



วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร

สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปีที่ 35 ฉบับที่ 1 มกราคม – เมษายน 2561

ISSN 0125-8850

ผลของถ่านกลบในนาข้าวเคมีและอินทรีย์เคมีต่อการปลดปล่อยก๊าซ CH_4

การเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105

เสาวคนธ์ เหมวงษ์.....1-11

ผลของแมกนีเซียมต่อการดูดใช้แมงกานีสและการเจริญเติบโตของยางพารา

สุชน ปือราเฮง จำเป็น อ่อนทอง และขวัญตา ขาวมี.....12-22

ผลของโซเดียมโดเดซิลซัลเฟตต่อการใช้สารเล็อบำบัดฟิแนนทรินและไพรีน

ที่ปนเปื้อนในดินร่วมกับแคดเมียม

ชนิษฐา สมตระกูล และวราภรณ์ ฉุยฉาย.....23-33

ชีววิทยาการสืบพันธุ์และระดับฮอร์โมนเพศของแม่พันธุ์ปลาไหลนา

ที่พร้อมและไม่พร้อมผสมพันธุ์ในช่วงฤดูกาลผสมพันธุ์

ขจรเกียรติ ศรีนวลสม ทศนีย์ อนุกุลประเสริฐ ศตพร โนนคู่เขตโจง
ธนสรณ์ รักดนตรี และรักพงษ์ เพชรคำ.....34-44

การคัดแยกและการระบุสายพันธุ์เชื้อจุลินทรีย์เพื่อการผลิตสีย้อมหอม

แบบธรรมชาติ

พิชญาพร ภิญญาพัช ธวัชชัย ชัยธวัชวิถี และเอกอาทิตย์ ฤทธิเดชยัง.....45-54

ความรู้และการปฏิบัติในการใช้สารเคมีที่ถูกต้องของเกษตรกรผู้ปลูกฟักทองญี่ปุ่น

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

นฤเบศร์ รัตนวัน และวรทัศน์ อินทรคัมพร.....55-65

การยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือของเกษตรกรในจังหวัดอุดรธานี

ชัตติยา สุวรรณคำ และประภัสสร เกียรติสุนนท์.....66-72

ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ในจังหวัดเชียงใหม่

พหล ศักดิ์คะทัศน์ และพุดมสิริศรี เครือคำ.....73-82

Agri-REFRESH
Agri-EXTENSION
Agri-SEASON
Agri-ARON

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH AND EXTENSION

ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จำเนียร ยศราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พาวิณ มะโนชัย

บรรณาธิการอำนวยการ รองศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ ข้ามสี่ รองศาสตราจารย์ ดร. จำเนียร บุญมาก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จีราภรณ์ อินทสาร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรีย์วัลย์ เมฆกมล
บรรณาธิการ รองศาสตราจารย์ ดร. เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง

กองบรรณาธิการ ศาสตราจารย์เฉลิมพล แชมเพชร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. อนุรักษ์ ปัญญาวัฒน์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศาสตราจารย์ ดร. ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศาสตราจารย์ ดร. สัญชัย จตุรสิทธา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล สิทธิกรกุล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ศาสตราจารย์ ดร. ประพนธ์ จันทโรนัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศาสตราจารย์ ดร. อุทัยรัตน์ ณ นคร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร. สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองศาสตราจารย์ ดร. วรทัศน์ อินทร์คัมพร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ ดร. วันดี วัฒนชัยยิ่งเจริญ มหาวิทยาลัยนเรศวร
รองศาสตราจารย์ ดร. อุบลลักษณ์ รัตนศักดิ์ มหาวิทยาลัยบูรพา
รองศาสตราจารย์ ดร. ปราโมช ศีตะโกเศศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองศาสตราจารย์ ดร. ประเสริฐ จรรยาสุภาพ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองศาสตราจารย์ ดร. นพมณี โทปัญญานันท์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองศาสตราจารย์อ้อมทิพย์ เมฆรักษานิช แคมป์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองศาสตราจารย์ประวิตร พุทธานนท์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระพงษ์ สว่างปัญญากร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

คณะกรรมการดำเนินงาน นางสาววารี ระหงษ์ นางธัญรัศมี ธวัชมงคลศักดิ์
นางสาวรังสิมา อัมพวัน นางทิพย์สุดา ปุกมณี
นายสมยศ มีสุข นางสาวอัมภา สันทราย
นางจิรนนท์ เสนานาย นางสาวดิชวรรณ สุทัศน์สันติ

ฝ่ายประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ นายปริญญ์ เพียรสุดาห์ นายประสิทธิ์ ใจคำ
นางประไพศรี ทองแจ้ง

จัดทำโดย ฝ่ายนวัตกรรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290
โทรศัพท์ 0-5387-3411 โทรสาร 0-5387-3418
E-mail: res_journal@mju.ac.th
Web site: www.rae.mju.ac.th

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร (ISSN 0125-8850) เป็นวารสารทางวิชาการของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่งานวิจัยและบทความทางวิชาการด้านการเกษตร เป็นวารสารราย 4 เดือน กำหนดออกปีละ 3 ฉบับ โดยมีการเผยแพร่ออนไลน์ (Journal Online) ในรูปวารสารทางอิเล็กทรอนิกส์ และการเผยแพร่ในรูปแบบรูปเล่มสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการเกษตร

บทบรรณาธิการ

ท่านผู้อ่านที่รักและเคารพ วันเวลาผ่านไปอย่างรวดเร็ว สรรพสิ่งล้วนหมุนเวียนเปลี่ยนไปตามกาลเวลา เฉกเช่นวารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ที่ท่านผู้อ่านถืออยู่ฉบับนี้ เป็นบทความวารสารวิจัยฯ ปีที่ 35 ฉบับที่ 1 (มกราคม-เมษายน พ.ศ. 2561) บรรณาธิการจึงขอถือโอกาสนี้ขอพรให้ท่านผู้อ่านทุกท่านมีสุขภาพกาย สุขภาพจิต ที่เข้มแข็ง เพื่อจะได้มีพลังก้าวข้ามปัญหา อุปสรรคต่างๆ ในชีวิตครับ

เนื้อหาสาระในฉบับนี้ค่อนข้างเน้นไปทางงานทดลองทางวิทยาศาสตร์ประมาณ 5 เรื่อง อาทิเช่น ผลของแมกนีเซียมต่อการดูดใช้แมงกานีสและการเจริญเติบโตของยางพารา ผลของถ่านแกลบในนาข้าวเคมี และอินทรีย์เคมีต่อการปลดปล่อยก๊าซ CH_4 การเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 การคัดแยกและการระบุสายพันธุ์เชื้อจุลินทรีย์เพื่อการผลิตสีย้อมหม้อมแบบธรรมชาติ นอกจากนี้ยังมีเรื่องน่าสนใจที่เกี่ยวข้องทางด้าน เศรษฐกิจ สังคม ในระดับท้องถิ่น เช่น การยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือของเกษตรกรในจังหวัดอุดรธานี ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ในจังหวัดเชียงใหม่ เป็นต้น

หวังเป็นอย่างยิ่งว่า สาระความรู้ที่ได้จากการสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่าน นักวิจัย และจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งขึ้นไปอีกหลายเท่าหากองค์ความรู้ต่างๆ เหล่านี้ได้ถูกถ่ายทอดและนำไปประยุกต์ใช้กับพี่น้องเกษตรกรเพื่อความกินดีอยู่ดี และผลระยะยาวในการอนุรักษ์ไว้ซึ่งสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ

พบกันใหม่ฉบับหน้าครับ

ด้วยรักและเคารพ



รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง

บรรณาธิการวารสารวิจัยฯ



ผลของถ่านแกลบในนาข้าวเคมีและอินทรีย์เคมีต่อการปลดปล่อยก๊าซ CH₄

การเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105

**Effects of Rice Husk Charcoal under Chemical and Organic-chemical Paddy Filed
on CH₄ Emission, Growth and Yield of KDML 105 Rice**

เสาวคนธ์ เหมวงษ์

Saowakon Hemwong

สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม นครพนม 48000

Program of Plant Science, Faculty of Agriculture and Technology, Nakhon Phanom University, Nakhon Phanom, Thailand 48000

Corresponding author: saowakon@hotmail.com

Abstract

Paddy soils in the northeast of Thailand are the low soil fertility. The application of organic materials to the soil lead to increase methane gas (CH₄) emission. Charcoal is the organic material as high carbon content and stability to decomposition and result to decrease Methanogenic bacteria activity. The experiments were conducted on farmer paddy fields. Two paddy fields were selected to use for this experiment i.e. chemical and organic-chemical paddy fields. The experimental design was RCBD with 4 treatments and 4 replications including; 1) no amendment, 2) rice husk charcoal, 3) farmer practice and 4) farmer practice + rice husk charcoal (panicle initiation stage: PI). The results of this research found that at initial growth of rice were not different between rice husk charcoal amendment and farmer practices under both chemical and organic-chemical paddy fields. These results indicated that initial growth stage of rice does not need addition chemical fertilizer. However, rice husk charcoal amendment at PI stage was improved rice productivity higher than farmer practices under chemical paddy field condition. Rice husk charcoal amendment was highest rice grain as yield 150 kg/rai under chemical paddy field, while, rice husk charcoal amendment and farmer practice were not significant difference in grain yield (424 and 425 kg/rai, respectively) organic-chemical paddy field. Rice husk amendment under chemical paddy field was highest CH₄ emission during weeks 2 and 3 after transplanting. While, farmer practice under organic-chemical paddy field was highest CH₄ emission. However, under low organic matter paddy field will induce to high CH₄ emission when increase organic matter (rice husk charcoal) and decrease CH₄ emission under high organic matter paddy field.

Keywords: charcoal, chemical paddy field, organic-chemical field, CH₄ emission

บทคัดย่อ

การใส่วัสดุอินทรีย์ในนาข้าวส่งผลให้มีการปลดปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) เพิ่มขึ้น ซึ่งถ้านถือว่าเป็นวัสดุอินทรีย์ที่มีปริมาณคาร์บอนและความเสถียรสูง มีผลทำให้กิจกรรมของ Methanogenic bacteria ลดลง งานวิจัยนี้เป็นการดำเนินการวิจัยในไร่นาของเกษตรกร คัดเลือกพื้นที่ปลูกข้าว 2 รูปแบบ คือ นาข้าวเคมี และนาข้าวอินทรีย์เคมี วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 4 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ดังนี้ 1) ไม่มีการจัดการ 2) ถ่านแกลบ 3) วิธีการของเกษตรกร (ใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง) และ 4) วิธีการของเกษตรกร+ถ่านแกลบ (ระยะกำเนิดช่อดอก) ผลการวิจัยพบว่า ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของข้าวทั้งนาข้าวเคมีและอินทรีย์เคมีไม่มีความแตกต่างกันระหว่างวิธีการใส่ถ่านแกลบกับวิธีการของเกษตรกร ซึ่งให้เห็นว่าในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของข้าวไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเคมี แต่ในนาข้าวเคมีการใส่ถ่านแกลบในวิธีของเกษตรกรที่ระยะ PI ช่วยเพิ่มศักยภาพการให้ผลผลิตได้สูงกว่าวิธีของเกษตรกร การใส่ถ่านแกลบอย่างเดียวในนาข้าวเคมีให้ผลผลิตข้าวสูงที่สุด คือ 150 กก. ต่อไร่ ในขณะที่นาข้าวอินทรีย์เคมีให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกันระหว่างการใส่ถ่านแกลบอย่างเดียวกับวิธีการของเกษตรกร (424 และ 425 กก. ต่อไร่ ตามลำดับ) การใส่ถ่านแกลบอย่างเดียวยังมีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในนาข้าวเคมีสูงที่สุดในช่วงสัปดาห์ที่ 2 และ 3 หลังการปักดำ ในขณะที่นาข้าวอินทรีย์เคมีในวิธีของเกษตรกร มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงที่สุดในสภาพดินนาที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำเมื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุ (ถ่านแกลบ) ลงไปจะกระตุ้นให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนมากขึ้น ส่วนในดินนาที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง การใส่ถ่านแกลบช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซ CH_4

คำสำคัญ: ถ่าน นาข้าวเคมี นาข้าวอินทรีย์เคมี
การปลดปล่อยมีเทน

คำนำ

ดินนาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ที่ผ่านมากเกษตรกรมุ่งเน้นการเพิ่มผลผลิตข้าวโดยการใส่ปุ๋ยเคมีโดยไม่ได้นำปัจจัยผลกระทบในระยะยาวต่อสมบัติของดิน และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันรัฐบาลได้ส่งเสริมให้มีการเพิ่มอินทรีย์วัตถุโดยการใส่วัสดุอินทรีย์ลงในดิน เช่น การไถกลบซากพืช ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก หรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และอุตสาหกรรมเพื่อช่วยในการปรับปรุงบำรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ขึ้น ทำให้เกษตรกรเริ่มหันมาทำการเพาะปลูกข้าวแบบอินทรีย์เคมี (การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี) อย่างไรก็ตามมีงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการใส่วัสดุอินทรีย์เหล่านี้ลงในนาข้าวกลับส่งผลให้นาข้าวมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งทำให้โลกร้อนเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะก๊าซมีเทน (CH_4) อันเนื่องมาจากการย่อยสลายของปุ๋ยอินทรีย์ และซากพืชในสภาพที่ขาดออกซิเจน (Khosla *et al.*, 2010) ถึงแม้ว่านาข้าวจะมีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งอื่น แต่ก็ยังเป็นแหล่งสำคัญของการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ซึ่งปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในนาข้าวทั่วโลก เท่ากับ 10-26 Tg/year (Matthews *et al.*, 2000) ส่งผลทำให้ประเทศไทยซึ่งขึ้นชื่อว่าเป็นประเทศที่มีการเพาะปลูกข้าวที่ใหญ่และสำคัญของโลก ถูกมองว่าเป็นแหล่งผลิตก๊าซเรือนกระจกแหล่งสำคัญของโลกเช่นกัน และนำมาซึ่งการกีดกันทางการค้า ในขณะที่แหล่งปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกปริมาณมากที่สุด คือ ภาคพลังงาน (159.4 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) รองลงมา คือ ภาคการเกษตร (51.88 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) และภาคอุตสาหกรรม (16.4 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2553)

ถ่าน (Charcoal) เป็นวัสดุอินทรีย์ที่ถูกเผาในสภาพที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำหรือไม่มีออกซิเจนด้วยอุณหภูมิสูง 300-600°C. ที่เรียกว่า Carbonization

หรือ Pyrolysis (FAO, 1985) ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศที่มีวิถีชีวิตผูกพันกับการใช้ถ่านชีวภาพเพื่อการหุงต้ม แต่ถูกนำมาใช้เป็นสารปรับปรุงดินน้อย ยกเว้นการใช้ขี้เถ้าถ่านชีวภาพ (เสาวคนธ์, 2556) ถ่านซึ่งมีคาร์บอนที่เสถียรและคงทนต่อการย่อยสลาย มีปริมาณคาร์บอนสูง ทำให้คาร์บอนซึ่งเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ในนาข้าวลดลง จึงส่งผลให้กิจกรรมของ Methanogenic bacteria ลดลง (Feng *et al.*, 2012) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารอินทรีย์อื่นๆ เช่น เศษซากพืช ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยคอก ซึ่งมักจะเกิดการย่อยสลายอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในเขตร้อนชื้นและภายใต้สภาพที่น้ำขัง ส่งผลให้ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร และ การใช้ถ่านแกลบต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทน การเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวในนาข้าวที่ปลูกแบบเคมีและอินทรีย์เคมี

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้เป็นการดำเนินการวิจัยในไร่นาของเกษตรกรบริเวณจังหวัดนครพนม คัดเลือกพื้นที่ปลูกข้าว

2 รูปแบบ คือ การปลูกข้าวแบบเคมี (ตำบลบ้านผึ้ง อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม) และการปลูกข้าวแบบอินทรีย์เคมี (ตำบลเวินพระบาท อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม) โดยการศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการปลูกข้าวของเกษตรกรกับการปลูกข้าวโดยการใส่ถ่านแกลบ วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) มี 4 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ดังต่อไปนี้ กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่ใส่อะไรเลย) กรรมวิธีที่ 2 ถ่านแกลบอย่างเดียว (อัตรา 300 กก. ต่อไร่) กรรมวิธีที่ 3 วิธีการของเกษตรกร (ปุ๋ย 2 ครั้ง) และกรรมวิธีที่ 4 วิธีการของเกษตรกร+ถ่านแกลบ (อัตรา 300 กก. ต่อไร่) ที่ระยะข้าวสร้างช่อดอก (PI) ถ่านแกลบที่ใช้ในงานวิจัยนี้ผลิตด้วยวิธีเผาแบบดั้งเดิม โดยใช้ไม้สังกะสีเจาะเป็นรูเล็กๆ รอบๆ มีปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมด 33.68 และ 1.14% ตามลำดับ ค่า C/N ratio เท่ากับ 29.54 ค่า CEC เท่ากับ 17 cmol/kg ค่า pH และ EC เท่ากับ 7.81 และ 0.360 μ S ตามลำดับ ทำการไถและไถพรวนดิน และทำคันดินแบ่งแปลงย่อยจำนวน 16 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาด 19.95 ตร.ม. และ 11.50 ตร.ม. สำหรับแปลงข้าวเคมี และอินทรีย์เคมี ตามลำดับ สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูกแปลงข้าวเคมี และแปลงข้าวอินทรีย์เคมี ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Some soil chemical properties before rice transplanting

Paddy field	pH	EC (μ S)	Organic matter	Total N	CEC
			(%)		(cmol/kg)
Chemical	5.16	0.040	1.24	0.058	4.7
Organic-chemical	5.51	0.037	1.22	0.15	8.3

การปลูกข้าวใช้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้ต้นกล้าอายุ 30 วัน ระยะปักดำ 25x25 ซม. ปลูกแปลงย่อยละ 6 แถวๆ ละ 20 หลุม จำนวน 3 ต้น/หลุม หลังปักดำในกรรมวิธีที่ใส่ถ่านแกลบอย่างเดียว ใส่ถ่านแกลบอัตรา 300 กก. ต่อไร่ (3.7 และ 2.2 กก. ต่อแปลงย่อยในแปลงข้าวเคมี และอินทรีย์เคมี ตามลำดับ) ในกรรมวิธีของเกษตรกรใช้ปุ๋ยตามชนิดและปริมาณ

ที่เกษตรกรใช้ ดังนี้ แปลงข้าวเคมี ใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ในอัตรา 400 กรัมต่อแปลงย่อย ส่วนแปลงข้าวอินทรีย์เคมี สูตร 6-3-3 ผสมมูลไก่ ในสัดส่วน 2:10 อัตรา 230 กรัมต่อแปลงย่อย เมื่อระยะ PI ใส่ถ่านแกลบอีกครั้ง เฉพาะกรรมวิธีของเกษตรกร+ถ่านแกลบ ระยะ PI และในกรรมวิธีของเกษตรกร (ใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง) ใส่ปุ๋ยครั้งที่สองในระยะ PI ในอัตราเดิมกับช่วงหลังปักดำ ในระหว่าง

การศึกษาทำการกำจัดวัชพืช และดูแลโรคแมลงตามความเหมาะสม ทำการเก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโตของข้าว (ความสูง จำนวนต้นตอก และน้ำหนักแห้งต้น) ที่อายุ 30 และ 60 วันหลังปักดำ โดยสุ่มตัวอย่างจำนวน 5 กอ ต่อแปลงย่อย ในแต่ละครั้ง และข้อมูลผลผลิตข้าว (อายุ 120 วันหลังปักดำ) เก็บข้อมูลจำนวนต้นตอก จำนวนรวงต่อต้น และน้ำหนักแห้ง ในพื้นที่เก็บเกี่ยว 1.50 ตร.ม. ต่อแปลงย่อย (กรณีแปลงข้าวเคมี จำนวน 25 กอต่อแปลงย่อย และแปลงข้าวอินทรีย์เคมี จำนวน 20 กอต่อแปลงย่อย) ระหว่างการปลูกข้าววัดปริมาณก๊าซมีเทน (CH_4) โดยใช้เครื่องวัดก๊าซ ยี่ห้อ KIMO รุ่น FG110 เวลา 10:00 น. วางกล่องเก็บตัวอย่างก๊าซ (Chamber) ลงไปในแปลงและกดลงไปในดินไม่ให้มีช่องว่างให้อากาศเข้าออก ใช้ดินน้ำมันอุดรูด้านบนไว้แล้วทำการวัดก๊าซมีเทนนาที่ 0 โดยนำเครื่องวัดก๊าซ ยี่ห้อ KIMO รุ่น FG110 จุ่มลงไปในกลุ่มเก็บตัวอย่างก๊าซทิ้งไว้ 30 วินาที จดบันทึกค่าที่ได้แล้วปิดด้วยดินน้ำมันเหมือนเดิม และวัดอีกครั้งทุกนาที่ที่ 5, 10, 15 และ 20 นาที่ พร้อมทั้งวัดความสูงของ Chamber จากระดับผิวน้ำถึงปลาย Chamber และอุณหภูมิขณะที่ทำการวัด แล้วนำค่าที่ได้จากการวัดมาคำนวณโดยใช้สมการดังนี้

$$E = \frac{dc}{dt} \times \frac{(h)(Mw)(Tst)}{(Mv)(Tst + T)}$$

เมื่อ E = อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทน
($\text{mg CH}_4/\text{m}^2/\text{h}$)

dc/dt = อัตราการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ
ก๊าซมีเทน (ppm/h)

h = ความสูงของกล่องจากระดับผิวน้ำ (m)

Mw = น้ำหนักโมเลกุลของ CH_4 ($16.123 \times 10^3 \text{ mg}$)

Mv = ปริมาตรโมเลกุลของ CH_4 ($22.41 \times 10^{-3} \text{ mg}$)

T = อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)

Tst = อุณหภูมิมาตรฐาน (273.2°K) = 0°C

ผลการวิจัย

ผลของการจัดการดินต่อการเจริญเติบโตของข้าว

การเจริญเติบโตของข้าวเมื่ออายุ 30 วันหลังปักดำ พบว่าแปลงนาข้าวเคมี ข้าวมีจำนวนต้นตอก และน้ำหนักแห้งต้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่ความสูงของข้าวในกรรมวิธีที่ใส่ถ่านกลบอย่างเดียวย (68.00 ซม.) มีค่าสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) และกรรมวิธีไม่มีการจัดการ (48.75 ซม.) มีความสูงต่ำที่สุด (Table 2) ในแปลงนาข้าวอินทรีย์เคมี พบว่ากรรมวิธีของเกษตรกร (ปุ๋ย 2 ครั้ง) ให้น้ำหนักแห้งต้นสูงที่สุด (16.27 กรัมตอก) แต่ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีใส่ถ่านกลบอย่างเดียวย และวิธีของเกษตรกร+ถ่านกลบ ระยะ PI (13.99 และ 14.20 กรัมตอก ตามลำดับ) (Table 2) การเจริญเติบโตของข้าวเมื่ออายุ 60 วันหลังปักดำ พบว่าแปลงนาข้าวเคมีมีจำนวนต้นตอก ความสูง และน้ำหนักแห้งต้น แตกต่างกันระหว่างกรรมวิธีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) โดยจำนวนต้นตอก และน้ำหนักแห้งต้น ในกรรมวิธีของเกษตรกร+ถ่านกลบ ระยะ PI มีค่าสูงที่สุด คือ 5 ต้นตอก และ 58.80 กรัมตอก ตามลำดับ (Table 3) แปลงนาข้าวอินทรีย์เคมีพบว่า น้ำหนักแห้งต้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ $P\leq 0.01$ โดยกรรมวิธีใส่ถ่านกลบอย่างเดียวยมีน้ำหนักแห้งต้นสูงที่สุด คือ 107.60 กรัมตอก รองลงมา คือ กรรมวิธีของเกษตรกร+ถ่านกลบ ระยะ PI (97.65 กรัมตอก) (Table 3)

Table 2 Effect of soil managements on rice growth at 30 days after transplanting under chemical and organic-chemical paddy fields

Treatment	Chemical rice			Organic-chemical rice		
	Stem	Height	Shoot	Stem	Height	Shoot
	per hill	(cm)	dry weight (g/hill)	per hill	(cm)	dry weight (g/hill)
Control	3	48.75	4.96	3	64.50	9.90
Rice husk charcoal	3	68.00	7.75	3	72.00	13.99
Farmer practices	3	63.50	6.53	3	70.75	16.27
Farmer practices +rice husk charcoal (PI stage)	3	66.25	6.25	2	64.00	14.20
LSD_{.05}	0.40 ^{ns}	17.18*	3.04 ^{ns}	0.40 ^{ns}	14.24 ^{ns}	4.22*
C.V. (%)	8.16	17.42	29.82	8.51	13.13	19.39

* = significant different at $P \leq 0.05$ and ^{ns} = not significant different at $P > 0.05$

Table 3 Effect of soil managements on rice growth at 60 days after transplanting under chemical and organic-chemical paddy fields

Treatment	Chemical rice			Organic-chemical rice		
	Stem	Height	Shoot	Stem	Height	Shoot
	per hill	(cm)	dry weight (g/hill)	per hill	(cm)	dry weight (g/hill)
Control	3	84.50	9.55	7	100.75	58.33
Rice husk charcoal	4	101.75	30.89	7	111.75	107.60
Farmer practices	3	103.00	29.73	7	113.25	72.00
Farmer practices +rice husk charcoal (PI stage)	5	77.00	58.80	7	98.25	97.65
LSD_{.05}	1.03**	17.23*	6.59**	1.77 ^{ns}	22.08 ^{ns}	23.28**
C.V. (%)	17.81	11.76	12.77	16.27	13.29	17.35

** = significant different at $P \leq 0.01$; * = significant different at $P \leq 0.05$ and ^{ns} = not significant different at $P > 0.05$

ผลของการจัดการดินต่อผลผลิตข้าว

ผลผลิตข้าวจากแปลงนาข้าวเคมี พบว่าจำนวนต้นตอกอ จำนวนรวงตอกอ น้ำหนักแห้งฟางข้าว และน้ำหนักเมล็ด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีเกษตรกร (ใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง) มีจำนวนต้นตอกอ และจำนวนรวงตอกอ (8 ต้นตอกอ และ 4 รวงตอกอ ตามลำดับ) สูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีของเกษตรกร+ถ่านแกลบ ระยะ PI (7 ต้นตอกอ และ 4 รวงตอกอ ตามลำดับ) ในขณะที่กรรมวิธีใส่ถ่านแกลบอย่างเดียวมีค่าน้ำหนักแห้งเมล็ดข้าวสูงที่สุด คือ 150 กก.

ต่อไร่ ดังแสดงใน Table 4 ในขณะที่ผลผลิตของข้าวแปลงนาข้าวอินทรีย์เคมีพบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีของจำนวนต้นตอกอ จำนวนรวงตอกอ และน้ำหนักแห้งเมล็ด มีเพียงน้ำหนักแห้งฟางข้าวซึ่งกรรมวิธีใส่ถ่านแกลบให้น้ำหนักแห้งฟางข้าวสูงที่สุด (213 กก. ต่อไร่) อย่างไรก็ตามน้ำหนักแห้งเมล็ดข้าวในกรรมวิธีใส่ถ่านแกลบอย่างเดียวกับกรรมวิธีเกษตรกร (ใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง) มีค่าเท่าไม่แตกต่างกัน (424 และ 425 กก. ต่อไร่ ตามลำดับ) (Table 4)

Table 4 Effects of soil managements on rice stem and panicle per hill, straw and seed dry weight under chemical rice and organic-chemical paddy fields

Treatment	Chemical rice				Organic-chemical rice			
	Stem	Panicle	Dry weight		Stem	Panicle	Dry weight	
	per	per	(kg/rai)		per	per	(kg/rai)	
	hill	hill	Straw	Seed	hill	hill	Straw	Seed
Control	4	5	28	136	8	9	102	388
Rice husk charcoal	6	3	92	150	8	10	213	424
Farmer practices	8	4	111	137	8	8	141	425
Farmer practices +rice husk charcoal (PI stage)	7	4	149	127	9	8	128	393
LSD _{.05}	1.89*	1.47*	46**	13*	2.27 ^{ns}	3 ^{ns}	48**	116 ^{ns}
C.V. (%)	19.49*	24	30.10	5.71	17.04	24.17	20.60	17.75

** = significant different at $P\leq 0.01$; * = significant different at $P\leq 0.05$ and ^{ns} = not significant different at $P>0.05$

ผลของการจัดการดินต่อปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในนาข้าว

ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) ในนาข้าวเคมี (Figure 1a) พบว่ามีการปลดปล่อยก๊าซมีเทน เป็นปริมาณมากในช่วง 14 และ 21 วันหลังการปักดำ โดยกรรมวิธีที่มีการปลดปล่อยมากที่สุด คือ การใส่ถ่านแกลบอย่างเดียว (802.75 และ 816.00 $\text{kg CH}_4/\text{m}^2/\text{h}$ ตามลำดับ) รองลงมาเป็นกรรมวิธีของเกษตรกร+ถ่านแกลบ ระยะ PI

(519.50 และ 611.00 $\text{kg CH}_4/\text{m}^2/\text{h}$ ตามลำดับ) ซึ่งมีปริมาณไม่แตกต่างกับกรรมวิธีของเกษตรกร (ใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง) อย่างไรก็ตาม ปริมาณก๊าซมีเทนในนาข้าวเคมีลดลงตั้งแต่ 28 วันหลังปักดำ เป็นต้นไป จนมีค่าเป็น 0 ในทุกกรรมวิธี ในขณะที่นาข้าวอินทรีย์เคมี (Figure 1b) พบว่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในช่วง 7 วันหลังปักดำ โดยกรรมวิธีของเกษตรกร (ใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง) และกรรมวิธีของเกษตรกร+ถ่านแกลบ ระยะ PI มีปริมาณการปลดปล่อย

ก๊าซมีเทนสูงที่สุด (173.00 และ 167.50 kg CH₄/m²/h ตามลำดับ) หลังจากนั้นปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทน

ลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งเป็น 0 ในทุกกรรมวิธีภายใน 21 และ 28 วันหลังปักดำ

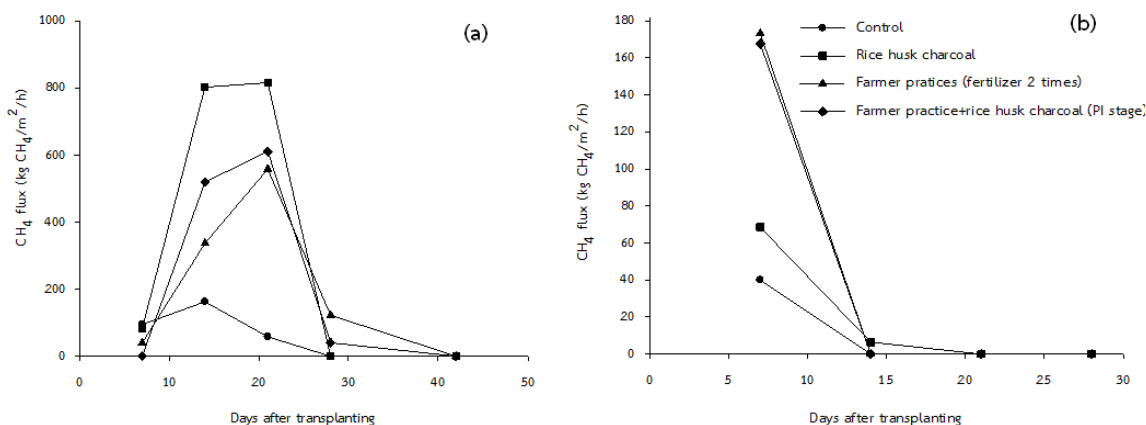


Figure 1 Effects of soil management on CH₄ emission under chemical rice (a) and organic-chemical paddy fields (b)

วิจารณ์ผลการวิจัย

การเจริญเติบโตของข้าวในช่วงแรก (30 วันหลังปักดำ) ในแปลงข้าวเคมี จากผลการศึกษาพบว่า การใส่ถ่านแกลบมีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตของข้าวดีกว่าการไม่ใส่ถ่านแกลบ โดยเฉพาะเปรียบเทียบกับดินปกติในแปลงข้าวเคมี ในขณะที่แปลงข้าวอินทรีย์เคมีมีการเจริญเติบโตตามวิธีการของเกษตรกร (ปุ๋ย 2 ครั้ง) มีแนวโน้มดีกว่าการใส่ถ่านแกลบทั้ง 2 วิธีการ (ใส่ถ่านแกลบอย่างเดียวและวิธีการของเกษตรกร+ถ่านแกลบ ระยะ PI) (Table 2) อย่างไรก็ตาม การเจริญเติบโตในช่วงแรกทั้งการใส่ถ่านแกลบอย่างเดียว วิธีการของเกษตรกร (ปุ๋ย 2 ครั้ง) และวิธีการของเกษตรกร+ใส่ถ่านแกลบ ระยะ PI ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งให้เห็นว่า ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของข้าวไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเคมีในการปลูกข้าวทั้งในแปลงนาข้าวเคมีและนาข้าวอินทรีย์เคมี สอดคล้องกับเสาวคนธ์ (2557) รายงานว่า การใส่ถ่านชีวภาพในดินนาเพื่อปลูกข้าวควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนหรือปุ๋ยเคมี 1 ครั้ง คือ ระยะข้าวเริ่มสร้างช่อดอกอ่อน (PI) จะช่วยให้ประสิทธิภาพการ

ใช้ปุ๋ยเพิ่มขึ้น (กรณีใส่ถ่านแกลบ มีค่า NUE = 22.80 กรัม/น้ำหนักแห้งต่อกรัมไนโตรเจน และกรณีใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ค่า NUE = 4.90 กรัม/น้ำหนักแห้งต่อกรัมไนโตรเจน) และผลผลิตข้าวเทียบเท่ากับการใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง (ระยะปักดำ และระยะสร้างช่อดอกอ่อน) โดยข้าวที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวให้ผลผลิตเมล็ดข้าว 15.48 กรัมต่อกอ ในขณะที่ข้าวที่ใส่ถ่านแกลบให้ผลผลิตเมล็ดข้าว 13.33 กรัมต่อกอ

นอกจากนี้ การใส่ถ่านแกลบยังส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวในช่วง 60 วันหลังปักดำ โดยเพิ่มน้ำหนักแห้งของต้นข้าวส่วนเหนือดินมากกว่าวิธีการของเกษตรกร (ปุ๋ย 2 ครั้ง) ทั้งในนาข้าวเคมีและนาข้าวอินทรีย์เคมี (Table 2) โดยเฉพาะนาข้าวอินทรีย์เคมีมีการตอบสนองต่อการใส่ถ่านแกลบมาก ซึ่งทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินเพิ่มสูงขึ้นถึง 35.6 กรัมต่อกอ (911.36 กก. ต่อไร่) เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการของเกษตรกร (ปุ๋ย 2 ครั้ง) ในขณะที่แปลงนาข้าวเคมีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้นเพียง 1.16 กรัมต่อกอ (29.67 กก. ต่อไร่) เมื่อระยะเก็บเกี่ยวข้าว (120 วันหลังปักดำ) พบว่าผลผลิตเมล็ดข้าวในแปลงข้าว

เคมีที่ใส่ถ่านกลบทั้งสองกรรมวิธี (ถ่านกลบอย่างเดี่ยว และใส่ถ่านกลบที่ระยะ PI) สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง (วิธีการของเกษตรกร) ในขณะที่แปลงข้าวอินทรีย์เคมีผลผลิตเมล็ดข้าวไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี (Table 4) แสดงให้เห็นว่า การใส่ถ่านกลบมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวในช่วงระยะแรกของการเจริญเติบโต (ช่วงการแตกกอ 0-60 วันหลังปักดำ) ในกรณีของนาข้าวอินทรีย์เคมี ในขณะที่นาข้าวเคมีมีการใส่ถ่านกลบในวิธีของเกษตรกร ที่ระยะ PI ช่วยเพิ่มศักยภาพการให้ผลผลิตได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับ Haefele *et al.* (2011) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าของถ่านกลบในแต่ละระบบการปลูกข้าว ชนิดดิน และฤดูกาล พบว่าถ่านกลบเพิ่มผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่ำ และดินเกิดสภาวะขาดน้ำ ถ่านกลบไม่สามารถเพิ่มความสามารถในการผลิตข้าวในพื้นที่ที่มี pH เป็นกลาง เนื้อดินเหนียว (Clay) และมีค่า CEC สูง มีงานวิจัยในเรื่องทดลองเกี่ยวกับการใช้ถ่านกลบในดินที่มี pH ต่ำมากในดินกรดพบว่า มีผลในทางบวกโดยเพิ่มผลผลิตของข้าว (Agusalim *et al.*, 2010; Sokchea and Preston, 2011) เช่นเดียวกันกับงานวิจัยในครั้งนี้พบว่า นาข้าวเคมีมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำเป็นดินลูกรังปนดินเหนียว มีค่า CEC (4.7 cmol/kg) ต่ำกว่านาข้าวอินทรีย์เคมี (8 cmol/kg) ซึ่งอาจเป็นผลทำให้ผลผลิตของข้าวในนาข้าวเคมีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการใส่ถ่านกลบและไม่ใส่ถ่านกลบเมื่อเปรียบเทียบกับนาข้าวอินทรีย์เคมี นอกจากนี้ผลการวิจัยยังชี้ให้เห็นว่า การใส่ถ่านกลบหลังปักดำ หรือระยะ PI ก็ให้ผลผลิตสูงกว่าหรือเท่ากับการใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง ไม่ว่าจะเป็นนาข้าวเคมีหรืออินทรีย์เคมี การใส่ถ่านกลบนอกจากจะช่วยเพิ่มผลผลิต ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวด้วย Zhang *et al.* (2010) แสดงให้เห็นว่าการใส่ถ่านกลบในดินนาช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าว รวมทั้งลดอัตราการปลดปล่อยก๊าซ N_2O อีกด้วย เสาวคนธ์ (2557) รายงานว่า การใส่ถ่านกลบ

และถ่านไม้ไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวได้ดีกว่าการใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง

Knoblauch *et al.* (2008) ได้รายงานว่าการใส่ถ่านลงไปดินนาเพิ่มการปลดปล่อยก๊าซ CH_4 จากนาข้าว แต่ไม่พบว่ามีผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ไม่ใส่ถ่าน ยังสอดคล้องกันกับผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า การใส่ถ่านกลบทั้งช่วงปักดำข้าวและระยะ PI ในนาข้าวเคมีทำให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซ CH_4 เพิ่มขึ้นสูงโดยเฉพาะช่วง 14-21 วันหลังปักดำ (Figure 1a) ในขณะที่การปลดปล่อยก๊าซ CH_4 ในนาข้าวอินทรีย์เคมีมีการใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง (วิธีการของเกษตรกร) และการใส่ปุ๋ย 1 ครั้ง ร่วมกับการใส่ถ่านกลบที่ระยะ PI มีปริมาณมากที่สุด (Figure 1b) ชี้ให้เห็นว่าในสภาพดินนาที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำเมื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุ (ถ่านกลบ) ลงไปจะกระตุ้นให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนมากขึ้น ส่วนในดินนาที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงการใส่ถ่านกลบช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทน สอดคล้องกับ Zhang *et al.* (2010) พบว่าการปลดปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มถ่าน โดยจะเปลี่ยนแปลงตามอัตราถ่านที่ใส่ลงไปในดิน และมีปฏิสัมพันธ์กับปุ๋ยไนโตรเจน และส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับระดับของน้ำในนาข้าว Knoblauch *et al.* (2008) ได้แสดงให้เห็นว่า องค์ประกอบในถ่านที่เป็นส่วนที่เคลื่อนย้ายได้ (Labile components) เช่น Labile organic carbon ซึ่งสามารถถูกย่อยสลายได้ และกลายมาเป็นแหล่งของสารตั้งต้นของจุลินทรีย์พวก Methanogenic ซึ่งกระตุ้นให้เกิดการผลิตก๊าซมีเทน โดยเฉพาะในช่วงระยะแรกของการเจริญเติบโตของข้าว เช่นเดียวกันกับผลการวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการวัดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในช่วงแรกของการเจริญเติบโต (7-42 วันหลังปักดำ) พบว่าการเจริญเติบโตในช่วง 14-21 วันหลังปักดำ เป็นช่วงที่ปลดปล่อยก๊าซมีเทนมากที่สุดทั้งในนาข้าวเคมีและอินทรีย์เคมี รวมทั้งช่วงเวลาดังกล่าว มีปริมาณน้ำสูงและยังเป็นเวลานานทำให้กระตุ้นการปลดปล่อยก๊าซมีเทนมากขึ้น ซึ่งจะสังเกตได้ว่าปริมาณก๊าซมีเทนลดลง เมื่อปริมาณน้ำและช่วงเวลาของการให้น้ำลดลง ระบบการให้น้ำ เช่น การให้น้ำแบบเปียก

สลับแห้ง (Intermittent irrigation) ซึ่งเป็นพื้นฐานของหลักการให้น้ำปริมาณน้อยเพื่อใช้ในการปลูกข้าว และได้ผลผลิตสูง อย่างไรก็ตาม การให้น้ำแบบปล่อยระดับสูงทำให้ดินอยู่ในสภาพขาด Oxidation ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพของศักย์ไฟฟ้า (Vahl and Sousa, 2004) ถ้าการให้น้ำแบบเปียกสลับแห้งจะทำให้ดินที่อยู่ในสภาพ Oxidation แบคทีเรียพวก Methanogenic จะได้รับผลกระทบ และการปลดปล่อยก๊าซมีเทนลดลง (Zhang *et al.*, 2011) ด้วยเหตุนี้ การให้น้ำแบบไม่สม่ำเสมอถูกแนะนำในการใช้ลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนอย่างยั่งยืน (IPCC, 2007; Johnson-Beebout *et al.*, 2009) ดังนั้น การจัดการพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำในดินสูงมีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทน (Sing, 2001)

สรุปผลการวิจัย

การใส่ถ่านแกลบในดินนาทั้งนาข้าวเคมี และข้าวอินทรีย์เคมีช่วยปรับปรุงการเจริญเติบโตของข้าวในช่วงแรกของการเจริญเติบโต (0-60 วันหลังปักดำ) ซึ่งทำให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยในนาข้าวไม่จำเป็นต้องใส่ 2 ครั้ง (หลังปักดำ และระยะ PI) โดยสามารถใส่ถ่านแกลบเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินในช่วงหลังปักดำ และใส่ปุ๋ยในช่วงระยะ PI ก็สามารลดต้นทุนการผลิตข้าวรวมทั้งเพิ่มผลผลิตข้าวได้โดยไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง อย่างไรก็ตาม การใส่ถ่านแกลบหากเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (นาข้าวเคมี) จะทำให้เพิ่มการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในนาข้าว ในขณะที่พื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง (นาข้าวอินทรีย์เคมี) การใส่ถ่านแกลบอย่างเดียวในระยะปักดำจะช่วยลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้ดีกว่าการใส่ในระยะ PI อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำในนาข้าวก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่มีผลต่อปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ซึ่งในนาข้าวปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ยาก หากเป็นนาข้าวชลประทานสามารถควบคุมระดับน้ำให้เหมาะสมเพียงพอต่อความต้องการของข้าว และอยู่ในสภาพ Oxidation จะช่วยลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม

การใส่ถ่านแกลบในนาข้าวช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตผลผลิตของข้าวและลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ซึ่งเกษตรกรควรมีการใส่ทุกๆ ปี อย่างน้อย 1 ครั้ง คือหลังปักดำข้าว เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ลดภาวะโลกร้อนอย่างยั่งยืนในการเพาะปลูก

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยเรื่องนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 และกลุ่มวิจัยการจัดการอินทรีย์วัตถุของดิน มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2553. **การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20> พฤษภาคม 2560).
- เสาวคนธ์ เหมวงษ์. 2556. ถ่านชีวภาพ: การกักเก็บคาร์บอนและความอุดมสมบูรณ์ของดิน. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า** 31(1): 104-114.
- เสาวคนธ์ เหมวงษ์. 2557. ผลของถ่านชีวภาพจากไม้ไผ่และแกลบต่อผลผลิต และประสิทธิภาพการดูดใช้ในโตรเจนของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี** 16(1): 69-75.
- Agusalim, M., H.U. Wani and M.S. Syechfani. 2010. Rice husk biochar for rice based cropping system in acid soil: The characteristics of rice husk biochar and its influence on the properties of acid sulfate soils and rice growth in West Kalimantan, Indonesia. **Journal of Agricultural Sciences** 2(1): 39-47.

