



วารสาร

เกษตรพร:วรุณ

PRAWARUN AGRICULTURAL JOURNAL

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY, RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

ปีที่ ๑๔ ฉบับที่ ๑

มิถุนายน ๒๕๖๐

Vol. 14 No. 1

June 2017



ISSN 1685-8379

การเลี้ยงชันโรงในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

จิตเกษม หล้าสะอาด, พรพรม พรหมเมศร์ และวสันต์ สุทธโส*

สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

อ. เมือง จ. สุราษฎร์ธานี 84100

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเลี้ยงชันโรงในพื้นที่ป่าชายเลน ป่าพรุน้ำกร่อย สวนผสมในจังหวัดสุราษฎร์ธานี และสำรวจชนิดชันโรงในธรรมชาติและชนิดพืชดอกในพื้นที่ทั้ง 3 แห่ง โดยเลี้ยงชันโรง *Tetragonula fascobalteata* ในพื้นที่ป่าชายเลน ป่าพรุน้ำกร่อย สวนผสม บันทึกข้อมูลโดยการชั่งน้ำหนักรังก่อนเลี้ยง หลังเลี้ยง และระหว่างเลี้ยงเป็นเวลา 12 เดือน (กุมภาพันธ์ 2558- มกราคม 2559) ชั่งน้ำหนักระหว่างเลี้ยงทุก 2 สัปดาห์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักรังเลี้ยงที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละเดือน และเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละกลุ่มการทดลองด้วย Duncan Multiple Range Test (DMRT) สำรวจชนิดชันโรงในธรรมชาติและชนิดพืชดอกบริเวณรอบโรงเรือนเลี้ยงชันโรงมีประมาณ 200-300 เมตร เมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง *T. fascobalteata* ในบริเวณป่าชายเลน ป่าพรุน้ำกร่อย สวนผสม พบว่ารังเลี้ยงมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 373.33, 343.33, 235.00 กรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบชันโรงในธรรมชาติ 4 สกุล 6 ชนิด คือ *Genotrigona thoracica* (Smith), *Tetragonilla collina* (Smith), *Tetragonula fascobalteata* (Cameron), *Tetragonula dresheri* (Schwarz), *T. pegdeni* (Schwarz), *Tetrigona apicalis* (Smith) และพืชดอกใน ป่าชายเลนพบ 31 วงศ์ 50 ชนิด ป่าพรุน้ำกร่อยพบ 18 วงศ์ 26 ชนิด สวนผสมพบ 33 วงศ์ 59 ชนิด

คำสำคัญ : การเลี้ยงชันโรง ป่าชายเลน ป่าพรุน้ำกร่อย และสวนผสม

* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: srujitk@gmail.com

Culturing Stingless Bee in SuratThani province

Jitkasame Lumsa-ed, Pornprom Prommae and Vason Suthaso^{*}

*Program in Plant Science, Faculty of Science and Technology,
Suratthani Rajabhat University, Thailand*

Abstract

The objectives of this research are to study the result of stingless bee culture within a mangrove forest, a salt-marsh and a mixed-culture plantation of Surat Thani province and to find out on natural species diversities of the stingless bee and flower plants within the 3 environments. For the duration of 12 months (February 2015-January 2016) data of the hives' weight before and after culturing with reweighing each hives every two weeks during the experiment. The data were then analyzed for monthly change in hive weight and the difference among the three environments was compared and tested with Duncan Multiple Range Test. In each environment, a circular area with 200 - 300 meter radius around a stingless bee nursery house was designated as the study areas in which survey of natural species of stingless bee and flower plants were surveyed. After culturing period of twelve months, all cultured hives of *T. fascobalteata* had their weight gain of 373.33, 343.33 and 235.00 gm for mangrove forest, salt-marsh and mixed-culture plantation respectively with no statistically significant difference of the hive weight among the three environments at 0.5 confident level. Four families and six species of the stingless bee were found which were *Genotrigona thoracica*, *Tetragonilla collina*, *Tetragonula fascobalteata*, *Tetragonula dresheri*, *T. pegdeni* and *Tetrigona apicalis*. The number of flowering plants found were 31 genus and 50 species in the mangrove forest, 18 genus and 26 species in the salt marsh and 33 genus and 59 species in the mixed-culture plantation, respectively.

