....โรคใบหงิกมีพบทั่วไปในประเทศบังคลาเทศ จีน อินเดีย อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ ศรีลังกา ไต้หวัน ไทย (Boccardo and Milne, 1984; Ling *et al.*, 1978) ในประเทศไทยนั้น นอกจากก่อความเสียหายกับข้าวปลูกทั้งชนิด Japonica และ Indica (*Oryza sativa*) พันธุ์ต่างๆ แล้ว Thawat (2001) ยังพบว่า ทำความเสียหายได้กับข้าวไร่และข้าวป่าต่างๆ.....”
- (2) **อุปกรณ์และวิธีการ/วิธีดำเนินการวิจัย** อธิบายเครื่องมือ พร้อมระบุวิธีการวิจัย วิธีการเก็บข้อมูล ระยะเวลาและปีที่ทำการวิจัย รวมทั้งวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ให้บรรยายโดยสรุปและไม่จำเป็นต้องระบุวิธีการที่เป็นที่รู้จักทั่วไป
- (3) **ผลการวิจัย** ไม่จำเป็นต้องแสดงวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ แต่ให้เสนอในรูปของตาราง และรูปภาพโดยสรุปหลังจากวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว ทั้งนี้ **คำอธิบายและรายละเอียดต่างๆ ของตารางและรูปภาพ ต้องเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น** โดยมีความชัดเจน กะทัดรัด และมีหมายเลขกำกับด้านบของตารางและด้านล่างของรูปภาพ และเมื่ออ้างถึงในเนื้อหาให้ใช้เป็นคำว่า Table และ Figure
- (4) **การวิจารณ์ผล การสรุปผล และข้อเสนอแนะ** ควรวิจารณ์ผลการวิจัยพร้อมทั้งสรุปประเด็น และสาระสำคัญของงานวิจัย หรือให้ข้อเสนอแนะบนพื้นฐานของผลการวิจัย

หมายเหตุ: หน่วยวัดตามระบบต่างๆ ให้ใช้ตัวย่อตามมาตรฐานในการเขียนที่กำหนดไว้ เช่น เซนติเมตร = ซม. ตารางเมตร = ตร.ม.

มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม = มก./กก. แต่ถ้าเป็นหน่วยวัดที่มีพยางค์เดียวให้ใช้คำเต็มตามปกติ เช่น เมตร กรัม ลิตร

7. **กิตติกรรมประกาศ** เพื่อแสดงความขอบคุณแก่ผู้ให้ทุนวิจัย หรือผู้ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิจัย
8. **เอกสารอ้างอิง** รายชื่อเอกสารที่ใช้เป็นหลักในการค้นคว้าวิจัยและมีการอ้างถึงในเนื้อหา **ต้องแสดงเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น กรณีที่อ้างอิงจากเอกสารภาษาไทยหรือภาษาอื่นๆ ให้แปลเป็นภาษาอังกฤษ โดยมีวงเล็บกำกับท้ายเอกสาร [in Thai]** หรือภาษาอื่นๆ ตามคำแนะนำวิธีการเขียน ดังนี้

การเขียนเอกสารอ้างอิง

1. บทความจากวารสารวิชาการมาตรฐาน

1.1 ผู้เขียนคนเดียวหรือหลายคน

ชื่อผู้เขียนบทความคนที่ 1/ผู้เขียนบทความคนที่ 2/และ/ผู้เขียนบทความคนสุดท้าย//ปีที่พิมพ์//ชื่อบทความ//ชื่อวารสาร/
เลขปีที่(เลขฉบับที่):/เลขหน้า.

Koiprasert, H. and P. Niranatlumpong. 2004. Investigation of method for stainless steel welding wire as a replacement for arc wire consumables. **Songklanakarin J. Sci. Technol.** 27(1): 91-100. [in Thai]

Nadeem, M.Y. and M. Ibrahim. 2002. Phosphorus management in wheat-rice cropping system. **Pak. J. Soil Sci.** 21(4): 21-23.