- FAO. 1985. **Industrial Charcoal Marking**.
[Online]. Available <http://www.fao.org/docrep/x5555e/x5555e00.htm>
(26 March 2017).
- Feng, Y., Y. Xu, Y. Yu, Z. Xie and X. Lin. 2012. Mechanisms of biochar decreasing methane emission from Chinese paddy soils. **Soil Biology and Biochemistry** 46: 80-88.
- Haefele, S.M., Y. Konboon, W. Wongboon, S. Amarante, A.A. Maarifat, E.M. Pfeiffer and C. Knoblauch. 2011. Effects and fate of biochar from rice residues in rice-based systems. **Field Crops Research** 121(3): 430-440.
- IPCC. 2007. The physical Science Basis. **Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment**. 996 p. *In* Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. United Kingdom and New York: Cambridge University Press.
- Johnson-Beebout, S.E., J.G. Lauren and J.M. Duxbury. 2009. Immobilization of zinc fertilizer in flooded soils monitored by adapted DTPA soil test. **Commun. Soil Science and Plant Analysis** 40: 1842-1861.
- Khosa, M.K., B.S. Sidhu and D.K. Benbi. 2010. Effect of organic materials and rice cultivars on methane emission from rice field. **Journal of Environment and Ecology** 31: 281-285.
- Knoblauch, C., A.A. Marifaat and M.S. Haefele. 2008. **Biochar in Rice-based System: Impact on Carbon Mineralization and Trace Gas Emissions**. [Online]. Available <http://www.biochar-international.org/2008/conference/posters>
(26 March 2017).
- Matthews, P.N., P.K. Notz, M.W. Widener and G. Prukop. 2000. Flow loop experiments determine hydrate plugging tendencies in filed. **Annals of the New York Academy of Sciences** 912: 330-338.
- Sing, K. 2001. The use of nitrogen adsorption for the characterization of porous materials. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering** 3-9: 187-188.
- Sokchea, H. and T.R. Preston. 2011. Growth of maize in acid soil amended with biochar, derived from gasifier reactor and gasifier stove, with or without organic fertilizer (biodigester effluent). **Livestock Research for Rural Development** 23(4): 69.
- Vahl, L.C. and R.O. Sousa. 2004. Aspectos isico-químicos de solos alagados. pp. 97-118. *In* Gomes, A.S. and A.M. Jr. Magalhães (eds). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.

Zhang, A., L. Cui, G. Pan, L. Li, Q. Hussain,
X. Zhang, K. Zheng and D. Crowley.
2010. Effect of biochar amendment on
yield and methane and nitrous oxide
emissions from a rice paddy from
Tai Lake plain, China. **Agriculture,
Ecosystems and Environment**
139(4): 469-475.

Zhang, G.B., Y. Ji, Y. Ma, H. Xu and Z.C. Cai.
2011. Case study on effects of water
management and rice straw
incorporation in rice fields on
production, oxidation, and emission of
methane during fallow and flowing rice
seasons. **Soil Research** 49: 238-246.

ผลของแมกนีเซียมต่อการดูดใช้แมงกานีสและการเจริญเติบโตของยางพารา Effect of Magnesium on Manganese Uptake and Growth of Rubber Trees

ฮุซัน บือราเฮง จำเป็น อ่อนทอง* และขวัญตา ขาวมี

Husun Bueraheng, Jumpen Onthong* and Khwunta Khawmee

ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา 90112

Department of Earth Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Songkhla

Thailand 90112

*Corresponding author: jumpen.o@psu.ac.th

Abstract

Magnesium (Mg) and Manganese (Mn) are essential nutrient for rubber plant growth. Most of rubber trees are planted in acid soils. These soils have insufficient Mg but Mn greatly dissolved that may affect to rubber plant growth. The study was conducted to investigate effect of Mg on Mn uptake and growth of rubber trees. Rubber tree sapling was planted in plastic pot. The experimental design was factorial experiment in CRD with three replications. The treatments included two factors with three rates of Mg supply as kieserite viz. 0, 2 and 10 cmol_c Mg kg⁻¹ and two rates of Mn as Manganese sulfate viz. 0 and 50 mg kg⁻¹. The result showed that Mn concentrations and their uptake in all parts of rubber trees decreased when applying Mg. Magnesium concentrations increased with increasing of applied Mg while Calcium concentrations in shoot decreased. When applying Mg 10 cmol_c kg⁻¹, Potassium concentration decreased and shoot and root were stunted. Applying Mn 50 mg kg⁻¹ did not affect rubber tree growth compared with the control.

Keywords: Magnesium, Manganese uptake, growth, rubber

บทคัดย่อ

แมกนีเซียมและแมงกานีสเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของยางพารา ยางพาราส่วนใหญ่ปลูกในดินที่เป็นกรด ดินดังกล่าวมักขาดแมกนีเซียม และมีแมงกานีสละลายออกมามากจนอาจเป็นพิษต่อยางพาราได้ จึงได้ทดลองผลของแมกนีเซียมต่อการดูดแมงกานีสและการเจริญเติบโตของยางพารา โดยได้ดำเนินการปลูกต้นยางชำถุงในกระถาง วางแผนการทดลองแบบ 2x3 ปัจจัยร่วม

ในสุ่มสมบูรณ์ มี 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ การเติมแมกนีเซียมในรูปปุ๋ยคีเซอไรต์ อัตรา 0, 2 และ 10 เซนติโมลประจุ Mg/กก. และการเติมแมงกานีสในรูปสารละลายแมงกานีสซัลเฟต อัตรา 0 และ 50 มก. Mn/กก. ผลการทดลองพบว่า การเติมแมกนีเซียมทำให้ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในทุกส่วนของยางพาราเพิ่มขึ้นตามอัตราที่ใส่ แต่แมงกานีสในทุกส่วนของยางพารารวมถึงการดูดใช้ลดลง การเติมแมกนีเซียม 10 เซนติโมลประจุ Mg/กก. มีผลให้โพแทสเซียมลดลง และชะงักการเจริญเติบโต

ทั้งส่วนเนื้อดินและราก ส่วนการเติมแมงกานีส 50 มก. Mn/กก. ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของยางพาราเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม

คำสำคัญ: แมงกานีส, การดูดใช้แมงกานีส, การเจริญเติบโต, ยางพารา

คำนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทย ในปัจจุบันมีพื้นที่ปลูก 23.33 ล้านไร่ โดยภาคใต้มีพื้นที่ปลูกยางพารามากที่สุดถึง 14.71 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ดินปลูกยางพาราของประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นดินกรด มีปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองต่ำ มีรายงานว่า ในชุดดินคองหงส์ ท่าแซะ และรือเสาะ ดินขาดธาตุอาหารรองโดยเฉพาะแมงกานีสทั้งดินบนและดินล่าง โดยมีค่าต่ำกว่าระดับวิกฤต คือ 0.30 เซนติโมลประจุ Mg/กก. (โสภะ และคณะ, 2536) นอกจากนั้น ดินกรดมีผลทำให้จุลธาตุมีการละลายได้ดีจนถึงขั้นเป็นพิษต่อพืชได้ (Foy, 1984) โดยมีรายงานว่า ยางพาราที่ปลูกในชุดดินคองหงส์มีปริมาณการสะสมแมงกานีสในใบยางสูงถึง 200-300 มก. Mn/กก. ซึ่งอาจเป็นพิษแก่ต้นยางพาราได้ (นุชนารถ, 2552)

แมงกานีส เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย โดยมีความจำเป็นต่อปฏิกิริยาสังเคราะห์ด้วยแสง กิจกรรมเอนไซม์ และการเจริญเติบโตของราก (ยงยุทธ, 2552) หากพืชได้รับแมงกานีสในปริมาณที่สูงถึงระดับหนึ่งจะทำให้เกิดพิษ สำหรับยางพาราระดับแมงกานีสในใบที่เป็นพิษ คือ สูงกว่า 150 มก. Mn/กก. (นุชนารถ, 2552) ในมะเขือเทศที่ได้รับแมงกานีสมากเกินไปทำให้ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ และการเจริญเติบโตของรากและส่วนเนื้อดินลดลง (Shenker *et al.*, 2004) ประกอบกับในปัจจุบันมีการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราเพิ่มขึ้น มีการใช้พื้นที่ลุ่มหรือพื้นที่น้ำร้าง ซึ่งดินดังกล่าวเป็นกรดและมีสภาพกรดจัด แมงกานีสไอออน (Mn^{4+}) จะถูกรีดิวซ์เป็นแมงกานีสไอออนซึ่งละลายน้ำได้ง่ายขึ้น จึงทำให้เสี่ยงต่อการเกิดปัญหาความเป็นพิษแมงกานีสสูง

โดยความเข้มข้นของแมงกานีสที่สกัดได้ (DTPA Mn) ในดินปลูกยางพาราที่ลุ่มมีค่าในช่วง 6.97-14.58 มก. Mn/กก. ซึ่งสูงกว่าดินที่ดอนที่มีค่าในช่วง 3.28-4.74 มก. Mn/กก. (Siskawardani *et al.*, 2016) จากการที่ดินปลูกยางพารามีปริมาณแมงกานีสต่ำและแมงกานีสสูงจนเป็นพิษ ประกอบกับมีรายงานว่า การใส่แมงกานีสมีผลให้อัตราการดูดแมงกานีสของพืชลดลง (ยงยุทธ, 2552; Maas *et al.*, 1969) และพืชมีความต้องการปริมาณแมงกานีสในช่วงแรกของการเจริญเติบโตมากกว่าช่วงที่โตเต็มที่แล้ว (Jones, 1954 อ้างโดยยงยุทธ, 2552) จึงได้ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยแมงกานีสต่อการดูดใช้แมงกานีสและการเจริญเติบโตของต้นยางพารา

อุปกรณ์และวิธีการ

ทดลองปลูกต้นยางพาราชำถุง พันธุ์ RRIM 600 ขนาด 1 ฉัตร ในเรือนกระจก เป็นเวลา 8 เดือน (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557) โดยใช้ชุดดินคองหงส์ (Coarse-loamy, kaolinitic, isohy perthermic Typic Kandiodults) โดยมีวิธีการ ดังนี้

เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-30 ซม. นำมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม แล้วร่อนผ่านตะแกรงช่องเปิดขนาด 2 ซม. ผสมดินกับปุ๋ยสูตร 20-8-20 อัตรา 1.83 กรัม/กก. เพื่อปรับระดับธาตุอาหารที่จำเป็นให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของยางพารา และใส่แมงกานีสในรูปปุ๋ยคีเลต (MgSO₄·H₂O) และแมงกานีสในรูปสารละลายแมงกานีสซัลเฟต (MnSO₄·H₂O) อัตราตามแผนการทดลอง โดยทดลองแบบ 2x3 ปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in CRD) ทำ 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัยการทดลอง 1) ดินที่เติมแมงกานีส 2 ระดับ คือ 0 และ 50 มก. Mn/กก. และ 2) เติมแมงกานีส 3 ระดับ คือ 0, 2 และ 10 เซนติโมลประจุ Mg/กก. จากนั้นเก็บตัวอย่างดินที่ผสมแล้วไปวิเคราะห์ pH (ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:5) ค่าการนำไฟฟ้า (ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:5) แมงกานีสที่สกัดได้ (0.005 M DTPA) และแมงกานีสที่สกัดได้ (1.0 M NH₄OAc) ระหว่างการทดลอง ให้น้ำที่ระดับความชื้นสนามตลอดระยะเวลาการทดลอง

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงของต้น ที่วัดจากกิ่งตาถึงยอด และเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่ความสูง 10 ซม. จากกิ่งตาโดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier caliper) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (8 เดือน) เก็บตัวอย่าง ดินยางพาราทำการแยกส่วนประกอบเป็นใบ ก้านใบ ลำต้น รากแก้ว และรากแขนง นำมาอบที่อุณหภูมิ 80°C. เป็น เวลา 3 วัน และชั่งน้ำหนักแห้งของแต่ละส่วน นำตัวอย่าง มาบดผ่านตะแกรงขนาด 20 เมช เพื่อวิเคราะห์ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส เหล็ก สังกะสี และทองแดง (จำเป็น และ จักรกฤษณ์, 2556) นำข้อมูลการเจริญเติบโตและความ เข้มข้นธาตุอาหารในดินและในต้นกล้วยพารา มา วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบ ความแตกต่างโดยวิธี DMRT นำข้อมูลน้ำหนักแห้งและ ความเข้มข้นของธาตุอาหารในลำต้นมาคำนวณการดูดใช้ ธาตุอาหารของต้นยางพารา

ผลการวิจัย

คุณสมบัติทางเคมีของดินเมื่อเริ่มต้นการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ดินที่ผสมปุ๋ยสูตร 20-8-20 ซีเซอรไรต์ และแมงกานีสซัลเฟตพบว่า การใส่แมกนีเซียมไม่มีผลต่อ แมงกานีสที่สกัดได้ในดิน เช่นเดียวกับการเติมแมงกานีส ไม่มีผลต่อแมกนีเซียมที่สกัดได้ และการเติมสองธาตุนี้ ร่วมกันไม่มีผลต่อสมบัติทางเคมีในดิน การเพิ่มแมกนีเซียม ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าและแมกนีเซียมที่สกัดได้ในดิน เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยแมกนีเซียมที่สกัดได้เพิ่มขึ้น จาก 0.05-0.26 เซนติโมลประจุ Mg/กก. เป็น 0.56-0.58 และ 1.16-1.32 เซนติโมลประจุ Mg/กก. เมื่อเติมแมกนีเซียม 2 และ 10 เซนติโมลประจุ Mg/กก. ตามลำดับ ส่วนการเติม แมงกานีส ทำให้ pH และแมงกานีสที่สกัดได้เพิ่มขึ้น โดย แมงกานีสเพิ่มขึ้นจาก 6.69-7.88 เป็น 38.37-40.41 มก. Mn/กก. (Table 1)

Table 1 Some chemical properties of soil after Magnesium (0, 2 and 10 cmol_c kg⁻¹) and Manganese (0 and 50 mg kg⁻¹) applications

Treatment		Chemical soil parameters			
		pH _(1:5)	EC _(1:5) (dS m ⁻¹)	Extr. Mn (mg kg ⁻¹)	Extr. Mg (cmol _c kg ⁻¹)
Mn 0 mg kg⁻¹					
	Mg 0 cmol _c kg ⁻¹	5.44 b	0.18 d	5.92 b	0.05 c
	Mg 2 cmol _c kg ⁻¹	5.75 b	0.42 bc	6.69 b	0.56 b
	Mg 10 cmol _c kg ⁻¹	5.68 b	1.39 a	7.88 b	1.32 a
Mn 50 mg kg⁻¹					
	Mg 0 cmol _c kg ⁻¹	6.57 a	0.29 cd	40.41 a	0.26 c
	Mg 2 cmol _c kg ⁻¹	6.50 a	0.52 b	38.37 a	0.58 b
	Mg 10 cmol _c kg ⁻¹	6.49 a	1.36 a	39.10 a	1.16 a
ANOVA	Mn	**	NS	**	NS
	Mg	NS	**	NS	**
	Mn x Mg	NS	NS	NS	*

Within a column, mean values denoted by different letters differ significantly;

*, ** = significant at $p \leq 0.05, 0.01$; NS = not significant at $p > 0.05$

ผลของแมกนีเซียมและแมงกานีสต่อการเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตของต้นยางพาราในช่วงระยะเวลา 8 เดือน พบว่าการเติมแมกนีเซียมที่ระดับ 10 เซนติโมลประจุ Mg/กก. ทำให้การเจริญเติบโตของต้นยางพาราทั้งส่วนเหนือดินและราก (Figure 1) ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับการเติมแมกนีเซียมที่ระดับ 0 และ 2 เซนติโมลประจุ Mg/กก. และการเติมแมกนีเซียมที่ 10 เซนติโมลประจุ Mg/กก. ยังทำให้ต้นยางพาราดายหลังทดลองได้ 7 เดือน (Figure 1A และ 1B) นอกจากนี้ แมกนีเซียมในอัตราดังกล่าวยังทำให้ความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นต่ำกว่าอย่าง

ชัดเจน โดยในกรรมวิธีควบคุมต้นยางพารามีความสูง 90 ซม. และเมื่อเติมแมกนีเซียม 10 เซนติโมลประจุ Mg/กก. ต้นยางพารามีความสูงเพียง 45 ซม. (Figure 2A) ส่วนเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นในกรรมวิธีควบคุมเท่ากับ 8 มม. และ 6 มม. ในกรรมวิธีที่เติมแมกนีเซียม 10 เซนติโมลประจุ Mg/กก. โดยไม่เติมแมงกานีส (Figure 2B) ส่วนการเติมแมกนีเซียม 0 และ 2 เซนติโมลประจุ Mg/กก. การเจริญเติบโตมีผลไม่แตกต่างกัน สำหรับการเติมแมงกานีส 50 มก. Mn/กก. การเจริญเติบโตของต้นยางพารามีผลไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ไม่ได้เติมแมงกานีส

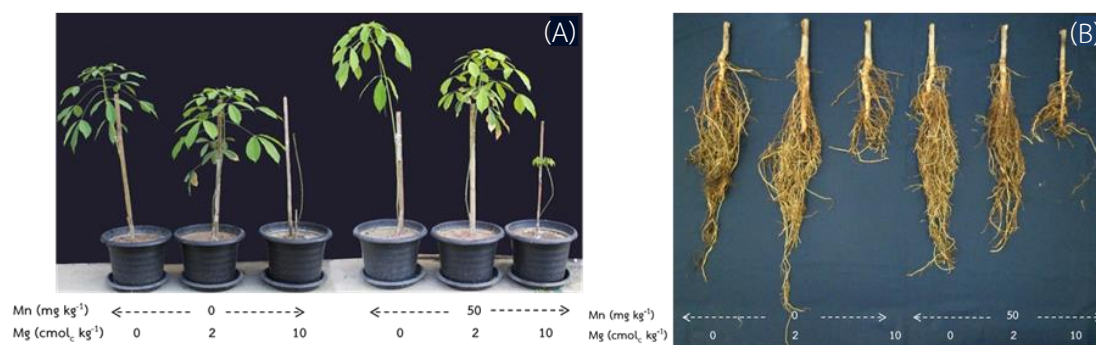


Figure 1 Shoot (A) and root (B) growth of rubber tree under Magnesium (0, 2 and 10 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$) and Manganese (0 and 50 mg kg^{-1}) supply

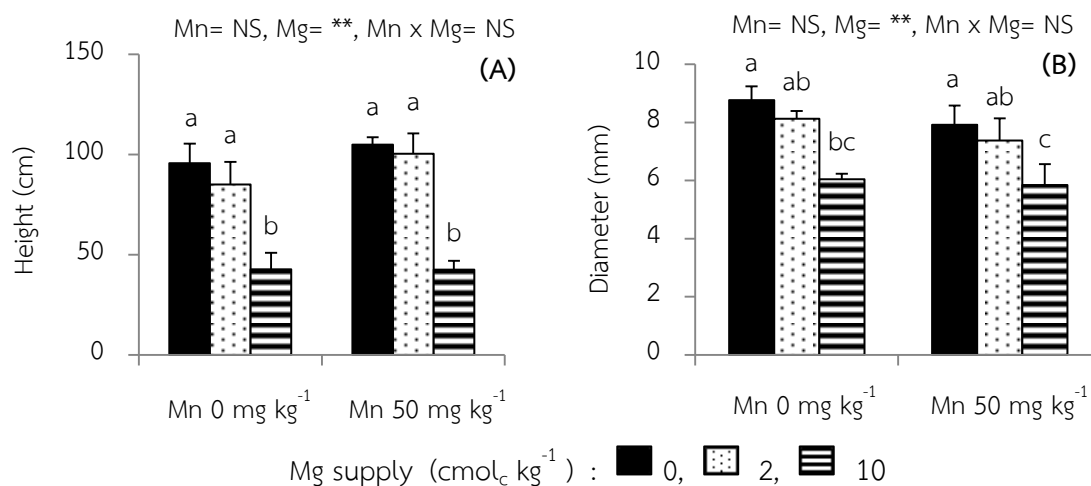


Figure 2 Height (A) and girth (B) of rubber tree under Magnesium (0, 2 and 10 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$) and Manganese (0 and 50 mg kg^{-1}) supply

Mean values denoted by different letters differ significantly; ** significant at $p \leq 0.01$; NS = not significant at $p > 0.05$; $\bar{x}$ = standard deviation

การเพิ่มแมกนีเซียมทำให้น้ำหนักแห้งของต้นยางพาราส่วนเหนือดิน และรากแขนง (Table 2) ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะเมื่อเติมแมกนีเซียมที่ 10 เซนติโมลประจุ Mg/กก. การเติมแมงกานีสที่ 50 มก. Mn/กก. ทำให้น้ำหนักแห้งของต้นยางพารา

ไม่แตกต่างกับที่ไม่เติมแมงกานีส และการเติมแมงกานีสร่วมกับแมกนีเซียม 2 เซนติโมลประจุ Mg/กก. ทำให้น้ำหนักแห้งของก้านใบ และลำต้น มีแนวโน้มสูงขึ้น และลดลงเมื่อเติมแมกนีเซียมเพิ่มเป็น 10 เซนติโมลประจุ Mg/กก. (Table 2)

Table 2 Dry weight of rubber trees under Magnesium (0, 2 and 10 cmol_c kg⁻¹) and Manganese (0 and 50 mg kg⁻¹) supply

Treatment	Dry weight (g kg ⁻¹)				
	Leaf	Petiole	Stem	Tap root	Lateral root
Mn 0 mg kg⁻¹					
Mg 0 cmol _c kg ⁻¹	6.57 a	1.26 a	10.96 a	13.04	8.55 a
Mg 2 cmol _c kg ⁻¹	1.74 b	0.78 ad	9.59 a	22.54	7.54 a
Mg 10 cmol _c kg ⁻¹	ND	ND	2.84 b	17.96	1.16 b
Mn 50 mg kg⁻¹					
Mg 0 cmol _c kg ⁻¹	5.87 a	0.90 ab	10.92 a	12.63	7.26 a
Mg 2 cmol _c kg ⁻¹	2.33 b	1.01 ab	13.18 a	14.24	6.35 a
Mg 10 cmol _c kg ⁻¹	ND	0.28 b	2.97 b	13.61	1.91 b
ANOVA Mn	NS	NS	NS	NS	NS
Mg	**	*	**	NS	**
Mn x Mg	NS	NS	NS	NS	NS

Within a column, mean values denoted by letters differ significantly;

*, ** = significant at $p \leq 0.05, 0.01$; NS = not significant at $p > 0.05$; ND = no data

ผลของแมกนีเซียมต่อการดูดแมงกานีสและความเข้มข้นของธาตุอาหารในต้นยางพารา

การเติมแมงกานีส 50 มก. Mn/กก. ทำให้ความเข้มข้นของแมงกานีสในส่วนต่างๆ ของต้นยางพารามีค่า

สูงกว่า 1,000 มก. Mn/กก. ยกเว้นรากแก้ว โดยมีค่าสูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้เติมแมงกานีสประมาณ 3 เท่า (Table 3) เมื่อเติมแมกนีเซียมทำให้ความเข้มข้นแมงกานีสในทุกส่วนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Table 3)

Table 3 Manganese concentrations in rubber trees under Magnesium (0, 2 and 10 cmol_c kg⁻¹) and Manganese (0 and 50 mg kg⁻¹) supply

Treatment		Leaf	Petiole	Stem	Tap root	Lateral root
		mg kg ⁻¹				
Mn 0 mg kg ⁻¹						
Mg 0 cmol _c kg ⁻¹		407.00 b	602.22 c	434.13 b	227.86 bc	553.98 bc
Mg 2 cmol _c kg ⁻¹		165.37 b	227.12 d	232.79 b	81.78 c	230.51 d
Mg 10 cmol _c kg ⁻¹		ND	ND	225.07 b	83.72 c	328.23 cd
Mn 50 mg kg ⁻¹						
Mg 0 cmol _c kg ⁻¹		1,154.38 a	1,776.10 a	1,017.20 a	606.58 a	1,110.70 a
Mg 2 cmol _c kg ⁻¹		455.87 b	964.00 b	602.00 b	324.00 b	503.29 bc
Mg 10 cmol _c kg ⁻¹		ND	ND	558.67 b	133.17 c	732.65 b
ANOVA	Mn	**	**	**	**	**
	Mg	**	**	**	**	**
	Mn x Mg	NS	*	NS	**	NS

Within a column, mean values denoted by letters differ significantly;

*, ** = significant at p<0.05, 0.01; NS = not significant at p>0.05; ND = no data

การเติมแมกนีเซียม 2 เซนติโมลประจุ Mg/กก. ทำให้ความเข้มข้นแมกนีเซียมในส่วนลดลงมากกว่าร้อยละ 50 และเมื่อเติมแมกนีเซียมเพิ่มเป็น 10 เซนติโมลประจุ Mg/กก. ความเข้มข้นแมกนีเซียมลดลงจากเดิมเพียงเล็กน้อย นอกจากนั้น การเติมแมกนีเซียมทำให้ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบยางพาราลดลง โดยลดจาก 4.95 กรัม/กก. ในกรรมวิธีควบคุม เป็น 3.20 กรัม/กก. เมื่อเติมแมกนีเซียม 2 เซนติโมลประจุ Mg/กก. โดยไม่เติมแมกนีเซียม (Table 4) ส่วนความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบเพิ่มขึ้นตามอัตราแมกนีเซียมที่เติมสูงขึ้น ในขณะที่ความเข้มข้นของโพแทสเซียมมีแนวโน้มลดลง การเติมแมกนีเซียม 10

เซนติโมลประจุ Mg/กก. เมื่อปลูกได้ 7 เดือน ทำให้ต้นยางพาราใบร่วง จึงไม่มีข้อมูลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบ ในขณะที่การเติมแมกนีเซียมทำให้ความเข้มข้นของเหล็ก สังกะสี และทองแดงในใบมีแนวโน้มลดลง (Table 4)

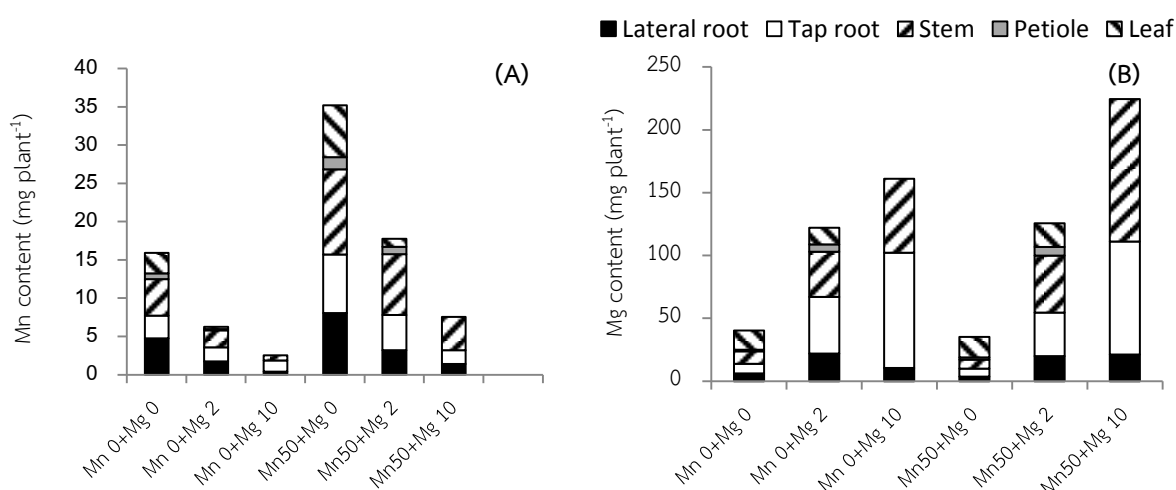
ปริมาณการดูดใช้แมกนีเซียมของยางพาราลดลงตามอัตราของแมกนีเซียมที่เพิ่มขึ้น (Figure 3A) ปริมาณแมกนีเซียมที่ยางพาราดูดเข้าไปสะสมมากในลำต้น ส่วนการดูดใช้แมกนีเซียมของยางพาราเพิ่มขึ้นตามอัตราของแมกนีเซียมที่ใส่เพิ่มขึ้น (Figure 3B) โดยแมกนีเซียมมีการสะสมมากในลำต้นและรากแก้ว

Table 4 Nutrient concentrations in leaf of rubber trees under Magnesium (0, 2 and 10 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$) and Manganese (0 and 50 mg kg^{-1}) supply

Treatment		Leaf nutrient							
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu
		g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹		
Mn 0 mg kg ⁻¹									
	Mg 0 cmol _c kg ⁻¹	42.75	2.17	36.01	4.95 a	2.35 b	112.40	8.66 b	1.84
	Mg 2 cmol _c kg ⁻¹	42.66	3.77	28.79	3.20 b	7.67 a	85.92	14.14 a	2.43
	Mg 10 cmol _c kg ⁻¹	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mn 50 mg kg ⁻¹									
	Mg 0 cmol _c kg ⁻¹	39.84	2.62	28.54	5.35 a	2.79 b	85.19	9.33 b	1.37
	Mg 2 cmol _c kg ⁻¹	39.46	3.31	24.65	2.98 b	8.02 a	82.57	7.76 b	1.82
	Mg 10 cmol _c kg ⁻¹	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ANOVA	Mn	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Mg	NS	NS	NS	**	**	NS	NS	NS
	Mn x Mg	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS

Within a column, mean values denoted by letters differ significantly;

*, ** = significant at $p \leq 0.05$, 0.01; NS = not significant at $p > 0.05$; ND = no data

**Figure 3** Manganese (A) and Magnesium (B) uptake of rubber trees under Magnesium (0, 2 and 10 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$) and Manganese (0 and 50 mg kg^{-1}) supply

วิจารณ์ผลการวิจัย

แมกนีเซียมและแมงกานีสในดิน

ดินปลูกยางพาราส่วนใหญ่ขาดธาตุแมกนีเซียม โดยเฉพาะในเขตปลูกยางพาราเดิม สอดคล้องกับค่าวิเคราะห์ดินเมื่อเริ่มทดลองที่มีแมกนีเซียมที่สกัดได้ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (0.30 เซนติโมลประจุ Mg/กก.) (Table 1) ทั้งนี้เนื่องจากภาคใต้ปลูกยางพาราดิตต่อกันเป็นระยะเวลานานและขาดการจัดการธาตุอาหารอย่างเหมาะสม โดยเกษตรกรจะให้ปุ๋ยตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง คือ ปุ๋ยผสมสูตร 20-8-20, 20-10-12 และ 29-5-18 ซึ่งมีธาตุอาหารหลักเพียงอย่างเดียว แต่การนำผลผลิตของยางพาราออกจากพื้นที่จะมีแมกนีเซียมติดไปด้วย โดยการเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยาง 1 ตัน ดินจะสูญเสียธาตุแมกนีเซียม 5 กก. (นุชนารถ และคณะ, 2556) ประกอบกับแมกนีเซียมเป็นธาตุที่ถูกละลายได้ง่าย โดยพบปัญหาการชะละลายของแมกนีเซียมในดินทรายและดินกรด โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ หรือโพแทสเซียมซัลเฟต (Havlin *et al.*, 2005) เมื่อดินขาดแมกนีเซียมทางสถาบันวิจัยยางแนะนำให้ใส่ปุ๋ยซีซีเอสโรตอตรา 80 กรัม/ตัน/ปี (สถาบันวิจัยยาง, 2547) นอกจากนั้น ในดินกรดมักมีแมงกานีสละลายออกมามาก เนื่องจากเปลือกโลกมีแมงกานีสเป็นองค์ประกอบอยู่มาก (Havlin *et al.*, 2005) เมื่อดินเป็นกรดทำให้อินทรีย์แมงกานีสพังสลายตัวและปลดปล่อยแมงกานีสออกมามาก (Barber, 1984) หากมีความเข้มข้นของแมงกานีสในดินเกิน 4 มก. Mn/กก. อาจเป็นพิษต่อยางพาราได้ (นุชนารถ, 2554) เช่นเดียวกับดินที่นำมาทดลองที่มีค่าวิเคราะห์แมงกานีสเกิน 4 มก. Mn/กก. และดินที่เติมแมงกานีส 50 มก. Mn/กก. มีแมงกานีสที่สกัดได้สูงถึง 38-40 มก. Mn/กก. (Table 1)

การตอบสนองต่อแมกนีเซียมและแมงกานีส

เมื่อเติมแมกนีเซียม 10 เซนติโมลประจุ Mg/กก. ทำให้การเจริญเติบโตของต้นยางพาราหยุดชะงักทั้งส่วนเหนือดินและราก (Figure 1) โดยทำให้ความสูง

และเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นลดลง (Figure 2) ทั้งนี้อาจมีสาเหตุจากการเติมแมกนีเซียมซัลเฟตในความเข้มข้นที่สูงเกิน (10 เซนติโมลประจุ Mg/กก.) ทำให้ค่าสภาพการนำไฟฟ้าสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ (Table 1) และค่าการนำไฟฟ้าที่สูงกว่าค่าที่เหมาะสม (<2.0 dS m⁻¹) และยังพบคราบเกลือสีขาวบริเวณผิวดินภายใต้กรรมวิธีดังกล่าว จึงชักนำให้ยางพาราเกิดสภาวะเครียดเนื่องจากความเค็ม (Salinity stress) การเพิ่มความเข้มข้นของเกลือมีผลให้ปริมาณน้ำในใบ และคลอโรฟิลล์ลดลง (สุริยันตร์ และคณะ, 2542) โดยดินที่มีเกลือละลายน้ำได้ (Soluble salt) สูงมีผลให้ค่าศักย์ออสโมติก (Osmotic potential) ในดินต่ำ ส่งผลให้พืชดูดน้ำจากดินได้ยาก เพื่อลดผลกระทบจากค่าออสโมติกในดินที่ต่ำพืชจึงจำเป็นต้องใช้พลังงานที่สูง เพื่อปรับระดับค่าออสโมติกในเซลล์ให้ต่ำลง การสูญเสียพลังงานนี้มีผลให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง (Brady and Weil, 2008) เช่นเดียวกับกรณีการเติมแมกนีเซียมคลอไรด์ (MgCl₂) ที่ชักนำให้เกิดความเครียดเนื่องจากความเค็มส่งผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ความยาวของส่วนเหนือดิน และรากของข้าวฟ่างลดลง (Khare *et al.*, 2012) การเติมแมกนีเซียมซัลเฟตที่มากเกินไป มีผลลดการเจริญเติบโตของข้าวมากกว่าการเติมแมกนีเซียมคลอไรด์ที่มากเกินไป (Kobayashi *et al.*, 2005) และความเสียหายเนื่องจากความเค็มจะมีผลกระทบมากที่สุดต่อพืชในระยะแรกของการเจริญเติบโต (Brady and Weil, 2008)

สำหรับการเติมแมงกานีสการเจริญเติบโตของยางพารามีผลไม่แตกต่างกับที่ไม่ได้เติม (Figure 1 และ 2) ทั้งที่ความเข้มข้นแมงกานีสในดินสูงถึง 40 มก. Mn/กก. (Table 1) และในใบยางมีสูงกว่า 1,000 มก. Mn/กก. (Table 3) โดยสูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่เติมแมงกานีส 6 และ 3 เท่าตามลำดับ และสูงกว่าในรายงานของนุชนารถ (2554) ที่กล่าวว่า แมงกานีสในดินสูงกว่า 4 มก. Mn/กก. และในใบสูงกว่า 150 มก. Mn/กก. อาจเป็นพิษต่อต้นยางพารา แม้จะได้รับแมงกานีสสูงแต่ต้นยางพาราก็ไม่แสดงอาการเป็นพิษหรือชะงักการเจริญเติบโต แสดงให้เห็นว่า ต้นยางพาราสามารถต้านทานต่อแมงกานีสที่ความเข้มข้นสูงได้

อย่างไรก็ตาม พืชแต่ละชนิดมีความต้านทานต่อแมงกานีสได้แตกต่างกัน เช่น ผักกาดขาวมีความต้านทานที่ความเข้มข้นแมงกานีสไม่เกิน 300 ไมโครโมลาร์ (Lee *et al.*, 2011) มะเขือเทศจะแสดงอาการเป็นพิษเมื่อสะสมแมงกานีสในใบอ่อน 450-500 มก. Mn/กก. และ 900-1,000 มก. Mn/กก. สำหรับใบแก่ต้านทานตะวันจะแสดงอาการเป็นพิษเมื่อได้รับแมงกานีสสูงถึง 5,300 มก. Mn/กก. (Foy, 1984)

การเติมแมงกานีสต่อการดูดใช้แมงกานีสและแมงกานีส

การที่พืชดูดใช้แมงกานีสปริมาณมากมีผลชะงักการเจริญเติบโต โดยสัมพันธ์กับความเข้มข้นของแมงกานีสในใบในกรรมวิธีที่เติมแมงกานีส 2 เซนติโมลประจุ Mg/กก. (Table 4) ที่เกินกว่าค่าที่เหมาะสม คือ 2.0-2.5 กรัม/กก. (นุชนารถ และคณะ, 2556) แสดงให้เห็นว่า ในกรรมวิธีที่เติมแมงกานีส 10 เซนติโมลประจุ Mg/กก. ต้นยางพาราได้ดูดใช้แมงกานีสปริมาณมากเกินไป เนื่องจากความเข้มข้นแมงกานีสในใบจะเพิ่มตามปริมาณแมงกานีสที่ให้ ถึงแม้ว่าโดยทั่วไปแมงกานีสร้อยละ 6-25 เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ หากแมงกานีสในใบเกินกว่าร้อยละ 20-25 พืชจะชะงักการเจริญเติบโต (ยงยุทธ, 2552) และมีรายงานว่า เมื่อมีแมงกานีสในคลอโรพลาสต์เข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ การสังเคราะห์แสงจะหยุดชะงัก เนื่องจากโพแทสเซียมเข้าสู่คลอโรพลาสต์น้อยลง เมื่อได้รับแสงก็จะเกิดสภาพกรดขึ้นภายในสโตรมา (Wu *et al.*, 1991) สอดคล้องกับปริมาณคลอโรฟิลล์ในข้าวฟ่างที่ลดลงตามความเข้มข้นของแมงกานีสคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น (Khare *et al.*, 2012) ดังนั้น เพื่อลดความเป็นพิษของแมงกานีสควรมีการใส่ในอัตราที่เหมาะสม

การวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบเป็นการยืนยันถึงการดูดใช้ธาตุอาหารของพืชที่ได้รับอิทธิพลจากการใส่ปุ๋ย การเติมแมงกานีสทำให้แมงกานีสในทุกส่วนลดลง และยังลดแคลเซียมในใบ (Table 4)

ส่วนแมงกานีสในใบเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับรายงานที่ว่า การใส่แมงกานีสทั้งในรูปของโดโลไมต์และคีเซอไรต์ มีผลเพิ่มปริมาณแมงกานีสในใบ ส่วนปริมาณแคลเซียมและแมงกานีสลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่การใส่แมงกานีสในรูปของคีเซอไรต์ในอัตราที่ต่ำไม่มีผลต่อปริมาณแคลเซียมในใบ (Weerasuriya and Yogarathnam, 1989) การศึกษาในพืชชนิดอื่นมีรายงานที่ผลสอดคล้องกัน คือ ความเข้มข้นของแคลเซียมในข้าวและ *Echinochloa oryzicola* ลดลงเมื่อเติมแมงกานีสปริมาณมากเกินไป (Kobayashi *et al.*, 2005) การเติมแมงกานีสทำให้ความเข้มข้นแมงกานีสในใบข้าวสาลีเพิ่มขึ้นและแมงกานีสลดลง ในทางกลับกัน การเพิ่มแมงกานีสก็ทำให้แมงกานีสลดลงเช่นกัน (Chatterjee *et al.*, 1994) การลดลงของแมงกานีสและแคลเซียมเนื่องจากการเติมแมงกานีสเป็นการเพิ่มปริมาณแมงกานีสไอออน (0.065 นาโนเมตร) ที่มีประจุและขนาดรัศมีไอออนใกล้เคียงกับไอออนของแคลเซียม (0.099 นาโนเมตร) และแมงกานีส (0.075 นาโนเมตร) (ยงยุทธ, 2552) จึงส่งผลให้พืชดูดใช้แคลเซียมและแมงกานีสลดลง

สำหรับธาตุอาหารในรากแขนงการเติมแมงกานีสมีผลทำให้โพแทสเซียมและแมงกานีสลดลง ส่วนแมงกานีสเพิ่มขึ้น ในงานทดลองของ Maas *et al.* (1969) พบว่า การเพิ่มแมงกานีสมีผลให้อัตราการดูดใช้แมงกานีสและแคลเซียมของรากข้าวสาลิลดลง การลดลงของแมงกานีสจะเห็นได้ว่ามีการลดลงในทุกส่วนของต้นยางพารา ได้แก่ ใบ ก้านใบ ลำต้น รากแก้ว และรากแขนง (Table 3) ทั้งนี้เนื่องจากการเติมแมงกานีสมีผลทำให้การดูดใช้แมงกานีสของต้นยางพาราลดลง (Figure 3A) การลดลงของแมงกานีสเมื่อเติมแมงกานีส สามารถเป็นข้อพิสูจน์ได้ว่าการเติมแมงกานีสสามารถลดความเป็นพิษของแมงกานีสต่อต้นยางพาราได้ โดยการลดความเข้มข้นของแมงกานีสในพืช และการใส่แมงกานีสในอัตราที่สูงเกินไปไม่มีผลให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารในพืช แต่ส่งผลชะงักการเจริญเติบโตของพืช

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การเติมแมกนีเซียมมีผลให้ความเข้มข้นของแมงกานีสในยางพาราลดลง และการเจริญเติบโตของต้นยางพาราหยุดชะงักลงเมื่อเติมแมกนีเซียมในอัตราที่มากเกินไป (10 เซนติโมลประจุ Mg/กก.) ส่วนการเติมแมงกานีส 50 มก. Mn/กก. มีผลให้ความเข้มข้นของแมงกานีสในยางพาราสูงขึ้น แต่การเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับต้นยางพาราที่ไม่ได้เติมแมงกานีส ดังนั้น การปลูกต้นยางพาราในดินกรดควรเติมปุ๋ยแมกนีเซียมเพื่อแก้ปัญหาต้นยางพาราที่ได้รับแมกนีเซียมจากดินไม่เพียงพอ และยังคงลดการดูดแมงกานีสของต้นยางพาราได้ อย่างไรก็ตาม ควรมีการทดลองเพิ่มเติมถึงระดับความเป็นพิษของแมงกานีส และระดับแมกนีเซียมที่เหมาะสมสำหรับลดการดูดแมงกานีส รวมถึงสัดส่วนของธาตุทั้งสองที่เหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

จำเริญ อ่อนทอง และจักรกฤษณ์ พูนภักดี. 2556.

คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. สงขลา:

ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 168 น.

นุชนารถ กังพิศดาร. 2552. **การจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืน ดิน น้ำ และธาตุอาหาร.**

กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 210 น.

_____. 2554. **คำแนะนำการใช้ปุ๋ย**

ยางพารา ปี 2554. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 43 น.

นุชนารถ กังพิศดาร มนัญญา รัตนโชติ ปุธิตา เปรมกระสิน วัฒนวรรณ ชิวรัมย์ ลาวัญย์ จันท์อัมพร และอนันต์ ทองภู. 2556. **การพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารพืชสำหรับยางพาราเฉพาะพื้นที่.** กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 105 น.

ยังยุทธ โอสธสกา. 2552. **ธาตุอาหารพืช.**

กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 529 น.

สถาบันวิจัยยาง. 2547. **การใช้ปุ๋ยและการปรับปรุงดินในสวนยาง.** กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 79 น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2558.** กรุงเทพฯ: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 215 น.

สุริยันตร์ ฉะอุ่ม กัลยาณี สามภักดี เกรียงไกร โมสาลียานนท์ รื่นฤดี วันัสสกุล กัญยรัตน์ สุโพบูลย์วัฒน และเฉลิมพล เกิดมณี. 2542. ผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโต ปริมาณน้ำในใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ของต้นยูคาลิปตัสในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. น. 205-210. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37 3-5 กุมภาพันธ์ 2542.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โสภา โพธิ์วัตถุธรรม เวท ไทยนุกุล ชูจิตต์ สงวนทรัพย์การ ปุทธิ นิลพรหม ออบสิน ศรีทองใส และลิขิต นวลศรี. 2536. **ปริมาณธาตุอาหารรองในดินปลูกยางบางชุด.** 25 น. ใน รายงานผลการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

Barber, S.A. 1984. **Soil Nutrition Bioavailability.** New York: A Wiley-Interscience Publication. 403 p.

Brady, N.C. and R.R. Weil. 2008. **The Nature and Properties of Soils.** New Jersey: Pearson Prentice Hall. 965 p.

Chatterjee, C., N. Nautiyal and S.C. Agarwala. 1994. Influence of changes in manganese and magnesium supply on some aspects of wheat physiology. **Soil Sci. Plant Nu tr.** 40: 191-197.

- Foy, C.D. 1984. Physiological effects of hydrogen, aluminum and manganese toxicities in acid soil. pp. 57-97. *In* Adams, F. (ed.). **Soil Acid and Liming**. Madison: American Society of Agronomy, Inc.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale and W.L. Nelson. 2005. **Soil Fertility and Fertilizer: An Introduction to Nutrient Management**. New Jersey: Coral Graphics. 515 p.
- Khare, T., D. Desai and V. Kumar. 2012. Effect of $MgCl_2$ stress on germination, plant growth, chlorophyll content, proline content and lipid peroxidation in sorghum cultivars. **Journal of Stress Physiology & Biochemistry** 8: 169-178.
- Kobayashi, H., Y. Masaoka and S. Sato. 2005. Effects of excess magnesium on the growth and mineral content of rice and *Echinochloa*. **Plant Prod. Sci.** 8: 38-43.
- Lee, T.J., B.P. Luitel and W.H. Kang. 2011. Growth and physiological response to manganese toxicity in chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *campestris*). **Horticulture, Environment, and Biotechnology** 52: 252-258.
- Maas, E.V., D.P. Moore and B.J. Mason. 1969. Influence of calcium and magnesium on manganese absorption. **Plant physiology** 44: 796-800.
- Shenker, M., O.E. Plessner and E. Tel-Or. 2004. Manganese nutrition effects on tomato growth, chlorophyll concentration, and superoxide dismutase activity. **Journal of Plant Physiology** 161: 197-202.
- Siskawardani, D.D., J. Onthong, K. Khawmee and C. Poonpakdee. 2016. Manganese status in upland and lowland rubber-growing soils in Songkhla province, southern Thailand. **Agriculture and Natural resources** 50: 321-325.
- Weerasuriya, S.M. and N.Y. ogaratnam. 1989. Effects of potassium and magnesium on leaf and bark nutrient contents of young *Hevea brasiliensis*. **J. Rubb Res Inst Sri Lanka** 69: 1-20.
- Wu, W., J. Peters and G.A. Berkowitz. 1991. Surface charge-mediated effects of Mg^{2+} on K^+ flux across the chloroplast envelope are associated with regulation of stromal pH and photosynthesis. **Plant Physiol** 97: 580-587.

ผลของโซเดียมโดเดซิลซัลเฟตต่อการใช้สาบเสือบำบัดฟิแนนทรีนและไพรีน
ที่ปนเปื้อนในดินร่วมกับแคดเมียม

Effect of Sodium Dodecyl Sulfate on Phytoremediation of Phenanthrene
and Pyrene by Siam Weed from Cadmium Co-contaminated Soils

ชนิษฐา สมตระกูล^{1*} และวารภรณ์ จุ้ยฉาย²

Khanitta Somtrakoon^{1*} and Waraporn Chouychai²

¹หน่วยวิจัยจุลชีววิทยาและจุลชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150

²สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นครสวรรค์ 60000

¹Microbiology and Applied Microbiology Research Unit, Faculty of Science, Mahasarakham University, Mahasarakham, Thailand 44150

²Biology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhonsawan Rajabhat University, Nakhonsawan, Thailand 60000

*Corresponding author: khanitta.s@msu.ac.th

Abstract

Co-contamination between polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and cadmium is important environmental problem and it is difficulty for phytoremediation of both contaminants. Use of synthetic surfactant is a one choice to increase the removal of both contaminants by phytoremediation. The aim of this study was to investigate the effect of SDS to stimulate the removal of phenanthrene, pyrene and cadmium from co-contaminated soil. In this study, SDS was added in soil contaminated with 204.5 mg/kg phenanthrene, 253.6 mg/kg pyrene and 81.0 mg/kg cadmium planted with Siam weed as 1x and 2x of critical micelle concentrations. SDS was added on day 53rd of experiment, soil and plant samples were collected on day 60th of the experiment. The results indicated that addition of SDS in soil did not stimulate the removal of phenanthrene and pyrene from soil. Amount of phenanthrene and pyrene remaining in planted soil were around 4.8-7.4 mg/kg, respectively. However, addition of SDS at 1x of critical micelle concentrations resulting in decreasing the amount of phenanthrene and pyrene removal from unplanted soil compared to unplanted soil without receiving SDS or receiving SDS at 2x of critical micelle concentrations. Also, SDS trend to increase phenanthrene accumulation in shoot of Siam weed more than pyrene but decreased cadmium accumulation in Siam weed shoot.

Keywords: phytoremediation, sodium dodecyl sulfate, polycyclic aromatic hydrocarbons

บทคัดย่อ

การปนเปื้อนร่วมกันระหว่างพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons; PAHs) และแคดเมียมเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญและเป็นอุปสรรคต่อการใช้พืชเพื่อลดสารมลพิษทั้งสองชนิด การใช้สารลดแรงตึงผิวสังเคราะห์ร่วมกับการปลูกพืชเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดสารมลพิษทั้งสองชนิดได้ วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้จึงศึกษาผลของสารลดแรงตึงผิวโซเดียมโดเดซิลซัลเฟต (Sodium Dodecyl Sulfate; SDS) ต่อการกระตุ้นการบำบัดฟิแนนทรีน ไพรีน และแคดเมียมที่ปนเปื้อนร่วมกันในดิน การศึกษาทำโดยเติม SDS ลงในดินปนเปื้อนฟิแนนทรีน 204.5 มก./กก. ไพรีน 253.6 มก./กก. และแคดเมียม 81.0 มก./กก. ที่ปลูกและไม่ปลูกสาบเสือให้ได้ความเข้มข้นในดินเป็น 1 เท่า และ 2 เท่าของค่าความเข้มข้นวิกฤตที่จะเริ่มเกิดไมเซลล์ ในวันที่ 53 หลังปลูก และเก็บตัวอย่างพืชและดินในวันที่ 60 หลังปลูก ผลการทดลองพบว่าการเติม SDS ไม่มีผลกระตุ้นการลดปริมาณฟิแนนทรีนและไพรีนในดินที่ปลูกพืช โดยปริมาณฟิแนนทรีนและไพรีนที่เหลืออยู่ในดินที่ปลูกพืชมีค่าระหว่าง 4.8-7.4 มก./กก. และ 12.2-16.7 มก./กก. ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการเติม SDS ที่ระดับความเข้มข้น 1 เท่าของค่าความเข้มข้นวิกฤตที่จะเริ่มเกิดไมเซลล์กลับส่งผลให้การลดปริมาณฟิแนนทรีนและไพรีนในดินที่ไม่ปลูกพืชเกิดขึ้นได้น้อยกว่าในสถานะที่เติม SDS ที่ระดับความเข้มข้น 2 เท่าของค่าความเข้มข้นวิกฤตที่จะเริ่มเกิดไมเซลล์ หรือในดินที่ไม่เติม SDS นอกจากนี้การเติม SDS ยังมีแนวโน้มเพิ่มการสะสมฟิแนนทรีนในส่วนยอดของสาบเสือได้ดีกว่าไพรีน แต่กลับทำให้การสะสมแคดเมียมที่ยอดของสาบเสือลดลง

คำสำคัญ: การฟื้นฟูสภาพแวดล้อมด้วยพืช
โซเดียมโดเดซิลซัลเฟต
พอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

คำนำ

การปนเปื้อนของสารมลพิษในสิ่งแวดล้อมมักพบปนเปื้อนร่วมกันหลายชนิดทั้งสารมลพิษอินทรีย์และสารมลพิษอนินทรีย์ โดยกลุ่มของสารมลพิษที่มักพบปนเปื้อนร่วมกัน ได้แก่ PAHs และโลหะหนัก (Chen *et al.*, 2016; Liu *et al.*, 2017) การฟื้นฟูสภาพแวดล้อมด้วยการใช้กิจกรรมของพืช (Phytoremediation) เป็นวิธีการที่นำมาใช้ในการบำบัดบริเวณที่ปนเปื้อนร่วมกันระหว่าง PAHs และโลหะในการศึกษานี้ แต่อุปสรรคสำคัญของการใช้พืชในการบำบัด PAHs และโลหะหนัก ได้แก่ คุณสมบัติทางเคมีของสารมลพิษทั้งสองซึ่งมีความคงทนในสิ่งแวดล้อม แม้ PAHs จะถูกย่อยสลายได้จากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อาศัยบริเวณรอบรากพืช แต่ก็มีความสามารถในการละลายน้ำต่ำทำให้ถูกย่อยสลายได้น้อยมาก นอกจากนี้ PAHs ยังมี Bioavailability ต่ำและชอบยึดเกาะอยู่กับอนุภาคของดินซึ่งเป็นปัจจัยจำกัดการบำบัดด้วยวิธีทางชีวภาพ (Gómez *et al.*, 2010; Cheng *et al.*, 2017) ส่วนโลหะไม่สามารถถูกย่อยสลายได้ด้วยเอนไซม์จากจุลินทรีย์หรือพืช การลดปริมาณโลหะออกจากสิ่งแวดล้อมจึงอาศัยการสะสมโลหะไว้ในชีวมวลของสิ่งมีชีวิต หรือการเปลี่ยนแปลงสถานะทางออกซิเดชันของโลหะที่ทำให้มีความเป็นพิษลดลง นอกจากนี้ความเป็นพิษของโลหะยังลดประสิทธิภาพของจุลินทรีย์หรือพืชที่จะนำมาใช้ในการบำบัดโลหะได้ด้วย (Liu *et al.*, 2017) การปนเปื้อนร่วมกันของ PAHs และโลหะยังส่งผลให้การบำบัดสารทั้งสองชนิดทำได้ยากขึ้น โดยการปนเปื้อนของสารมลพิษอินทรีย์สามารถลดค่า Bioavailability ของโลหะหนักต่อสิ่งมีชีวิตได้ (Kobytecka and Skiba, 2008)

การใช้สารลดแรงตึงผิวถือเป็นทางเลือกหนึ่งที่คาดว่าจะช่วยสนับสนุนการบำบัดสารมลพิษทั้งสองออกจากดินได้ อย่างไรก็ตามชนิดของสารลดแรงตึงผิวที่เลือกใช้มีความสำคัญ เนื่องจากสารลดแรงตึงผิวบางชนิดแม้จะช่วยเพิ่มการกำจัด PAHs ออกจากดินได้ แต่

กลับเป็นพิษต่อชนิดของพืชที่นำมาใช้ในการบำบัดสารมลพิษได้ เช่น Triton X-100 ส่งผลกระทบต่อชีวมวลของข้าวโพดที่ปลูกในดินที่ปนเปื้อนพีแนนทรินและไพรีน (Liao *et al.*, 2015) หรือ Igepal CA-720 ทำให้ชีวมวลและความสูงของยอดทานตะวันที่ปลูกในดินที่ปนเปื้อนร่วมกัน ระหว่างแนฟทาลิน พีแนนทริน ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมลดลง (Chirakkara and Reddy, 2015) สำหรับชนิดของสารลดแรงตึงผิวที่เลือกใช้ในการศึกษานี้ ได้แก่ SDS ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวที่มีหมู่ซัลเฟตเป็นองค์ประกอบทำให้สามารถจับกับโลหะแล้วสนับสนุนการชะโลหะออกจากดินได้ (Mao *et al.*, 2015) โดย SDS มีรายงานว่าช่วยเพิ่มความสามารถในการละลายคอปเปอร์ออกจากตะกอนและเพิ่มการสะสมคอปเปอร์ ในรากของ *Halimione portulacoides* (Almeida *et al.*, 2009) สำหรับผลของ SDS ต่อการย่อยสลาย PAHs ด้วยกิจกรรมของจุลินทรีย์มีความผันแปร โดยมีรายงานว่า SDS ที่ระดับความเข้มข้น 0.35 มิลลิโมลาร์ ทำให้อัตราการย่อยสลายฟลูออแรนทีนโดย *Pseudomonas putida* ATCC 17514 ลดลง แต่กลับกระตุ้นการย่อยสลายแอนทราซีนให้เพิ่มขึ้นได้ถึง 0.3 มก./ล./ชม. (Rodrigues *et al.*, 2013) นอกจากนี้ยังมีการนำ SDS ไปใช้ร่วมกับ Triton X-100 เพื่อชะล้างพีแนนทรินออกจากดินที่ปนเปื้อนด้วย (Zhou and Zhu, 2007) สำหรับงานวิจัยที่นำ SDS ไปใช้ในการบำบัดบริเวณที่มีการปนเปื้อนร่วมกันระหว่างโลหะและ PAHs ยังพบได้น้อย ดังนั้นจุดมุ่งหมายของการศึกษานี้จึงศึกษาผลของการใช้ SDS ต่อการบำบัดดินที่ปนเปื้อนร่วมกันระหว่างพีแนนทริน ไพรีน และแคดเมียมด้วยการปลูกสาบเสือ รวมทั้งศึกษาผลของ SDS ต่อการเจริญเติบโตของสาบเสือและปริมาณการสะสมพีแนนทริน ไพรีนและแคดเมียมในยอดและรากของสาบเสือร่วมด้วย โดยเลือกใช้สาบเสือเป็นตัวแทนของพืชในการศึกษานี้เนื่องจากมีรายงานว่าสาบเสือสามารถสะสมแคดเมียมในยอดและรากได้ (Phaenark *et al.*, 2009)

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างดินปนเปื้อนพีแนนทริน ไพรีน และแคดเมียม

ดินที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นดินที่เก็บจากพื้นที่ทุ่งหญ้าว่างเปล่าใกล้กับมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ โดยเก็บตัวอย่างดินมาผึ่งในที่ร่มจนแห้ง ร่อนด้วยตะแกรงที่มีขนาดรูพรุน 2 มม. จากนั้นนำตัวอย่างดินมาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วสุ่มตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียม (Cd^{2+}) ด้วยเครื่อง Inductive Couple Plasma-Optical Emission Spectrometer (ICP-OES) ส่วนปริมาณพีแนนทรินและไพรีนวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี โดยดินดังกล่าวมีแคดเมียมที่ระดับความเข้มข้นพื้นหลังเท่ากับ 1.1 ± 0.2 มก./กก. และไม่พบการปนเปื้อนของพีแนนทรินและไพรีนในดิน

สำหรับการเตรียมตัวอย่างดินปนเปื้อนพีแนนทริน (Sigma-Aldrich, สหรัฐอเมริกา ความบริสุทธิ์ร้อยละ 98) และไพรีน (Sigma-Aldrich, สหรัฐอเมริกา ความบริสุทธิ์ร้อยละ 98) ทำโดยละลายพีแนนทรินและไพรีนซึ่งอยู่ในรูปของแข็งในไดคลอโรมีเทนปริมาตร 50 มล. แล้วจึงเทสารละลายผสมระหว่างพีแนนทรินและไพรีนลงในดิน 1 กก. ผสมสารละลายของ PAHs ให้เข้ากับ ดินอย่างทั่วถึงเป็นเวลา 10-15 นาที ต่อมาผึ่งดินไว้ในตู้ดูดควันเป็นเวลา 24 ชม. เพื่อให้ไดคลอโรมีเทนระเหยไป ระหว่างที่ผึ่งดินทิ้งไว้ให้ผสมดินอย่างสม่ำเสมอ เมื่อครบ 24 ชม. สุ่มดินไปตรวจสอบปริมาณพีแนนทรินและไพรีนเริ่มต้นที่ถูกทำให้ปนเปื้อนในดินด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี พบว่าความเข้มข้นของสารทั้งสองเป็น 204.5 ± 41.2 และ 253.6 ± 33.0 มก./กก. ตามลำดับ โดยเตรียมดินปนเปื้อนพีแนนทรินและไพรีน 30 กระถางๆ ละ 1 กก. จากนั้นนำดินที่ปนเปื้อนพีแนนทรินและไพรีนทั้ง 30 กระถาง มาทำให้ปนเปื้อนแคดเมียม (Cd^{2+}) โดยเติมสารละลาย $CdNO_3 \cdot 4H_2O$ (Asia Pacific Specialty Chemicals Limited, ออสเตรเลีย ความบริสุทธิ์ร้อยละ 99) ลงไปในดินแต่ละกระถางๆ ละ 1 มล. ผสมดินให้เข้ากันแล้วจึงผึ่งดินให้แห้งในตู้ดูดควัน

เป็นเวลา 24 ชม. โดยใช้แท่งแก้วคนผสมดินเป็นระยะ เพื่อให้ดินทั้งหมดเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นทำการสูบลินไปวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียม (Cd^{2+}) เริ่มต้นในดินซึ่งพบว่ามีค่าเท่ากับ 81.0 ± 7.0 มก./กก.

การเตรียมกล้าสาบเสือ

การทดลองนี้ใช้สาบเสือเป็นพืชทดลอง โดยกล้าสาบเสือที่ใช้ในการทดลองได้มาจากการนำต้นกล้าสาบเสือซึ่งขึ้นอยู่ในดินนาที่ไม่มีการปลูกข้าวในเขตอำเภอบรรพตพิสัย จังหวัดนครสวรรค์ หลังจากนั้นอนุบาลกล้าสาบเสือในเรือนเพาะชำเป็นเวลา 2 สัปดาห์ แล้วคัดเลือกกล้าสาบเสือที่มีขนาดใกล้เคียงกันมาใช้ในการทดลอง

การวางแผนการทดลองและการทดลอง

การทดลองทำในกระถางโดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 5 ซ้ำ ประกอบด้วย 7 กรรมวิธีการทดลอง ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 (T1) ปลูกสาบเสือในดินที่ไม่ปนเปื้อน เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของสาบเสือเมื่อปลูกในดินที่ไม่ปนเปื้อน กรรมวิธีที่ 2-4 เตรียมขึ้นเพื่อศึกษาการลดปริมาณฟิแทนทริน ไพรีน และแคดเมียมออกจากดินโดยอาศัยกิจกรรมของพืชและจุลินทรีย์ร่วมกันซึ่งเปรียบเทียบระหว่างสถานะที่เติมและไม่เติม SDS โดยกรรมวิธีที่ 2 (T2) ปลูกสาบเสือในดินที่ปนเปื้อนฟิแทนทริน ไพรีน และแคดเมียม แต่ไม่เติม SDS กรรมวิธีที่ 3 (T3) ปลูกสาบเสือในดินที่ปนเปื้อนฟิแทนทริน ไพรีน และแคดเมียมแล้วเติม SDS ลงไปให้มีระดับความเข้มข้นสุดท้ายในดินเท่ากับ 8.2 มิลลิโมล/กก. (1 เท่าของค่าความเข้มข้นวิกฤตที่จะเริ่มเกิดไมเซลล์) กรรมวิธีที่ 4 (T4) ปลูกสาบเสือ ในดินที่ปนเปื้อนฟิแทนทริน ไพรีน และแคดเมียม แล้วเติม SDS ลงไปให้มีระดับความเข้มข้นสุดท้ายในดินเท่ากับ 16.4 มิลลิโมล/กก. (2 เท่าของค่าความเข้มข้นวิกฤตที่จะเริ่มเกิดไมเซลล์) ส่วนกรรมวิธีที่ 5-7 เตรียมขึ้นเพื่อศึกษาการลดปริมาณฟิแทนทริน ไพรีน และแคดเมียมออกจากดินโดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ร่วมกันซึ่งเปรียบเทียบระหว่างสถานะที่เติมและไม่เติม SDS โดยกรรมวิธีที่ 5

(T5) ดินที่ปนเปื้อนฟิแทนทริน ไพรีน และแคดเมียม แต่ไม่เติม SDS และไม่ปลูกพืช กรรมวิธีที่ 6 (T6) ดินที่ปนเปื้อนฟิแทนทริน ไพรีน และแคดเมียม และเติม SDS ลงไป 1 เท่าของค่าความเข้มข้นวิกฤตที่จะเริ่มเกิดไมเซลล์ แต่ไม่ปลูกพืช กรรมวิธีที่ 7 (T7) ดินที่ปนเปื้อนฟิแทนทริน ไพรีน และแคดเมียม และเติม SDS ลงไป 2 เท่าของค่าความเข้มข้นวิกฤตที่จะเริ่มเกิดไมเซลล์แต่ไม่ปลูกพืช

การทดลองทำโดยนำดินที่เตรียมไว้ตามแต่ละกรรมวิธีการทดลองใส่ลงในกระถางที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.5 นิ้ว จำนวน 1 กก. โดยปลูกสาบเสือเป็นเวลา 60 วัน โดยรดน้ำทุกวันเพื่อรักษาความชื้นของดิน และสลับกระถางทดลองทุกสัปดาห์เพื่อลดความลำเอียงจากการได้รับแสงธรรมชาติ เมื่อครบวันที่ 60 ของการทดลองทำการเก็บข้อมูล 3 ส่วน ได้แก่ 1) การเจริญเติบโตของพืช (ความยาวยอด ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของทั้งยอดและราก รวมทั้งปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในใบของพืช) 2) ปริมาณฟิแทนทริน ไพรีน และแคดเมียมในชีวมวลของยอดและชีวมวลของราก 3) ปริมาณฟิแทนทริน และไพรีนที่เหลือตกค้างในดิน

การสกัดและการวิเคราะห์ปริมาณฟิแทนทรินและไพรีนในดินและในพืช

การสกัดฟิแทนทรินและไพรีนที่เหลือในดินทำตามวิธีของชินซุซา และคณะ (2555) โดยนำตัวอย่างดินแห้ง 1 กรัม บดผสมกับ Na_2SO_4 ที่ปราศจากน้ำ แล้วเติมสารละลายฟลูออรีน (Sigma-Aldrich, สหรัฐอเมริกา ความบริสุทธิ์ร้อยละ 98) ลงในดินตัวอย่างเพื่อใช้เป็น Internal standard แล้วจึงนำตัวอย่างดินมาสกัดด้วยตัวทำละลายไดคลอโรมีเทน (บริษัท Fisher Scientific Loughborough Leicestershire ประเทศอังกฤษ) ด้วยเครื่องชอกท์เลต ต่อมานำสารละลายที่สกัดได้มาระเหยแห้งด้วยเครื่องกลั่นสารระเหยแบบหมุนแล้วจึงนำสารสกัดมาวิเคราะห์ปริมาณฟิแทนทรินและไพรีนด้วยเครื่อง Gas Chromatography-Flame Ionization Detector (GC-FID) สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณฟิแทนทรินและ

ไพรีนในชีวมวลของพืชทำเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ฟิแนทรีนและไพรีนในดิน โดยใช้ตัวอย่างแห้งของพืชแยกเป็นส่วนของรากและยอดอย่างละ 1 กรัม

การวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในพืช

เก็บตัวอย่างพืชในวันที่ 60 ของการทดลองโดยแยกส่วนของยอดและรากออกจากกัน จากนั้นนำตัวอย่างพืชไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C. จากนั้นนำหนักแห้งจะคงที่สำหรับวิธีการสกัดแคดเมียมจากตัวอย่างพืชทำตามคู่มือการปฏิบัติงานกระบวนการวิเคราะห์ดิน น้ำ และพืชด้านสิ่งแวดล้อม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) จากนั้นจึงนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมด้วยเครื่อง ICP-OES ณ ศูนย์บริการตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ปริมาณฟิแนทรีนและไพรีนแสดงด้วยค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพรีตเมนต์ด้วยการทดสอบทางสถิติ ด้วย One-way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วย Least Significant Difference

ผลการวิจัย

ผลของ SDS ต่อการเจริญเติบโตของสาบเสือในดินที่ปนเปื้อนร่วมกันระหว่างฟิแนทรีน ไพรีน และแคดเมียม

ผลการศึกษาใน Table 1 แสดงการเจริญเติบโตของสาบเสือในวันที่ 60 ของการทดลองซึ่งปลูกในดินที่ปนเปื้อนร่วมกันระหว่างฟิแนทรีน ไพรีน และแคดเมียม ผลการทดลองพบว่า SDS ส่งผลให้ความยาวรากของสาบเสือเพิ่มขึ้น โดยที่ใช้ SDS ที่ระดับความเข้มข้นเป็น 2 เท่าของค่าความเข้มข้นวิกฤตที่จะเริ่มเกิดไมเซลล์

สนับสนุนให้ความยาวรากของสาบเสือมีค่าสูงถึง 22.5 ซม. ในขณะที่สาบเสือที่ปลูกในดินที่ปนเปื้อนแต่ไม่ได้รับ SDS มีความยาวรากเพียง 14.7 ซม. อย่างไรก็ตาม SDS กลับส่งผลให้น้ำหนักสดของยอดสาบเสือลดลง โดยน้ำหนักสดของยอดสาบเสือที่ปลูกในดินที่ปนเปื้อนและได้รับ SDS มีค่าระหว่าง 2.9-4.4 กรัม ส่วนน้ำหนักสดของยอดสาบเสือที่ปลูกในดินปนเปื้อนและไม่ได้รับ SDS มีค่าสูงถึง 6.4 กรัม ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของสาบเสือที่ปลูกในดินที่ไม่ปนเปื้อนหรือดินที่ปนเปื้อนร่วมกันระหว่างฟิแนทรีน ไพรีน และแคดเมียม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่ว่าจะเติม SDS ลงสู่ดินหรือไม่ก็ตาม ผลการทดลองดัง Table 2

ผลของ SDS ต่อการลดปริมาณฟิแนทรีนและไพรีนในดินที่ปนเปื้อนแคดเมียม

จาก Table 3 จะเห็นว่าการเติม SDS ที่ระดับความเข้มข้นที่ 1 และ 2 เท่าของค่าความเข้มข้นวิกฤตที่จะเริ่มเกิดไมเซลล์ ไม่ส่งผลต่อการลดปริมาณฟิแนทรีนและไพรีนในดินที่ปลูกสาบเสืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในดินที่ไม่ปลูกพืชพบว่า การเติม SDS ที่ระดับความเข้มข้นเป็น 2 เท่าของค่าความเข้มข้นวิกฤตที่จะเริ่มเกิดไมเซลล์ มีแนวโน้มกระตุ้นการย่อยสลายทั้งฟิแนทรีนและไพรีนออกจากดินได้ดี โดยปริมาณฟิแนทรีนและไพรีนในดินเหลือเพียง 7.4 และ 13.4 มก./กก. ในวันที่ 60 ของการทดลอง ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามการเติม SDS ที่ระดับความเข้มข้นเป็น 1 เท่าของค่าความเข้มข้นวิกฤตที่จะเริ่มเกิดไมเซลล์ กลับมีแนวโน้มทำให้การลดปริมาณฟิแนทรีนและไพรีนในดินที่ไม่ปลูกพืชกลับมีแนวโน้มลดลงได้น้อยกว่าในดินที่ไม่เติม SDS

Table 1 Growth of shoot and root of Siam weed vegetated in PAHs/Cd-contaminated and non-contaminated soil for 60 days

Treatment	Shoot			Root		
	Length (cm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Length (cm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
T1	31.5±10.4a	5.1±0.8b	1.3±0.5a	11.0±5.6b	1.7±0.5a	0.4±0.1a
T2	35.7±10.8a	6.4±2.1a	1.6±0.6a	14.7±5.2b	1.8±1.2a	0.5±0.3a
T3	30.2±6.6a	4.4±1.8bc	1.5±0.4a	17.0±8.0ab	1.8±0.5a	0.5±0.3a
T4	29.2±8.1a	2.9±1.0c	1.4±0.5a	22.5±2.5a	1.7±0.6a	0.4±0.4a

Different lower case letter denote significant difference ($P<0.05$) between plant growth parameters in the same column.

Abbreviations: PAHs = Polycyclic Aromatic Hydrocarbons

Table 2 Chlorophyll content in leaf of Siam weed vegetated in PAHs/Cd-contaminated and non-contaminated soil for 60 days

Treatment	Chlorophyll a (mg/ml)	Chlorophyll b (mg/ml)	Total chlorophyll (mg/ml)
T1	44.8±17.2a	26.2±4.2a	71.0±16.0a
T2	36.0±18.7a	18.4±4.9a	54.4±22.8a
T3	47.6±7.7a	24.3±5.5a	71.8±5.7a
T4	38.2±16.9a	25.0±10.9a	63.2±27.2a

Different lower case letter denote significant difference ($P<0.05$) between the chlorophyll contents in the same column

Abbreviations: PAHs = Polycyclic Aromatic Hydrocarbons



Figure 1 Growth of Siam weed in PAHs/Cd-contaminant in the presence or absence of sodium dodecyl sulfate in soil

(Control = T1, PAH + Cd = T2, PAH + Cd + SDS X = T3, PAH + Cd + SDS 2X = T4)

Table 3 Percentages of phenanthrene and pyrene remaining in soil vegetated with Siam weed in PAHs/Cd-contaminated soil for 60 days

Treatment	Phenanthrene (mg/kg)	Pyrene (mg/kg)
T1	N.D.	N.D.
T2	7.4±2.7b	16.7±9.3c
T3	4.8±1.3b	12.2±4.8c
T4	6.4±1.2b	13.2±3.c
T5	16.9±3.6ab	26.1±1.0b
T6	29.7±15.6a	47.1±6.1a
T7	7.4±0.2b	13.4±0.7c

Different lower case letter denote significant difference ($P < 0.05$) between each parameters in the same column Abbreviations:

PAHs = Polycyclic Aromatic Hydrocarbons; N.D. = Non Detected

ผลของ SDS ต่อการสะสมฟิแนนทรีน ไพรีน และ แคดเมียมในยอดและรากของสาบเสือ

จาก Table 4 จะเห็นว่าสาบเสือมีความสามารถในการสะสมฟิแนนทรีนและไพรีนไว้ในยอดและรากได้ต่ำมาก โดยในสถานะที่ไม่เติม SDS ลงสู่ดินพบการสะสม

ฟิแนนทรีนและไพรีนที่รากมากกว่าที่ยอด การเติม SDS ลงสู่ดินมีแนวโน้มเพิ่มการสะสมฟิแนนทรีนในส่วนยอดของสาบเสือได้ดีกว่าไพรีน โดยพบปริมาณฟิแนนทรีนที่ยอดของสาบเสือเท่ากับ 74.2 และ 33.4 ไมโครกรัม/ยอดพืชทั้งต้นในสถานะที่มี SDS เป็น 1 เท่า และ 2 เท่า

ของค่าความเข้มข้นวิกฤตที่จะเริ่มเกิดไมเซลล์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าสาบเสือมีความสามารถในการสะสมแคดเมียมได้เพียงเล็กน้อย โดยแนวโน้มพบการสะสมแคดเมียมที่ยอดมากกว่าที่ราก การใช้ SDS ที่ระดับความ

เข้มข้น 1 เท่า และ 2 เท่าของค่าความเข้มข้นวิกฤตที่จะเริ่มเกิดไมเซลล์กลับทำให้การสะสมแคดเมียมที่ยอดของสาบเสือลดลง ส่วนการสะสมแคดเมียมที่รากของสาบเสือนั้นแนวโน้มที่ใกล้เคียงกันไม่ว่าจะใช้ SDS หรือไม่ก็ตาม

Table 4 Accumulation of phenanthrene, pyrene and cadmium in shoot and root of Siam weed vegetated in PAHs/Cd-contaminated and non-contaminated soil for 60 days

Treatment	Phenanthrene ($\mu\text{g/plant}$)	Pyrene ($\mu\text{g/plant}$)	Cadmium ($\mu\text{g/plant}$)
Shoot			
T2	25.9	61.5	60.2
T3	74.2	65.4	16.9
T4	33.4	26.3	23.6
Root			
T2	84.8	233.8	18.6
T3	18.4	50.0	14.2
T4	1.5	54.2	21.0

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

การปลูกสาบเสือช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายไพรีนได้ดีกว่าในดินที่ไม่ปลูกสาบเสือเล็กน้อย สำหรับกลไกที่การปลูกสาบเสือช่วยกระตุ้นการย่อยสลายไพรีนคาดว่ามาจากการปลูกพืชช่วยปรับสภาพแวดล้อมในดินให้เหมาะสมต่อการเจริญและย่อยสลาย PAHs โดยจุลินทรีย์ที่มีอยู่แล้วในดิน (Liu *et al.*, 2014) ดังการศึกษาของคณะวิจัยอื่นๆ รายงานว่าการปลูกพืชสามารถกระตุ้นการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ที่อาศัยในดินได้ เช่น การปลูก *Salix viminalis* กระตุ้นการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในดิน และทำให้การย่อยสลาย PAHs เช่น ฟลูออแรนทีน ฟลูออรีน ฟิแนนทรีน และไพรีนเกิดขึ้นได้ดีกว่าในดินที่ไม่ปลูกพืช (Hultgren *et al.*, 2010) หรือการปลูกหญ้าเพศสามารถกระตุ้นการเจริญของ *Gordonia* sp. ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่มีความสามารถในการ

ย่อยสลาย PAHs ที่พบในดิน รวมทั้งยังสนับสนุนให้การย่อยสลาย PAHs เช่น ฟลูออแรนทีน ไพรีน ไครซีน และเบนโซ(เอ)แอนทราซีน เกิดได้มากขึ้นเมื่อเทียบกับดินที่ไม่ได้ปลูกพืช (Liu *et al.*, 2014) อย่างไรก็ตามปริมาณฟิแนนทรีนที่ลดลงจากดินที่ปนเปื้อนในการศึกษานี้ไม่มี ความแตกต่างกันระหว่างดินที่ปลูกและไม่ปลูกสาบเสือ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะฟิแนนทรีนเป็นชนิดของ PAHs ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่าไพรีนจึงสามารถถูกย่อยสลายได้ง่ายจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ ที่ปรากฏในธรรมชาติอยู่แล้ว

สำหรับผลของการใช้ SDS ในการศึกษาพบว่าไม่ส่งผลกระตุ้นการย่อยสลายทั้งฟิแนนทรีนและไพรีนได้ดีไปกว่าการไม่เติม SDS ลงสู่ดิน ทั้งที่สารลดแรงตึงผิวชนิดอื่นๆ มีรายงานว่าสามารถนำมากระตุ้นการบำบัด PAHs ได้ เช่น การศึกษาของ Almansoori *et al.* (2015) รายงานว่าการใช้ SDS ที่ระดับความเข้มข้น 1.5 กรัม/ลิตร ร่วมกับการปลูก *Ludwigia octovalvis* ช่วย

กำจัดปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนทั้งหมดออกจากดินที่ปนเปื้อนได้ถึงร้อยละ 86 ภายในเวลา 72 วันของการทดลอง ในขณะที่การกำจัดปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในชุดควบคุมเกิดขึ้นได้เพียงร้อยละ 55 นอกจากนี้การศึกษาของ Liao *et al.* (2015) รายงานว่าการใช้ Triton X-100 ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 มก./ลิตร ช่วยชะล้างฟิแนนทรีนและไพรีน ออกจากดินได้ร้อยละ 65 และ 89 ตามลำดับ โดยสารลดแรงตึงผิวยังช่วยสนับสนุนการบำบัดทั้งฟิแนนทรีนและไพรีนออกจากดิน โดยมีปริมาณสารทั้งสองเหลืออยู่เพียง 0.2 และ 0.4 มก./กก. ภายในเวลา 3 เดือนในดินที่ปลูกข้าวโพด อย่างไรก็ตามผลของการใช้สารลดแรงตึงผิวมีความผันแปรไปตามชนิดของ PAHs และระดับความเข้มข้นที่เลือกใช้ด้วย เช่น การใช้ Triton X-100 ที่ระดับความเข้มข้น 0.06 ไมโครลิตร/กรัม น้ำหนักแห้งของดิน สนับสนุนการย่อยสลายฟิแนนทรีนและไพรีนได้ภายใน 12 สัปดาห์ แต่การย่อยสลายแอนทราซีนในสภาวะที่มี Triton X-100 เกิดได้น้อยกว่าดินที่ไม่มีการใช้สารลดแรงตึงผิว เป็นต้น (Hultgren *et al.*, 2010)