Keywords: Culturing Stingless Bee, Mangrove Forest, Salt-Marsh and Mixed-Culture Plantation

^{*} Corresponding author E-mail: srujitk@gmail.com

ชันโรงเป็นแมลงสังคมที่แท้จริงจัดอยู่ในอันดับ Hymenoptera วงศ์ Apidae และวงศ์ย่อย Meliponinae ลักษณะที่ต่างจากผึ้ง (Bee) คือ ส่วนใหญ่มีลำตัวเล็กกว่า ไม่มีเหล็กในแต่มีกรามที่แข็งแรงใช้กัดศัตรูเพื่อป้องกันรัง แพร่กระจายอยู่ในเขตร้อนพบทั่วโลกมีประมาณ 50 สกุล 400 ชนิด (Rasmussen and Cameron, 2010) ปัจจุบันในประเทศไทยพบ 32 ชนิด ภาคเหนือเฉพาะที่จังหวัดเชียงใหม่พบ 8 ชนิดภาคกลางที่ลพบุรีพบ 7 ชนิด ภาคใต้พบ 18 ชนิด (ธนพร, 2543; วันดี และคณะ, 2547; สมนึก และอรุณรัตน์, 2553) สังคมภายในรังประกอบด้วยวรรณะนางพญา วรรณะเพศผู้ และวรรณะงานเช่นเดียวกับผึ้ง ชันโรงทุกชนิดสร้างรังในบริเวณที่มีลักษณะเป็นโพรงพบตามโพรงไม้หรือโพรงของสิ่งก่อสร้าง ชันโรงวรรณะงานจะเก็บเกสรดอกไม้ เก็บน้ำหวานจากพืชเป็นอาหาร และเก็บยางไม้เพื่อสร้างส่วนประกอบต่างๆ ภายในรังซึ่งเป็นพฤติกรรมพิเศษต่างจากผึ้ง โดยเก็บยางไม้จากส่วนต่างๆ ของพืชเนื่องจากรังถูกสร้างขึ้นจากส่วนผสมของไขที่สังเคราะห์จากต่อมไขในร่างกายของชันโรงและยางไม้ เรียกส่วนผสมนี้ว่า ซีรูเมน (Cerumen) ชันโรงจะเก็บยางไม้ปริมาณมากเพื่อใช้ในการสร้างและซ่อมแซมรัง ซีรูเมนจะถูกนำมาสร้างส่วนที่อ่อนของรัง คือถ้วยเก็บเกสร (Pollen pot) และ ส่วนที่เป็นเซลล์ตัวอ่อน (Brood cells) เพื่อให้นางพญาวางไข นอกจากนั้นผนังรังที่อยู่ภายในโพรงจะถูกบุด้วยวัสดุที่เรียกว่า บาทุเมน (Batumen) เป็นส่วนผสมของไข ยางไม้ และวัสดุจากพืช มีลักษณะแข็งกว่า ซีรูเมน ดังนั้นชันโรงจึงจำเป็นต้องเก็บยางไม้เข้ารัง ยางไม้จะถูกเปลี่ยนแปลงด้วยเอนไซม์พิเศษภายในร่างกายและคายออกมาเป็นหยดวางไว้ในรัง เนื่องจากน้ำผึ้งชันโรงจะถูกเก็บไว้ในถ้วยเก็บน้ำผึ้งที่ทำจากซีรูเมนจึงทำให้น้ำผึ้งชันโรงมีกลิ่นหอมของยางไม้ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของน้ำผึ้งชันโรงทุกชนิด

การใช้ประโยชน์จากชันโรงจัดเป็นแมลงเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง สมนึก (2557) กล่าวถึงคุณสมบัติพิเศษของชันโรงในการผสมเกสรพืชปลูกและพืชป่าไว้ 1) เป็นแมลงผสมเกสรประจำถิ่นหากินไม่ไกลจากรัง สามารถควบคุมชันโรงให้ลงตอมดอกของพืชเป้าหมายได้ 2) ชันโรงลงตอมดอกไม้เกือบ