Chowdhury, M.A.H., R. Begum, M.R. Kabit and H.M. Zakir. 2002. Plant and animal residue decomposition and transformation of S and P in soil. **Pakistan Journal of Biological Sciences** 5(7): 736-739.

2. หนังสือ

2.1 ผู้เขียนคนเดียวหรือหลายคน

ชื่อผู้แต่งคนที่ 1/ผู้แต่งคนที่ 2/และผู้แต่งคนสุดท้าย//ปีที่พิมพ์//ชื่อหนังสือ//ครั้งที่พิมพ์ (ถ้ามี)//สถานที่พิมพ์/สำนักพิมพ์//
จำนวนหน้า.

Peyachoknagu, S. 2000. **Pan Thu Vis Sa Wa Kum.** Bangkok: Kasetsart University Press. 256 p. [in Thai]

Aksornkoe, S. 1999. **Ecology and Management of Mangroves.** Bangkok: Kasetsart University Press. 198 p.

Rajeshwar, K. and J.G. Ibanez. 1997. **Environmental Electrochemistry.** San Diego: Academic Press. 327 p.

2.2 บทหนึ่งในหนังสือ

ชื่อผู้เขียนบทความ//ปีที่พิมพ์//ชื่อบทความ//น./เลขหน้าที่ปรากฏเรื่อง//ใน/ชื่อผู้รับผิดชอบ//ชื่อหนังสือ//รายละเอียดอื่นๆ (ถ้ามี).
//ครั้งที่พิมพ์ (ถ้ามี)//สถานที่พิมพ์/สำนักพิมพ์.

Hill, S.E. 1996. Emulsions. pp. 153-185. *In* Hall, G.M. (ed.). **Methods of Testing Protein Functionality.** London: Chapman & Hall.

Jacober, L.F. and A.G. Rand. 1982. Biochemical of Seafood. pp. 347-365. *In* Martin, R.E., G.J. Flick, C.E. Hebard and D.R. Ward (eds.). **Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products.** Westport: AVI Inc.

2.3 หนังสือที่มีผู้รับผิดชอบในหน้าที่เป็นผู้รวบรวม ผู้เรียบเรียง หรือบรรณาธิการ

ชื่อผู้รับผิดชอบ// (หน้าที่รับผิดชอบ)// ปีที่พิมพ์//ชื่อเรื่อง//ครั้งที่พิมพ์ (ถ้ามี)//สถานที่พิมพ์/สำนักพิมพ์//จำนวนหน้า.

Tosirichok, K. (Editor). 1994. **Karn Rak Sa Doi Sa Moon Pri.** 1st. Bangkok: Mayik Publisher. 172 p. [in Thai]

Byrappa, K. and M. Yoshimura. (eds.). 2001. **Handbook of Hydrothermal Technology.**

New Jersey: Noyes Publication. 854 p.

3. เอกสารอื่นๆ

3.1 วิทยานิพนธ์

ชื่อผู้แต่ง//ปีที่พิมพ์//ชื่อวิทยานิพนธ์//ระดับของวิทยานิพนธ์//ชื่อสถาบันการศึกษา//จำนวนหน้า.

Soitongcome, P. 1987. **Tannin Extraction from Rhizophora's Bark for Retanning.** Master Thesis. Kasetsart University. 113 p. [in Thai]

Saiklao, W. 2002. **Adaptive Bandwidth Allocation Control for Virtual Paths in Broadband Networks.** Doctoral Dissertation. Georgia Institute of Technology. 86 p.