สำหรับผลของสารลดแรงตึงผิวต่อการสะสม PAHs และแคดเมียมในชีวมวลพบว่า SDS ส่งผลสนับสนุนให้สาบเสือมีแนวโน้มสะสมฟิแนนทรีนไว้ในชีวมวลของยอดได้มากขึ้น แต่ส่งผลให้การสะสมทั้งฟิแนนทรีนและไพรีนที่รากได้ลดลง แต่มีแนวโน้มไม่ส่งผลสนับสนุนการสะสมแคดเมียมในชีวมวลทั้งของรากและยอดของสาบเสือ ทั้งนี้ผลของสารลดแรงตึงผิวต่อการสะสม PAHs หรือโลหะในพืชมีความผันแปรไปตามแต่ชนิดของ PAHs ชนิดของโลหะ ชนิดของพืช และชนิดของสารลดแรงตึงผิว เช่น การศึกษาของ Ni *et al.* (2014) รายงานว่าการใช้โซเดียมโดเดซิลเบนซีน ซัลโฟเนตที่ระดับความเข้มข้น 50-100 มก./กก. ของดินช่วยสนับสนุนการสะสมฟิแนนทรีนและไพรีนในรากของหญ้าน้ำ (Lolium multiflorum) มากกว่าการสะสมที่ยอด โดยสารลดแรงตึงผิวช่วยให้ PAHs ดูดซับที่รากของพืชได้ดีขึ้น ในขณะที่ Triton X-100

ไม่ส่งผลต่อการสะสมทั้งฟิแนนทรีนและไพรีนในชีวมวลของข้าวโพด (Liao *et al.*, 2015) ผลของ SDS ต่อการสะสมโลหะพบในรายงานการศึกษาของ Almeida *et al.* (2009) ซึ่งรายงานว่า การใช้ SDS ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 และ 8 มิลลิโมลาร์ สนับสนุนให้เกิดการสะสมคอปเปอร์ที่รากของพืชแต่ไม่สนับสนุนการเคลื่อนย้ายคอปเปอร์จากรากไปสู่ยอดของต้น *Halimione portulacoides* ที่สัมผัสกับคอปเปอร์ที่ระดับความเข้มข้น 0.16 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 6 วัน ซึ่งแตกต่างจากการศึกษานี้ เพราะ SDS ไม่ส่งผลสนับสนุนการสะสมคอปเปอร์ทั้งในส่วนของรากและยอดของสาบเสือเมื่อเจริญเติบโตในดินที่มีการปนเปื้อนของฟิแนนทรีนและไพรีนร่วมด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า SDS ยังอาจเป็นอันตรายต่อพืชในระยะยาว เนื่องจากลักษณะที่ปรากฏของสาบเสือที่ได้รับ SDS ที่ระดับความเข้มข้นเป็น 2 เท่าของค่าความเข้มข้นวิกฤตที่จะเริ่มเกิดไมเซลล์เริ่มมีอาการเหี่ยวแห้ง และใบเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลโดยมีลักษณะดัง Figure 1 นอกจากนี้ SDS มีรายงานว่า มีความเป็นพิษต่อพืชน้ำด้วย โดยที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 100 มิลลิโมลาร์ ส่งผลให้ *Azolla filiculoides* ผลิตเอทิลีนขึ้นในวันแรกหลังจากได้รับสารลดแรงตึงผิวดังกล่าว ซึ่งการสร้างเอทิลีนดังกล่าวแสดงถึงสภาวะเครียดที่เกิดกับพืชและกระตุ้นให้พืชเกิดความชราและใบพืชร่วงได้ (Forni *et al.*, 2012)

ผลการศึกษาในครั้งนี้ได้ข้อสรุปว่า SDS ไม่สามารถกระตุ้นการบำบัดฟิแนนทรีน ไพรีน และแคดเมียมในดินที่ปลูกสาบเสือได้ สำหรับกลไกหลักในการบำบัดฟิแนนทรีนและไพรีนที่ปนเปื้อนร่วมกับแคดเมียมในดินมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ประจำถิ่นที่ปรากฏในดินอยู่นอกจากนี้แคดเมียมที่ระดับความเข้มข้นที่ทดสอบยังไม่ส่งผลขัดขวางการบำบัดฟิแนนทรีน และไพรีนอีกด้วย การเพิ่มศักยภาพในการบำบัดทั้ง PAHs และโลหะในคราวเดียวกันอาจเปลี่ยนไปทดสอบกับสารลดแรงตึงผิวชนิดอื่นหรือพืชชนิดอื่นแทน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 และ Prof. Dr. Hung Lee สำหรับ คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2553. คู่มือการปฏิบัติงาน กระบวนการวิเคราะห์ดิน น้ำ และพืชด้านสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 53 น.
- ชนิษฐา สมตระกูล วาสนา วงษ์สมศรี จีรพรรณ วรณรัตน์ และวราภรณ์ อู๋ฉาย. 2555. การฟื้นฟูดินที่ปนเปื้อนแอนทราซีน โดยการปลูกถั่วฝักยาวและข้าวโพดหวาน. **ว. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี** 14(4): 1-12.
- Almeida, C.M.R., A.C. Dias, A.P. Mucha, A.A. Bordalo and M.T.S.D. Vasconcelos. 2009. Influence of surfactants on the Cu phytoremediation potential of salt marsh plant. **Chemosphere** 75: 135-140.
- Almansoor, A.F., H.A. Hasan, M. Idris, S.R.S. Abdullah and N. Anuar. 2015. Potential application of biosurfactant in phytoremediation technology for treatment of gasoline-contaminated soil. **Ecol. Eng.** 84: 113-120.
- Chen, F., M.J. Tana, S. Ma, G. Zhang, J. Li and Qu. 2016. Efficient remediation of PAH-metal co-contaminated soil using microbial-plant combination: A greenhouse study. **J. Hazard. Mater.** 302: 250-261.
- Cheng, M., G. Zeng, D. Huang, C. Yang, C. Lai, C. Zhang and Y. Liu. 2017. Advantages and challenges of Tween 80 surfactant-enhanced technologies for the remediation of soils contaminated with hydrophobic organic compounds. **Chem. Eng. J.** 314: 98-113.
- Chirakkara, R.A. and K.R. Reddy. 2015. Biomass and chemicals amendments for enhanced phytoremediation of mixed contaminated soils. **Ecol. Eng.** 85: 265-274.
- Forni, C., R. Braglia, F.J.M. Harren and S.M. Cristescu. 2012. Stress response of duckweed (*Lemna minor* L.) and water velvet (*Azolla filiculoides* Lam.) to anionic surfactant sodium-dodecylsulphate (SDS). **Aquat. Toxicol.** 110-111: 107-113.
- Gómez, J., M.T. Alcántara, M. Pazos and M.A. Sanromán. 2010. Remediation of polluted soil by two-stage treatment system: Desorption of phenanthrene in soil and electrochemical treatment to recover the extraction agent. **J. Hazard. Mater.** 173: 794-798.

- Hultgren, J., L. Pizzul, M. del Pilar Castillo and U. Granhall. 2010. Degradation of PAHs in a creosote-contaminated soil: A comparison between the effects of willows (*Salix viminalis*), wheat straw and non-ionic surfactant. **Int. J. Phytoremediat.** 12: 54-66.
- Kobyłeczka, J. and E. Skiba. 2008. The effect of phenoxyacetic herbicides on the uptake of copper, zinc and manganese by *Triticum aestivum* L. **Pol. J. Environ. Stud.** 17(6): 895-901.
- Liao, C., X. Liang, G. Lu, T. Thai and W. Xu. 2015. Effect of surfactant amendment to PAHs-contaminated soil for phytoremediation. **Ecotox. Environ. Safe.** 112: 1-6.
- Liu, R., N. Xiao, S. Wei, L. Zhao and J. An. 2014. Rhizosphere effects of PAH-contaminated soil phytoremediation using a special plant named Fire Phoenix. **Sci. Total Environ.** 473-474: 350-358.
- Liu, S.H., G.M. Zeng, Q.Y. Niu, Y. Liu, L. Zhou, L.H. Jiang, X.F. Tan, P. Xu, C. Zhang and M. Cheng. 2017. Bioremediation mechanisms of combined pollution of PAHs and heavy metals by bacteria and fungi: A mini review. **Bioresour. Technol.** 224: 25-33.
- Mao, X., R. Jiang, W. Xiao and J. Yu. 2015. Use of surfactants for the remediation of contaminated soils: A review. **J. Hazard. Mater.** 285: 419-435.
- Ni, H., W. Zhou and L. Zhu. 2014. Enhancing plant-microbe associated bioremediation of phenanthrene and pyrene contaminated soil by SDBS-Tween 80 mixed surfactants. **J. Environ. Sci.** 26: 1071-1079.
- Phaenark, C., P. Pokethitiyook, M. Kruatrachue and C. Ngernsarsaruy. 2009. Cd and Zn accumulation in plants from the Padaeng zinc mine area. **Int. J. Phytoremediat.** 11: 479-495.
- Rodrigues, A., R. Nogueira, L.F. Melo and A.C. Brito. 2013. Effect of low concentrations of synthetic surfactants on polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) biodegradation. **Int. Biodeter. Biodegr.** 83: 48-55.
- Zhou, W. and L. Zhu. 2007. Enhanced desorption of phenanthrene from contaminated soil using anionic/nonionic mixed surfactant. **Environ. Pollut.** 147: 350-357.

ชีววิทยาการสืบพันธุ์และระดับฮอร์โมนเพศของแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่พร้อม
และไม่พร้อมผสมพันธุ์ในช่วงฤดูกาลผสมพันธุ์

Reproductive Biology and Sex Hormone Levels of Gravid and Non Gravid
Female Swamp Eel (*Monopterus albus*) Broodstock during Spawning Season

ขจรเกียรติ ศรีนวลสม^{1,2} ทศนีย์ อนุกุลประเสริฐ² ศตพร โนนคู่เขตโขง² ธนสรณ์ รักดนตรี² และรักพงษ์ เพชรคำ^{2*}

Khajornkiat Srinuansom^{1,2} Thatsanee Anukoolprasert² Sataphon Nonkhukhetkhong²

Thanasorn Rukdontri² and Rakpong Petkam^{2*}

¹คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

²ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

¹Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resource, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

²Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand 40002

*Corresponding author: rakpong@kku.ac.th

Abstract

This study was aimed to compare reproductive biology indices and sex hormone levels of gravid and non gravid female swamp eel (*Monopterus albus*) broodstock during spawning season. A total of 10 female *M. albus* broodstock samples in each group were collected from Bang Lamphu market, a local market in Khon Kaen province in July 2016. Body weight and total length were measured. Reproductive biology indices of female *M. albus* broodstock were considered include gonadosomatic index (GSI), fecundity, egg diameter, oocyte development and sex hormone (testosterone and 17 β -estradiol). It was found that GSI and egg diameter of the gravid broodstock were significantly higher than that of the non gravid broodstock ($P<0.01$). In addition, oocyte development of gravid broodstock revealed late vitellogenic oocytes and mature oocytes stages, while oocytes of non gravid broodstock only revealed cortical alveoli, early and mid vitellogenic stages.

Keywords: reproductive biology, female broodstock, *Monopterus albus*, spawning season

บทคัดย่อ

การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบ
ชีววิทยาการสืบพันธุ์และระดับฮอร์โมนเพศของ
แม่พันธุ์ปลาไหลนา (*Monopterus albus*) ที่พร้อมและ

ไม่พร้อมผสมพันธุ์ในช่วงฤดูกาลผสมพันธุ์ ที่สุ่มรวบรวม
จากตลาดบางลำภู จังหวัดขอนแก่น จำนวนกลุ่มละ 10
ตัวอย่าง ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2559 มาชั่งน้ำหนักตัว
และวัดขนาดความยาวลำตัว ศึกษาดัชนีความสมบูรณ์เพศ
ความตกไข่ ขนาดเม็ดไข่ ระยะพัฒนาของไข่ (Oocyte)

และปริมาณฮอร์โมนเพศ (Testosterone และ 17β -estradiol) ผลการศึกษาพบว่า แม่พันธุ์ปลาไหลนาที่พร้อมผสมพันธุ์มีค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ และขนาดเม็ดไข่มากกว่าแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่ไม่พร้อมผสมพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) นอกจากนี้ พบแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่พร้อมผสมพันธุ์ มีระยะพัฒนาของ Oocyte ส่วนใหญ่เจริญอยู่ในระยะ Late vitellogenic stage และบางส่วนอยู่ในระยะ Maturation stage ขณะที่แม่พันธุ์ปลาไหลนาที่ไม่พร้อมผสมพันธุ์ มีระยะพัฒนาของ Oocyte เจริญอยู่ในระยะ Cortical Alveoli, arly และ Mid vitellogenic stage

คำสำคัญ: ชีววิทยาการสืบพันธุ์ แม่พันธุ์ปลาไหลนา
ฤดูกาลผสมพันธุ์

คำนำ

ปลาไหลนา (*Monopterus albus*) (Zuiew, 1793) จัดเป็นปลาน้ำจืดที่อยู่ในวงศ์ Synbranchidae Family; Synbranchiformes (Rainboth, 1996) ที่มีระบบสืบพันธุ์แบบกระเทย (Protogynous hermaphrodite) (Devlin and Nagahama, 2002) และมีความสำคัญทางเศรษฐกิจได้รับความนิยมนำมาบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เพราะเนื้อ มีรสชาติอร่อย สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายเมนู (ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดปัตตานี, 2554) อีกทั้งตลาดภายใน ประเทศและต่างประเทศมีความต้องการปริมาณเพิ่มสูงขึ้น รวมปริมาณผลผลิตไม่ต่ำกว่า 1,600 เมตริกตันต่อปี มูลค่าไม่ต่ำกว่า 175 ล้านบาทต่อปี (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารกรมประมง, 2559) ขณะที่การเพาะเลี้ยงปลาไหลนาเชิงพาณิชย์ยังไม่แพร่หลาย ส่วนใหญ่รวบรวมจากธรรมชาติ ส่งผลให้ปลาไหลนาเป็นสัตว์น้ำที่มีราคาค่อนข้างสูงตลอดทั้งปี โดยเฉลี่ย 140-320 บาท/กก. (ตลาดไท, 2559)

การศึกษาที่ผ่านมา (วิรัช, 2551; สุวรรณดี และคณะ, 2536; Bing and Xu, 2003; Guan *et al.*, 1996; Huong *et al.*, 2010) นักวิจัยทำการคัดเลือกพ่อพันธุ์ปลาไหลนาขนาดน้ำหนักตัวมากกว่า 300 กรัม และแม่พันธุ์ปลาไหลนาขนาดน้ำหนักตัวระหว่าง 70-200 กรัม ที่มีลักษณะท้องใหญ่ อูมเป่ง ช่องเพศสีแดงเรื่อ มาศึกษาเพาะขยายพันธุ์ในช่วงฤดูกาลผสมพันธุ์ โดยเทคนิคหลายวิธีการ เช่น วิธีเลียนแบบธรรมชาติ (วิรัช, 2551; สุวรรณดี และคณะ, 2536) การฉีดฮอร์โมน LHRH-a ผสมเทียม (Guan *et al.*, 1996) และวิธีกึ่งเลียนแบบธรรมชาติ (Bing and Xu, 2003; Huong *et al.*, 2010) สามารถเพาะลูกพันธุ์ปลาไหลนาได้ แต่ยังมีปริมาณลูกพันธุ์น้อย อีกทั้งกรณีใช้วิธีฉีดฮอร์โมนผสมเทียมพบอัตราการปฏิสนธิค่อนข้างต่ำ ขณะที่วิธีเลียนแบบธรรมชาติหรือกึ่งเลียนแบบธรรมชาติต้องรอแม่พันธุ์ปลาไหลนาวางไข่ในบ่อเพาะพันธุ์เป็นระยะเวลานานมากกว่า 2 สัปดาห์ สาเหตุเนื่องจากแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่คัดเลือกมานั้น มีไข่อยู่วะระยะที่พัฒนายังไม่สมบูรณ์ การประเมินความพร้อมสมบูรณ์เพศของแม่พันธุ์ปลาไหลนา สามารถประเมินโดยพิจารณาจากลักษณะภายนอกเท่านั้น ไม่สามารถใช้อุปกรณ์หรือรีดไข่ออกมาตรวจ การพัฒนาของไข่ได้ เพราะเม็ดไข่อยู่วะร่วมกันและมีเยื่อพังผืดยึดภายในรังไข่ ทำให้แยกเม็ดไข่ออกจากกันค่อนข้างยาก ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคหนึ่งของการเพาะขยายพันธุ์ (Guan *et al.*, 1996)

ด้วยเหตุนี้การคัดเลือกแม่พันธุ์ปลาไหลนาในช่วงฤดูกาลผสมพันธุ์ โดยพิจารณาจากลักษณะท้องและช่องเพศดังที่กล่าวมา ไม่สามารถบ่งชี้ระยะพัฒนาของไข่และความพร้อมผสมพันธุ์ของแม่พันธุ์ปลาไหลนาได้ชัดเจน (สุวรรณดี และคณะ, 2536; Guan *et al.*, 1996) Long (2016) ได้เสนอแนะการประยุกต์ใช้เทคนิค “Pressure on the abdomen” เป็นเกณฑ์ประเมินเพิ่มเติมในการคัดเลือกแม่พันธุ์ปลาไหลนา โดยใช้นิ้วมือกดที่บริเวณท้องของแม่พันธุ์ปลาไหลนาขณะเคลื่อนที่ หากปรากฏท้องมีลักษณะนูนเหมือนมีเม็ดสาकुอยู่ภายในช่องท้อง สันนิษฐานเบื้องต้นได้ว่า แม่พันธุ์ปลาไหลนามีไข

ที่พัฒนาสมบูรณ์เต็มที่และมีความพร้อมผสมพันธุ์ หากต้องมีลักษณะค่อนข้างแข็งสันนิษฐานเบื้องต้นได้ว่า มีไข่ที่พัฒนายังไม่สมบูรณ์และไม่พร้อมผสมพันธุ์ อย่างไรก็ตามเทคนิคดังกล่าวยังไม่มีข้อมูลเชิงวิชาการมาสนับสนุนบ่งชี้ความพร้อมผสมพันธุ์ของแม่พันธุ์ปลาไหลนา ดังนั้นเพื่อตรวจสอบข้อสันนิษฐานดังกล่าว จึงทำการศึกษา เปรียบเทียบชีววิทยาการสืบพันธุ์และระดับฮอร์โมนเพศ ของแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่พร้อมและไม่พร้อมผสมพันธุ์ ที่ผ่านการคัดเลือกแบ่งกลุ่มโดยใช้เทคนิค “Pressure on the abdomen” เพื่อเป็นข้อมูลเชิงวิชาการสนับสนุน การประยุกต์ใช้เทคนิคดังกล่าวในการคัดเลือกแม่พันธุ์ ปลาไหลนา ตลอดจนเป็นแนวทางคัดเลือกแม่พันธุ์ ปลาไหลนาและเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะขยายพันธุ์ ปลาไหลนาในช่วงฤดูกาลผสมพันธุ์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างแม่พันธุ์ปลาไหลนา

รวบรวมแม่พันธุ์ปลาไหลนาขนาดน้ำหนักตัว 70-200 กรัม (ขจรเกียรติ และคณะ, 2558; วิรัช, 2551;

สุวรรณดี และคณะ, 2536) ที่จับได้จากธรรมชาติและ นำมาจำหน่ายที่ตลาดบางลำภู จังหวัดขอนแก่น ในเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2559 (ช่วงฤดูกาลผสมพันธุ์) มาพักให้ ปรับตัวในบ่อซีเมนต์ขนาด 1.20x1.20 เมตร เป็นเวลา 1-2 วัน จากนั้นคัดเลือกแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่มีลักษณะ ท้องใหญ่ อูมเป่ง ช่องเพศสีแดงเรื่อ (Figure 1) มาตรวจ ความสมบูรณ์เพศเบื้องต้น และคัดเลือกแบ่งกลุ่ม แม่พันธุ์ปลาไหลนาที่พร้อมและไม่พร้อมผสมพันธุ์ โดยใช้เทคนิค “Pressure on the abdomen” (Long, 2016) จำนวนกลุ่มละ 10 ตัวอย่าง ชั่งน้ำหนักตัว วัดขนาดความ ยาวลำตัว วัดและคำนวณสัดส่วนเส้นรอบวงส่วนของ ท้องต่อรอบหัว (Abdomen/head circumference ratio)

การศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์

ดัชนีความสมบูรณ์เพศ (Gonadosomatic Index; GSI)

นำตัวอย่างแม่พันธุ์ปลาไหลนาทั้ง 2 กลุ่ม จำนวน กลุ่มละ 10 ตัวอย่าง มาชั่งน้ำหนักตัว ผ่าท้องเปิดช่องลำตัว และตัดเอวรังไข่ออกมาชั่งน้ำหนัก โดยใช้เครื่องชั่งดิจิตอล (ยี่ห้อ Ohaus รุ่น AR2140) และคำนวณค่า GSI ตามวิธี ของ Jahan *et al.* (2014) ดังสมการ

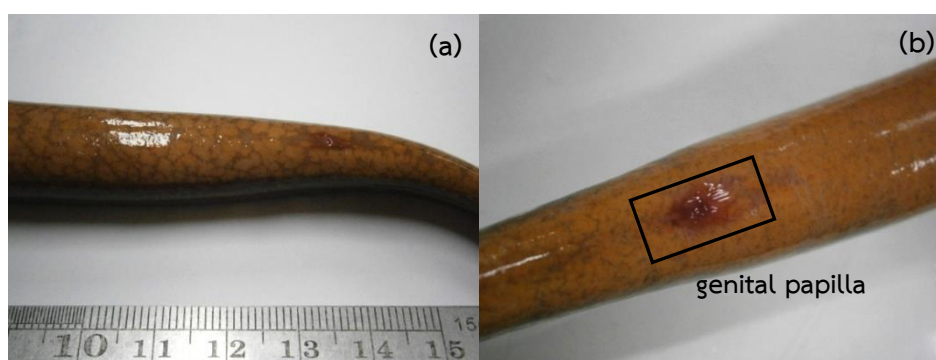


Figure 1 Secondary sex characteristics of a female swamp eel (*M. albus*) broodstock during spawning season: a large soft and elastic abdomen (a) and a reddish or rose colored genital papilla (b)

$$GSI (\%) = \frac{\text{น้ำหนักของรังไข่}}{\text{น้ำหนักตัวของแม่พันธุ์ปลาไหลนา}} \times 100$$

ความดกไข่ (Fecundity)

นำตัวอย่างรังไข่ของแม่พันธุ์ปลาไหลนาทั้งหมด ที่ผ่านการศึกษาดัชนีความสมบูรณ์เพศมาทำการสุ่มตัวอย่างไข่จากส่วนต้น กลาง และปลายของรังไข่ รวมประมาณ 50% ของน้ำหนักรังไข่ทั้งหมด จากนั้นศึกษาความดกไข่ด้วยวิธีชั่งน้ำหนัก (Gravimetric method) โดยชั่งน้ำหนักและนับจำนวนเม็ดไข่ที่สุ่มมาทั้งหมด และคำนวณกลับหาปริมาณความดกไข่ทั้งรังไข่ หลังจากนั้น สุ่มเม็ดไข่ จำนวน 100 ฟอง มาวัดขนาด (เส้นผ่าศูนย์กลาง) โดยใช้เวอร์เนียร์คาร์ลิปเปอร์ดิจิตอล (ยี่ห้อ Hummer) (Jahan *et al.*, 2014)

การศึกษาจุลกายวิภาคของอวัยวะสืบพันธุ์ (Gonadal histology)

เก็บตัวอย่างรังไข่บางส่วน (บริเวณส่วนต้น กลาง และปลาย) ของแม่พันธุ์ปลาไหลนาทั้งหมด มาแช่ใน Bouin's solution เพื่อรักษาสภาพ จากนั้นเตรียมชิ้นเนื้อเยื่อรังไข่ตามขั้นตอนการเตรียมเนื้อเยื่อ (Tissue preparation) นำไปฝังในพาราฟิน (Paraffin-embedding) และตัดเนื้อเยื่อ (Sectioning) ขนาดความหนา 4-7 ไมโครเมตร (ขึ้นอยู่กับลักษณะรังไข่) หลังจากนั้นย้อมสีเนื้อเยื่อด้วย Haematoxylin และ Eosin (H&E) แล้วนำสไลด์เนื้อเยื่อรังไข่ที่ได้ มาส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (ยี่ห้อ Olympus, รุ่น CH30) ที่กำลังขยาย 100 และ 400 เท่า (Humason, 1979; Tao *et al.*, 1993) เพื่อศึกษาระยะพัฒนาของไข่ (Oocyte) ตามวิธีของกรรณิก (2539) และ Ravaglia and Maggese (2002) ต่อไป

การเก็บตัวอย่างพลาสมา (Blood plasma) และวิเคราะห์ปริมาณฮอร์โมนเพศ

นำตัวอย่างแม่พันธุ์ปลาไหลนาทั้ง 2 กลุ่ม จำนวนกลุ่มละ 10 ตัวอย่าง มาทำให้สลบโดยแช่ในน้ำแข็ง ประมาณ 10 นาที จากนั้นใช้กระบอกฉีดยา

ขนาด 1 มล. และเข็มฉีดยาเบอร์ 26Gx1 ที่เคลือบด้วย Heparin (5,000 IU/มล.) เจาะเลือดปลาไหลนาจากเส้นเลือด Ventral aorta นำเลือดที่ได้ใส่ในหลอดไมโครทิวบ์ขนาด 1.5 มล. แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง (ยี่ห้อ Centurion, รุ่น K240R) ที่ความเร็ว 12,000 รอบ/นาที อุณหภูมิ 4°C. เป็นเวลา 10 นาที (Nozu *et al.*, 2009) จากนั้นดูดแยกตัวอย่างพลาสมาใส่ในหลอดไมโครทิวบ์ใหม่ เก็บที่อุณหภูมิ -20°C. เพื่อเตรียมนำไปวิเคราะห์หาปริมาณฮอร์โมนเพศต่อไป โดยตรวจวิเคราะห์ปริมาณฮอร์โมน Testosterone (T) ด้วยวิธี Radioimmunoassay (RIA) โดยใช้ชุดทดสอบ TESTO-CT2 kit (¹²⁵I-Testosterone) (Lower detection limit = 0.08 นาโนกรัม/มล.) (ยี่ห้อ Cisbio Bioassays, Codolet, France) และฮอร์โมน 17β-estradiol (E₂) ด้วยวิธี Electrochemiluminescence Immunoassay (ECLIA) โดยใช้ชุดทดสอบ Elecsys Estradiol II reagent (Lower detection limit = 0.005 นาโนกรัม/มล.) (ยี่ห้อ Cobas, Roche Diagnostics, Switzerland) (Tao *et al.*, 1993)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลด้วยวิธี Shapiro-Wilk test และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยดัชนีความสมบูรณ์เพศ ความดกไข่ ขนาดเม็ดไข่ และปริมาณฮอร์โมนเพศของแม่พันธุ์ปลาไหลนาทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้การทดสอบ Independent-samples t-Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistic Package Social Science (SPSS) version 15.0

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์และระดับฮอร์โมนเพศของแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่พร้อมและไม่พร้อมผสมพันธุ์ในช่วงฤดูกาลผสมพันธุ์ แสดงใน Table 1 และ Figure 2 และ

Table 1 Reproductive biology and sex hormone levels of gravid and non gravid female *M. albus* broodstock (mean±SD, min-max) (n = 10)

Female broodstock	BW (g)	TL (cm)	GSI (%)	Fecundity (egg)	Egg diameter (mm)	A/H ratio	T (ng/ml)	E ₂ (ng/ml)
Gravid	116.5±35.1 ^a 70.7-176.1	51.8±5.5 ^a 45.5-59.3	6.25±2.11 ^a 3.87-9.46	492±195 ^a 317-887	2.73±0.26 ^a 2.50-3.29	0.87±0.05 ^a 0.83-0.98	1.22±1.08 ^a 0.09-3.51	0.21±0.31 ^a 0.03-1.07
Non gravid	97.1±23.2 ^a 70.3-153.3	49.2±4.2 ^a 42.5-58.3	1.64±0.59 ^b 0.75-2.41	392±131 ^a 245-625	1.70±0.39 ^b 1.12-2.25	0.82±0.06 ^a 0.75-0.88	1.01±0.84 ^a 0.28-2.90	0.05±0.03 ^a 0.01-0.12
P-value	0.163	0.260	0.003	0.194	0.001	0.085	0.641	0.122

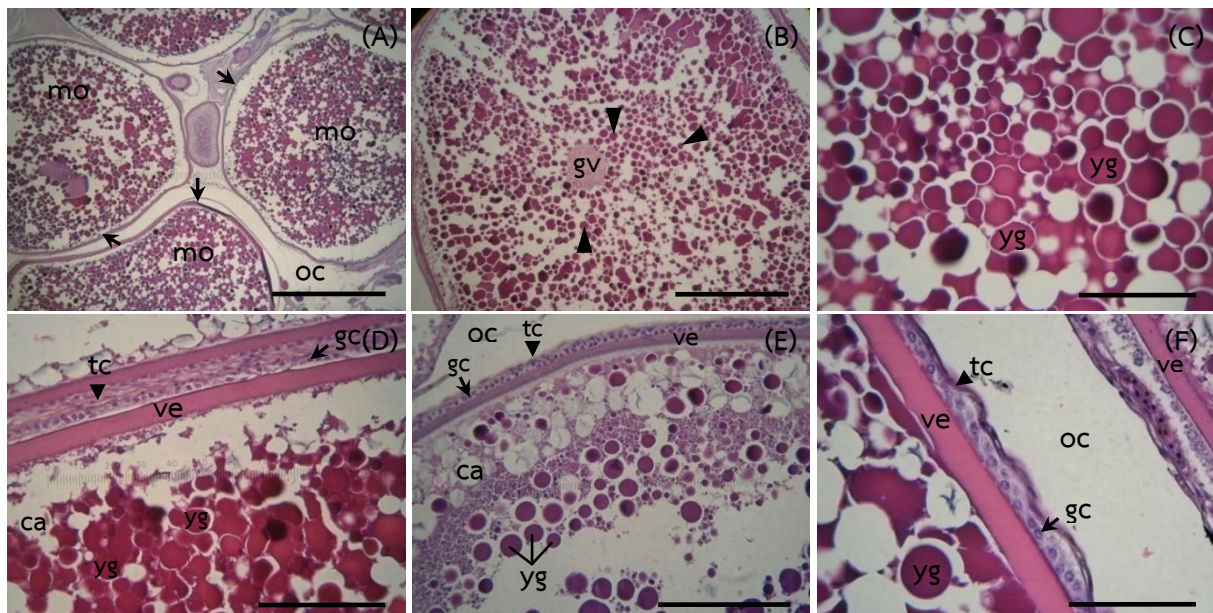
BW: Body weight, TL: Total length, A/H ratio: Abdomen/Head circumference ratio, T: Testosterone, E₂: 17β-Estradiol

Values with different superscripts in the same column are significantly different (p<0.05).

จาก Table 1 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบดัชนีความสมบูรณ์เพศ ความตกไข่ ขนาดเม็ดไข่ และสัดส่วนเส้นรอบวงส่วนของท้องต่อรอบหัวของตัวอย่างแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่พร้อมและไม่พร้อมผสมพันธุ์ ที่มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 116.5±35.1 และ 97.1±23.2 กรัม และความยาวลำตัวเฉลี่ย 51.8±5.5 และ 49.2±4.2 ซม. ตามลำดับ พบแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่พร้อมผสมพันธุ์มีค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ย และขนาดเม็ดไข่เฉลี่ย (6.25±2.11 และ 2.73±0.26 มม. ตามลำดับ) มากกว่าแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่ไม่พร้อมผสมพันธุ์ (1.64±0.59 และ 1.70±0.39 มม. ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) แม่พันธุ์ปลาไหลนาที่พร้อมผสมพันธุ์มีค่าความตกไข่เฉลี่ย

และสัดส่วนเส้นรอบวงส่วนของท้องต่อรอบหัวเฉลี่ย (492±195 ฟอง และ 0.87±0.05 ตามลำดับ) มากกว่าแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่ไม่พร้อมผสมพันธุ์ (392±131 ฟอง และ 0.82±0.06 ตามลำดับ) แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เมื่อเปรียบเทียบระดับฮอร์โมนเพศระหว่างแม่พันธุ์ปลาไหลนาทั้ง 2 กลุ่ม พบแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่พร้อมผสมพันธุ์ มีปริมาณฮอร์โมน T และ E₂ (1.22±1.08 และ 0.21±0.31 นาโนกรัม/มล. ตามลำดับ) มากกว่าแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่ไม่พร้อมผสมพันธุ์ (1.01±0.84 และ 0.05±0.03 นาโนกรัม/มล. ตามลำดับ) แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) (Table 1)



Scale bar 100 μ m

Figure 2 Transverse sections of a gravid female *M. albus* broodstock ovary; mature oocytes (mo) (oc: ovarian cavity; arrows: follicular epithelium) (a); a late vitellogenic oocyte showing nucleus or germinal vesicle (gv) (arrowhead: yolk granules) (b); yolk granules (yg) of a late vitellogenic oocyte (c); peripheral region of late vitellogenic oocytes showing yolk granules (yg), cortical alveoli (ca), ovarian cavity (oc), vitelline envelope (ve), granulosa cell (gc) and theca cell (tc) (d, e and f), H&E stain, Olympus; model CH30 x 400

ผลการศึกษาระยะพัฒนาของไข่ พบแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่พร้อมผสมพันธุ์ มีระยะพัฒนาของ Oocyte ส่วนใหญ่เจริญอยู่ในระยะ Late vitellogenic stage กล่าวคือ Oocyte มีการสะสมของไข่แดง (Yolk granule) กระจายเต็มพื้นที่ไซโทพลาสซึม พบ Cortical alveoli กระจายเล็กน้อยบริเวณขอบของ Oocyte ชั้น Vitelline envelope มีลักษณะหนาชัดเจน และยังปรากฏ Germinal vesicle (Figure 2b-f) นอกจากนี้ Oocyte บางส่วนพัฒนาอยู่ในระยะ Maturation stage ซึ่งมีการกระจายของ Yolk granule เต็มพื้นที่ไซโทพลาสซึม และไม่ปรากฏ Germinal vesicle (Figure 2a)

สำหรับแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่ไม่พร้อมผสมพันธุ์ มีระยะพัฒนาของ Oocyte เจริญอยู่ในระยะ Cortical alveoli, Early และ Mid vitellogenic stage ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือ Oocyte ระยะ Cortical alveoli stage มี Cortical alveoli กระจายทั่วไซโทพลาสซึมอยู่รอบๆ Germinal vesicle (Figure 3a-d) ขณะที่ Oocyte ระยะ Early และ Mid vitellogenic stage เริ่มมีการสะสมของ Yolk granule กระจายในไซโทพลาสซึมอยู่รอบๆ Germinal vesicle และชั้น Vitelline envelope เริ่มพัฒนาเห็นชัดเจนขึ้น (Figure 3a, b, e และ f)

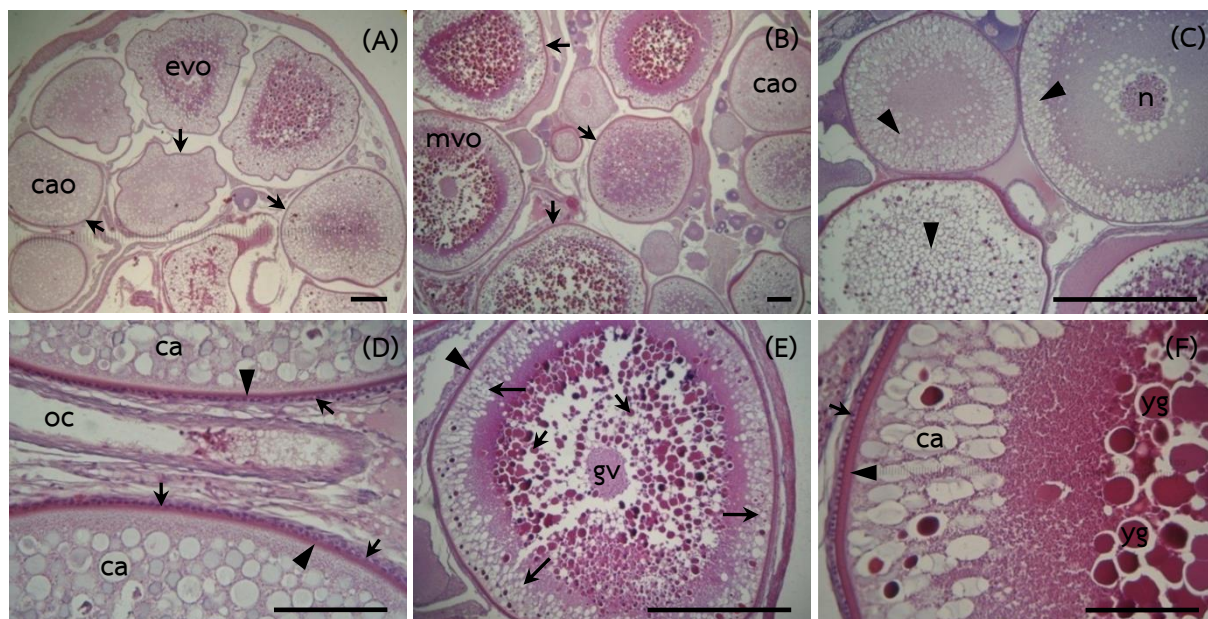
Scale bar 100 μ m

Figure 3 Transverse sections of a non gravid female *M. albus* broodstock ovary; general view of the ovaries showing cortical alveoli oocytes (cao), early vitellogenic oocytes (evo) and mid vitellogenic oocytes (mvo) (arrows: follicular epithelium) (a, b); cortical alveoli oocytes showing the nucleus (n) (arrowheads: cortical alveoli) (c); peripheral region of cortical alveoli oocytes showing cortical alveoli (ca), ovarian cavity (oc) (arrowheads: vitelline envelope; arrows: granulosa cell) (d); a mid vitellogenic oocyte showing nucleus or germinal vesicle (gv) (short arrows: yolk granules; long arrows: cortical alveoli and arrowhead: follicular epithelium) (e); peripheral region of a mid vitellogenic oocyte showing yolk granules (yg), cortical alveoli (ca) (arrowhead: vitelline envelope; arrow: granulosa cell) (f), H&E stain, Olympus; model CH30 x 100 & 400

วิจารณ์ผลการวิจัย

แม่พันธุ์ปลาไหลนาที่พร้อมผสมพันธุ์มีค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศและขนาดเม็ดไข่มากกว่าแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่ไม่พร้อมผสมพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศสามารถบ่งชี้การพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์และความพร้อมผสมพันธุ์ของปลาไหลนาได้ (Jahan *et al.*, 2014) และเมื่อ

พิจารณาการศึกษาของวิรัช (2551) พบค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ยในรอบปีของปลาไหลนา เท่ากับ 5.77 ± 3.04 และมีค่าสูงสุดเท่ากับ 10.4 ในช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าการศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาในเดือนกรกฎาคม ก็ยังอยู่ในช่วงฤดูกาลผสมพันธุ์ของปลาไหลนาในประเทศไทย คือระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน (สุวรรณดีและคณะ, 2536) ผลการศึกษาพบแม่พันธุ์ปลาไหลนา

ที่พร้อมผสมพันธุ์มีค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ย เท่ากับ 6.25 ± 2.11 และมีค่าสูงสุดเท่ากับ 9.46 (จากตัวอย่างแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่มีน้ำหนักตัว 105.9 กรัม และความยาวลำตัว 48.8 ซม.) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศสูงสุดในการศึกษาของวิรัช (2551) ส่วนกรณีขนาดเม็ดไข่นั้น Rottmann *et al.* (1991) รายงานว่าขนาด (เส้นผ่าศูนย์กลาง) ของไข่สามารถบ่งชี้ระยะพัฒนาของไข่ได้ กล่าวคือ ไข่ที่พัฒนาสมบูรณ์จะมีขนาดเม็ดไขใหญ่กว่าไข่ที่พัฒนายังไม่สมบูรณ์ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบขนาดเม็ดไขเฉลี่ยของแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่พร้อมผสมพันธุ์ (2.73 ± 0.26 มม.) มีขนาดใหญ่กว่าแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่ไม่พร้อมเจริญพันธุ์ (1.70 ± 0.39 มม.) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) และพบขนาดเม็ดไขของแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่พร้อม ผสมพันธุ์มีขนาดใกล้เคียงกับขนาดเม็ดไขที่แม่พันธุ์ปลาไหลนาวางไข่ตามธรรมชาติ คือ มีขนาดเส้นผ่า ศูนย์กลางประมาณ 3 มม. (วิรัช, 2551; Khanh and Ngan, 2010) นอกจากนี้ สุวรรณดี และคณะ (2536) รายงานว่าลักษณะไข่ของแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่พัฒนาสมบูรณ์พร้อมผสมพันธุ์มีเม็ดไขทรงกลมและมีขนาดสม่ำเสมอใกล้เคียงกันทุกเม็ด ขณะที่เม็ดไขของแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่ไม่พร้อมผสมพันธุ์มีขนาดไม่เท่ากัน