ทุกชนิดและลงตอมดอกไม้หลังจากแมลงชนิดอื่นลงตอมแล้ว ได้จึงใช้ชันโรงช่วยผสมเกสรพืชได้หลายชนิด 3) เป็นแมลงผสมเกสรประจำถิ่นจึงใช้ผสมเกสรพืชพื้นเมืองหรือพืชที่มีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียได้ เช่น ทูเรียน 4) มีอายุยืนกว่าผึ้งรวงมากมีโอกาสผสมเกสรได้นานนอกจากนั้นชันโรงบ้านมีรัศมีการบินหาอาหารประมาณ 300 เมตรจากรัง ต่างจากผึ้งพันธุ์ (*Apis mellifera*) และผึ้งโพรง (*Apis cerana*) จะบินไกลเป็นกิโลเมตร ดังนั้นการเตรียมพื้นที่เลี้ยงชันโรงมีขนาดเล็กกว่าเลี้ยงผึ้งสามารถจัดเตรียมได้ ปัจจุบันมีการส่งเสริมเลี้ยงชันโรงเป็นการส่งเสริมในพื้นที่การเกษตรเพื่อเปิดโอกาสให้ชันโรงทำหน้าที่ผสมเกสรพืชเศรษฐกิจ หวังผลเพื่อลดการใช้สารเคมีที่ใช้บังคับให้ไม้ผลติดดอกและออกผลเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้น ลดต้นทุนการผลิตที่เป็นเรื่องสำคัญสำหรับเกษตรกรเองช่วยให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มจากผลิตภัณฑ์ของชันโรง ช่วยให้สภาพแวดล้อมดีขึ้นและสร้างสมดุลธรรมชาติ มีการศึกษาประสิทธิภาพของชันโรงให้ช่วยผสมเกสรไม้ผลหลายชนิดเช่น แก้วมังกร ทูเรียน เงาะโรงเรียน หรือแม้กระทั่งดอกสักซึ่งมีผลดีใกล้เคียงกับการใช้ผึ้งพันธุ์ช่วยผสมเกสร (อัญชลี, 2556; Boongrid, 1992) และมีงานทดลองเพาะขยายพันธุ์ชันโรงบางชนิดเพื่อเลี้ยงในรังเลี้ยง ผลพบว่าชันโรงบ้าน *Tetragonula fascibalteata*, *T. pegdeni*, *T. laeviceps* สามารถย้ายจากรังในธรรมชาติลงรังเลี้ยงและนำไปไว้ในพื้นที่เกษตรเพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตการเกษตรได้แต่เนื่องจากการศึกษาเรื่องของชันโรงในประเทศไทยยังคงมุ่งอยู่กับการส่งเสริมให้เกิดขึ้นเฉพาะพื้นที่เกษตรเท่านั้น จากการศึกษาของสมนึก และอรุณรัตน์ (2553) พบว่าในพื้นที่ที่เป็นป่าทั้งที่เป็นสวนผสมที่ปลูกพืชคณะชนิดไม่มีการจัดการแบบเกษตรแผนใหม่ บริเวณป่าชายเลน บริเวณป่าพรุในภาคใต้มีชันโรงบ้านหลายชนิดอาศัยอยู่และขยายรังในธรรมชาติได้เป็นปกติ จากข้อมูลดังกล่าวเป็นแนวทางที่จะศึกษาการเลี้ยงชันโรงบ้านในพื้นที่ป่า และพื้นที่ปลูกพืชที่นอกเหนือจากพื้นที่การเกษตรแผนใหม่

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเลี้ยงชันโรงในพื้นที่ 3 แห่งในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่มีสภาพแวดล้อมต่างกันคือ ป่าชายเลน ป่าพรุน้ำกร่อย และพื้นที่สวนผสม จะเป็นประโยชน์ในเรื่องต่างๆ คือ ได้ข้อมูลการเลี้ยงชันโรงบ้านในพื้นที่ป่าชายเลน ป่าพรุน้ำกร่อยและพื้นที่สวน ได้แนวทางอนุรักษ์พันธุ์