3.2 รายงานการประชุมวิชาการ รายงานการสัมมนา ปาฐกถา รายงานประจำปี

ชื่อผู้เขียนบทความ//ปีที่พิมพ์//ชื่อบทความ//น./เลขหน้าที่ปรากฏเรื่อง//ใน/ชื่อการประชุม//รายละเอียดอื่นๆ (ถ้ามี)//ครั้งที่พิมพ์ (ถ้ามี)//สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

Summadee, P. and B. Leenanon. 2013. Production of Probiotic Kefir Product. p. 109-116 *In Proceedings of the 12th MJU Annual Conference (Poster)*. Chiang Mai: Maejo University. [in Thai]

Coates, J. 2013. Clinical Trial for Canine Degenerative Myelopathy. pp. 29-31. *In Proceedings of ACVIM Specialty Symposium (Pre-forum) 12-15 June 2013*. Seattle: American College of Veterinary Internal Medicine (ACVIM).

3.3 รายงานผลการวิจัย

ชื่อผู้เขียนงานวิจัย//ปีที่พิมพ์//ชื่องานวิจัย//จำนวนหน้า//ใน/รายงานผลการวิจัย//สถานที่พิมพ์:ชื่อหน่วยงาน.

Pooprompan, P., K. Duangsong and R. Sribaopern. 2001. **DNA fingerprinting of Thai native orchid *Vanda coerulea***. 62 p. *In Research Report*. Chiang Mai: Maejo University. [in Thai]

Theraumpon, N. 2003. **Automatic classification of white blood cells in bone marrow images**. 74 p. *In Research Report*. Chiang Mai: Chiang Mai University.

3.4 บทความจากนิตยสาร

ชื่อผู้เขียนบทความ//ปีที่ตีพิมพ์//ชื่อบทความ//ชื่อนิตยสาร//ปีที่ของนิตยสาร(เล่มที่): เลขที่หน้าที่อ้างอิง.

Srinuansom, K. 2018. Half-artificial breeding of *Monopterus albus*. **Maejo Vision** 18(4): 33-37. [in Thai]

3.5 บทความจากหนังสือพิมพ์

ชื่อผู้เขียนบทความ//ปีที่ตีพิมพ์//ชื่อบทความ//ชื่อหนังสือพิมพ์//(วันที่/เดือน/ปี):เลขที่หน้าที่อ้างอิง.

Manapaisarn, S. 2006. Kra Sate Tra Korn Thai Nai A Na Koth. **Thai Rath**. (10 January 2006): 7. [in Thai]

4. แหล่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

ผู้แต่งหรือผู้รับผิดชอบ//ปีที่บันทึกข้อมูล//ชื่อเรื่อง//[ระบบออนไลน์]//แหล่งที่มา/ระบุแหล่งการติดต่อเครือข่ายหรือการถ่ายโอนแฟ้มข้อมูล ชื่อแฟ้มข้อมูล(วันที่/เดือน/ปี ที่ค้นข้อมูล).

Maythiyanon, T., N. Piriyaungroj and S. Sophonarit. 2004. Novel vortex-fluidized bed combustor with two combustion chambers for rice-husk fuel. **SJST** 26(6): 875-893. [Online]. Available <http://www2.psu.ac.th/PresidentOffice/EduService/Journal/Firstpage.htm> (22 September 2005). [in Thai]

National Economic and Social Development Board (NESDB). 2001. **Input-output tables of Thailand**. [Online]. Available <http://www.nesdb.go.th> (8 August 2001).

Singh, M. and R.P. Singh. 2001. **Siderophore producing bacteria-as potential biocontrol agents of mushroom disease**. [Online]. Available <http://www.uio.no/conferences June2000.htm# Samuels> (3 July 2001).

Guide for Authors

Manuscripts submitted for publication should be of high academic merit and are accepted on condition that they are contributed solely to the Journal of Agricultural Research and Extension. Manuscripts, parts of which have been previously published in conference proceedings, may be accepted if they contain additional material not previously published and not currently under consideration for publication elsewhere.

Submission of a multi-authored manuscript implies the consent of all the participating authors. All manuscripts considered for publication will be peer-reviewed by at least 3 independent referees.

Submission checklist

Manuscript submission must include title page, abstract, keywords, text, tables, figures, acknowledgments, reference list and appendices (if necessary). The title page of this file should include the title of the article, full names, official name and affiliations of all authors, E-mail address, telephone and fax numbers and full postal address of the corresponding author.