เมื่อเปรียบเทียบระดับฮอร์โมนเพศระหว่างแม่พันธุ์ปลาไหลนาทั้ง 2 กลุ่ม พบระดับฮอร์โมนเพศมีแนวโน้มสัมพันธ์กับความพร้อมผสมพันธุ์ของแม่พันธุ์ปลาไหลนา กล่าวคือ แม่พันธุ์ปลาไหลนาที่พร้อมผสมพันธุ์มีปริมาณฮอร์โมน T และ E_2 (1.22 ± 1.08 และ 0.21 ± 0.31 นาโนกรัม/มล. ตามลำดับ) มากกว่าแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่ไม่พร้อมผสมพันธุ์ (1.01 ± 0.84 และ 0.05 ± 0.03 นาโนกรัม/มล. ตามลำดับ) แต่อย่างไรก็ตามระดับฮอร์โมนเพศระหว่างแม่พันธุ์ปลาไหลนาทั้ง 2 กลุ่มมีปริมาณไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากแม่พันธุ์ปลาไหลนาแต่ละกลุ่มมีการปรับสภาวะสมดุล (Homeostasis) ของระดับฮอร์โมนเพศในร่างกาย ส่งผลให้ฮอร์โมนเพศของแม่พันธุ์ปลาไหลนาทั้ง 2 กลุ่ม มีปริมาณใกล้เคียงกัน (Nagahama and Yamashita, 2008; Yeung and Chan, 1987) ซึ่งผล

การศึกษาสอดคล้องกับการรายงานของ Yeung and Chan (1987) ที่ระดับฮอร์โมนเพศมีความสัมพันธ์กับความพร้อมผสมพันธุ์ของแม่พันธุ์ปลาไหลนา นอกจากนี้ Yeung and Chan (1987) พบปริมาณฮอร์โมน E_2 ของแม่พันธุ์ปลาไหลนา มีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 0.16 ± 0.03 นาโนกรัม/มล. ในช่วงฤดูการผสมพันธุ์ ขณะที่ปริมาณฮอร์โมน T มีปริมาณเฉลี่ยอยู่ในระดับคงที่ตลอดทั้งปี (0.11 ± 0.02 - 0.20 ± 0.02 นาโนกรัม/มล.) ทั้งนี้การเจริญพัฒนาของไข่ในช่วงฤดูการผสมพันธุ์ มีกระบวนการสร้างและสะสมไข่แดงภายในเซลล์ไข่ (Vitellogenesis) ควบคุมโดยฮอร์โมน E_2 ซึ่งออกฤทธิ์กระตุ้นเซลล์ตับให้ผลิตและหลั่ง Vitellogenin ออกสู่กระแสเลือดและกลับเข้ามาสะสมภายในเซลล์ไข่ผ่านตัวรับสัญญาณ Vitellogenin receptor ที่ผิวเซลล์ไข่ทำให้ไข่มีขนาดใหญ่ขึ้นตามระยะพัฒนาของไข่ (Lubzens *et al.*, 2010; Nagahama and Yamashita, 2008) เมื่อพิจารณาผลการศึกษาพบสอดคล้องกับข้อมูลดังกล่าวที่ระดับฮอร์โมน E_2 ของแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่พร้อมผสมพันธุ์มีปริมาณฮอร์โมนมากกว่าแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่ไม่พร้อมผสมพันธุ์ และสอดคล้องกับระยะพัฒนาของ Oocyte ของแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่พร้อมผสมพันธุ์ที่มีระยะพัฒนาของ Oocyte ส่วนใหญ่เจริญอยู่ในระยะ Late vitellogenic stage และบางส่วน อยู่ในระยะ Maturation stage ขณะที่แม่พันธุ์ปลาไหลนาที่ไม่พร้อมผสมพันธุ์ มีระยะพัฒนาของ Oocyte เจริญอยู่ในระยะ Cortical alveoli, Early และ Mid vitellogenic stage ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน

การประยุกต์ใช้เทคนิค “Pressure on the abdomen” มาเป็นเกณฑ์ประเมินเพิ่มเติมในการคัดเลือกแม่พันธุ์ปลาไหลนาจากลักษณะภายนอกนั้นสามารถบ่งชี้ระยะการพัฒนาของไข่และความพร้อมผสมพันธุ์ของแม่พันธุ์ปลาไหลนาในช่วงฤดูการผสมพันธุ์ได้เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้เทคนิคนี้ต้องฝึกฝนเพื่อให้เกิดความเชี่ยวชาญในการเช็คความพร้อมผสมพันธุ์ของแม่พันธุ์ปลาไหลนาและอาจศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้สัดส่วน

เส้นรอบวงส่วนของท้องต่อรอบหัวเพื่อประเมินความพร้อมผสมพันธุ์ของแม่พันธุ์ปลาไหลนา ซึ่งต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม โดยเพิ่มจำนวนตัวอย่างแม่พันธุ์ปลาไหลนา และทำการศึกษารอบปีทั้งในและนอกช่วงฤดูกาลผสมพันธุ์ ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเป็นข้อมูลเชิงวิชาการเบื้องต้นด้านชีววิทยาการสืบพันธุ์ที่สนับสนุนการประยุกต์ใช้เทคนิคดังกล่าวในการคัดเลือกแม่พันธุ์ปลาไหลนา ตลอดจนเป็นแนวทางคัดเลือกแม่พันธุ์ปลาไหลนา และเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะขยายพันธุ์ปลาไหลนา ในช่วงฤดูกาลผสมพันธุ์ต่อไป

สรุปผลการวิจัย

การเปรียบเทียบดัชนีความสมบูรณ์เพศ ความตกไข่ ขนาดเม็ดไข่ สัดส่วนเส้นรอบวงส่วนของท้องต่อรอบหัวระยะพัฒนาของไข่ และปริมาณฮอร์โมนเพศของตัวอย่างแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่พร้อมและไม่พร้อมผสมพันธุ์ จากการตรวจความสมบูรณ์เพศเบื้องต้น และคัดเลือกแบ่งกลุ่มความพร้อมผสมพันธุ์ โดยใช้เทคนิค “Pressure on the abdomen” นั้น แม่พันธุ์ปลาไหลนาที่พร้อมผสมพันธุ์มีค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศและขนาดเม็ดไข่มากกว่าแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่ไม่พร้อมผสมพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้พบแม่พันธุ์ปลาไหลนาที่พร้อมผสมพันธุ์ มีระยะพัฒนาของ Oocyte ส่วนใหญ่เจริญอยู่ในระยะ Late vitellogenic stage และบางส่วนอยู่ในระยะ Maturation stage ขณะที่แม่พันธุ์ปลาไหลนาที่ไม่พร้อมผสมพันธุ์ มีระยะการพัฒนาของ Oocyte เจริญอยู่ในระยะ Cortical alveoli, Early และ Mid vitellogenic stage ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภทบัณฑิตศึกษา ประจำปี พ.ศ. 2559 และภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- กรรณิกา ชีวาลวานิช. 2539. **ลักษณะโครงสร้างของระบบสืบพันธุ์ในสัตว์มีกระดูกสันหลัง**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 120 น.
- ขจรเกียรติ ศรีนวลสม ศิริพร โทลา ทศนีย์ อนุกุลประเสริฐ และรักพงษ์ เพชรคำ. 2558. การศึกษาเบื้องต้นลักษณะการเติบโตและความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและเพศของปลาไหลนา (*Monopterus albus*) (Zuiew, 1793). น. 20-21. ใน **บทความวิชาการประมง ครั้งที่ 9 “เพื่อความมั่นคงด้านการประมงและทรัพยากรทางน้ำ” 26-28 กุมภาพันธ์ 2558**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ตลาดไท. 2559. **ราคาสินค้า**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.talaadthai.com/price/searchresult.php?tags=%BB%C5%D2%E4%CB%C5&sresulttext=&submit.x=0&submit.y=0> (19 กันยายน 2559).
- วิรัช จิวแหยม. 2551. ชีววิทยาการสืบพันธุ์และการเพาะขยายพันธุ์เบื้องต้นของปลาไหลนา (*Monopterus albus* Zuiew) โดยให้วางไข่ตามธรรมชาติในบ่อคอนกรีต. **วารสารวิจัย มข** 13(1): 15-22.
- สุวรรณดี ขวัญเมือง บุษราคัม หมั่นสา จิรนนท์ อัจฉนาภิตติ และสุชาติ รัตนเรืองสี. 2536. **การศึกษาเบื้องต้นทางชีววิทยาบางประการและการทดลองเพาะพันธุ์ปลาไหลนา**. เอกสารทางวิชาการ ฉบับที่ 54/2536. กรุงเทพฯ: กองประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 37 น.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดปัตตานี. 2554.

องค์ความรู้ปลาไหลนา. [ระบบออนไลน์].

แหล่งที่มา <http://www.fisheries.go.th/if-pattani/web2/images/downloads/eelkm.pdf> (19 กันยายน 2559).

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมประมง.

2559. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย

พ.ศ. 2557. เอกสารฉบับที่ 11/2559.

กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 87 น.

Bing, X. and P. Xu. 2003. Study on the ecological breeding technology of mud eel. **Journal of Economic Animal** 7(3): 46-48.

Devlin, R.H. and Y. Nagahama. 2002. Sex determination and sex differentiation in fish: An overview of genetic, physiological and environmental influences. **Aquaculture** 208: 191-364.

Guan, R.Z., L.H. Zhou, G.H. Cui and X.H. Feng. 1996. Studies on the artificial propagation of *Monopterus albus* (Zuiew). **Aquaculture Research** 27: 587-596.

Humason, G.L. 1979. **Animal tissue technique**. San Francisco: W.H. Freeman Co. 661 p.

Huong, D.T.T., N.T.L. Hoa and N.A. Tuan. 2010. Maturation culture and induced spawning of the swamp eel (*Monopterus albus*) by hCG (human Chorionic Gonadotropin). **Scientific Journal of Can Tho University** 14: 258-268.

Jahan, D.A., J. Rashid, M.M. Khan and Y. Mahmud.

2014. Reproductive biology and gonad histology of mud eel, *Monopterus cuchia* (Hamilton, 1822). **International Journal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Research** 3(1): 231-239.

Khanh, N.H. and H.T.B. Ngan. 2010. Current practices of rice field eel *Monopterus albus* (Zuiew, 1793) culture in Viet Nam. **Aquaculture Asia Magazine: Research & Farming Techniques** 15(3): 26-29.

Long, D.N. 2016. Technical spawning and culturing on swamp eel (*Monopterus albus* Zuiew, 1793). pp. 1-19. In **Training course on Asian swamp eel (*Monopterus albus*) reproduction April 25th to May 14th, 2016**. Can Tho, Vietnam: College of Aquaculture and Fisheries (CAF), Can Tho University.

Lubzens, E., G. Young, J. Bobe and J. Cerda. 2010. Oogenesis in teleosts: How fish eggs are formed. **General and Comparative Endocrinology** 165: 367-389.

Nagahama, Y. and M. Yamashita. 2008. Regulation of oocyte maturation in fish. **Development Growth and Differentiation** 50: S195-S219.

Nozu, R., Y. Kojima and M. Nakamura. 2009. Short term treatment with aromatase inhibitor induces sex change in the protogynous wrasse, *Halichoeres trimaculatus*. **General and Comparative Endocrinology** 161: 360-364.

- Rainboth, W.J. 1996. **Fishes of the Cambodian Mekong**. Wisconsin: Department of Biology and Microbiology, University of Wisconsin Oshkosh. 276 p.
- Ravaglia, M.A. and M.C. Maggese. 2002. Oogenesis in the swamp eel *Synbranchus marmoratus* (Bloch, 1795) (Teleostei; synbranchidae). Ovarian anatomy, stages of oocyte development and micropyle structure. **Biocell** 26(3): 325-337.
- Rottmann, R.W., J.V. Shireman and F.A. Chapman. 1991. **Determining sexual maturity of broodstock for induced spawning of fish**. Southern Regional Aquaculture Center Publication No. 423. [Online]. Available <https://www.ncrac.org/files/biblio/SRAC0423.pdf> (22 November 2016).
- Tao, Y., H. Lin, G.V.D. Kraak and R.E. Peter. 1993. Hormonal induction of precocious sex reversal in the rice field eel, *Monopterus albus*. **Aquaculture** 118: 131-140.
- Yeung, W.S.B. and S.T.H. Chan. 1987. The plasma sex steroid profiles in the freshwater, sex-reversing teleost fish, *Monopterus albus* (Zuiew). **General and Comparative Endocrinology** 65: 233-242.

การคัดแยกและการระบุสายพันธุ์เชื้อจุลินทรีย์เพื่อการผลิตสีย้อมหม้อมแบบธรรมชาติ

Isolation and Identification of Microorganisms for Natural *Strobilanthes* sp. Dye Production

พิชญพร ภิณญญาพัช* ธวัชชัย ชัยธวัชวิที และเอกอาทิตย์ ฤทธิเดชยง

Phichayaphorn Pinyapath*, Tawatchai Chaithawatwithi and Eak-artit Ritdachyeng

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

Biotechnology Program, Maejo University-Phrae Campus, Phrae, Thailand 54140

*Corresponding author: drhillp.a@gmail.com

Abstract

Two hundreds and sixty five isolations of microorganisms were obtained from 240 samples of fermentation liquor during indigo fermentation processes from indigo fermentation plant in Ban Nakuha, Meung district, phrae province. Only 160 isolations could change indigo blue color into leuco-indigo. Of these, there were 6 isolations showed the highest leuco-indigo production activity; L4NG3(-2)I1, L1P1(-3)I1, L4NG3(-2)I3, L4NG4(-3)I2, L2P2(-2)I2 and L1P4(-2)I3. From the morphological study; L1P1(-3)I1, L2P2(-2)I2, L1P4(-2)I3 and L4NG4(-3)I2 were found in rod shape, whereas L4NG3(-2)I1 and L4NG3(-2)I3 were found in oval. After the biochemical tests, the results showed that L4NG3(-2)I1, L1P4(-2)I3, L4NG3(-2)I3 were in the Genus *Bacillus*, L4NG4(-3)I2 was in the Genus *Enterobacteriaceae*, whereas L1P1(-3)I1 and L2P2(-2)I2 could not be identified. The 16S rDNA sequences of L4NG3(-2)I1, L2P2(-2)I2, L1P1(-3)I1, L1P4 (-2)I3, L4NG3(-2)I1 and L4NG4(-3)I2 displayed high identity to *Bacillus* sp., *Streptomyces* sp., *Bacillus* sp., *B. flexus*, *B. aryabhatai*, and *B. subtilis*, respectively.

Keywords: indigo dye, *Strobilanthes* sp., isolation, identification, microorganism

บทคัดย่อ

เชื้อจุลินทรีย์ 265 ไอโซเลต ที่คัดแยกได้จากหม้อม 240 ตัวอย่าง ในระหว่างกระบวนการเปลี่ยนสีอินดิโกจากกระบวนการหมักหม้อมแบบธรรมชาติในโรงงานตกสีหม้อม บ้านนาคุหา อำเภอมือง จังหวัดแพร่ พบว่ามีเพียง 160 ไอโซเลต ที่สามารถเปลี่ยนสีอินดิโกกลายเป็น

ลิวโคอินดิโกได้ และพบว่ามีเพียง 6 ไอโซเลต ที่มีความสามารถในการเปลี่ยนสีอินดิโกได้มากที่สุด คือ L4นค3(-2)I1, L1ป1(-3)I1, L4นค3(-2)I3, L4นค4(-3)I2, L2ป2(-2)I2 และ L1ป4(-2)I3 จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานพบว่า ไอโซเลต L1ป1(-3)I1, L2ป2(-2)I2, L1ป4(-2)I3 และ L4นค4(-3)I2 เป็นรูปแท่ง ส่วนไอโซเลต L4นค3(-2)I1 และ L4นค3(-2)I3 เป็นรูปไข่ จากการทดสอบ

ด้วยวิธีการทางชีวเคมีพบว่าไอโซเลท L4นก3(-2)I1, L1ป4(-2)I3 และ L4นก3(-2)I3 เหมือนกับ *Bacillus* sp. L4นก4(-3)I2 เหมือนกับ *Enterobacteria* ในขณะที่ไอโซเลท L1ป1(-3)I1 และ L2ป2(-2)I2 ไม่สามารถจัดจำแนกชนิดได้จากการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16s rDNA พบว่า L4นก3(-2)I1, L2ป2(-2)I2, L1ป1(-3)I1, L1ป4(-2)I3, L4นก3(-2)I1 และ L4นก4(-3)I2 เหมือนกับ *Bacillus* sp., *Streptomyces* sp., *Bacillus* sp., *B. Flexus*, *B. aryabhattai* และ *B. subtilis* ตามลำดับ

คำสำคัญ: สีอินดิโก ห้อม การคัดแยก
การระบุสายพันธุ์ เชื้อจุลินทรีย์

คำนำ

ปัจจุบันพบว่าความนิยมในเรื่องสีย้อมธรรมชาติมีเพิ่มมากขึ้นซึ่งโดยส่วนใหญ่เป็นสีที่สกัดได้จากพืช สัตว์ จุลินทรีย์และแร่ธาตุต่างๆ (Kim *et al.*, 2009) อินดิโก (Indigo) เป็นสีย้อมธรรมชาติชนิดหนึ่งให้สีน้ำเงินที่เกิดจากการหมักพืชจำพวกคราม (*Indigofera tictiria* Linn.) และห้อม (*Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze) เนื่องจากพืชประเภทนี้มีสารตั้งต้น คือ อินดิแคน (Indican) หรือ อินดอกซิล-บีตา-ดี-กลูโคไซด์ (Indoxyl- β -D-glucoside) ซึ่งเป็นสารไม่มีสีแต่ละลายน้ำได้ เมื่อแช่น้ำจะมีเอนไซม์ชนิดหนึ่งในใบห้อมช่วยทำให้เกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายอินดิแคนออกเป็น 2 ส่วน คือ อินดอกซิล (Indoxyl) และน้ำตาลกลูโคส (Epstein *et al.*, 1976) อินดอกซิลเป็นสารไม่มีสี ละลายน้ำ ถูกออกซิไดซ์ได้ง่ายในสารละลายต่าง เกิดเป็นอินดิโกสีน้ำเงิน (Indigo blue) ในรูปออกซิไดซ์ (Oxidized form) ไม่ละลายน้ำ ทำให้ไม่สามารถซึมเข้าสู่เส้นด้ายในระหว่างการย้อมได้ ดังนั้นจึงต้องทำการเปลี่ยนให้ไปอยู่ในรูปลิวโคอินดิโก (Leuco-indigo) ซึ่งเป็นอินดิโกที่อยู่ในรูปรีดิวซ์ (Reduced form) มีสีเขียวแกมเหลือง ละลายน้ำได้ก่อนเพื่อให้อินดิโกที่อยู่ในรูปรีดิวซ์ดังกล่าวละลายน้ำและแทรกซึมเข้าสู่เนื้อผ้า

เข้าไปจับกับเส้นใยเซลลูโลสของผ้าด้วยพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bond) เมื่อเส้นด้ายสัมผัสกับอากาศ ลิวโคอินดิโกจะถูกออกซิไดซ์ไปเป็นสีน้ำเงินซึ่งไม่ละลายน้ำและติดที่ใยผ้ายดังกล่าว (Kim *et al.*, 2009)

ในกระบวนการผลิตสีย้อมทางการค้าจะทำการเติมสารรีดิวซ์ (Reducing agent) เช่น สารละลายต่าง โซเดียมไดไทโอไนท์ ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) หรือโซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S) ลงไปในหม้อย้อมเพื่อเปลี่ยนอินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโก (Bozic and Kokol, 2008) ซึ่งสารรีดิวซ์ที่ใช้ดังกล่าวส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ในสถานะที่มีอากาศโซเดียมไดไทโอไนท์จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเปลี่ยนเป็นสารจำพวกโซเดียมซัลเฟต ซัลเฟตไอออน และไทโอซัลเฟต ซึ่งเป็นสารพิษก่อให้เกิดอันตรายกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม (Aino *et al.*, 2001) ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้มีนักวิจัยหลายท่านทำการแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการเปลี่ยนสีอินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโกขึ้นเพื่อทดแทนการใช้สารเคมีในระหว่างกระบวนการย้อมสีดังกล่าว เช่น Padden *et al.* (2000) พบว่า *Bacillus* sp. และ *Clostridium isatidis* มีคุณสมบัติในการเปลี่ยนสีดังกล่าว แต่เนื่องจากเป็นแบคทีเรียก่อโรค จึงทำให้ไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ในเชิงอุตสาหกรรม ต่อมา Nakajima *et al.* (2005) พบว่า *Alkalibacterium psychrotolerans*, *A. iburiense* และ *A. indicireducens* ที่คัดแยกจากตัวอย่างน้ำหมักอินดิโกมีความสามารถในการเปลี่ยนสีอินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโกได้ แต่ในประเทศไทยยังไม่มีรายงานถึงการศึกษาหรือทำการคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการเปลี่ยนสีอินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโกดังกล่าว แม้ว่าจะมีการย้อมผ้าจากสีอินดิโกจำนวนมากโดยเฉพาะในจังหวัดแพร่ แต่พบว่ามีย้อมเติมสารเคมี เช่น ด่าง สารส้ม หรือสนิมเหล็ก ลงไปเพื่อใช้เป็นตัวรีดิวซ์ในการเปลี่ยนสีอินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโกในระหว่างกระบวนการย้อมห้อมซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้ คือ แยกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการเปลี่ยนสปีนดิโกบูลไปเป็นลิวโคอินดิโกจากกระบวนการผลิตผ้าหม้อห้อมบริเวณบ้านนาคุหา ตำบลสวนเขื่อน อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ พร้อมทั้งศึกษาลักษณะทางสัณฐาน การจำแนกสายพันธุ์ด้วยวิธีการทางชีวเคมีและการศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rDNA เพื่อระบุสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้ดังกล่าว สำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต เพื่อนำไปผลิตเป็นหัวเชื้อสำหรับประยุกต์ใช้ในกระบวนการย้อมสีห้อมแบบธรรมชาติทดแทนการใช้สารเคมีในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย้อมสีห้อมแบบธรรมชาติ

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์จากตัวอย่างหม้อของโรงงานทอผ้าหม้อบ้านนาคุหา ตำบลสวนเขื่อน อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ โดยเก็บตัวอย่างในแต่ละขั้นตอนของการผลิตหม้อ คือ ใบหม้อ แห้งน้ำที่เกี่ยวข้องกับการย้อมหม้อ น้ำแช่ใบหม้อก่อนการหมัก น้ำแช่ใบหม้อหลังการหมักเป็นเวลา 24 ชม. น้ำแช่ใบหม้อหลังการหมักเป็นเวลา 48 ชม. กากหม้อหลังการหมัก น้ำด้านบนหลังตีหม้อ น้ำด้านล่างหลังตีหม้อ น้ำกรองเปรอะและเปรอะหม้อ รวมทั้งสิ้น 240 ตัวอย่าง จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้มาเกลี่ยลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) pH7 แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30°C. เป็นเวลา 12-48 ชม. เชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าวถูกนำมาแยกให้บริสุทธิ์ก่อนที่จะนำไปเก็บรักษาไว้ในอาหารรูน้อยที่อุณหภูมิ 4°C. เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

การคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเปลี่ยนสปีนดิโกบูลไปเป็นลิวโคอินดิโก

นำเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้จากตัวอย่างหม้อมาเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งที่มีการเติมสปีนดิโกบูลลงไปในอาหาร [Yeast extract 10 g/L, Magnesium sulphate ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) 25 g/L, Casamino acid 10 g/L, Peptone 5 g/L, Trisodium citrate ($Na_3C_6H_5O_7$) 3 g/L, Potassium chloride (KCl) 2 g/L, Agar 20 g/L, Indigo blue 0.2 g/L] ที่อุณหภูมิ 30°C. เป็นเวลา 48 ชม. นำจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการเจริญและสร้างวงใส (Clear zone) บนอาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าวมาทดสอบความสามารถในการสร้างลิวโคอินดิโกในขั้นตอนต่อไป (Aino *et al.*, 2001)

การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณลิวโคอินดิโก

เติมเชื้อจุลินทรีย์ปริมาตร 0.1 มล. ลงในอาหารเลี้ยงเชื้ออินดิแคน [Ammonium sulfate ($(NH_4)_2SO_4$) 4 g/L, Potassium phosphate (K_2HPO_4) 1.8 g/L, Potassium dihydrogenphosphate (KH_2PO_4) 0.6 g/L, Magnesium sulphate ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) 0.2 salt solution 10 ml, น้ำกลั่น 60 มล. และสารละลายอินดิแคน 7.9 มิลลิโมลาร์] ปริมาตร 1 มล. บ่มที่อุณหภูมิ 30°C. เป็นเวลา 48 ชม. จากนั้นเติมสารละลายอิมมูโนโพรตีนไดไฮโดรอกไซด์ความเข้มข้น 2 นอร์มอล ปริมาตร 1 มล. เพื่อรีดิวซ์สปีนดิโกให้เป็นลิวโคอินดิโก นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณลิวโคอินดิโกที่เชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดสร้างขึ้นจากการเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน (Fanjul-Bolado *et al.*, 2005)

การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเปลี่ยนสียินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโก

ตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานของเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้ตามวิธีการของ Cappuccino and Sherman (1999)

การจำแนกชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเปลี่ยนสียินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโกด้วยวิธีการทางชีวเคมี

เลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB ที่อุณหภูมิ 30°C. เป็นเวลา 48 ชม. จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 6,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที เทของเหลวส่วนบนทิ้ง เติมอาหารชุดทดสอบปริมาตร 2 มล. ลงไปเขย่าให้เข้ากัน นำไปปั่นที่อุณหภูมิ 30°C. เป็นเวลา 24-48 ชม. บันทึกผลและใช้โปรแกรม APIWEBTM วิเคราะห์ผล

การระบุสายพันธุ์เชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเปลี่ยนสียินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโก โดยการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rDNA

เลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์บนอาหาร PDB ปริมาตร 25 มล. อุณหภูมิ 30°C. ความเร็วรอบ 180 รอบ/นาที เป็นเวลา 48 ชม. จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 6,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที ก่อนนำตะกอนเซลล์ที่ได้ไปสกัดดีเอ็นเอด้วย The GeneJETTM Genomic DNA Purification kit (Weisburg *et al.*, 1991) เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยเทคนิค Polymerase Chain Reaction (PCR) ในสารละลาย Master mix ที่มี Genomic DNA 1 µl, 10 µM Primer ชนิดละ 0.2 µl, 25 mM dNTP 1.0 µl,

Taq DNA polymerase 0.05 µl และ 10 x PCR buffer 1.0 µl โดยไพรเมอร์ที่ใช้ คือ 27F: 5'-AGA GTT TGA TCM TGG CTC AG-3'; 520F: 5'-CAG CMG CCG CGG TAA TWC-3'; 1389R: 5'-ACG GGC GGT GTG TAC AAG-3'; 1492R: 5'-GGT TAC CTT GTT ACG ACTT-3' ศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์โดยเทคนิค DNA sequencing แล้วเปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้กับฐานข้อมูลของ GenBank (National Center for Biotechnology Information (NCBI)) โดยใช้โปรแกรม Basic Local Alignment Search Tool (BLASTN)

ผลการวิจัย

การคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย้อมสีห้อมแบบธรรมชาติ

จากตัวอย่างห้อมทั้งหมด 240 ตัวอย่าง พบว่าสามารถคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ได้ทั้งสิ้น 265 ไอโซเลท โดยแต่ละไอโซเลทที่แยกได้ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีลักษณะเล็ก กลม สีขาวขุ่น แนบตามผิวหน้าอาหาร

การคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเปลี่ยนสียินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโก

จากเชื้อจุลินทรีย์ 265 ไอโซเลท พบว่ามีเพียง 160 ไอโซเลท ที่สามารถสร้างวงใส (Clear zone) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีการเติมสียินดิโกบลูได้ และพบว่าไอโซเลท L4นก3(-2)I1, L1ป1(-3)I1, L2ป6(-2)I6, L1ป4(-2)I3, L4นก3(-2)I3 และ L4นก4(-3)I2 สามารถสร้างวงใส (Clear zone) ได้มากที่สุด ดังแสดงใน Table 1

Table 1 The ratio between diameter of clear zone and diameter of colony of the bacterial isolates that change indigo blue to leuco-indigo

Isolate	Ratio
L4NG3(-2)I1	9.5±0.2 ^a
L1P1(-3)I1	7.1±0.2 ^b
L2P2(-2)I2	7.0±0.4 ^b
L1P4(-2)I3	6.1±0.1 ^c
L4NG3(-2)I3	6.1±0.8 ^c
L4NG4(-3)I2	5.2±0.2 ^d

Mean±standard deviation

Mean separation by least significant difference (Means within a column followed by a different letter were significantly different at 0.05% level of significance.)

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณลิวโคอินดิโก

ทดสอบหาปริมาณลิวโคอินดิโกที่สร้างขึ้นจากการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 6 ไอโซเลท ในอาหารที่มีอินดิแคนเป็นส่วนประกอบ พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถ

ในการเปลี่ยนสีอินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโกได้มากที่สุด คือ L4นค3(-2)I1, L1ป1(-3)I1, L4นค3(-2)I3, L4นค4(-3)I2, L2ป2(-2)I2 และ L1ป4(-2)I3 ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Leuco-indigo contents produced by bacterial isolates obtained from indigo fermentation plant

Isolate	Leuco-indigo contents (µg/mL)
L4NG3(-2)I1	30.356±6.299 ^a
L1P1(-3)I1	27.843±1.465 ^{ab}
L2P2(-2)I2	8.020±1.361 ^c
L1P4(-2)I3	0.690±0.170 ^c
L4NG3(-2)I3	20.643±2.928 ^{ab}
L4NG4(-3)I2	18.380±11.765 ^b

Mean±standard deviation

Mean separation by least significant difference (Means within a column followed by a different letter were significantly different at 0.05% level of significance.)

การศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยาเชื้อจุลินทรีย์

ศึกษาลักษณะทางสัณฐานของเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 6 ไอโซเลท ภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่า 4 ไอโซเลท คือ L1ป1(-3)I1, L2ป2(-2)I2, L1ป4(-2)I3 และ L4นค4(-3)I2 มีลักษณะเป็นรูปแท่ง และอีก 2 ไอโซเลท คือ L4นค3(-2)I1 และ L4นค3(-2)I3 มีลักษณะเป็นรูปไข่

การจำแนกเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธีการทางชีวเคมี

จำแนกลักษณะของเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 6 ไอโซเลท โดยวิธีทางชีวเคมีด้วยการศึกษากระบวนการหมักคาร์โบไฮเดรต 50 ชนิด พบว่า ไอโซเลท L4นค3(-2)I1, L1ป4(-2)I3 และ L4นค3(-2)I3 จัดอยู่ในกลุ่ม *Bacillus* sp. ไอโซเลท L4นค4(-3)I2 จัดอยู่ในกลุ่ม *Bacillus* sp. หรือ *Enterobacteriaceae* ส่วนไอโซเลท L1ป1(-3)I1 และ L2ป2(-2)I2 ไม่สามารถจัดจำแนกได้ (Table 3)

Table 3 Biochemical tests of 6 bacterial isolates that gave highest leuco-indigo production activity by API 50 CHL

Test	Isolate											
	L4NG3(-2)I1*		L1P1(-3)I1**		L2P2(-2)I2**		L1P4(-2)I3*		L4NG3(-2)I3*		L4NG4(3)I2***	
	24 hr	48 hr	24 hr	48 hr	24 hr	48 hr	24 hr	48 hr	24 hr	48 hr	24 hr	48 hr
1. Control	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Glycerol	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
3. Erythritol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. D-Arabinose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. L-Arabinose	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
6. D-Ribose	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
7. D-Xylose	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
8. L-Xylose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9. D-Adonitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. Methyl β -D-Xylopyranoside	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11. D-Galactose	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-
12. D-Glucose	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
13. D-Fructose	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
14. D-Mannose	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
15. L-Sorbose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16. L-Rhamnose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17. Dulcitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18. Inositol	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
19. D-Mannitol	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
20. D-Sorbitol	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
21. Methyl α -D-Mannopyranoside	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22. Methyl α -D-Glucopyranoside	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
23. N-Acetylglucosamine	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
24. Amygdalin	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+

Table 3 (Continue)

Test	Isolate											
	L4NG3(-2)I1*		L1P1(-3)I1**		L2P2(-2)I2**		L1P4(-2)I3*		L4NG3(-2)I3*		L4NG4(3)I2***	
	24 hr	48 hr	24 hr	48 hr	24 hr	48 hr	24 hr	48 hr	24 hr	48 hr	24 hr	48 hr
25. Arbutin	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
26. Esculin ferric citrate	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
27. Salicin	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
28. D-Cellobiose	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
29. D-Maltose	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
30. D-Lactose (bovine origin)	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
31. D-Melibiose	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-
32. D-Saccharose	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
33. D-Trehalose	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
34. Inulin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35. D-Melezitose	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
36. D-Rafinnose	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
37. Amidon (starch)	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
38. Glycogen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39. Xylitol	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
40. Gentiobiose	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
41. D-Turanose	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
42. D-Lyxose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43. D-Tagatose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44. D-Fucose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45. L-Fucose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46. D-Arabitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47. L-Arabitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48. Potassium gluconate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49. Potassium 2-keto gluconate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50. Potassium 5-keto gluconate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Bacillus*; **Could not be identified; **Bacillus* + *Enterobacteriaceae*

+ Color change; - Color not change

การระบุสายพันธุ์เชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธีการหาลำดับเบสของยีน 16S rDNA

จากการเปรียบเทียบลำดับเบสของยีน 16S rDNA ของเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 6 ไอโซเลท กับลำดับเบสของยีน 16S rDNA ที่มีอยู่ในฐานข้อมูลที่มีความเหมือนมากที่สุด พบว่าไอโซเลท L4นก3(-2)I1 และ L2ป2(-2)I2

มีความเหมือนกับ *Bacillus* sp. ไอโซเลท L1ป1(-3)I1 มีความเหมือนกับ *Streptomyces* sp. ไอโซเลท L1ป4(-2)I3 มีความเหมือนกับ *B. flexus* ไอโซเลท L4นก3(-2)I3 มีความเหมือนกับ *B. aryabhattai* และไอโซเลท L4นก4(-3)I2 มีความเหมือนกับ *B. subtilis* (Table 4)

Table 4 Sequencing results of 6 isolates that gave highest leuco-indigo production activity

Isolate	Length (bp)	Closest relative (NCBI accession no.)	Identity (%) ^a
L4NG3(-2)I1	817	<i>Bacillus</i> sp. ABPL 105 (DQ983195.1)	93
L1P1(-3)I1	636	<i>Streptomyces</i> sp. AQB.SKKU 20 (JN836957.1)	98
L2P2(-2)I2	611	<i>Bacillus</i> sp. IITRSU2 (FJ581022.1)	94
L1P4(-2)I3	462	<i>Bacillus flexus</i> strain p14_E08 (JQ832998.1)	98
L4NG3(-2)I3	687	<i>Bacillus aryabhattai</i> strain SMT50 (KF962978.1)	94
L4NG4(-3)I2	696	<i>Bacillus subtilis</i> strain p69_H01 (JQ831300.1)	99

^a Identity represents the %identity shared with the sequences in the GenBank databases.

วิจารณ์ผลการวิจัย

การคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ ย้อมสีห้อมแบบธรรมชาติ

จากตัวอย่างห้อมทั้งหมด 240 ตัวอย่าง สามารถทำการคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ได้ทั้งสิ้น 265 ไอโซเลท โดยส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปแท่ง โคโลนีขนาดเล็ก สีขาวขุ่น เช่นเดียวกับการศึกษาของงามนิจ (2553) ที่สามารถคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์จากการหมักใบครามผสมกับสารละลายดินในระหว่างกระบวนการย้อมผ้าได้ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าในกระบวนการย้อมสีห้อมแบบธรรมชาติมีเชื้อจุลินทรีย์เกี่ยวข้องกับกระบวนการย้อมดังกล่าวและอาจมีส่วนสำคัญต่อการเปลี่ยนสีอินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโกได้

การคัดเลือกและระบุสายพันธุ์เชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถ เปลี่ยนสีอินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโก

จากการทดสอบความสามารถในการเปลี่ยนสีอินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโก โดยเลี้ยงเชื้อบนอาหารที่มีอินดิโกบลูเป็นส่วนประกอบ พบว่ามีเชื้อจุลินทรีย์เพียง 160 ไอโซเลท ที่สามารถเปลี่ยนสีอินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโกได้จากการเกิดวงใสบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าว และมีเพียง 6 ไอโซเลท ที่สามารถสร้างลิวโคอินดิโกได้มากที่สุด จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐาน

วิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่า เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 6 ไอโซเลท เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปแท่ง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Padden *et al.* (2000) ที่คัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการผลิตสีอินดิโกและลิวโคอินดิโกจากการหมักใบโหวด (*Isatis tinctoria*) โดยแบคทีเรียที่แยกได้ คือ *C. isatidis* และการศึกษาของอมร (2550) ที่ทำการคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์จากดินและน้ำเสียบริเวณที่ผลิตผ้าหม้อห้อม โดยแบคทีเรียที่แยกได้ คือ *B. megaterium* นั้นแสดงว่า เชื้อจุลินทรีย์กลุ่มนี้มีความสามารถในการเปลี่ยนสีอินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโก จากการย่อยสลายเม็ดสีอินดิโกบลูให้มีขนาดเล็กลงทำให้เกิดปฏิกิริยารีดักชันเปลี่ยนอินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโกได้ แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อจุลินทรีย์เป็นเพียงการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ดังนั้น ต้องทดสอบทางชีวเคมีจากกระบวนการหมักคาร์โบไฮเดรตของเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว ซึ่งพบว่าสามารถจัดจำแนกได้เพียงบางไอโซเลทเท่านั้น ทำให้ต้องศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rDNA เพื่อระบุสายพันธุ์จากการทดลองพบว่า การเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rDNA ของเชื้อจุลินทรีย์กับฐานข้อมูลสามารถระบุสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์ได้ถึงระดับสกุล (Genus) เท่านั้น

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าในกระบวนการย้อมหม้อมแบบธรรมชาติ มีเชื้อจุลินทรีย์เกี่ยวข้องกับกระบวนการเปลี่ยนสีอินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโก โดยส่วนใหญ่เป็น *Bacillus* sp. และแม้ว่าปัจจุบันจะมีการคัดแยกแบคทีเรียที่มีความสามารถในการเปลี่ยนสีอินดิโกบลูมากขึ้น แต่กระบวนการศึกษาถึงกลไกการทำงานของแบคทีเรียดังกล่าวยังมีไม่มากนัก เช่น Compton *et al.* (2005) รายงานว่า *C. isatidis* สามารถเปลี่ยนสีอินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโกได้ จากการเข้าไปจับกับอนุภาคของอินดิโกบลูแล้วทำการย่อยไปเป็นลิวโคอินดิโก ในทางกลับกัน Takahara and Tanabe (1960) กล่าวว่าปฏิกิริยารีดักชันที่เกิดขึ้นเป็นผลจากการส่งถ่ายอิเล็กตรอนในระบบ ดังนั้นการศึกษา/การคัดแยกแบคทีเรียที่มีความสามารถในการเปลี่ยนสีอินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโก จึงยังเป็นที่สนใจสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในทางอุตสาหกรรม (Sarethy *et al.*, 2011) เนื่องจากปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีร่วมกับกระบวนการย้อมสีผ้า ประกอบกับปัจจุบันความนิยมทางด้านผ้าย้อมธรรมชาติมีมากขึ้น จึงทำให้อุตสาหกรรมการย้อมสีห้อมแบบธรรมชาติได้รับความนิยมนำขึ้นตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

จากตัวอย่างห้อมทั้งหมด 240 ตัวอย่าง สามารถคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ได้ทั้งสิ้น 265 ไอโซเลท โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปแท่ง โคโลนีขนาดเล็ก สีขาวขุ่น เมื่อนำเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้ดังกล่าวไปทดสอบความสามารถในการเปลี่ยนสีอินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโก พบว่ามีเพียง 160 ไอโซเลทที่สามารถเปลี่ยนอินดิโกบลูไปเป็นลิวโคอินดิโกได้ และมีเพียง 6 ไอโซเลท; L4นก3(-2)I1, L1ป1(-3)I1, L4นก3(-2)I3, L4นก4(-3)I2, L2ป6(-2)I6 และ L1ป4(-2)I3 ที่สามารถสร้างลิวโคอินดิโกได้ในปริมาณมากที่สุดตามลำดับ จากการเปรียบเทียบลำดับเบสของยีน 16S rDNA ของเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 6 ไอโซเลท กับลำดับเบส

ของยีน 16S rDNA ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล NCBI พบว่า ไอโซเลท L4นก3(-2)I1 และ L2ป2(-2)I2 มีความเหมือนกับ *Bacillus* sp. ไอโซเลท L1ป1(-3)I1 มีความเหมือนกับ *Streptomyces* sp. ไอโซเลท L1ป4(-2)I3 มีความเหมือนกับ *B. flexus* ไอโซเลท L4นก3(-2)I3 มีความเหมือนกับ *B. aryabhattai* และไอโซเลท L4นก4(-3)I2 มีความเหมือนกับ *B. subtilis*

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่ได้จัดสรรงบประมาณเพื่อสนับสนุนการวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2557 และขอขอบคุณนางสาวสุวรรณา ยศสงคราม และนางสาวฐิตติยา เหมือนจินดา ที่ช่วยในการเตรียมสารเคมี เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ และการเตรียมการทดลองต่างๆ ในห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่

เอกสารอ้างอิง

- งามนิจ นนทโส. 2553. การพัฒนากระบวนการทำสีครามจากต้นครามและกระบวนการย้อมครามธรรมชาติโดยใช้จุลินทรีย์: โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) สำนักพระราชวัง. 23 น. ใน รายงานผลการวิจัย. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อมร ม่วงอยู่. 2550. การศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมผลิตผ้าหม้อห้อม กรณีศึกษาโรงงานบ้านแม่เหลืองบ้านทุ่งไธ้ง อำเภอเมือง จังหวัดแพร่. ปัญหาพิเศษ. มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ. 40 น.

- Aino, K., T. Narihiro, K. Minamida, Y. Kamakata, K. Yoshimune and I. Yumoto. 2001. Bacterial community characterization and dynamics of indigo fermentation. **Fems. Microbiol. Ecol.** 74: 174-183.
- Bozic, M. and V. Kokol. 2008. Ecological alternatives to the reduction and oxidization process in dyeing with vat and sulphur dyes. **Dyes pigments** 76: 299-309.
- Compton, R.G., C.M. Welch, C.E. Banks and A.O. Simm. 2005. Silver nanoparticle assemblies supported on glassy-carbon electrodes for the electro-analytical detection of hydrogen peroxide. **Anal. Bioanal. Chem.** 1: 12-21.
- Cappuccino, J.G. and N. Sherman. 1999. **Microbiology: a Laboratory Manual.** California: Benjamin/Cummings Science Publishing. 560 p.
- Epstein, E., M.W. Nabors and B.B. Stowe. 1976. Origin of indigo of wood. **Nature** 216: 547-549.
- Fanjul-Bolado, P., M.B. Gonzalez-Garcia and A. Costa-Garcia. 2005. Voltametric determination of leuco-indigo adsorbed on pretreated carbon paste electrodes: its application in a flow system. **Electroanalysis** 17: 148-154.
- Kim, J.Y., Y.S. Jin, S.K. Youn and J. Geun. 2009. Mining and identification of a glucosidase family enzyme with high activity toward the plant extract indicant. **J. Mol. Catal. B-Enzym.** 57: 284-291.
- Nakajima, K., K. Hirota, Y. Nodasaka and I. Yumoto. 2005. *Alkalibacterium iburiense* sp. nov., an obligate alkaliphile that reduces an indigo dye. **Int. J. Sys. Evol. Micro.** 55: 1525-1530.
- Padden, A.N., P. John, M.D. Collin, R. Hutson and A.R. Hall. 2000. Indigo-reducing *Clostridium isatidis* isolated from a variety of sources, including a 10th – century viking dye vat. **J. Archaeol. Sci.** 27: 953-956.
- Sarethy, I.P., Y. Saxena, A. Kapoor, M. Sharma, S.K. Sharma and V. Gupta. 2011. Alkaliphilic bacteria: applications in industrial biotechnology. **J. Ind. Microbiol. Biotechnol.** 38: 769-790.
- Takahara, Y. and O. Tanabe. 1960. Studies on the reduction of indigo in industrial fermentation vat (VII). **J Ferment Tcechnol.** 38: 329-331.
- Weisburg, W.G., S.M. Barns, D.A. Pelletier and D.J. Lane. 1991. 16S ribosomal DNA amplification for phylogenetic study. **J. Bacteriol.** 173: 679-703.

**ความรู้และการปฏิบัติในการใช้สารเคมีที่ถูกต้องของเกษตรกรผู้ปลูกฟักทองญี่ปุ่น
ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่**

**Knowledge and Practices of Correctly Using Chemicals of Japanese Pumpkin
Growers, Mon Ngoe Royal Development Project, Mae Taeng District, Chiang Mai**

นฤเบศร์ รัตนวัน* และวรัทศน์ อินทร์คัมพร

Naruebet Rattanawan* and Wallratat Intaruccomporn

ภาควิชาพัฒนาเศรษฐกิจการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

Department of Agricultural Economy and Development, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand 50200

*Corresponding author: naruebetrattanawan@gmail.com

Abstract

This research aims; 1) to study the characteristics of basic personal data and socio-economic data of the Japanese pumpkin growing farmers, 2) to study the knowledge and practices on correct using of chemicals by the farmers, 3) to study the factors related to knowledge and practices on correct using of chemicals by the farmers and 4) to study the problems and suggestions on using of chemicals by the farmers. The samples used in the study consisted of 116 Japanese pumpkin growing farmers. The statistics used for data analysis included frequency, percentage, mean, minimum value, maximum value, standard deviation and stepwise multiple regression analysis.

The results of study revealed that: 1) It found that 52.49% of the farmers were males with average age of 41.18 years. The farmers have 9.31 year-experience in growing Japanese pumpkin. The size of growing area was average of 6.11 rais and average of 6.21 as workforce of growing Japanese pumpkin with a total income of 90,600 THB/year and an income of 6,844.73 THB/year outside the agricultural sector. A total household expense was 4,465.51 THB/month as well as a total of 68,978.49 THB remained debt obligation, and 1.21 of credit sources for growing the Japanese pumpkin, and 1.70 times/year of accessing the training, including 4.41 times/3 months of receiving the agricultural information. The most beneficial information source was from the Royal Project officials with an average of 2.58/3 months; 2) the farmers have had knowledge of agriculture at high level (mean = 80.17) and had correct and regular practices; 3) regarding the factors related to knowledge and practices on using chemicals by the farmers, it found that the experience on growing Japanese pumpkin was negative relation, and the number of growing area was positive relation under statistical significance ($p < 0.05$) with correct using chemicals in practices by the pumpkin growing farmers and

4) The problems on using chemicals by the farmers were mixing the chemicals overload according the ratio described on the label, and spraying overload the frequency ratio according to defined label. After spraying the chemicals on the plots, it did not stick the label and marked the post for notifying the others knew that it was the area of just spraying the chemicals. The farmers' suggestions concluded the training on using chemicals for prevention and eliminating the pest via sub-group should be organized and regular training should be made. For recommendation in this research revealed that the agricultural production officials as well as related persons should organize the training on knowledge and provide the suggestions pointing at the farmers who still had less knowledge as well as the impacts from toxic chemicals which the farmers have got in order to be awareness and bring into correct practice. If having promoted the agricultural technology on using the chemicals, it should provide the knowledge via the change-leader who has found involving the research in order to promote with the others.

Keywords: correct using of chemicals, knowledge and practices, Japanese pumpkin

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษา ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของ เกษตรกรผู้ปลูกฟักทองญี่ปุ่น 2) เพื่อศึกษาความรู้และ การปฏิบัติในการใช้สารเคมีที่ถูกต้องของเกษตรกร 3) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรู้และการปฏิบัติ ในการใช้สารเคมีที่ถูกต้องของเกษตรกร และ 4) เพื่อ ศึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะในการใช้สารเคมีของ เกษตรกร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูก ฟักทองญี่ปุ่นจำนวน 116 ราย เก็บข้อมูลโดยใช้แบบ สัมภาษณ์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าถดถอยพหุแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis)

ผลการศึกษาพบว่า 1) เกษตรกรร้อยละ 52.49 เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 41.18 ปี เกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 77.59 ได้รับการศึกษาและประสบการณ์ในการ ปลูกฟักทองญี่ปุ่นเฉลี่ย 9.31 ปี ขนาดพื้นที่ปลูกฟักทอง ญี่ปุ่นจำนวนเฉลี่ย 6.11 ไร่ จำนวนแรงงานในการปลูก ฟักทองญี่ปุ่นเฉลี่ย 6.21 คน รายได้รวมจากการปลูก

ฟักทองญี่ปุ่นเฉลี่ย 90,600 บาท/ปี รายได้นอกภาค เกษตรกรรมเฉลี่ย 6,844.73 บาท/ปี รายจ่ายในครัวเรือน เฉลี่ย 4,465.51 บาท/เดือน ภาระหนี้สินคงค้างเฉลี่ย 68,978.49 บาท จำนวนแหล่งสินเชื่อในการปลูกฟักทอง ญี่ปุ่นเฉลี่ย 1.21 แหล่ง เข้ารับการฝึกอบรมเฉลี่ย 1.70 ครั้ง/ปี เกษตรกรได้รับข่าวสารทางด้านการเกษตร เฉลี่ย 4.41 ครั้ง/3 เดือน แหล่งข่าวสารที่ได้รับประโยชน์ มากที่สุด คือ ข่าวสารจากเจ้าหน้าที่โครงการหลวง โดยมี ค่าเฉลี่ย 2.58/3 เดือน 2) เกษตรกรมีความรู้อยู่ใน ระดับสูง เฉลี่ย 80.17 มีการปฏิบัติที่ถูกต้องเป็นประจำ 3) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรู้และการปฏิบัติ ในการใช้สารเคมีที่ถูกต้องของเกษตรกร พบว่า ประสบการณ์ในการปลูกฟักทองญี่ปุ่นมีความสัมพันธ์ เชิงลบ และจำนวนพื้นที่ในการปลูกฟักทองญี่ปุ่น มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับความรู้ในการใช้สารเคมีที่ถูกต้องของ เกษตรกรผู้ปลูกฟักทองญี่ปุ่น ส่วนระดับการศึกษา มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการปฏิบัติในการใช้สารเคมีที่ถูกต้องของ เกษตรกรผู้ปลูกฟักทองญี่ปุ่น 4) ปัญหาในการใช้สารเคมี ของเกษตรกร คือ ผสมสารเคมีเกินอัตราส่วนที่ฉลากระบุ

ฉีดพ่นสารเคมีเกินอัตราความถี่ที่ฉลากระบุ หลังจากการฉีดพ่นสารเคมีในแปลงไม่มีการติดป้ายและทำเครื่องหมายเพื่อแจ้งให้บุคคลอื่นทราบว่าเป็นพื้นที่ที่เพิ่งทำการฉีดพ่นสารเคมี ข้อเสนอแนะของเกษตรกร คือ ควรมีการจัดอบรมเกี่ยวกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชผ่านกลุ่มย่อย และจัดให้มีการอบรมอย่างสม่ำเสมอ ส่วนข้อเสนอแนะในการวิจัยในครั้งนี้ คือ เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร รวมถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ควรจัดอบรมให้ความรู้และคำแนะนำในประเด็นที่เกษตรกร ยังมีความรู้ไม่เพียงพอ รวมถึงผลกระทบจากพิษภัยของสารเคมีที่เกษตรกรจะได้รับ เพื่อสร้างความตระหนักและนำไปสู่การปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง หากมีการส่งเสริมเทคโนโลยีทางด้านการเกษตรเกี่ยวกับการใช้สารเคมี ควรให้ความรู้ผ่านผู้นำการเปลี่ยนแปลงที่ค้นพบจากการวิจัย เพื่อที่ส่งเสริมกับบุคคลอื่นๆ ต่อไป

คำสำคัญ: การใช้สารเคมีที่ถูกต้อง ความรู้และการปฏิบัติ
ฟักทองญี่ปุ่น

คำนำ

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะ ก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2528 ตั้งอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติแม่แตง ตำบลสบกาย อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ มีชาวไทยภูเขาเผ่าม้งอาศัยอยู่ในพื้นที่ ในอดีตมีการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อทำไร่เลื่อนลอยและปลูกฝิ่นเป็นจำนวนมาก ชาวบ้านมีสภาพความเป็นอยู่ที่ยากจน ที่สำคัญเกิดจากการที่เกษตรกรไม่มีความรู้ด้านการเกษตร เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการวางแผนพัฒนาให้สอดคล้องกับความต้องการของชาวเขา ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะเริ่มดำเนินการพัฒนาอาชีพให้แก่เกษตรกร โดยส่งเสริมด้านพืชผักเป็นลำดับแรก จากนั้นในปี พ.ศ. 2535 ได้มีการนำฟักทองญี่ปุ่น (Japanese pumpkin) ทดลองปลูกบนพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะเป็นแห่งแรก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกฟักทอง

สายพันธุ์ใหม่และสร้างความแตกต่างจากฟักทองสายพันธุ์ที่ปลูกในบริเวณพื้นที่ราบทั่วไป ผลการทดลองพบว่าฟักทองญี่ปุ่นสามารถเจริญเติบโตได้ดีเป็นที่น่าพอใจของนักวิชาการ (มูลนิธิโครงการหลวง, 2559)

ในปัจจุบันฟักทองญี่ปุ่นถือได้ว่าเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของเกษตรกรของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะ และเป็นแหล่งที่มีการปลูกฟักทองญี่ปุ่น ที่มากที่สุดของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน โดยมีเกษตรกรผู้ปลูกฟักทองญี่ปุ่นจำนวน 130 ราย ผลผลิตรวมของเกษตรกร 250-300 ตัน/ปี หรือมูลค่า 3-4 ล้านบาทต่อ/ปี แต่ในขณะเดียวกันในการผลิตฟักทองญี่ปุ่นนั้นมีโรคและแมลงรบกวนเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก เนื่องจากการปลูกติดต่อกันเป็นระยะเวลานานหลายปี อีกทั้งเป็นการปลูกพืชเชิงพาณิชย์ ทำให้เกษตรกรต้องใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในปริมาณมากตามไปด้วย (ประชัย, 2559)

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะได้สุ่มตรวจเลือดเกษตรกรโดยตรวจหาระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส ซึ่งเป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นถึงระดับของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในร่างกาย พบว่าในปี พ.ศ. 2558 เกษตรกรที่เข้าตรวจเลือด 130 คน มีความเสี่ยง 75 คน (ร้อยละ 57) และในปี พ.ศ. 2559 มีเกษตรกรเข้าตรวจเลือด 124 คน มีความเสี่ยง 80 คน (ร้อยละ 70) (โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลสบเปิง, 2559) จากข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าเกษตรกรมีความเสี่ยงและไม่ปลอดภัยจากการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น และหากเกษตรกรขาดความตระหนักในเรื่องการใช้สารเคมีอย่างถูกต้อง โดยเฉพาะการดูแลสุขภาพผลกระทบที่ตามมา คือ พิษเรื้อรังซึ่งเกิดจากพิษของสารเคมีสะสมที่จะก่อให้เกิดโรคและปัญหาอื่นๆ เช่น มะเร็ง เบาหวาน อัมพฤกษ์ อัมพาต โรคผิวหนังต่างๆ การเป็นหมัน การพิการของทารกแรกเกิด หรือการเสื่อมสภาพทางเพศ เป็นต้น (สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม, 2558)

จากสภาพดังกล่าวมาข้างต้น ทำให้การศึกษาคำถามและการปฏิบัติในการใช้สารเคมีที่ถูกต้องของเกษตรกรผู้ปลูกฟักทองญี่ปุ่น ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ จึงเป็นเรื่องสำคัญโดยข้อมูลที่ได้จากการวิจัยจะช่วยเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้เกษตรกรมีการปฏิบัติในการใช้สารเคมีได้อย่างถูกต้อง ตลอดจนแนวทางการลดการใช้สารเคมีหากไม่มีการศึกษาถึงปัญหาในการใช้สารเคมีของเกษตรกร อาจก่อให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างในพืชผลทางการเกษตรและในสิ่งแวดล้อม ตลอดจนปัญหาสุขภาพอนามัยของเกษตรกรเอง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกรผู้ปลูกฟักทองญี่ปุ่น ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่
2. เพื่อศึกษาความรู้และการปฏิบัติในการใช้สารเคมีที่ถูกต้องของเกษตรกรผู้ปลูกฟักทองญี่ปุ่น ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่
3. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรู้และการปฏิบัติในการใช้สารเคมีที่ถูกต้องของเกษตรกรผู้ปลูกฟักทองญี่ปุ่น ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่
4. เพื่อศึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะในการใช้สารเคมีของเกษตรกรผู้ปลูกฟักทองญี่ปุ่น ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

สมมติฐานการวิจัย

ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกรมีความสัมพันธ์กับความรู้และการปฏิบัติในการใช้สารเคมีที่ถูกต้อง ของเกษตรกรผู้ปลูกฟักทองญี่ปุ่น

ขอบเขตในการวิจัย

1. ขอบเขตด้านประชากร ศึกษาเฉพาะกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฟักทองญี่ปุ่นทั้งหมดที่เป็นสมาชิกของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะในปีเพาะปลูก พ.ศ. 2559
2. ขอบเขตด้านพื้นที่ คือ ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ 4 หมู่บ้านที่มีการปลูกฟักทองญี่ปุ่น ได้แก่ บ้านม่อนเงาะ บ้านผาหมอน บ้านเมืองกาย และบ้านกายน้อย ตำบลเมืองกาย อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่
3. ขอบเขตด้านเนื้อหา ประเด็นความรู้ในการศึกษา ได้แก่ ความรู้ก่อนการใช้สารเคมี ความรู้ระหว่างการใช้สารเคมี และความรู้หลังการใช้สารเคมี ประเด็นการปฏิบัติในการศึกษา ได้แก่ การปฏิบัติก่อนการใช้สารเคมี การปฏิบัติระหว่างการใช้สารเคมี และการปฏิบัติหลังการใช้สารเคมี

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสม (Mixed methods research design) โดยใช้การวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research) ร่วมกับการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) คือ เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณก่อนแล้วนำประเด็นปัญหาจากการวิจัยเชิงปริมาณมาสร้างประเด็นคำถามการวิจัยเชิงคุณภาพ ประชากรเป้าหมายของการวิจัย คือ เกษตรกรผู้ปลูกฟักทองญี่ปุ่น ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 130 ราย กลุ่มตัวอย่างมี 2 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเชิงปริมาณ ผู้วิจัยกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้วิธีการของ Taro Yamane ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 116 ราย ทำการสุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มกระจายแบบง่าย (Simple random sampling) กลุ่มตัวอย่างอีกกลุ่มหนึ่ง คือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับการวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยกำหนดขนาดตัวอย่างจำนวน 8 ราย ประกอบด้วย เจ้าหน้าที่โครงการหลวง 1 ราย และเกษตรกรที่มีความสนใจเข้าร่วมการสนทนากลุ่ม 7 ราย สุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling)

เครื่องมือและการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ คือ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structure interview) และแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structure interview) ใช้ในการสัมภาษณ์เกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง ลักษณะคำถามประกอบไปด้วยประเภทกำหนดให้เลือกตอบ (Close-ended questions) และคำถามที่ให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็น (Open-ended questions) ส่วนการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพใช้วิธีการจัดสนทนากลุ่มย่อย (Focus group discussion) โดยการนำประเด็นคำถามการปฏิบัติในการใช้สารเคมีของเกษตรกรที่มีคะแนนต่ำที่สุด ซึ่งได้จากการวิจัยเชิงปริมาณ (ขั้นตอนที่ 1) มาเสนอต่อเจ้าหน้าที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะและเกษตรกรผู้ปลูกฟักทองญี่ปุ่น ซึ่งเกษตรกรดังกล่าวเป็นผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ในเชิงปริมาณด้วย สำหรับประเด็นคำถามในการสนทนากลุ่มประกอบด้วย 4 ประเด็น ได้แก่ 1) ปัญหาการปฏิบัติก่อนการใช้สารเคมี 2) ปัญหาการปฏิบัติระหว่างการใช้สารเคมี 3) ปัญหาการปฏิบัติหลังการใช้สารเคมี และ 4) ข้อเสนอแนะในการใช้สารเคมีของเกษตรกร โดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้ดำเนินการสนทนาเพื่อให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นตามประเด็นที่ผู้วิจัยกำหนดไว้

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณใช้สถิติพรรณนา (Descriptive statistics) ได้แก่ ค่า ความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าต่ำสุด (Minimum) ค่าสูงสุด (Maximum) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เพื่ออธิบายลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร สถิติเชิงอ้างอิง (Inferential statistics) หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุแบบขั้นตอน (Stepwise multiple regression analysis) ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)

ผลการวิจัย

ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร

เกษตรกรร้อยละ 52.49 เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 41.18 ปี ร้อยละ 77.59 ได้รับความศึกษา มีประสบการณ์ในการปลูกฟักทองญี่ปุ่นเฉลี่ย 9.31 ปี ขนาดพื้นที่ปลูกฟักทองญี่ปุ่นเฉลี่ย 6.11 ไร่ จำนวนแรงงานในการปลูกฟักทองญี่ปุ่นเฉลี่ย 6.21 คน รายได้รวมจากการปลูกฟักทองญี่ปุ่นเฉลี่ย 90,600 บาท/ปี รายได้นอกภาคเกษตรกรรม เฉลี่ย 6,844.73 บาท/ปี รายจ่ายในครัวเรือนเฉลี่ย 4,465.51 บาท/เดือน ภาระหนี้สินคงค้างเฉลี่ย 68,978.49 บาท จำนวนแหล่งสินเชื่อในการปลูกฟักทองญี่ปุ่นเฉลี่ย 1.21 แหล่ง มีการเข้ารับการฝึกอบรมเฉลี่ย 1.70 ครั้ง/ปี เกษตรกรได้รับข่าวสารทางด้านการเกษตรเฉลี่ย 4.41 ครั้ง/3 เดือน แหล่งข่าวสารที่ได้รับประโยชน์มากที่สุด คือ ข่าวสารจากเจ้าหน้าที่โครงการหลวง โดยมีค่าเฉลี่ย 2.58/3 เดือน

ความรู้และการปฏิบัติในการใช้สารเคมีที่ถูกต้อง และปัจจัยที่มีผลกับความรู้และการปฏิบัติในการใช้สารเคมีของเกษตรกร

ความรู้ในการใช้สารเคมีที่ถูกต้องของเกษตรกร ประกอบด้วยคำถามจำนวน 21 ข้อ 21 คะแนน เป็นคำถามเชิงบวก 10 ข้อ และคำถามเชิงลบ 11 ข้อ มี 2 ตัวเลือก คือ ถูกและผิด มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ ตอบถูก มีค่าคะแนนเท่ากับ 1 คะแนน ตอบผิด มีค่าคะแนนเท่ากับ 0 คะแนน สรุปผลคะแนนการวัดความรู้แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้ ระดับต่ำ คือ คะแนน 0.00-7.00 คะแนน ระดับปานกลาง คือ 7.01-14.00 คะแนน ระดับสูง คือ 15-21 คะแนน ผลการศึกษาพบว่าเกษตรกรมีความรู้ในการใช้สารเคมีที่ถูกต้องในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 80.17 ประเด็นคำถามที่เกษตรกรตอบถูกต้องมากที่สุด ได้แก่ ก่อนการใช้สารเคมี การสวมกางเกงขายาว สวมหน้ากาก ถุงมือ และผ้าปิดจมูกสามารถช่วย

ป้องกันสารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้ คิดเป็น ร้อยละ 97.41 รองลงมาหลังการใช้สารเคมี หากมีการสัมผัสทางผิวหนัง ต้องทำการล้างด้วยน้ำสะอาดและฟอกสบู่เปลี่ยนเสื้อผ้าที่สะอาดทันที คิดเป็นร้อยละ 96.55 และรองลงมา ระหว่างการใช้สารเคมี ควรยืนอยู่เหนือลมเสมอและไม่ฉีดพ่นสารเคมีขณะลมพัดแรง คิดเป็นร้อยละ 91.38 ประเด็นคำถามที่เกษตรกรส่วนใหญ่ตอบคำถามผิด ได้แก่ พืชของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 2 ทาง คือ ทางปากและทางผิวหนังเท่านั้น เกษตรกรตอบถูกต้อง ร้อยละ 44.83 และสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชมีเพียง 3 ชนิด คือ สารเคมีป้องกันกำจัดแมลง สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช และสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช เกษตรกรตอบถูกต้อง ร้อยละ 36.21

การปฏิบัติในการใช้สารเคมีที่ถูกต้องของเกษตรกรจำนวน 21 ข้อ 42 คะแนน เป็นคำถามเชิงบวก 10 ข้อ และคำถามเชิงลบ 11 ข้อ มี 3 ตัวเลือก คือ ปฏิบัติเป็นประจำ ปฏิบัติบางครั้ง และไม่เคยปฏิบัติ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ ปฏิบัติประจำ มีค่าคะแนนเท่ากับ 2 คะแนน ปฏิบัติบางครั้ง มีค่าคะแนนเท่ากับ 1 คะแนน ไม่เคยปฏิบัติ มีค่าคะแนนเท่ากับ 0 คะแนน สรุปผลการวัดคะแนนการปฏิบัติ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้ ไม่เคยปฏิบัติ คือ คะแนน 0.00-0.66 คะแนน ปฏิบัติบางครั้ง คือ 0.67-1.33 คะแนน ปฏิบัติเป็นประจำ คือ 1.34-2.00 คะแนน ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรมีการปฏิบัติเป็นประจำ แสดงว่าเกษตรกรมีการปฏิบัติอย่างถูกต้องและปลอดภัย โดยมีค่าเฉลี่ย 1.62 ประเด็นคำถามที่เกษตรกรปฏิบัติเป็นประจำที่ถูกต้องมากที่สุด ได้แก่ ไม่ใช้มือกวาดในขณะพ่นสารเคมี ค่าเฉลี่ย 1.96 และรองลงมาหลังจากการใช้สารเคมี หากสารเคมีเหลือไม่เทลงแหล่งน้ำธรรมชาติ ค่าเฉลี่ย 1.90 รองลงมา ระหว่างการใช้สารเคมี ไม่ใช้ปากเป่าหรือดูดหัวฉีดพ่นสารเคมี เมื่อประสบปัญหาการอุดตันของหัวฉีด ค่าเฉลี่ย 1.89 ประเด็นคำถามที่เกษตรกรส่วนใหญ่ปฏิบัติเป็น

บางครั้ง ได้แก่ ก่อนการใช้สารเคมี เกษตรกรมีการผสมสารเคมีเกินอัตราส่วนที่ฉลากระบุไว้เป็นประจำ ค่าเฉลี่ย 1.24 ระหว่างการใช้สารเคมี เกษตรกรฉีดพ่นเกินความถี่ที่ฉลากระบุไว้ ค่าเฉลี่ย 1.17 หลังการใช้สารเคมี เกษตรกรไม่tidป้ายและทำเครื่องหมายแจ้งเตือนให้บุคคลอื่นทราบว่าเป็นพื้นที่ที่เพิ่งทำการฉีดพ่นสารเคมี ค่าเฉลี่ย 1.13

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม

โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุแบบขั้นตอน ตัวแปรอิสระมีทั้งหมด 13 ตัวแปร กำหนดหน่วยการวัดดังนี้ เพศ 1 = ชาย 0 = หญิง อายุ (จำนวนปี) ระดับการศึกษา (จำนวนปี) ประสบการณ์ในการปลูกพืชทองญี่ปุ่น (จำนวนปี) ขนาดพื้นที่ในการปลูกพืชทองญี่ปุ่น (จำนวนไร่) จำนวนแรงงานในการปลูกพืชทองญี่ปุ่น (จำนวนคน) รายได้รวมในการปลูกพืชทองญี่ปุ่น (บาท/ปี) รายได้นอกภาคเกษตรกรรม (บาท/ปี) รายจ่ายในครัวเรือน (บาท/เดือน) ภาระหนี้สินคงค้าง (บาท) จำนวนแหล่งสินเชื่อในการปลูกพืชทองญี่ปุ่น (จำนวนแหล่ง) การเข้ารับการฝึกอบรม (จำนวนครั้ง) การได้รับข่าวสารทางด้านเกษตรจากสื่อต่างๆ (จำนวนครั้ง/3 เดือน)

จากการวิเคราะห์ถดถอยพหุโดยนำตัวแปรอิสระทั้ง 13 ตัวแปร ไปใส่ในสมการแล้วคำนวณโดยใช้วิธีหลายขั้นตอน (Stepwise) เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ (Multiple coefficient of determination, R²) มีค่าเท่ากับ 0.104 หมายความว่า ตัวแปรอิสระทั้งหมดสามารถอธิบายการผันแปรของตัวแปรตามได้ ร้อยละ 10.4 และในบรรดาตัวแปรอิสระทั้ง 13 ตัวแปร มีตัวแปรอิสระจำนวน 2 ตัวแปร ที่มีผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่ ประสบการณ์ในการปลูกพืชทองญี่ปุ่นมีผลเชิงลบ และจำนวนพื้นที่ปลูกพืชทองญี่ปุ่นมีผลเชิงบวก (Table 1)

Table 1 Multiple regression analysis in aspect of knowledge on correct using of chemicals by the farmers

Variables	Regression coefficient (b)	T	Sig.
Experience in growing Japanese pumpkin (years)	-0.255	-2.873	0.005 [*]
A number of areas for growing Japanese pumpkin (rais)	0.236	2.594	0.004 [*]
Constant = 16.871, $R^2 = 0.104$, SEE = 2.454, F = 6.726, Sig. of F = 0.011			

จากการวิเคราะห์ถดถอยพหุโดยนำตัวแปรอิสระทั้ง 13 ตัวแปร ไปใส่ในสมการแล้วคำนวณโดยใช้วิธีหลายขั้นตอน (Stepwise) เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ (Multiple coefficient of determination, R^2) มีค่าเท่ากับ 0.065 หมายความว่า ตัวแปรอิสระทั้งหมด

สามารถอธิบายการผันแปร (การเปลี่ยนแปลง) ของตัวแปรตามได้ร้อยละ 6.5 และในบรรดาตัวแปรอิสระทั้ง 13 ตัวแปร มีตัวแปรอิสระจำนวน 1 ตัวแปร ที่มีผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่ ระดับการศึกษา โดยตัวแปรดังกล่าวมีผลเชิงบวก (Table 2)

Table 2 Multiple regression analysis in aspect of practices on correct using of chemicals by the farmers

Variables	Regression coefficient (b)	T	Sig.
Educational level (years)	0.270	2.995	.003 [*]
Constant = 32.406, $R^2 = 0.065$, SEE = 3.837, F = 8.967, Sig. of F = 0.003			

ปัญหาและข้อเสนอแนะในการใช้สารเคมีของเกษตรกร

ผู้วิจัยใช้วิธีการสนทนากลุ่ม (Focus group discussion) โดยเกษตรกรให้ความเห็นไว้ในประเด็นต่างๆ ดังนี้

ประเด็นที่ 1 ทำไมเกษตรกรส่วนใหญ่มีการผสมสารเคมีเกินอัตราส่วนที่ฉลากระบุไว้ เกษตรกรให้ความเห็นว่า ปัจจุบันพบปัญหาแมลงดื้อยาเนื่องจากการใช้สารเคมีมาเป็นระยะเวลานาน ทำให้ต้องเพิ่มความเข้มข้นของสารเคมีให้มากขึ้น อีกทั้งเกษตรกรบางรายไม่อ่านฉลากก่อนใช้สารเคมี โดยเฉพาะเกษตรกรที่มีอายุมากและไม่ได้เรียนหนังสืออ่านหนังสือไม่ค่อยออก

ไม่เข้าใจข้อควรปฏิบัติที่ฉลากระบุไว้ เช่น ปริมาณการใช้เนื่องจากตัวหนังสือที่ระบุตามฉลากมีขนาดเล็ก ลำบากต่อการมองเห็น สารเคมีบางชนิด เช่น กำมะถันผงที่ใช้ป้องกันเชื้อราแบ่งไม่มีอุปกรณ์ตวงสารเคมี ดังนั้นเกษตรกรจึงผสมสารเคมีตามพึงพอใจของตนเอง โดยส่วนใหญ่ใช้เกินอัตราที่ฉลากระบุ ประเด็นที่ 2 ในระหว่างการใช้สารเคมี ทำไมเกษตรกรมีการฉีดพ่นเกินความถี่ที่ฉลากระบุไว้ เกษตรกรให้ความเห็นว่าไม่ทราบระยะเวลาการเข้าทำลายของโรคและแมลง การฉีดพ่นเกินความถี่ ทำให้เกิดความมั่นใจและคิดว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุด หากไม่ทำเช่นนี้แล้วเกิดการระบาดของ

โรคและแมลงจะทำให้ขาดทุน ซึ่งเกษตรกรเคยประสบปัญหาการขาดทุนที่เกิดจากโรคผลเน่าและหนอนชอนใบระบาดเมื่อปี พ.ศ. 2556 ประเด็นที่ 3 หลังจากการฉีดพ่นสารเคมีในแปลงไม่มีการติดป้ายและทำเครื่องหมายเพื่อแจ้งให้บุคคลอื่นทราบว่าเป็นพื้นที่ที่เพิ่งทำการฉีดพ่นสารเคมี โดยเกษตรกรให้เหตุผลว่าการติดป้ายประกาศเป็นเรื่องที่ยุ่งยาก และไม่มีวัสดุอุปกรณ์ในการทำเครื่องหมาย อีกทั้งพื้นที่ในการปลูกผักทองญี่ปุ่นอยู่ห่างไกลจากที่อยู่อาศัย จึงไม่จำเป็นในการติดป้ายหรือทำเครื่องหมายให้บุคคลอื่นทราบ

ข้อเสนอแนะในการใช้สารเคมีของเกษตรกรควรมีการจัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชผ่านกลุ่มย่อย และจัดให้มีการฝึกอบรมอย่างสม่ำเสมอและบ่อยขึ้นจากปีละ 1 ครั้งเพิ่มเป็นปีละ 2-3 ครั้ง เพื่อเสริมสร้างความรู้ และให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีการเผยแพร่วิทยากร ข่าวสารความก้าวหน้าเกี่ยวกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชแก่เกษตรกร อีกทั้งเสนอแนวทางในการลดการใช้สารเคมี คือ ให้มีการอบรม แนะนำเชิงปฏิบัติการในการผลิตสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพจากธรรมชาติ และเทคนิคการผลิตจุลินทรีย์ หรืออาจมีจำหน่ายในราคาถูกให้กับเกษตรกร

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง ความรู้และการปฏิบัติในการใช้สารเคมีที่ถูกต้องของเกษตรกรผู้ปลูกผักทองญี่ปุ่น ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

ด้านความรู้ในการใช้สารเคมีที่ถูกต้อง พบว่า ภาพรวมเกษตรกรร้อยละ 80.17 มีความรู้ในการใช้สารเคมีที่ถูกต้องอยู่ในระดับสูง สอดคล้องกับงานวิจัยของปรียาพร (2558) พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้ในระดับสูง อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของอุดร

(2551) พบว่าเกษตรกรมีความรู้ในการใช้สารเคมีในระดับสูง เนื่องจากเกษตรกรเป็นสมาชิกผู้ปลูกผักทองญี่ปุ่นของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะ เคยได้รับการอบรมเกี่ยวกับการใช้สารเคมีทุกๆ ปี โดยเฉลี่ย 1.70 ครั้งต่อปี และเกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 77.59 เคยได้รับการศึกษาทำให้อ่านออกเขียนได้ ช่วยต่อการรับรู้ข่าวสารจากเจ้าหน้าที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงฯ เหตุนี้จึงทำให้เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีอยู่ในระดับสูง สอดคล้องกับงานวิจัยของดลยา (2554) พบว่าข่าวสารทางด้านการเกษตร จากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ส่งผลให้เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีอยู่ในระดับสูง

ด้านการปฏิบัติในการใช้สารเคมีที่ถูกต้อง

พบว่า ภาพรวมเกษตรกรมีการปฏิบัติในการใช้สารเคมีที่ถูกต้องเป็นประจำ โดยมีค่าเฉลี่ย 1.62 สอดคล้องกับงานวิจัยของปรียาพร (2558) พบว่าเกษตรกรมีการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชมาก อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของเสริมศักดิ์ (2550) พบว่าเกษตรกรมีการปฏิบัติในการใช้สารเคมีอย่างถูกต้องและปลอดภัย เนื่องจากเกษตรกรเคยเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการใช้สารเคมีจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะ ข่าวสารทางด้านการเกษตรจากเจ้าหน้าที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงที่ได้นำมาให้ความรู้แล้วแต่เป็นข่าวสารที่มีประโยชน์ และตรงต่อความต้องการ จึงนำไปสู่การปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรู้และการปฏิบัติในการใช้สารเคมีที่ถูกต้อง พบว่ามี 3 ปัจจัย ที่สอดคล้องกับสมมติฐานของการวิจัยในเบื้องต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัย ดังนี้

1. ประสบการณ์ในการปลูกผักทองญี่ปุ่น

มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับความรู้ในการใช้สารเคมีของเกษตรกร แสดงว่าเกษตรกรที่มีประสบการณ์น้อยมีความรู้มากกว่าเกษตรกรที่มีประสบการณ์มาก เนื่องจากเกษตรกรที่มีประสบการณ์

น้อยมีโอกาสดำเนินการศึกษารับรู้ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบใหม่ ซึ่งเกษตรกรกลุ่มนี้มีอายุน้อย แตกต่างจากเกษตรกรที่มีประสบการณ์มาก ส่วนใหญ่มีอายุมากและไม่ได้เรียนหนังสือ ทำให้อ่านหนังสือไม่ออกและมีทักษะ ในการไขว่คว้าหาความรู้ต่ำกว่าเกษตรกรที่มีประสบการณ์น้อย ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยของเสริมศักดิ์ (2550) ที่ได้ทำการศึกษาศึกษาความรู้และการปฏิบัติของเกษตรกรเกี่ยวกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ในการผลิตกระเทียม พบว่าเกษตรกรที่มีประสบการณ์ในการปลูกกระเทียมมาก มีความรู้ในการใช้สารเคมีมากกว่าเกษตรกรที่มีประสบการณ์ในการปลูกกระเทียมน้อย เนื่องจากเกษตรกรที่มีประสบการณ์มากผ่านการลองผิดลองถูก จนกระทั่งเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งต่างจากเกษตรกรที่มีประสบการณ์น้อยจะต้องมีการเรียนรู้เพิ่มเติมอีกมาก

2. จำนวนพื้นที่ในการปลูกพืชของเกษตรกร

มีความสัมพันธ์กับความรู้ในการใช้สารเคมีของเกษตรกร แสดงว่า เกษตรกรที่มีขนาดพื้นที่ในการปลูกพืชของมาก มีความรู้สูงกว่าเกษตรกรที่มีขนาดพื้นที่ในการปลูกพืชของน้อย เนื่องจากเกษตรกรที่มีพื้นที่ปลูกมากต้องลงทุนในการปลูกมาก ดังนั้นเกษตรกรที่มีพื้นที่ปลูกมากมีความกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้อย่างสม่ำเสมอ ส่งผลให้เกษตรกรที่มีจำนวนพื้นที่ในการปลูกมาก ใส่ใจและดูแลรักษา รวมไปถึงการใช้สารเคมีที่ถูกต้อง เพื่อไม่ให้มีสารเคมีตกค้างในผลผลิตตามมาตรฐานของโครงการหลวง สอดคล้องกับงานวิจัยของเจษฎา (2554) ได้ทำการศึกษาศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความรู้และพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรตำบลแม่แฝกใหม่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าขนาดพื้นที่ปลูกพืชมีความสัมพันธ์กับความรู้ในการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากเกษตรกรที่มีพื้นที่ปลูกมากจะมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับภัยพิบัติทางการเกษตรมากกว่าเกษตรกรที่มีพื้นที่ปลูกน้อย เพราะมีความกระตือรือร้นและมีความสนใจมากกว่า

3. ระดับการศึกษา มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการปฏิบัติของเกษตรกรในการใช้สารเคมีที่ถูกต้อง แสดงว่า เกษตรกรที่มีการศึกษาสูงมีการปฏิบัติตามหลักวิชาการในการใช้สารเคมีได้อย่างถูกต้องมากกว่าเกษตรกรที่ไม่ได้รับการศึกษา เนื่องจากเกษตรกรที่ได้รับการศึกษามีความรู้ความเข้าใจ และสามารถนำความรู้ไปปฏิบัติได้ดีกว่าเกษตรกรที่ไม่ได้รับการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชรินทร์ (2556) ได้ทำการศึกษาเรื่องความรู้ ทักษะ และการปฏิบัติของเกษตรกร ในการใช้สารเร่ง พด.7 เพื่อการป้องกันแมลงศัตรูพืช อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าระดับการศึกษามีอิทธิพลช่วยสร้างเสริมให้เกษตรกรมีการปฏิบัติตามคำแนะนำเกี่ยวกับการใช้สารป้องกันแมลงศัตรูพืชที่หมักจากสารเร่ง พด.7 ได้อย่างถูกต้องตามคำแนะนำ

ข้อเสนอแนะตามข้อค้นพบ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใคร่เสนอแนะข้อคิดเห็นบางประการต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาแนวทางให้ความรู้/คำแนะนำแก่เกษตรกรเพื่อให้เกษตรกรมีการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้สารเคมีได้อย่างถูกต้องและมีความปลอดภัยยิ่งขึ้นรวมทั้งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าต่อไป

1. จากผลการศึกษาค้นพบว่า ชาวสารจากเจ้าหน้าที่โครงการหลวงมีประโยชน์อยู่ในระดับมาก เนื่องจากมีการติดตามอย่างใกล้ชิด ส่งผลให้เกษตรกรมีการนำความรู้ไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบ ได้แก่ นายประจักษ์ แซ่มชื่น ควรใช้โอกาสออกไปพบปะเยี่ยมเยียนเกษตรกร เพื่อให้ความรู้และคำปรึกษาถึงผลกระทบพิษภัยของสารเคมีเพื่อให้เกิดความระมัดระวัง หรือหลีกเลี่ยงการใช้เท่าที่จะทำได้ โดยเฉพาะเกษตรกรที่มีอายุมาก และอ่านหนังสือไม่ค่อยออก ควรใช้สื่อที่เข้าใจง่าย เช่น โปสเตอร์ที่แสดงขั้นตอนการใช้สารเคมีที่มีภาพประกอบอย่างชัดเจน และแสดงถึงพิษภัยของสารเคมีหากไม่มีการปฏิบัติอย่างเคร่งครัด

2. จากผลการศึกษาในครั้งนี้ ถึงแม้ว่าเกษตรกร จะมีความรู้ในระดับสูง และมีการปฏิบัติอยู่อย่าง ถูกต้อง แต่ยังมีคำถามในบางประเด็นที่เกษตรกรยังขาด ความรู้ เช่น สารเคมีสามารถเข้าสู่ร่างกายได้มากกว่า 2 ทาง ส่วนการปฏิบัติยังมีเกษตรกรที่ใช้สารเคมีเกิน ความถี่ที่ฉลากระบุไว้ ไม่ติดป้ายแจ้งเตือนบริเวณที่เพิ่งฉีด สารเคมีเสร็จ เป็นต้น ดังนั้น ในการจัดอบรมประจำปี เจ้าหน้าที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะ โดยนาย ประชัย แซ่มชื่น ควรเชิญวิทยากรเชี่ยวชาญจากส่วนกลาง มาถ่ายทอดความรู้ในประเด็นที่มีความรู้ต่ำ หลังจากร มีการอบรมควรขอความร่วมมือจากผู้นำหมู่บ้าน ซึ่งเป็น สมาชิกผู้ปลูกพืชทองญี่ปุ่นประชาสัมพันธ์เสียงตามสาย ให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องการใช้สารเคมีที่ถูกต้อง เดือนละ 1 ครั้ง เพื่อเป็นการย้ำเตือนให้เกษตรกรไม่เกิดความ ประมาท

3. จากผลการศึกษา พบว่ามี 3 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรู้และการปฏิบัติในการใช้สารเคมี ที่ถูกต้องของเกษตรกร ได้แก่ ประสบการณ์ในการปลูก พืชทองญี่ปุ่น จำนวนพื้นที่ในการปลูกพืชทองญี่ปุ่น และ ระดับการศึกษา ดังนั้นหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องหาก มี การส่งเสริมเทคโนโลยีทางการเกษตรเกี่ยวกับความรู้ และการปฏิบัติในการใช้สารเคมีที่ถูกต้อง ควรหาผู้นำการ เปลี่ยนแปลงที่มีลักษณะตามปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้น เพื่อ ส่งเสริมให้กับบุคคลอื่นๆ ต่อไป

4. ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรมีการ สนับสนุนส่งเสริมอย่างจริงจัง ในเรื่องการใช้สารป้องกัน กำจัดศัตรูพืชจากธรรมชาติ โดยเฉพาะด้านการค้นคว้า วิจัยและพัฒนาประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช จากธรรมชาติ ที่มีคุณสมบัติในการควบคุมศัตรูพืชได้ดี ยิ่งขึ้น และรวมไปถึงการสนับสนุนในเรื่องการจัดหาตลาด รองรับผลผลิตเหล่านี้ ซึ่งถือว่าเป็นผลผลิตที่มีความ ปลอดภัยจากสารพิษ และไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ถึงแม้คุณภาพของผลผลิตน้อยกว่าการใช้สารเคมีป้องกัน กำจัดศัตรูพืชก็ตาม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนทุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- เจษฎา เจริญสุข. 2554. ปัจจัยที่มีผลต่อความรู้และ พฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของ เกษตรกร ตำบลแม่แฝกใหม่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่. การค้นคว้าแบบอิสระ ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 98 น.
- ชรินทร์ ศิริแก้ว. 2556. ความรู้ ทักษะ และการ ปฏิบัติของเกษตรกร ในการใช้สารเร่ง พด.7 เพื่อการป้องกันแมลงศัตรูพืช อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่. การค้นคว้าแบบอิสระ ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 91 น.
- ดลยา ดวงใหญ่. 2554. การใช้สารเคมีป้องกันกำจัด ศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองของเกษตรกร ในอำเภอเมือง จังหวัดแพร่. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 131 น.
- ประชัย แซ่มชื่น. 2559. สถานการณ์การปลูกพืชทอง ญี่ปุ่น 2559. เจ้าหน้าที่ศูนย์พัฒนาโครงการ หลวงม่อนเงาะ. สัมภาษณ์. (17 พฤษภาคม 2559).
- ปรียาพร ปานอุทัย. 2558. การใช้สารเคมีป้องกันกำจัด ศัตรูพืชผักของเกษตรกรในอำเภอเมือง นครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัย สุโขทัยธรรมาธิราช. 87 น.
- มูลนิธิโครงการหลวง. 2559. ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ม่อนเงาะ. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา www.royalprojectthailand.com (29 กันยายน 2559).