Preparation and Submission of Manuscripts

Authors submitting manuscripts for consideration for publication should follow the following guidelines.

1. Manuscript texts must be written using high-quality language. For non-native English language authors, the article should be proof-read by a language specialist before it is sent to Journal.
2. Manuscript texts should not exceed than 10 pages and the combined number of figures and tables. The inclusion of more figures and tables will reduce the word allowance, and vice versa.
3. The manuscript text and tables should be created using Microsoft Word.
4. Manuscript texts should be prepared single column, with sufficient margins (1.0 inch) for editorial and proof-reader's marks. 15 pt TH Sarabun PSK font should be used throughout and all pages numbered consecutively.
5. Abstracts should not exceed than 200 words. About 5 keywords should also be provided.
6. All measures in the text should be reported in abbreviation
7. Tables and figures should each be numbered consecutively.
8. Acknowledgments should be as brief as possible, in a separate section before the references, not in the text or as footnotes.
9. Citations of published literature in the text should be given in the form of author and year in parentheses; (Hoffmann *et al.*, 2001), or, if the name forms part of a sentence, it should be followed by the year in parenthesis; Hoffmann *et al.* (2001). All references mentioned in the reference list must be cited in the text, and vice versa. The references section at the end of the manuscript should list all and only the references cited in the text in alphabetical order of the first author's surname. The following are examples of reference writing.

Reference to a journal article:

Chowdhury, M.A.H., R. Begum, M.R. Kabit and H.M. Zakir. 2002. Plant and animal residue decomposition and transformation of S and P in soil. **Pak. J. Bio. Sci.** 5: 736-739.

Reference to article or abstract in a conference proceedings:

Coates, J. 2013. Clinical Trial for Canine Degenerative Myelopathy. pp. 29-31. *In Proceedings of ACVIM Specialty Symposium (Pre-forum) 12-15 June 2013*. Seattle: American College of Veterinary Internal Medicine (ACVIM).

Reference to a book:

Rajeshwar, K. and J.G. Ibanez. 1997. **Environmental Electrochemistry**. San Diego: Academic Press. 327 p.

Reference to an edited book:

Hill, S.E. 1996. Emultions. pp. 153-185. *In* Hall, G.M. (ed.). **Methods of Testing Protein Functionality**. London: Chapman & Hall.

Reference to an electronic data source (used only when unavoidable): Supplier/Database name (Database identifier or number)/Item or accession number (Access date) should be included

National Economic and Social Development Board (NESDB). 2001. **Input-output tables of Thailand**. [Online]. Available <http://www.nesdb.go.th> (8 August 2001).

10. Submission of manuscript must conform to the format of the Journal of Agricultural Research and Extension and cover letter to the editor. All should be directed to the editor at the <http://tcithaijo.org/index.php/MJUJN/index> or <http://www.jare.mju.ac.th>

การส่งต้นฉบับ การตรวจสอบเบื้องต้น และการแก้ไข

1) ส่งไฟล์ต้นฉบับ ให้มีรายละเอียดครบตรงตามคำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ และหนังสือนำส่งถึงบรรณาธิการ โดยนำส่งและลงทะเบียนออนไลน์ที่ <https://www.tci-thaijo.org/index.php/MJUJN/index> หรือ <http://www.jare.mju.ac.th> ช่องทาง “ลงทะเบียนออนไลน์”

2) กองบรรณาธิการจะพิจารณาบทความเบื้องต้น ในกรณีที่ต้องแก้ไขจะแจ้งให้เจ้าของบทความทำการแก้ไขก่อนนำส่งต่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาในลำดับต่อไป สำหรับบทความที่ไม่ได้รับการพิจารณาให้ดำเนินการต่อจะส่งต้นฉบับคืนให้เจ้าของบทความ