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลสบเปิง. 2559.

ปริมาณสารพิษตกค้างในเลือดของเกษตรกร.
(อัดสำเนา).

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. 2558.

โรคจากการประกอบอาชีพภาคเกษตร.

[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา. <http://envocc.ddc.moph.go.th/> (29 กันยายน 2559).

เสริมศักดิ์ บำเพ็ญผล. 2550. **ความรู้ และการปฏิบัติ**

ของเกษตรกรเกี่ยวกับการใช้สารเคมีป้องกัน

กำจัดศัตรูพืชในการผลิตกระเทียม

อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

90 น.

อุดร ชมาฤกษ์. 2551. **พฤติกรรมการใช้สารเคมี**

ป้องกันและกำจัดศัตรูพืช: กรณีศึกษา

เกษตรกร อำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

131 น.

การยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือของเกษตรกรในจังหวัดอุดรธานี Adoption on Hand Reeled Thai Silk Yarn Technology of Farmers in Udon Thani Province

ขัตติยา สุวรรณคำ* และประภัสสร เกียรติสุรนนท์

Khattiya Suwannakom* and Prapatsorn Kiatsuranont

สาขาวิชาการส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

Agricultural Extension and Development, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand 40002

*Corresponding author: s_khattiya@kkumail.com

Abstract

The study on adoption on hand reeled Thai Silk yarn technology of farmers in Udon Thani province. Two hundred and fifty four farmers were randomly selected using a simple random sampling method and were interviewed using interview schedule. The farmers adopted the Thai Silk traditional hand reeling technology in high level of 6 aspects i.e. 1) silk reeling site 5 items, 2) machines, equipments and tools 5 items, 3) cocoon cooking 5 items, 4) silk yarn quality inspection 1 items, 5) re-reeling of Thai Silk yarn for skein making process 5 items, and 6) Thai Silk yarn storage 3 items. However, 4 aspects were adopted in low level or in some cases did not follow the recommended practices i.e. 1) cocoon quality inspection, 2) reeling technique, 3) packaging, and 4) label and marking. Comparison of the adoption of hand reeled Thai Silk yarn technology as classified by age of farmers, number of times the farmers contact the extension officers, and the hand reeled Thai Silk yarn experience years in silk reeling found statistically significant differences on the adoption of the technology in some items.

Keywords: adoption, hand reeled Thai Silk yarn

บทคัดย่อ

การศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือของเกษตรกรในจังหวัดอุดรธานี เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ จากตัวอย่าง 254 ราย ที่ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน พบว่าเกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือในระดับสูง

ทุกประเด็น จำนวน 6 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านสถานที่สาวไหม จำนวน 5 ประเด็น 2) ด้านเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ จำนวน 5 ประเด็น 3) ด้านการต้มรังไหม จำนวน 2 ประเด็น 4) ด้านการตรวจคุณภาพเส้นไหม จำนวน 1 ประเด็น 5) ด้านการกรอเส้นไหมเพื่อทำเช็ดไหม จำนวน 5 ประเด็น และ 6) ด้านการเก็บรักษาเส้นไหม จำนวน 3 ประเด็น ส่วนเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมืออีก

4 ด้าน คือ 1) ด้านการตรวจคุณภาพรังไหม 2) ด้านวิธีการสาวไหม 3) ด้านบรรจุภัณฑ์ และ 4) ด้านเครื่องหมายและฉลาก มีการยอมรับในระดับต่ำถึงระดับไม่ปฏิบัติเกือบทุกประเด็นในแต่ละด้าน ผลการเปรียบเทียบการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือ พบว่าเกษตรกรที่มีอายุ จำนวนแรงงานในครัวเรือน การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ และประสบการณ์การสาวไหมแตกต่างกัน มีการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือแตกต่างกันในบางประเด็น

คำสำคัญ: การยอมรับ เส้นไหมไทยสาวมือ

คำนำ

การปลูกหม่อนและการเลี้ยงไหมของไทย สันนิษฐานว่ามีมานานกว่า 3,000 ปีแล้ว โดยการพบหลักฐานเศษผ้าที่ติดอยู่กับกำไลสำริดของมนุษย์ยุคก่อนประวัติศาสตร์ ที่บ้านเชียงและบ้านนาดี อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี ซึ่งสอดคล้องกับวิถีชีวิตปัจจุบัน (กรมหม่อนไหม, 2555) เกษตรกรผู้ปลูกหม่อนเลี้ยงไหม มากกว่าร้อยละ 90 ของไทยเป็นเกษตรกรที่ผลิตเส้นไหม พันธุ์ไทยพื้นบ้านและพันธุ์ไทยลูกผสมรังสีเหลือง ซึ่งปริมาณการผลิตภายในประเทศยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาดผู้ผลิตผ้าไหม (กรมหม่อนไหม, 2556) รวมถึงเกษตรกรส่วนใหญ่ยังผลิตเส้นไหมพันธุ์ไทยพื้นบ้าน โดยการสืบทอดกันมาหลายชั่วอายุคน จึงยังขาดองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ ที่จะพัฒนาการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือ

จังหวัดอุดรธานี มีเกษตรกรที่มีอาชีพการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือ ซึ่งแม้จะได้รับการส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนา โดยใช้ระบบและรูปแบบเดียวกันเกือบทุกประการ แต่กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเส้นไหมเหล่านี้ ยังมีประสิทธิภาพในการดำเนินงานบางประการ

ที่อยู่ในระดับแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน เช่น น้ำหนักของเส้นไหม ความสม่ำเสมอ สีของเส้นไหม รวมถึงการทำไหมเป็นต้น ซึ่งมีข้อกำหนดมาตรฐานกลางของเส้นไหมไทยสาวมืออยู่แล้ว แต่การนำมาตราฐานไปปฏิบัติของเกษตรกรยังทำได้ไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้ผลผลิตที่มีอยู่ในปัจจุบันมีคุณภาพหลากหลาย ส่งผลให้กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเส้นไหมและผู้รับซื้อดำเนินการไม่สอดคล้องกับความต้องการของแต่ละฝ่าย (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2548)

การดำเนินการศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือของเกษตรกรในจังหวัดอุดรธานี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของเกษตรกรผู้ผลิตเส้นไหมไทยสาวมือในจังหวัดอุดรธานี เพื่อศึกษาสภาพการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือของเกษตรกร เพื่อศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือของเกษตรกร และเพื่อศึกษาเปรียบเทียบการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือของเกษตรกร ที่มีข้อมูลพื้นฐานทางสังคม เศรษฐกิจ และสภาพการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือแตกต่างกัน ซึ่งเมื่อเกษตรกรได้รับความรู้เพิ่มเติม คำแนะนำ เทคนิควิธีการใหม่แล้ว เกษตรกรได้นำวิธีการผลิตเส้นไหมให้ได้มาตรฐานไปปฏิบัติตามหรือไม่อย่างไร อันจะทำให้เกิดการพัฒนาการผลิตเส้นไหมให้ได้ตรงตามมาตรฐานที่กำหนด ตรงตามความต้องการของตลาด ช่วยให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา เป็นเกษตรกรผู้เข้าร่วมโครงการฝึกอบรมการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือในจังหวัดอุดรธานี จำนวน 261 ราย กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรการคำนวณของ Yamane (1973) อ้างถึงใน สำเร็จ และสุวรรณ, 2547)

$$\text{จากสูตร} \quad n = \frac{N}{1 + N e^2}$$

เมื่อ n = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

N = จำนวนประชากรทั้งหมด

e = ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับให้

ข้อมูลตัวอย่างสามารถคลาดเคลื่อนจากข้อมูลของประชากรทั้งหมด (ค่าความเชื่อมั่นที่ระดับร้อยละ 98)

การศึกษานี้ใช้แบบสัมภาษณ์ (Interview schedule) ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาเท่ากับ 0.878 (Alpha coefficient) ลักษณะคำถามประกอบด้วย คำถามประเภทกำหนดคำตอบไว้ให้เลือกตอบหรือคำถามแบบปิด และคำถามประเภทเปิดโอกาสให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็น ให้ข้อมูลหรือคำตอบแบบเปิด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง สมบูรณ์ ประเมินการยอมรับโดยใช้เกณฑ์ปฏิบัติตามทุกครั้ง ปฏิบัติตามบางครั้ง และไม่ปฏิบัติตาม โดยให้ค่าคะแนน เป็น 3, 2 และ 1 ตามลำดับ

เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ เกษตรกรเรียบร้อยแล้ว นำข้อมูลแต่ละแบบสัมภาษณ์ มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ สถิติที่ใช้เป็นการแจกแจง ความถี่ (Frequencies) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Arithmetic mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ค่าต่ำสุด (Minimum) ค่าสูงสุด (Maximum) มาตราประมาณค่า (Rating scale) และใช้ค่าทางสถิติ t-Test และ F-test การแปลความหมายระดับการยอมรับ ใช้วิธีการนำค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ได้ กำหนดจากช่วงคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ ค่าเฉลี่ย 2.34-3.00 หมายถึง มีการยอมรับในระดับสูง ค่าเฉลี่ย 1.67-2.33 หมายถึง มีการยอมรับในระดับต่ำ และค่าเฉลี่ย 1.00-1.66 หมายถึง มีการยอมรับในระดับไม่ปฏิบัติ

ผลการวิจัย

ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของเกษตรกรผู้ผลิตเส้นไหมไทยสาวมือ

1. ข้อมูลพื้นฐานทางสังคมของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรเกือบทั้งหมด (ร้อยละ 98.4) เป็นเพศหญิง อายุ เฉลี่ย 57.8 ปี ร้อยละ 91.8 จบชั้นประถมศึกษา เกษตรกรมี ระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในชุมชนเฉลี่ย 53.4 ปี ร้อยละ 81.1 มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 69.7 ไม่มีตำแหน่งในชุมชน เกษตรกรทั้งหมดเป็นสมาชิกกลุ่มอาชีพกลุ่มปลูกหม่อน เลี้ยงไหม/กลุ่มทอผ้าไหม

2. ข้อมูลพื้นฐานทางเศรษฐกิจของเกษตรกร เกษตรกรมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.4 คน จำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2.8 คน จำนวนพื้นที่ถือครอง เฉลี่ย 15.4 ไร่ จำนวนพื้นที่ทำนาเฉลี่ย 9.7 ไร่ จำนวน พื้นที่ปลูกหม่อนเฉลี่ย 0.2 ไร่ รายได้รวมทั้งหมด/ปี เฉลี่ย 69,334.25 บาท/ปี แยกเป็นรายได้จากภาคการเกษตร เฉลี่ย 61,883.86 บาท/ปี โดยรายได้จากภาคการเกษตรมาจากการทำนา การเลี้ยงไหม การทำไร่ การทำสวน และการเกษตรอื่นๆ มีรายได้จากนอกภาคการเกษตร เฉลี่ย 7,450.39 บาท/ปี โดยรายได้จากนอกภาคการเกษตรมาจากการรับจ้าง การค้าขาย และอื่นๆ มีภาระหนี้สินเฉลี่ย 121,240.16 บาท มีแหล่งเงินกู้เป็นกองทุนหมู่บ้าน ธ.ก.ส สหกรณ์การเกษตร ญาติพี่น้อง ธนาคารพาณิชย์ และนอกระบบ

3. การได้รับการส่งเสริมการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือ เกษตรกรทั้งหมดได้รับความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิต เส้นไหมไทยสาวมือจากเจ้าหน้าที่ การฝึกอบรม/ประชุม สัมมนา และเอกสารวิชาการ รวมถึงได้รับการสนับสนุน ปัจจัยการผลิตพันธุ์หม่อน พันธุ์ไหม อุปกรณ์การเลี้ยงไหม และอุปกรณ์การสาวไหม ร้อยละ 61.8 ได้รับการฝึกอบรม เทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือ จำนวน 2 ครั้ง ร้อยละ 68.5 ได้รับการศึกษาดูงานนอกสถานที่เกี่ยวกับ เทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือ จำนวน 1 ครั้ง มีการ ติดต่อกับเจ้าหน้าที่ เฉลี่ยจำนวน 4 ครั้ง

สภาพการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือของเกษตรกร

เกษตรกรมีประสบการณ์การปลูกหม่อนเฉลี่ย 19.6 ปี ส่วนใหญ่ปลูกหม่อนพันธุ์บุรีรัมย์ 60 และพันธุ์สกลนคร (ร้อยละ 95.7 และ 80.3 ตามลำดับ) เกษตรกรทั้งหมดได้รับพันธุ์หม่อนและไขไหมจากศูนย์หม่อนไหมฯ มีประสบการณ์การเลี้ยงไหมเฉลี่ย 20.3 ปี มีประสบการณ์การสาวไหมเฉลี่ย 20.1 ปี ร้อยละ 94.1 เลี้ยงไหมพันธุ์นางน้อย ร้อยละ 96.1 เลี้ยงไหม 1 แผ่น/รุ่น เกษตรกรเลี้ยงไหมเฉลี่ย 4 รุ่น/ปี มีจำนวนชั่วโมงการสาวไหม/วันเฉลี่ย 8.5 ชม. เกษตรกรทุกรายมีวิธีการสาวไหมแบบหัตถกรรม มีผลผลิตรังไหมเฉลี่ย 33 กก./ปี ผลผลิตเส้นไหมเฉลี่ย 3.2 กก./ปี เกษตรกรร้อยละ 1.2 มีคุณภาพเส้นไหมหนึ่งเป็นไหมชั้นพิเศษ ร้อยละ 71.7 มีคุณภาพเส้นไหมสองเป็นไหมชั้นหนึ่ง ร้อยละ 75.2 มีคุณภาพเส้นไหมสามเป็นไหมชั้นหนึ่ง เก็บเส้นไหมไว้ใช้เองในครัวเรือน มีการจำหน่ายเส้นไหมให้เกษตรกรทั่วไป พ่อค้าคนกลาง ผู้ประกอบการทอผ้า กลุ่มแม่บ้านทอผ้า/กลุ่มวิสาหกิจชุมชน และจำหน่ายในงานนิทรรศการ/งานแสดงสินค้า OTOP ราคาจำหน่ายเส้นไหมหนึ่งเฉลี่ย 1,456.30 บาท/กก. ราคาจำหน่ายเส้นไหมสองเฉลี่ย 1,067.52 บาท/กก. ราคาจำหน่ายเส้นไหมสามเฉลี่ย 737.20 บาท/กก. ราคาจำหน่ายเส้นไหมแลงราคาเฉลี่ย 647.83 บาท/กก. เกษตรกรมีรายได้จากการปลูกหม่อนเลี้ยงไหม เฉลี่ย 4,216.14 บาท/ปี เกษตรกรส่วนมากเห็นว่าอาชีพการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมควรสืบทอดสู่บุตรหลาน และควรอนุรักษ์ให้คงอยู่ต่อไป แต่ระบุว่าไม่มีบุตรหลานสืบทอดอาชีพปลูกหม่อนเลี้ยงไหมในครัวเรือน

การยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือของเกษตรกร

1. ด้านสถานที่สาวไหม เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีในระดับสูงทุกประเด็น คือ การสาวไหมบริเวณที่มีแสงสว่างเพียงพอ การเตรียมน้ำสะอาดเพียงพอ การ

กำจัดน้ำเสียด้วยวิธีการที่เหมาะสม การสาวไหมบริเวณที่โปร่งและถ่ายเทอากาศได้ดี และการแยกพื้นที่ให้เป็นสัดส่วนชัดเจน ตามลำดับ

2. ด้านเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีในระดับสูงทุกประเด็น คือ การใช้วงสาวไหมเด่นชัย 1 และเหล่ง การไม่นำอุปกรณ์การสาวไหมไปใช้ในการลอกกาและย้อมสีเส้นไหม การจัดอุปกรณ์เป็นระเบียบและสะดวกต่อการใช้งาน การทำความสะอาดอุปกรณ์ก่อนและหลังการใช้งาน และการดูแลรักษาและซ่อมแซมอุปกรณ์การสาวไหมให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน ตามลำดับ

3. ด้านการตรวจคุณภาพรังไหม เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีในระดับต่ำ 1 ประเด็น คือ การคัดแยกรังไหม รังดี รังเสีย 11 ชนิด และเกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีในระดับไม่ปฏิบัติ คือ การเก็บรักษารังไหมในตู้แช่เย็นหรือการอบรังไหมให้แห้ง

4. ด้านการต้มรังไหม เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีในระดับสูงทุกประเด็น คือ การใช้น้ำสำหรับต้มรังไหมเป็นน้ำจืด ใส สะอาด และการเกลี่ยรังไหมสม่ำเสมอเพื่อให้สุกทั่วกันทุกรัง ตามลำดับ

5. ด้านวิธีการสาวไหม เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยี ในระดับต่ำ คือ การควบคุมอุณหภูมิน้ำ และการควบคุมจำนวนรังไหม

6. ด้านการตรวจคุณภาพเส้นไหม เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีในระดับสูง คือ การตรวจคุณภาพเส้นไหมด้วยสายตาเพื่อควบคุมคุณภาพเส้นไหมให้สม่ำเสมอ

7. ด้านการกรอเส้นไหมเพื่อทำเช็ดไหม เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีในระดับสูงทุกประเด็น คือ การกรอเส้นไหมเพื่อทำเช็ดไหมขนาดเส้นรอบวง 135-155 ซม. การกรอเส้นไหมแบบสาน (diamond cross) การกรอเส้นไหมทำไฟโดยแบ่งใจไหมอย่างน้อย 6 ช่วง หลังจากทำไฟ นำไหมไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม และการกรอเส้นไหมน้ำหนัก 80-100 กรัมต่อเช็ด ตามลำดับ

8. ด้านการเก็บรักษาเส้นไหม เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีในระดับสูงทุกประเด็น คือ การเก็บรักษาเส้นไหมในสถานที่แห้งและสะอาด การเก็บรักษาเส้นไหมในสถานที่ป้องกันการทำลายของแมลงและหนู สภาพแสงแดด อุณหภูมิความชื้น และการเก็บรักษาเส้นไหมแยกประเภทและขนาดเส้นไหมอย่างชัดเจนตามลำดับ

9. ด้านบรรจุภัณฑ์ เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีในระดับต่ำทุกประเด็น คือ การบรรจุภัณฑ์เส้นไหมโดยใช้วัสดุที่มีคุณภาพ ป้องกันความชื้นและการเข้าทำลายของแมลง และการบรรจุภัณฑ์เส้นไหมทนทานต่อการขนส่ง สามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเส้นไหมระหว่างการขนส่ง ตามลำดับ

10. ด้านเครื่องหมายและฉลาก เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีในระดับสูง 2 ประเด็น คือ การระบุข้อความฉลาก จำนวนเข็ด และน้ำหนักบรรจุสุทธิ เป็นกรัมหรือกิโลกรัม และการระบุข้อความฉลากภาษาไทยหรือภาษาต่างประเทศ เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีในระดับต่ำ 1 ประเด็น คือ การระบุข้อความฉลากชนิดเส้นไหมไทยสาวมือ “ไหมหนึ่ง” หรือ “ไหมสอง” หรือ “ไหมสาม” หรือ “ไหมแลง” เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีในระดับไม่ปฏิบัติ 7 ประเด็น คือ การระบุข้อความฉลาก ชื่อพันธุ์ไหม การระบุข้อความฉลาก ชื่อและที่ตั้งของสถานที่ผลิต การระบุข้อความฉลาก “เส้นไหมไทยสาวมือ” การระบุข้อความฉลาก วัน เดือน ปี ที่ผลิต การได้รับเครื่องหมายรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตร การระบุข้อความฉลาก ชั้นคุณภาพ และการระบุข้อความฉลาก รหัสขนาด หรือขนาดเส้นไหม ตามลำดับ

เปรียบเทียบการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือของเกษตรกร ที่มีข้อมูลพื้นฐานทางสังคม เศรษฐกิจ และสภาพการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือแตกต่างกัน

1. การเปรียบเทียบการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือของเกษตรกร จำแนกตามอายุของเกษตรกร โดยแบ่งเกษตรกรที่มีอายุแตกต่างกันเป็น 3

กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีอายุไม่เกิน 50 ปี กลุ่มที่มีอายุ 51-60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี ขึ้นไป พบว่าเกษตรกรที่มีอายุแตกต่างกันมีการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือแตกต่างกัน จำนวน 9 ด้าน 16 ประเด็น

2. การเปรียบเทียบการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือของเกษตรกร จำแนกตามจำนวนแรงงานในครัวเรือนของเกษตรกร โดยแบ่งเกษตรกรออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีจำนวนแรงงานในครัวเรือน 1-2 คน และกลุ่มที่มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนมากกว่า 2 คน พบว่าเกษตรกรที่มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนแตกต่างกัน มีการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือแตกต่างกัน จำนวน 8 ด้าน 14 ประเด็น

3. การเปรียบเทียบการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือของเกษตรกร จำแนกตามการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ของเกษตรกร โดยแบ่งเกษตรกรที่มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่แตกต่างกันเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ 1-3 ครั้ง กลุ่มที่มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ 4-6 ครั้ง และกลุ่มที่มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่มากกว่า 6 ครั้ง พบว่าเกษตรกรที่มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่แตกต่างกัน มีการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือแตกต่างกัน จำนวน 4 ด้าน 8 ประเด็น

4. การเปรียบเทียบการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือของเกษตรกร จำแนกตามประสบการณ์การสาวไหมของเกษตรกร โดยแบ่งเกษตรกรออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีประสบการณ์การสาวไหม 1-15 ปี และกลุ่มที่มีประสบการณ์การสาวไหม มากกว่า 15 ปี พบว่าเกษตรกรที่มีประสบการณ์การสาวไหมแตกต่างกัน มีการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือแตกต่างกัน จำนวน 8 ด้าน 17 ประเด็น

วิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือของเกษตรกรในจังหวัดอุดรธานี พบว่า เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีในระดับสูงทุกประเด็นในด้านสถานที่สาวไหม ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อม

ที่ดี เหมาะสมต่อการสาวไหมให้ได้มาตรฐาน เพราะทำให้สามารถมองเห็นเส้นไหมในขณะที่สาวได้อย่างชัดเจน เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีในระดับต่ำและไม่ปฏิบัติในด้านการตรวจคุณภาพรังไหม คือ การคัดแยกรังไหม รังดี รังเสีย 11 ชนิด ก่อนการสาวเส้นไหม ซึ่งจะทำได้ผลผลิตเส้นไหมน้อยกว่าเดิม เกษตรกรเสียดายรังไหมที่เป็นรังเสีย จึงนำรังไหมรังเสียมาสาวรวมกันกับรังไหมรังดี ส่งผลให้การผลิตเส้นไหมไทยสาวมือไม่ได้มาตรฐาน และการเก็บรักษารังไหมในตู้แช่เย็นหรืออบรังไหมให้แห้ง เนื่องจากเกษตรกรไม่มีตู้แช่ควบคุมอุณหภูมิความเย็นหรือเครื่องอบรังไหมให้แห้ง เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีในระดับต่ำในด้านวิธีการสาวไหม เกษตรกรให้เหตุผลว่าไม่สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนการควบคุมอุณหภูมิ น้ำควบคุมจำนวนรังไหมได้ เนื่องจากเกษตรกรเกิดความเคยชินต้องการรีบสาวไหมให้เสร็จเร็ว การเลี้ยงไหมของเกษตรกรไหมจะสุกทำรังพร้อมกัน หากมีการควบคุมอุณหภูมิ น้ำ ควบคุมจำนวนรังไหมจะทำให้สาวไหมเสร็จช้า เป็นผลให้เส้นไหมที่ได้มีสีและขนาดไม่สม่ำเสมอไม่ได้มาตรฐาน เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีในระดับต่ำทุกประเด็นในด้านบรรจุภัณฑ์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะบรรจุภัณฑ์เส้นไหมต้องใช้ถุงพลาสติกใสขนาดใหญ่ สะอาด และทนทาน เกษตรกรไม่เห็นถึงความสำคัญเกิดความเสียดายเงินไม่ยอมซื้อ นอกจากนี้ยังพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่เก็บเส้นไหมไว้ใช้เองในครัวเรือนหรือจำหน่ายให้เกษตรกรด้วยกัน จึงใช้วิธีการเก็บรักษาแบบเดิมโดยการห่อผ้าไว้ ทำให้เส้นไหมเกิดความชื้นขึ้นราและแมลงเข้าทำลายได้ง่าย เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีในระดับสูง ในระดับต่ำ และในระดับไม่ปฏิบัติในด้านเครื่องหมายและฉลาก จากผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีอายุค่อนข้างมาก ไม่สะดวกในการเขียนระบุข้อความฉลาก นอกจากนี้ยังมีเกษตรกรที่ไม่ได้มีการจำหน่ายเส้นไหม และเกษตรกรที่ไม่ได้มีการขอเครื่องหมายรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตร จึงไม่เห็นถึงความจำเป็นในการปฏิบัติตามข้อกำหนดต่างๆ

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือในระดับสูงทุกประเด็น จำนวน 6 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านสถานที่สาวไหม จำนวน 5 ประเด็น 2) ด้านเครื่องมือเครื่องจักร และอุปกรณ์ จำนวน 5 ประเด็น 3) ด้านการต้มรังไหม จำนวน 2 ประเด็น 4) ด้านการตรวจคุณภาพเส้นไหม จำนวน 1 ประเด็น 5) ด้านการกरोเส้นไหมเพื่อทำเช็ดไหม จำนวน 5 ประเด็น และ 6) ด้านการเก็บรักษาสินไหม จำนวน 3 ประเด็น ส่วนเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมืออีก 4 ด้าน คือ 1) ด้านการตรวจคุณภาพรังไหม 2) ด้านวิธีการสาวไหม 3) ด้านบรรจุภัณฑ์ และ 4) ด้านเครื่องหมายและฉลาก มีการยอมรับในระดับต่ำถึงระดับไม่ปฏิบัติเกือบทุกประเด็นในแต่ละด้าน ผลการเปรียบเทียบการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือ พบว่าเกษตรกรที่มีอายุ จำนวนแรงงานในครัวเรือน การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ และประสบการณ์การสาวไหมแตกต่างกัน มีการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือแตกต่างกันในบางประเด็น

การศึกษาเรื่องการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือ ทำให้ทราบข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของเกษตรกรผู้ผลิตเส้นไหมไทยสาวมือ สภาพการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือของเกษตรกร และการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือของเกษตรกรในจังหวัดอุดรธานี ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาการผลิตของเกษตรกร ดังนั้นผู้ศึกษาจึงให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้ ควรส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการเพิ่มปริมาณผลผลิตเส้นไหมไทยสาวมือต่อปีให้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น โดยการส่งเสริมและสนับสนุนให้เกษตรกรมีการเลี้ยงไหมจำนวนแผ่นต่อรุ่นและจำนวนรุ่นต่อปีเพิ่มขึ้น ซึ่งควรมีการเพิ่มพื้นที่ปลูกหม่อนไว้รองรับให้เพียงพอต่อการเลี้ยงไหมของเกษตรกรที่จะมีเพิ่มมากขึ้น และควรมีการเพิ่มจำนวนเกษตรกรผู้ปลูกหม่อนเลี้ยงไหมให้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย และในการศึกษารั้งต่อไป ควรทำการศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือในพื้นที่จังหวัดอื่นๆ เพื่อเป็นข้อมูลด้านการ

ส่งเสริมการผลิต และเป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพ
การผลิตให้เหมาะสมกับเกษตรกรผู้ผลิตเส้นไหมไทยสาวมือ
ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ประภัสสร
เกียรติสุนนท์ และคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้แนวคิด
และคำแนะนำ ตลอดจนให้การสนับสนุนในด้านต่างๆ
รวมถึงผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ทำให้การศึกษาครั้งนี้
สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมหม่อนไหม. 2555. ภูมิปัญญาการผลิตเส้นไหม
ไทยพื้นบ้านอีสาน (Wisdom of Isan
Indigenous Thai Silk Yarn).
กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร
แห่งประเทศไทย. 56 น.
- กรมหม่อนไหม 2556. สถานการณ์ทางเศรษฐกิจและ
การตลาดหม่อนไหม. น. 2. ใน รายงานสรุป
ไตรมาส 3/2555. กรุงเทพฯ: กรมหม่อนไหม.
สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548.
มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 8000-2548
เส้นไหมไทย (THAI SILK YARN). กรุงเทพฯ:
ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. 11 น.
- สำเร็จ จันทรสวรรณ และสุวรรณ บัวทวน. 2547.
ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์. ขอนแก่น :
ภาควิชาสังคมวิทยาและมานุษยวิทยา
คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 259 น

ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ในจังหวัดเชียงใหม่ Factors Affecting on Success of One Tambon One Product (OTOP) in Chiang Mai

พหุล ศักดิ์กะทัศน์* และพุฒิสรรค์ เครือคำ

Phahol Sakkatat* and Phutthisun Kruekum

สาขาวิชาการพัฒนาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

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

Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: phahol@mju.ac.th

Abstract

This research was conducted to investigate; 1) to study the affecting factors on the success of One Tambon One Product (OTOP) and 2) to determine the problems of the OTOP manufacturing in Chiang Mai. The samples in this study were 81 manufacturing groups in Chiang Mai. The quantitative data was collected by interview. The descriptive statistic and logistic regression were used to analyze the data.

The results found that the affecting factors on the success of OTOP production were the product training and information accessibility for manufacturing OTOP. The problems of OTOP manufacturing were funding, inefficient staffs, inequity to distribute the product, the product copied by middleman, distribution channels, lacking of raw materials/expensive materials.

Recommendation guidelines for manufacturer achievement were that the groups should be provided knowledge on the training and product development to get the standard level. Regarding the information, the groups should be collaborated with organizations including private sectors and government agencies to set their goals constantly by schedules.

Keywords: success, One Tambon One Product, logistic regression

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ และ 2) เพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ในจังหวัดเชียงใหม่

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ สมาชิกกลุ่มผู้ผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ในจังหวัดเชียงใหม่ 81 กลุ่ม เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนาและการวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การได้รับ

การฝึกอบรมด้านสินค้าและการได้รับข้อมูลข่าวสารด้านการผลิตสินค้า ส่วนปัญหาและอุปสรรคในการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ ได้แก่ การขาดแคลนงบประมาณในการผลิตสินค้า การขาดแคลนบุคลากรที่เชี่ยวชาญในการผลิตสินค้า การไม่ได้รับความยุติธรรมในการจำหน่าย เนื่องจากมีการแข่งขันสูงหรือสินค้าถูกลอกเลียนแบบจากพ่อค้าคนกลาง การขาดช่องทางการจำหน่าย การขาดวัตถุดิบหรือวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสินค้านั้นมีราคาแพงและการผลิตสินค้าบางอย่างผลิตไม่ได้ตามจำนวนที่ลูกค้าต้องการ

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาสินค้าเพื่อให้กลุ่มผู้ผลิตประสบความสำเร็จ ได้แก่ กลุ่มผู้ผลิตสินค้าควรให้ความสำคัญกับการเข้าร่วมอบรมด้านการผลิตและพัฒนาสินค้าให้มีคุณภาพตามมาตรฐาน ด้านข้อมูลข่าวสารและการประชาสัมพันธ์ โดยสร้างความร่วมมือกับองค์กรหรือหน่วยงานต่างๆ ทั้งจากภาครัฐและเอกชน ซึ่งควรดำเนินการในรูปแบบข้อตกลงหรือความร่วมมืออย่างเป็นทางการ มีการกำหนดระยะเวลา และเป้าหมายที่ชัดเจนจริงจังและมีความต่อเนื่อง

คำสำคัญ: ความสำเร็จ หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์
การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก

คำนำ

การพัฒนาเป็นการทำให้สิ่งนั้นดีขึ้น เจริญขึ้น และสนองความต้องการของประชาชนส่วนใหญ่ หรือเป็นกระบวนการของการเคลื่อนไหวจากสภาพที่ไม่น่าพึงพอใจไปสู่สภาพที่น่าพึงพอใจ การพัฒนาเป็นกระบวนการที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอไม่หยุดนิ่ง (เสถียร, 2528) การพัฒนาเป็นการเปลี่ยนแปลงของสิ่งใดสิ่งหนึ่งทั้งในด้านคุณภาพ ปริมาณ และสิ่งแวดล้อม ไม่ใช่การเปลี่ยนแปลงด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียว (สนธยา, 2547) และจากผลของการพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ ที่ได้ดำเนินการมาอย่าง

ต่อเนื่องทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามมาในหลากหลายมิติ ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะในมิติด้านสังคมจากภูมิปัญญาไทยที่เริ่มหายไปพร้อมกับความทันสมัย ในปัจจุบันกำลังได้รับการฟื้นฟูด้วยการปลูกกระแสให้ทุกคน “นิยมไทย” เพื่อช่วยกระตุ้นเศรษฐกิจด้วยความเชื่อว่าผลผลิตจากภูมิปัญญาท้องถิ่นหรือภูมิปัญญาของชาวบ้าน เป็นสินค้าที่มีโอกาสขยายตัวสูงและมีศักยภาพทางการตลาดทั้งในและนอกประเทศ โดยเฉพาะในตลาดโลก ซึ่งจะสามารถลดการขาดดุลทางการค้าของไทยภายใต้โครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์

ในระหว่างที่ผ่านมาประเทศไทยประสบปัญหาทางด้านเศรษฐกิจ และย้อนกลับมาให้ความสำคัญกับการพัฒนาสินค้าที่เกิดจากภูมิปัญญาท้องถิ่นเพราะสอดคล้องกับสภาพชีวิตและความเป็นอยู่ของชุมชนประกอบกับปัญหาความยากจนของคนในชนบทในการพัฒนาอาชีพและการสร้างงานให้เกิดรายได้ รัฐบาลมีแนวนโยบายเร่งด่วนให้แต่ละชุมชนได้ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในครัวเรือน ซึ่งในอดีตต้องยอมรับว่ามีความสัมพันธ์กับวิถีชีวิตของผู้คนในชนบทควบคู่กับการทำเกษตรกรรมและได้ใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่น และความโดดเด่นที่มีอยู่ในแต่ละท้องถิ่นทั้งแหล่งผลิตด้านศิลปวัฒนธรรม ชนบธรรมเนียมประเพณีตลอดจนภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีอยู่มาเสริมสร้างเสน่ห์ให้แก่สินค้าและบริการ ซึ่งจะรวบรวมแนวคิดไปเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์จากภูมิปัญญาท้องถิ่นตามโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ให้เป็นสินค้าที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั้งในและต่างประเทศ โดยมีการสอดแทรกความเป็นไทยเข้าไปในตัวผลิตภัณฑ์เพื่อให้เป็นเอกลักษณ์ความเป็นไทยที่ชัดเจน

ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาเศรษฐกิจถดถอย เกิดปัญหาการว่างงานของประชาชน และมีแนวโน้มการว่างงานมากขึ้น ซึ่งเป็นผลให้ประชาชนต้องดิ้นรนเพื่อความอยู่รอดในลักษณะต่างๆ รัฐบาลได้พยายามปรับปรุงสถาบันทางเศรษฐกิจและสังคม เช่น

รายได้ประชาชาติ คุณภาพชีวิต ฯลฯ จึงได้จัดทำแผนปฏิบัติการขึ้น เช่น การปฏิรูปที่ดิน การจัดตั้งองค์การสหกรณ์ชนบท เป็นต้น เพื่อเพิ่มค่าดัชนีทางด้านเศรษฐกิจสังคมและวัฒนธรรม (นิรันดร์, 2550) ดังนั้นเพื่อให้เกิดการสร้างงานในท้องถิ่นรัฐบาลจึงมีแนวนโยบายที่จะแก้ไขปัญหาต่างๆ ดังกล่าว โดยการจัดทำโครงการต่างๆ เพื่อช่วยเหลือประชาชนที่ว่างงานและเป็นการกระจายรายได้สู่ชุมชนโดยมีการจัดทำโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า OTOP ซึ่งที่ผ่านมาโครงการดังกล่าวได้สร้างผลิตภัณฑ์ที่มากมายและหลากหลายสอดคล้องกับท้องถิ่นนั้นๆ แต่อย่างไรก็ตามมีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่ประสบผลสำเร็จ สินค้ามีคุณภาพเป็นที่ยอมรับและได้ตามมาตรฐาน แต่ยังไม่มีความมาตรฐานการวัดความสำเร็จที่ชัดเจน จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานเป็น 5 ระดับ โดยให้หนึ่งดาวเป็นมาตรฐานต่ำที่สุดและห้าดาวเป็นมาตรฐานสูงที่สุด และมีการส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศทำให้ชาวต่างชาติได้รู้จักประเทศไทยมากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างรายได้เข้าประเทศอีกทางหนึ่ง