3) บทความที่ได้รับการพิจารณาจากกองบรรณาธิการให้ดำเนินการต่อ จะได้รับการตรวจสอบทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิ อย่างน้อยบทความละ 3 ท่าน ที่เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องกับบทความนั้น ๆ และบทความที่ได้รับการพิจารณาให้ตีพิมพ์ กองบรรณาธิการจะส่งข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ พร้อมทั้งต้นฉบับให้เจ้าของบทความปรับปรุงแก้ไข

4) บทความที่ได้รับการตีพิมพ์จะมีการเผยแพร่ออนไลน์ (Journal Online) ในรูปแบบวารสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ <http://www.jare.mju.ac.th> และ <https://www.tci-thaijo.org/index.php/MJUJN/index>

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH AND EXTENSION

- Honorable Consultants:** President of Maejo University
Asst. Prof. Pawin Mono chai
Vice Director The Office of Agricultural Research and Extension –
Academic Service
Vice Director The Office of Agricultural Research and Extension –
Research Affairs
- Editor-in Chief:** Assoc. Prof. Dr. Kriangsak Sri-Ngernyuang
- Associate Editor:** Asst. Prof. Dr. Witchaphart Sungpalee
- Assistant Editor:** Asst. Prof. Dr. Sutheera Hermhuk
Dr. Chuthamat Atnaseo
- Editorial Board:**
- | | |
|--|-----------------------------|
| Prof. Emeritus Dr. Anurak Panyanuwat | Chiang Mai University |
| Prof. Emeritus Dr. Aree Wiboonpongse | Chiang Mai University |
| Prof. Emeritus Dr. Danai Boonyakiat | Chiang Mai University |
| Prof. Emeritus Dr. Sanchai Jaturasitha | Chiang Mai University |
| Prof. Dr. Dokrak Marod | Kasetsart University |
| Prof. Dr. Uthairat Na-Nakorn | Kasetsart University |
| Prof. Dr. Pranom Chantaranothai | Khon Kaen University |
| Prof. Dr. Prisarn Sithigorngul | Srinakharinrawit University |
| Prof. Dr. Siriwat Wongsiri | Maejo University |
| Prof. Dr. Tanongkiat Kiatsiriroat | Chiang Mai University |
| Prof. Chalernpol Sampet | Chiang Mai University |
| Assoc. Prof. Dr. Wallratat Intaruccompon | Chiang Mai University |
| Assoc. Prof. Dr. Boonmee Siri | Khon Kaen University |
| Assoc. Prof. Dr. Wandee Wattanachaiyingcharoen | Naresuan University |
| Assoc. Prof. Dr. Jaruntorn Boonyanuphap | Naresuan University |
| Assoc. Prof. Dr. Yanin Opatpatanakit | Maejo University |
| Assoc. Prof. Dr. Prasert Janyasupab | Maejo University |
| Assoc. Prof. Dr. Aphinun Suvarnaraksha | Maejo University |
| Assoc. Prof. Aomtip Mekruksawannich-Kampe | Maejo University |
| Assoc. Prof. Prawit Puddhanon | Maejo University |
| Asst. Prof. Dr. Piyawan Suttiapran | Chiang Mai University |
| Asst. Prof. Dr. Piyanch Niamsup | Maejo University |
| Asst. Prof. Teerapong Sawangpanyangkura | Maejo University |
- Operation committee:**
- | | |
|-------------------------|----------------------|
| Mrs. Thipsuda Pookmanee | Ms. Rungsima Ampawan |
| Ms. Ampar Sansai | Ms. Ranrana Kayun |
- PR and Publishing:**
- | | |
|--------------------------|--------------------|
| Mr. Prinya Painusa | Mr. Prasit Chaikum |
| Mrs. Prapaisri Thongjang | |

Journal of Agricultural Research and Extension is a publication of the Office of Agricultural Research and Extension, Maejo University, and is intended to make available the results of technical work in the agricultural and related social sciences. Articles are contributed by MJU faculty members as well as by relevant general public. The paper must be considered by at least 3 peer reviewers. **Journal of Agricultural Research and Extension** is published three times per year, the first issue is on January, the second and the third issue are on May and September, respectively. Contact with the Journal should be addressed to:

The Editor, Journal of Agricultural Research and Extension
Academic Services Administration Division, Office of Agricultural Research and Extension
Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand

Tel: +66-53-87-3411 Fax: +66-53-87-3418
E-mail: Mju_journal@gmaejo.mju.ac.th
Web site: www.jare.mju.ac.th



**JOURNAL OF
AGRICULTURAL RESEARCH AND EXTENSION**
Office of Agricultural Research & Extension Maejo University

Vol. 39 No. 3 September – December 2022

E-ISSN 2630-0206

Testing of Promising Field Corn Hybrids for Recommendation of Growing after Rice Harvesting in the Upper Northern Provinces Bunyarit Sinkangam and Warawuth Kaewkong.....	1-10
Effect of Nutrient Solution and Milk Bio-extract on Growth of Red Butterhead Lettuce (<i>Lactuca sativa</i> L.) Cultivated under Hydroponics System Thanapoom Siringam and Narasak Boonmee.....	11-23
Effect of Potassium Fertilizers on Calcium and Magnesium Levels in Soil and Turmeric Leaf Chaiyasit Wattanawangjongsuk, Sutdacha Khunthong, Kamarin Nimnualrat and Surachet Narabhat.....	24-39
Factors Influencing the Suitability of Pomelo Area in Ban Thaen District, Chaiyaphum Province Anake Srisuwan and Wassana Phanurak	40-54
Factors Affecting Potato Growing Practice of Farmers in Sansai District, Chiang Mai Napharat Vetchasitniraphai, Phutthisun Kruekum, Teetawat Purintrapibal and Papob Jeerat.....	55-64
Knowledge and Good Agriculture Practice For Dairy Cattle Farm of Farmers Rearing Dairy Cattle in Sankampaeng and Mae On Districts, Chiang Mai Kanjana Palee, Kangsadan Kanokhong, Phahol Sakkatat and Phutthisun Kruekum.....	65-77
Culture Technique for Frog-breeder (<i>Hoplobatrachus rugulosus</i>) to Prevent Bacteria (<i>Mycobacterium</i> spp.) Infection on Internal Organs Somkiat Tanta.....	77-88
Efficiency of <i>Wolffia globosa</i> (L.) Wimm Production under Light Control System Nittaya Ketkaew and Saksri Rakthai.....	89-99
Genetic Variation of Geographical Indication Plant, Nan Golden Orange for Conservation and Genetic Management Chaowalee Jaisuk, Supawadee Sriyam, Panupong Sitiwut, Apiraya Thepsukhon Pramoth Timkhum and Patchara Nithirojpakdee.....	100-110
Participation in the Conservation of Local Wisdom on Agriculture of Farmers in Mae Faek Municipality, Sansai District, Chiang Mai Sudchai Wanwichit, Phutthisun Kruekum, Pahol Sakatat and Koblap Areesrisom	111-122
The Model Development of Garlic Production and Marketing Management of Farmers in Chiang Mai Wattanapong Maufaey, Phahol Sakkatat, Saisakul Fongmul and Phutthisun Kruekum.....	123-134
Confirmatory Composition Analysis of Factors Affecting the Cost of Rice Berry Cultivation of Farmers in the Northeastern Region Neeranart Senachan and Samrith Sirikanerat.....	135-143
The Value Chain Analysis and Margin Analysis of Thai Premium Arabica Coffee in Japan Market Nattaphon Rangsaritvorakarn and Suthep Nimsai.....	144-155
Forecasting of Pepper Export Value Warangkhan Riansut.....	156-168
Water Management for Agriculture during Drought of Farmers Using Water under Mae Faek-Mae Ngat Operation and Maintenance Project Sansai District, Chiang Mai Province Phahol Sakkatat, Phutthisun Kruekum and Kangsadan Kanokhong.....	169-179

AGRI-
RESEARCH
& EXTENSION