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เพื่อทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ และเพื่อศึกษาปัญหาอุปสรรคในการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ในจังหวัดเชียงใหม่ และผลการศึกษาครั้งนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานของรัฐและเอกชน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยต่างๆ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กลุ่มผู้ผลิตสินค้า จะได้นำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนการดำเนินงานโครงการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อประโยชน์ในการผลิตสินค้าทางการเกษตรที่มีความสอดคล้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่นต่างๆ ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) ใช้การสัมภาษณ์แบบเจาะลึกและการสัมภาษณ์ปกติกับกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 26 อำเภอ จากสมาชิกกลุ่ม

ที่เข้าร่วมโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ในจังหวัดเชียงใหม่ โดยหน่วยวิเคราะห์ คือ กลุ่มสมาชิกที่เข้าร่วมโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ใน 4 อำเภอ ซึ่งทำการสุ่มตัวอย่างมาจากวิธีการสุ่มอย่างแบบง่าย (Sample random sampling) ได้ตัวอย่างคือ อำเภอเมืองจำนวน 43 กลุ่ม อำเภอหางดง 8 กลุ่ม อำเภอแม่ริม 14 กลุ่ม และอำเภอสันกำแพง 16 กลุ่ม โดยทำการสัมภาษณ์ประธานกลุ่มแต่ละกลุ่มหรือตัวแทนสมาชิกกลุ่ม ซึ่งเป็นผู้ที่สามารถให้ข้อมูลได้ดีที่สุดของกลุ่มนั้นๆ กลุ่มละ 1 คน รวมทั้งหมด 81 คน และทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณร่วมกัน การวิจัยในครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 ถึงกันยายน พ.ศ. 2558

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ได้มาจาก 2 แหล่ง คือ 1) เก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากเอกสารวิชาการต่างๆ ทั้งจากภาครัฐและเอกชน ได้แก่ รายงานการดำเนินงานของสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรม จังหวัดเชียงใหม่ กรมการค้าภายใน เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์และวิจารณ์ผลการวิจัย 2) เก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิได้จากการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกและใช้แบบสอบถามเพื่อการสัมภาษณ์ข้อมูลการวิจัย จากสมาชิกกลุ่มผู้ผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 อำเภอ ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ที่เป็นประธานกลุ่มแต่ละกลุ่มหรือตัวแทนสมาชิกกลุ่มซึ่งเป็นผู้ที่สามารถให้ข้อมูลได้ดีที่สุดของกลุ่มนั้นๆ กลุ่มละ 1 คน รวมทั้งหมด 81 คน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้นำมาวิเคราะห์ทางสถิติประกอบด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละค่าเฉลี่ยต่ำสุด-สูงสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติวิเคราะห์หลายตัวแปร ได้แก่ การวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก (Logistic regression analysis) เพื่อทำ การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP)

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่า คุณสมบัติทั่วไปของสมาชิกกลุ่มผู้ผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่ประสบความสำเร็จ (ได้ระดับคุณภาพสินค้า 4-5 ดาว) ร้อยละ 55.6 ประเภทสินค้าหัตถกรรม ร้อยละ 63 ซึ่งกลุ่มสมาชิกส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุประมาณ 40 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับประถมศึกษาตอนปลาย มีระยะเวลาการก่อตั้งกลุ่มประมาณ 6-10 ปี และมีระยะเวลาในการผลิตสินค้าประมาณ 15-20 ปี สำหรับปัจจัยเสริมของกลุ่มที่ผ่านมา พบว่าผู้ผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ได้เข้ารับการฝึกอบรมด้านการพัฒนาสินค้าเฉลี่ย 6 ครั้งต่อปี ได้รับข้อมูลข่าวสารต่างๆ ร้อยละ 84 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานภาครัฐเป็นผู้ให้ข้อมูล รองลงมา คือ จากสื่อสิ่งพิมพ์ต่างๆ และจากผลการศึกษาพบว่า กลุ่มผู้ผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ได้มีการโฆษณาประชาสัมพันธ์สินค้าของกลุ่มร้อยละ 82.7 โดยใช้สื่อโฆษณาทางอินเทอร์เน็ต

ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ของกลุ่มต่างๆ ซึ่งตัวแปรอิสระ คือ ลักษณะพื้นฐานทั่วไปของกลุ่มผู้ผลิตสินค้าและปัจจัยเสริมในการผลิตสินค้าในรอบปีที่ผ่านมา ส่วนตัวแปรตาม คือ ความสำเร็จ (พิจารณาจากระดับดาว 4-5 ดาว) สถิติที่ใช้วิเคราะห์ ได้แก่ การวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก (Logistic regression)

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์

ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ ใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก (Logistic regression) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระแต่ละกลุ่ม คือ คุณลักษณะ

ทั่วไปของกลุ่ม ปัจจัยเสริมในรอบปีที่ผ่านมาที่จะวิเคราะห์การถดถอยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความสำเร็จในการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) นั้น จะขอเสนอค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation) ของตัวแปรต่างๆ ที่จะใช้วิเคราะห์การถดถอย

1. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทั่วไปของกลุ่ม ปัจจัยเสริมในรอบปีที่ผ่านมา กับความสำเร็จในการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP)

ในการวิเคราะห์ครั้งนี้จะใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก (Logistic regression) โดยการวิเคราะห์การถดถอยเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทั่วไปของกลุ่ม ปัจจัยเสริมในรอบปีที่ผ่านมา กับความสำเร็จในการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) โดยมีแบบสมการดังนี้ (รายละเอียดของตัวแปรแต่ละตัวแสดงไว้ใน Table 1) โดยมีตัวแปรและการวัดดังนี้ คือ 1) ประเภทผลิตภัณฑ์เกษตรโดยวัดเป็น 1 = ผลิตภัณฑ์เกษตร; 0 = อื่นๆ 2) ประเภทผลิตภัณฑ์หัตถกรรมโดยวัดเป็นโดยวัดเป็น 1 = ผลิตภัณฑ์หัตถกรรม; 0 = อื่นๆ 3) ประเภทผลิตภัณฑ์อาหาร โดยวัดเป็นโดยวัดเป็น 1 = ผลิตภัณฑ์อาหาร; 0 = อื่นๆ 4) ประเภทผลิตภัณฑ์บริการ โดยวัดเป็น 1 = ผลิตภัณฑ์บริการ; 0 = อื่นๆ 5) จำนวนสมาชิกกลุ่ม โดยวัดเป็นจำนวนคน 6) ระดับการศึกษา โดยวัดเป็นระดับการศึกษาสูงสุดของสมาชิกกลุ่ม 7) ระยะเวลาการก่อตั้งกลุ่ม โดยวัดเป็นจำนวนปี 8) ระยะเวลาในการผลิตสินค้า โดยวัดเป็นจำนวนปี 9) อายุเฉลี่ยของสมาชิก โดยวัดเป็นปี 10) การได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการผลิตสินค้า โดยวัดเป็นจำนวนครั้งต่อปี 11) การได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตสินค้า โดยวัดเป็นจำนวนครั้งต่อเดือน และ 12) การโฆษณาและประชาสัมพันธ์สินค้า โดยวัดเป็นจำนวนครั้งต่อเดือน

Table 1 An analysis of logistic regression of factors relating to success of One Tambon One Product (OTOP) in Chiang Mai

Variable	β	Wald	Sig.
A. General characteristic of group			
1. agriculture product	-0.547	0.019	0.892
2. handmade	6.784	0.005	0.946
3. food	-2.191	1.464	0.226
4. service	-1.765	1.155	0.282
5. Number of member	0.026	1.351	0.245
6. Education of member	-0.126	0.127	0.721
7. Time of group	-0.196	0.726	0.394
8. Time of production product	0.002	0.001	0.994
9. Age of member	0.064	0.365	0.546
B. Support factor			
1. Training about product	0.399	5.904*	0.015
2. Information receive about product	0.732	7.366**	0.007
3. Product advertising	0.322	1.269	0.260
CONSTANTS	-9.967	2.919	0.088
Model chi-square = 25.72		Sig = 0.000	

จาก Table 1 เป็นผลการวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก ซึ่งเป็นการอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระที่แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ คุณลักษณะทั่วไปของกลุ่มและปัจจัยเสริม ทำการวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก

ผลการวิเคราะห์พบว่า มีตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับความสำเร็จในการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ คือ การได้รับการฝึกอบรมด้านสินค้าและการได้รับข้อมูลข่าวสารด้านการผลิตสินค้า กล่าวคือ ถ้าสมาชิกในกลุ่มได้รับการฝึกอบรมด้านสินค้ามากขึ้นก็จะทำให้มีโอกาสที่จะประสบความสำเร็จ หรือ

ได้รับระดับคุณภาพของสินค้าในระดับ 4-5 ดาวมากขึ้น ในทำนองเดียวกันถ้ากลุ่มได้รับข้อมูลข่าวสารด้านการผลิตสินค้ามาก ก็จะทำให้มีโอกาสที่จะประสบความสำเร็จได้เช่นเดียวกัน

2. ผลการจำแนกกลุ่มตัวอย่าง

2.1 จะประมาณค่าความน่าจะเป็นที่กลุ่มผู้ผลิตสินค้าจะประสบความสำเร็จจาก

$$\hat{\pi}(x) = \frac{1}{1 + e^{-\text{Success}}}$$

2.2 จำแนกกลุ่มผู้ผลิตสินค้าที่ประสบความสำเร็จและไม่ประสบความสำเร็จ

ถ้า $\hat{\pi}(x) \geq 0.5$ จัดว่าเป็นกลุ่มผู้ผลิตสินค้าประสบความสำเร็จ

ถ้า $\hat{\pi}(x) < 0.5$ จัดว่าเป็นกลุ่มผู้ผลิตสินค้าไม่ประสบความสำเร็จ

จากสมการที่ได้นำไปจำแนกกลุ่มตัวอย่างเพื่อศึกษาถึงร้อยละของความถูกต้อง ในการจำแนกกลุ่มโดยใช้วิธีวิเคราะห์การจำแนกประเภทได้ผลดัง Table 2

Table 2 Forecast of the selection to success or non-success

(n=81)

Forecast	N	Results of the forecast		% of correctness
		Non-success	success	
Non-success	36	33	3	91.7
Success	45	1	44	97.8

Percentage of correctness was equivalent to 95.1.

ปัญหาและอุปสรรคในการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์

1. ปัญหาด้านงบประมาณและข้อเสนอแนะ

กลุ่มผู้ผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์จะมีปัญหาด้านงบประมาณ คือ มีงบประมาณไม่เพียงพอขาดเงินทุนหมุนเวียน มีการยืมเงินจากแหล่งเงินทุนและเสียค่าใช้จ่ายด้านภาษีมาก แสดงให้เห็นว่ากลุ่มผู้ผลิตสินค้าไม่ค่อยได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณจากแหล่งใดๆ มากนัก งบประมาณมักจะได้รับจากการสนับสนุนจากกลุ่มผู้ผลิตสินค้าโดยใช้เงินส่วนตัวมากกว่า

ข้อเสนอแนะของกลุ่มผู้ผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ควรหางบประมาณสนับสนุนทั้งจากภาครัฐบาลและเอกชนหรือจากหน่วยงานต่างๆ ในการสนับสนุนด้านการผลิตสินค้า

2. ปัญหาด้านสมาชิกกลุ่มและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มผู้ผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์จะขาดบุคลากรผู้เชี่ยวชาญ สมาชิกกลุ่มส่วนใหญ่มีอายุมากทำให้เกิดความล่าช้า สมาชิกกลุ่มบางคนเพิ่งเริ่มทำงานใหม่ก็ยังไม่ชำนาญพอทำให้งานที่ออกมาล่าช้า สมาชิกกลุ่มขาดการอบรมเสริมสร้างความรู้เพิ่มเติมและสมาชิกกลุ่มยังไม่เพียงพอ

ข้อเสนอแนะ คือ ควรให้กลุ่มผู้ผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ได้รับข้อมูลข่าวสารและควรหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อพัฒนาให้เกิดความเชี่ยวชาญในการผลิตสินค้ามากขึ้น โดยหน่วยงานพัฒนาชุมชนควรมีการจัดอบรมเพิ่มความรู้เพื่อพัฒนาฝีมือให้สมาชิกกลุ่มผู้ผลิตอยู่เสมอ

3. ปัญหาด้านการจัดจำหน่ายและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มผู้ผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์มักจะมีปัญหาการจัดจำหน่ายสินค้า คือ ไม่มีสถานที่จัดจำหน่ายประจำ ไม่มีการขยายตลาด และช่วงหลังมีการแข่งขันกันสูง ทำให้ไม่ค่อยได้รับความยุติธรรมในการจัดจำหน่าย ส่วนการจัดส่งสินค้านั้นมีการคมนาคมที่ไม่ค่อยสะดวก ทำให้การจัดส่งสินค้ามีความล่าช้า

ข้อเสนอแนะ คือ หน่วยงานรัฐบาลและเอกชนควรให้ความช่วยเหลือโดยให้ความร่วมมือและสนับสนุนอย่างจริงจังในการจัดสถานที่จำหน่ายตามเกณฑ์ โดยเกณฑ์การวัดระดับคุณภาพควรอยู่ในมาตรฐานเดียวกัน

4. ปัญหาด้านวัตถุดิบและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มผู้ผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ พบปัญหาด้านวัตถุดิบ คือ วัตถุดิบราคาแพง วัตถุดิบบางชนิดหายากและมีราคาไม่แน่นอน งานผลิตสินค้าบางชนิด เช่น งานหัตถกรรม แกะสลักไม้ในช่วงฤดูฝนจะเกิดปัญหาไม้อับชื้นทำให้เกิดเชื้อรา ซึ่งไม่สามารถนำไม้ดังกล่าวมาแกะสลักได้ งานหัตถกรรมกระดาษสาจะเกิดปัญหา คือ ในช่วงเวลาย่อมกระดาษสามักจะสีตก ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่สวยงามและไม่มีคุณภาพ

ข้อเสนอแนะ คือ กลุ่มผู้ผลิตสินค้าควรมีการจัดสรรวัตถุดิบที่หายาก ควรจะใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ส่วนวัตถุดิบที่หาง่ายอาจจะนำมาใช้ทดแทนวัตถุดิบที่หายาก ซึ่งจะทำให้กลุ่มผู้ผลิตสินค้ามีวัตถุดิบใช้อย่างเพียงพอ

5. ปัญหาด้านอื่นๆ และข้อเสนอแนะ

สำหรับปัญหาด้านอื่นๆ คือ การผลิตสินค้าและผลิตภัณฑ์มีความล่าช้า สินค้าถูกกลอกเลียนแบบจากพ่อค้าคนกลาง ตลาดมีความไม่แน่นอน การผลิตสินค้าของกลุ่มบางชนิดไม่ได้ตามปริมาณที่สั่งมาในช่วงเวลาที่จำกัด และขาดบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในการออกแบบงานใหม่ๆ ด้านการผลิตสินค้า ทำให้งานออกมาไม่ค่อยมีความสร้างสรรค์ขาดความแปลกใหม่

ข้อเสนอแนะ คือ ควรมีการจัดหาข้อมูลข่าวสารใหม่ๆ มาให้สมาชิกรับทราบอย่างต่อเนื่อง และควรจัดโครงการฝึกอบรมเพื่อเพิ่มทักษะในด้านการผลิตสินค้าให้กับสมาชิกกลุ่มผู้ผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์

วิจารณ์ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาพบว่า การได้รับการฝึกอบรมด้านการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ของสมาชิกมีผลต่อความสำเร็จของการดำเนินงานของกลุ่มสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ดังนั้นหน่วยงานพัฒนาควรให้ความสำคัญกับการจัดกิจกรรมหรือโครงการฝึกอบรม

ในด้านต่างๆ ที่เป็นการพัฒนาการผลิตสินค้าให้แก่กลุ่มสมาชิกสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ เพื่อประโยชน์ต่อการดำเนินงานของกลุ่มโดยภาพรวมต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ชัญญา (2558) ที่ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จและความล้มเหลวของผลิตภัณฑ์ OTOP ประเภทผ้าและเครื่องแต่งกายของอำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด พบว่า การเข้ารับการฝึกอบรมและดูงานของสมาชิกกลุ่ม มีผลต่อความสำเร็จของผลิตภัณฑ์ OTOP ประเภทผ้าและเครื่องแต่งกายของอำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด

2. ผลการศึกษาพบว่า การได้รับข้อมูลข่าวสารด้านการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ของกลุ่มสมาชิก มีความสัมพันธ์กับความสำเร็จของสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ สามารถอธิบายได้ว่ากลุ่มที่สมาชิกมีจำนวนครั้งของการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์มาก จะมีผลต่อความสำเร็จของกลุ่มมากกว่ากลุ่มที่สมาชิกมีจำนวนครั้งในการได้รับข้อมูลข่าวสารด้านการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์น้อยกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพิมพ์รัตน์ (2549) ที่ได้ศึกษาเรื่อง ปัจจัยทุนทางสังคมที่สนับสนุนความสำเร็จของกลุ่มผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ผ้าและเครื่องแต่งกายในโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP): กรณีศึกษาจังหวัดขอนแก่น ซึ่งพบว่าปัจจัยด้านการได้รับข่าวสารมีผลต่อความสำเร็จของกลุ่มผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ผ้าและเครื่องแต่งกายในโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP): กรณีศึกษาจังหวัดขอนแก่น ในระดับมาก และสอดคล้องกับการศึกษาของอันนา (2553) ที่ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จของวิสาหกิจชุมชน: ธุรกิจผลิตภัณฑ์เสื้อกั๊ก ตำบลแพ่ง อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การได้รับข่าวสารจากสื่อมวลชนมีอิทธิพลต่อความสำเร็จของวิสาหกิจชุมชน: ธุรกิจผลิตภัณฑ์เสื้อกั๊ก ตำบลแพ่ง อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

ในการส่งเสริมให้กลุ่มสมาชิกผู้ผลิตและจำหน่ายสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ประสบผลสำเร็จ และเกิดความยั่งยืนในการประกอบการ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงพาณิชย์ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สถาบันการศึกษา ตลอดจนชุมชนกลุ่มสมาชิกผู้ผลิตสินค้าต้องมีการบูรณาการการปฏิบัติงานร่วมกันทุกฝ่าย และควรให้ความสำคัญกับการวางแผนการผลิตและการตลาดสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์อย่างเป็นระบบในพื้นที่แบบเฉพาะเจาะจง และเน้นการส่งเสริมกลุ่มสมาชิกให้มีการผลิตสินค้าที่สอดคล้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่น รวมทั้งมีการส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ต่างๆ เกี่ยวกับการผลิตและการตลาดสินค้าในระดับกลุ่ม และควรสนับสนุนปัจจัยการผลิต ความรู้ในการผลิตสินค้าให้แก่กลุ่ม สนับสนุนให้เกิดตลาดในพื้นที่ก่อนขยายไปสู่ระดับที่กว้างขวางมากขึ้น ภายใต้มาตรฐานการรับรองที่ถูกต้องและเป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสำเร็จของสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ คือ การได้รับการฝึกอบรมด้านการผลิตสินค้า และการได้รับข้อมูลข่าวสารด้านการผลิตสินค้า โดยที่กลุ่มสมาชิกที่มีการฝึกอบรมด้านการผลิตสินค้าจำนวนมากครั้งมีผลต่อความสำเร็จของสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ เพราะสมาชิกในกลุ่มจะมีความรู้ที่ได้รับจากการเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการผลิตสินค้าในด้านต่างๆ และสามารถนำความรู้ที่ได้รับมาปรับใช้ในการผลิตสินค้าของกลุ่มตนเอง ในส่วนของปัจจัยเกี่ยวกับการได้รับข่าวสารด้านการผลิตสินค้าของสมาชิกในกลุ่ม ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความสำเร็จของสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มที่มีสมาชิกได้รับข้อมูลข่าวสารด้านการผลิตสินค้ามาก จะสามารถเลือกผลิตสินค้าและผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายมากยิ่งขึ้นหรือมากกว่ากลุ่มที่มีสมาชิกได้รับข้อมูลข่าวสารด้านการผลิตจำนวนน้อยครั้ง หรือไม่เคยได้รับข้อมูลข่าวสารด้านการผลิตเลย ดังนั้นในการส่งเสริมการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ควร

พิจารณาให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านการฝึกอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ และปัจจัยเกี่ยวกับการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ประกอบการพิจารณาคัดเลือกกลุ่มสมาชิกที่เป็นต้นแบบ เพื่อให้เป็นแหล่งเรียนรู้และศึกษาดูงานของสมาชิกกลุ่มอื่นๆ ต่อไป

นอกจากนั้นปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ แบ่งเป็นด้านต่างๆ ได้ดังนี้ 1) ด้านสมาชิกกลุ่ม โดยสมาชิกกลุ่มส่วนใหญ่จะมีความตั้งใจทำงาน มีการพัฒนาฝีมือให้ดีขึ้นอยู่เสมอ มีความถนัด ชำนาญในงานที่ได้รับมอบหมาย และมีการจัดสรรงานกันทำ มีความร่วมมือในการทำงาน ซึ่งทำให้งานออกมามีคุณภาพได้มาตรฐาน 2) ด้านความร่วมมือกับกลุ่มองค์กรอื่นๆ โดยกลุ่มผู้ผลิตสินค้าจะได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานพัฒนาชุมชน และได้รับการอบรมเพิ่มความรู้ เพื่อนำไปพัฒนาสินค้าให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น 3) ด้านการโฆษณาประชาสัมพันธ์ โดยส่วนใหญ่แล้วผู้ผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์นั้นจะมีการโฆษณาประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ และด้านข้อมูลข่าวสารรายละเอียดต่างๆ โดยนำไปเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ตและผ่านทางสื่อต่างๆ เช่น แผ่นพับและมีหน่วยงานต่างๆ ช่วยประชาสัมพันธ์ด้วย 4) ด้านการจัดจำหน่ายสินค้าส่วนใหญ่ได้รับการยอมรับจากลูกค้าทำให้มีตลาดมารองรับประจำ มีการส่งสินค้าออกจำหน่ายต่างจังหวัด และส่งสินค้าออกจำหน่ายยังต่างประเทศ เช่น อเมริกา ญี่ปุ่น เป็นต้น และได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ทันสมัยมากขึ้น 5) ด้านเงินทุน กลุ่มผู้ผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ได้รับเงินทุนสนับสนุนจากธนาคาร (ธกส.) และได้รับเงินทุนจากกองทุนหมู่บ้านทำให้มีเงินทุนพอเพียงต่อค่าใช้จ่าย และ 6) ด้านอื่นๆ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของกลุ่มผู้ผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์นั้นต้องอาศัยหลายๆ ด้าน และกลุ่มผู้ผลิตสินค้าจะต้องมีเป้าหมายที่ชัดเจน และต้องมีการส่งเสริมและพัฒนาสินค้าให้ดีขึ้น ให้ความทันสมัย มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ อยู่ตลอดเวลา

สำหรับปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะของกลุ่มผู้ผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษาพบว่าปัญหาที่สำคัญ ได้แก่ ปัญหาด้านงบประมาณไม่เพียงพอ ขาดเงินทุนหมุนเวียน กลุ่มสมาชิกขาดบุคลากรผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตสินค้าชนิดใหม่ๆ สมาชิกส่วนใหญ่มีอายุมากขาดการเข้ารับการฝึกอบรมด้านการผลิตสินค้าและผลิตภัณฑ์ ปัญหาด้านการจำหน่าย ไม่มีแหล่งจำหน่ายประจำ สินค้ามีการแข่งขันสูง ปัญหาด้านวัตถุดิบหายากและมีราคาแพง สำหรับข้อเสนอแนะของกลุ่ม ได้แก่ หน่วยงานภาครัฐและเอกชนควรให้งบประมาณมาสนับสนุนกิจกรรมของกลุ่ม ควรมีการจัดฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลาย ควรหาแหล่งวัตถุดิบที่ราคาไม่สูงนักเพื่อจำหน่ายแก่กลุ่มต่างๆ ควรมีการสนับสนุนหรือจัดสถานที่สำหรับจำหน่ายสินค้าและผลิตภัณฑ์ของกลุ่มในสถานที่ราชการต่างๆ หรือสถานที่ที่เหมาะสม และการวัดระดับคุณภาพควรกำหนดให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มผู้ผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์มีปัญหาเกี่ยวกับ การขาดความรู้ความชำนาญของสมาชิกกลุ่มในการผลิตสินค้าและขาดบุคลากรผู้เชี่ยวชาญในงานเฉพาะด้าน ดังนั้น 1) หน่วยงานพัฒนาสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ควรวางแผนงานร่วมกับกลุ่มผู้ผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ในการดำเนินการจัดฝึกอบรมเพื่อให้ความรู้แก่สมาชิกกลุ่มในด้านการผลิตและส่งเสริมการผลิต 2) ควรพัฒนาสินค้าให้มีคุณภาพตามมาตรฐานให้ได้รับการยอมรับจากลูกค้าอย่างกว้างขวางโดยกลุ่มผู้ผลิตสินค้าควรพิจารณาถึงประโยชน์ที่ได้และผลเสียที่จะเกิดขึ้น ถ้าสมาชิกกลุ่มขาดความรู้ความสามารถในด้านการผลิตซึ่งจะส่งผลเสียต่อสินค้าที่ผลิตออกมาจะไม่ได้มาตรฐานก็จะเกิดปัญหาด้านอื่นๆ ตามมา แต่ถ้าสมาชิกกลุ่มมีการพัฒนาฝีมือมีความรู้ความสามารถในการผลิตสินค้า ก็จะทำให้เกิดผลดีต่อสินค้าและผลิตภัณฑ์ ทำให้ได้สินค้าที่ได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับของคนทั่วไปและทำให้กลุ่มผู้ผลิตสินค้าประสบ

ผลสำเร็จในด้านต่างๆ 3) หน่วยงานหรือองค์กรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ควรให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และควรให้การสนับสนุนกลุ่มผู้ผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะหน่วยงานพัฒนาชุมชนควรจัดกิจกรรมโครงการต่างๆ เพื่อเพิ่มทักษะความชำนาญให้แก่สมาชิกในกลุ่มให้มากขึ้น และ 4) ควรขยายตลาดสินค้าทั้งในและต่างประเทศมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณผู้นำกลุ่มและสมาชิกกลุ่มผู้ผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ในพื้นที่การวิจัย ที่ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลและดำเนินการวิจัย ตลอดจนบุคลากรและนักศึกษา สาขาการพัฒนาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้ดำเนินการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มเป้าหมายจนงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ชัยญา แวนทิพย์. 2558. **ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จและความล้มเหลวของผลิตภัณฑ์ OTOP ประเภทผ้าและเครื่องแต่งกายของอำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด**. การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาโท. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 90 น.
- นิรันดร์ จงวุฒิเวศย์. 2550. **แนวคิดทางการพัฒนาชุมชน**. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย. 200 น.
- พิมลรัตน์ ผาคำ. 2549. **ปัจจัยของทุนทางสังคมที่สนับสนุนความสำเร็จของกลุ่มผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ผ้า และเครื่องแต่งกายในโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP): กรณีศึกษาจังหวัดขอนแก่น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยนเรศวร. 104 น.

เสถียร เขยประทับ. 2528. **การสื่อสารและการพัฒนา.**

กรุงเทพฯ: คณะนิเทศศาสตร์ จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย. 158 น.

สนธยา พลศรี. 2547. **ทฤษฎีและหลักการพัฒนา**

ชุมชน. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

247 น.

อันนา อ่อนมาก. 2553. **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ**

ความสำเร็จของวิสาหกิจชุมชน: ธุรกิจ

ผลิตภัณฑ์เปลือกก ลำบดแพง อำเภอโกสุมพิสัย

จังหวัดมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 195 น.

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร (ISSN 0125-8850) เป็นวารสารราย 4 เดือน กำหนดออกปีละ 3 ฉบับ โดยเริ่มฉบับที่ 1 ในเดือนมกราคม ฉบับที่ 2 ในเดือนพฤษภาคม และฉบับที่ 3 ในเดือนกันยายน มีจุดประสงค์หลักเพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการเกษตรทั่วประเทศ โดยมีการเผยแพร่ออนไลน์ (Journal Online) ในรูปวารสารอิเล็กทรอนิกส์ และมีการเผยแพร่ในรูปแบบเล่มสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการเกษตร เรื่องที่จะตีพิมพ์ในวารสาร นอกจากบทความวิจัยแล้ว บทความทางวิชาการอื่นๆ ที่เป็นการแสดงความคิดใหม่ หรือสมมุติฐานใหม่ที่มีหลักฐานอ้างอิง หรือเป็นการแสดงความคิดเห็นอย่างกว้างขวางหรือลึกซึ้งในสาขาวิชาการใดสาขาวิชาการหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร หรือเป็นการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ก็มีสิทธิ์ได้รับการตรวจสอบทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องกับบทความนั้นๆ อย่างน้อย 2 ท่าน พิจารณาให้ลงตีพิมพ์ได้เช่นเดียวกัน

การเตรียมต้นฉบับ

1. **ต้นฉบับ** ตีพิมพ์บทความเป็นภาษาไทย การพิมพ์ใช้ตัวอักษร TH Sarabun New ขนาดตัวอักษร 16 ตัวหนา ในส่วนของหัวข้อเรื่อง และขนาดตัวอักษร 15 ตัวปกติ ในส่วนของเนื้อหา พิมพ์หน้าเดียวในกระดาษขนาด A4 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 ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ดังนี้ “.....โรคใบไหม้พบทั่วไปในประเทศบังคลาเทศ 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 ทวีช (2544) ยังพบว่า ทำความเสียหายได้กับข้าวไร่และข้าวป่าต่างๆ.....”
- (2) **อุปกรณ์และวิธีการ/วิธีดำเนินการวิจัย** อธิบายเครื่องมือ พร้อมระเบียบวิธีการวิจัย วิธีการเก็บข้อมูล ระยะเวลาและปีที่ทำการวิจัย รวมทั้งวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ให้บรรยายโดยสรุปและไม่จำเป็นต้องระบุวิธีการที่เป็นที่รู้จักทั่วไป
- (3) **ผลการวิจัย** ไม่จำเป็นต้องแสดงวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ แต่ให้เสนอในรูปของตาราง และรูปภาพโดยสรุปหลังจากวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว ทั้งนี้ **คำอธิบายและรายละเอียดต่างๆ ของตารางและรูปภาพ ต้องเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น** โดยมีความชัดเจน กะทัดรัด และมีหมายเลขกำกับด้านล่างของรูปภาพ และเมื่ออ้างถึงในเนื้อหาให้ใช้เป็นคำว่า Table และ Figure
- (4) **การวิจารณ์ผล การสรุปผล และข้อเสนอแนะ** ควรวิจารณ์ผลการวิจัยพร้อมทั้งสรุปประเด็น และสาระสำคัญของงานวิจัย หรือให้ข้อเสนอแนะบนพื้นฐานของผลการวิจัย

หมายเหตุ: หน่วยวัดตามระบบต่างๆ ให้ใช้ด้วยตามมาตรฐานในการเขียนที่กำหนดไว้ เช่น เซนติเมตร = ซม. ตารางเมตร = ตร.ม. มิลลิกรัมต่อกรัม = มก./กก. แต่ถ้าเป็นหน่วยวัดที่มีเพียงคำเดียวให้ใช้คำเต็มตามปกติ เช่น เมตร กรัม ลิตร

7. **กิตติกรรมประกาศ** เพื่อแสดงความขอบคุณแก่ผู้ให้ทุนวิจัย หรือผู้ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิจัย
8. **เอกสารอ้างอิง** รายชื่อเอกสารที่ใช้เป็นหลักในการค้นคว้าวิจัยและมีการอ้างอิงในเนื้อหา โดยจัดเรียงลำดับตามตัวอักษร นำโดยกลุ่มเอกสารภาษาไทยแล้วตามด้วยกลุ่มเอกสารภาษาอังกฤษ ตามคำแนะนำวิธีการเขียน ดังนี้

การเขียนเอกสารอ้างอิง

1. บทความจากวารสารวิชาการมาตรฐาน

1.1 ผู้เขียนคนเดียวหรือหลายคน

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

หทัยพัฒน์ ค่อยประเสริฐ และ ปันตดา นิรนาทล้ำพงศ์. 2547. แนวทางการตรวจประเมินสำหรับการใช้ลวดอาร์กในการพันเคลือบ
เหล็กกล้าไร้สนิมด้วยวิธีอาร์กไฟฟ้า. ว.สงขลานครินทร์ 27(1): 91-100.

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.

สุรินทร์ ปิยะโชติณากุล. 2543. พันธุวิศวกรรมเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 256 น.

Aksornkoae, 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./ใน/หน้าที่รับผิดชอบ./ ปีที่พิมพ์./ชื่อเรื่อง./ครั้งที่พิมพ์ (ถ้ามี)./สถานที่พิมพ์:/สำนักพิมพ์./จำนวนหน้า.

กอชัย โตศิริโชค. (บรรณาธิการ). 2537. การรักษาด้วยสมุนไพร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: มายิกสำนักพิมพ์. 172 น.

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.

ประเจิญ สร้อยทองคำ. 2530. การสกัดแยกสารแทนนินจากเปลือกไม้โกงกางเพื่อใช้ในการฟอกหนังชนิดฟอกทับ.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 113 น.

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.

กมลรัฐ อินทรทัศน์ กษิตธร ภูภราดัย และวันดี กริชอนันต์. 2548. Telecenter: ยุทธศาสตร์แห่งการกระจายโอกาสการเข้าถึงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการพัฒนาชนบท. น. 423-432. ใน **รายงานการประชุมทางวิชาการภาคโปสเตอร์ ครั้งที่ 6 19-20 พฤษภาคม 2548**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

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.

พรพันธ์ ภูพ้อมพันธ์ ขนิษฐา ดวงสงค์ และรัฐพล ศรีบัวเผื่อน. 2544. การตรวจหาสายพิมพ์ดีเอ็นเอของกล้วยไม้ไทยสกุลแวนด้าฟ้ามุ่ย. 62 น. ใน **รายงานผลการวิจัย**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

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

3.4 บทความจากนิตยสาร

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

นำชัย ทุนผล. 2543. การพัฒนาธุรกิจการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในชุมชนป่าบ้านโป่ง อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่. **นิตยสารการท่องเที่ยว 21(1): 44-54**.

3.5 บทความจากหนังสือพิมพ์

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

สมศักดิ์ มานะไพศาล. 2549. เกษตรกรไทยในอนาคต. **ไทยรัฐ**. (10 มกราคม 2549): 7.

4. แหล่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

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

ฐานิตย์ เมธิยานนท์ นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ และสมชาติ โสภณธนฤทธิ์. 2547. เตาเผาไหม้วอร์เทค-ฟลูอิดซ์เบดแบบสองห้องเผาไหม้สำหรับเชื้อเพลิงแกลบ. **ว.สงขลานครินทร์ 26(6): 875-893**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www2.psu.ac.th/PresidentOffice/EduService/Journal/Firstpage.htm> (22 กันยายน 2548).

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 2 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. 12 pt TH Sarabun New 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. Kabir 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. Emulsions. 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 includes 3 copies in which one of them must conform to the format of the Journal of Agricultural Research and Extension. The other must be submitted without the author's name and office with CD and cover letter to the editor. All should be directed to the editor at the address given.

การส่งต้นฉบับ การตรวจสอบเบื้องต้น และการแก้ไข

- 1) ส่งต้นฉบับ 3 ชุด โดย 1 ชุด ให้มีรายละเอียดครบตรงตามคำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ และอีก 2 ชุด ไม่ต้องพิมพ์ชื่อเจ้าของบทความและสถานที่ทำงาน พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล (CD) และหนังสือนำส่งถึงบรรณาธิการ โดยนำส่งด้วยตนเอง/ทางไปรษณีย์/E-mail มายังบรรณาธิการวารสารวิจัยฯ ตามที่อยู่ที่ได้ระบุไว้
- 2) กองบรรณาธิการจะพิจารณาบทความในเบื้องต้น ในกรณีที่ต้องแก้ไขจะแจ้งให้เจ้าของบทความทำการแก้ไข ก่อนนำส่งต่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาในลำดับต่อไป สำหรับบทความที่ไม่ได้รับการพิจารณาให้ดำเนินการต่อจะส่งต้นฉบับ และแผ่นบันทึกข้อมูลคืนให้เจ้าของบทความ
- 3) บทความที่ได้รับการพิจารณาจากกองบรรณาธิการให้ดำเนินการต่อ จะได้รับการตรวจสอบทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิ อย่างน้อยบทความละ 2 ท่าน ที่เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องกับบทความนั้นๆ และบทความที่ได้รับการพิจารณาให้ตีพิมพ์ กองบรรณาธิการจะส่งข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ พร้อมทั้งต้นฉบับและแผ่นบันทึกข้อมูลคืนให้เจ้าของบทความปรับปรุงแก้ไข
- 4) เมื่อบทความได้รับการตีพิมพ์เรียบร้อยแล้ว กองบรรณาธิการจะจัดส่งวารสารฯ ให้เจ้าของบทความ จำนวน 1 เล่ม
- 5) บทความที่ได้รับการตีพิมพ์จะมีการเผยแพร่ออนไลน์ (Journal Online) ในรูปแบบวารสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ <http://www.jare.mju.ac.th>



JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH AND EXTENSION

Honorable Consultants: Asst. Prof. Dr. Chamnian Yosraj
Asst. Prof. Pawin Monochai

Directing Editors: Assoc. Prof. Dr. Yongyut Khamsee Assoc. Prof. Dr. Jamnian Bunmark
Asst. Prof. Dr. Jiraporn Inthasan Asst. Prof. Dr. Sureewan Mekkamol

Editor-in Chief: Assoc. Prof. Dr. Kriangsak Sri-Ngernyuang

Editorial Board:

Prof. Chalernpol Sampet	Chiang Mai University
Prof. Emeritus Dr. Anurak Panyanuwat	Chiang Mai University
Prof. Dr. Tanongkiat Kiatsiriroat	Chiang Mai University
Prof. Dr. Sanchai Jaturasitha	Chiang Mai University
Prof. Dr. Prisarn Sithigorngul	Srinakharinrawit University
Prof. Dr. Pranom Chantaranothai	Khon Kaen University
Prof. Dr. Uthairat Na-Nakorn	Kasetsart University
Prof. Dr. Siriwat Wongsiri	Maejo University
Assoc. Prof. Dr. Wallratat Intarucconnorn	Chiang Mai University
Assoc. Prof. Dr. Wandee Wattanachaiyingcharoen	Naresuan University
Assoc. Prof. Dr. Ubolluk Rattanasak	Burapha University
Assoc. Prof. Dr. Pramot Seetakoses	Maejo University
Assoc. Prof. Dr. Prasert Janyasupab	Maejo University
Assoc. Prof. Dr. Nopmanee Topoonyanont	Maejo University
Assoc. Prof. Aomtip Mekruksawannich-Kampe	Maejo University
Assoc. Prof. Prawit Puddhanon	Rajamangala University of Technology Tawan-ok
Asst. Prof. Teerapong Sawangpanyangkura	Maejo University

Operation committee:

Ms. Varee Rahong	Mrs. Thanyarat Thawatmongkonsuk
Ms. Rungsima Ampawan	Mrs. Thipsuda Pookmanee
Mr. Somyot Meesuk	Ms. Ampar Sansai
Mrs. Chiranan Senanan	Ms. Dissawan Sutadsunti

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 2 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
Innovation and Technology Transfer Section, Office of Agricultural Research and Extension
Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand

Tel: +66-53-87-3411 Fax: +66-53-87-3418
E-mail: res_journal@mju.ac.th
Web site: www.rae.mju.ac.th



JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH AND EXTENSION

Office of Agricultural Research & Extension

Maejo University

Vol. 35 No. 1 January – April 2018

ISSN 0125-8850

- Effects of Rice Husk Charcoal under Chemical and Organic-chemical Paddy Filed on CH₄ Emission, Growth and Yield of KDML 105 Rice**
Saowakon Hemwong.....1-11
- Effect of Magnesium on Manganese Uptake and Growth of Rubber Trees**
Husun Bueraheng, Jumpen Onthong and Khwunta Khawmee.....12-22
- Effect of Sodium Dodecyl Sulfate on Phytoremediation of Phenanthrene and Pyrene by Siam Weed from Cadmium Co-contaminated Soils**
Khanitta Somtrakoon and Waraporn Chouychai.....23-33
- Reproductive Biology and Sex Hormone Levels of Gravid and Non Gravid Female Swamp Eel (*Monopterus albus*) Broodstock during Spawning Season**
Khajornkiat Srinuansom, Thatsanee Anukoolprasert, Sataphon Nonkhukhetkhong, Thanasorn Rukdontri and Rakpong Petkam.....34-44
- Isolation and Identification of Microorganisms for Natural *Strobilanthes* sp. Dye Production**
Phichayaphorn Pinyapath, Tawatchai Chaithawatwithi and Eak-artit Ritdachyeng.....45-54
- Knowledge and Practices of Correctly Using Chemicals of Japanese Pumpkin Growers, Mon Ngoe Royal Development Project, Mae Taeng District, Chiang Mai**
Naruebet Rattanawan and Wallratat Intaruccomporn.....55-65
- Adoption on Hand Reeled Thai Silk Yarn Technology of Farmers in Udon Thani Province**
Khattiya Suwannakom and Prapatsorn Kiatsuranont.....66-72
- Factors Affecting on Success of One Tambon One Product (OTOP) in Chiang Mai**
Phahol Sakkatat and Phutthisun Kruekum.....73-82

AGRI. RES. EXTENSION