ชั้นโรงงาน สร้างสมดุลธรรมชาติโดยชั้นโรงทำหน้าที่ผสม เกสรดอกไม้ป่าและเป็นแนวทางการส่งเสริมให้คนในท้องถิ่น มีอาชีพเสริมเพิ่มรายได้โดยยึดหลักการเศรษฐกิจพอเพียง วัตถุประสงค์การวิจัยครั้งนี้เพื่อ 1) ศึกษาผลการเลี้ยงชันโรง ในพื้นที่ป่าชายเลน ป่าพรุน้ำกร่อยและสวนผสมในจังหวัด สุราษฎร์ธานี 2) สำรวจชนิดชันโรงในธรรมชาติและชนิดพืช ดอกบริเวณโดยรอบโรงเรือนเลี้ยงชันโรง ในพื้นที่ทั้ง 3 แห่ง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เลี้ยงชันโรงชนิด *Tetragonula fuscobalteata* ในพื้นที่ศึกษา 3 แห่ง เป็นชันโรงที่แยกรังใหม่จากสวน ผลไม้ในจังหวัดราชบุรีและสมุทรสงคราม กำหนดตำแหน่ง เลี้ยงชันโรงในพื้นที่ป่าชายเลน ป่าพรุน้ำกร่อยและสวนผสม แห่งละ 1 ตำแหน่ง ห่างจากชุมชนประมาณ 300 เมตร วางรัง เลี้ยงชันโรงในโรงเรือนหลังคามุงจากขนาด 2x4x3 เมตร มีชั้น วาง 2 ชั้นเป็นโรงเรือนเปิดโล่ง รังเลี้ยงชันโรงเป็นรัง สี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 31x29x31 เซนติเมตร จัดวางเรียงบนชั้น ทั้ง 2 ชั้นในโรงเรือนห่างกันประมาณ 40 เซนติเมตร จำนวน แห่งละ 50 รังเลี้ยง บันทึกข้อมูลโดยการชั่งน้ำหนักรังก่อน เลี้ยง หลังเลี้ยง และระหว่างเลี้ยงเป็นเวลา 12 เดือน (กุมภาพันธ์ 2558- มกราคม 2559) โดยชั่งน้ำหนักระหว่าง เลี้ยงทุก 2 สัปดาห์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก รังเลี้ยงที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละเดือน และเปรียบเทียบความ แตกต่างของแต่ละกลุ่มการทดลอง (กลุ่มที่เลี้ยงในป่าชาย เลน ป่าพรุน้ำกร่อย สวนผสม) ด้วย Duncan Multiple Range Test (DMRT) และบันทึกข้อมูลต่างๆ ดังนี้ 1) บันทึก ปริมาณน้ำฝนแต่ละเดือน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละ ครั้งทีเก็บข้อมูลตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 2) บันทึกเวลา ความเข้มของแสงในการออกและเข้ารังของชันโรงในแต่ละวัน ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงโดยเก็บข้อมูลสัปดาห์ละ 2 วัน และ 3) สังเกตศัตรูในธรรมชาติที่เข้ารบกวนรังเลี้ยงชันโรง

2. สำรวจ รวบรวมตัวอย่างและตรวจสอบชื้อชนิด ของชันโรงในธรรมชาติ และชนิดของพืชดอกบริเวณโดยรอบ โรงเรือนเลี้ยงชันโรงเป็นวงกลมรัศมีประมาณ 200- 300 เมตร ทั้ง 3 แห่งคือ บริเวณป่าชายเลน ป่าพรุน้ำกร่อยในอำเภอท่า ฉาง และในสวนผสมอำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ตรวจสอบชนิดของชันโรงภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย ต่ำโดยใช้กุญแจการจำแนกชนิดชันโรงวรรณงานของ Sakagami *et al.* (1990); Rasmussen and Cameron (2010); สมนึก (2558) และขอคำยืนยันชื่อวิทยาศาสตร์จาก

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2560

ผู้เชี่ยวชาญ นำตัวอย่างพืชดอก (Herbarium) ไปเทียบกับ ตัวอย่างในพิพิธภัณฑ์พืชและขอคำยืนยันชื่อวิทยาศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญกรมป่าไม้

ผลการวิจัย

1. ผลการเลี้ยงชันโรงในพื้นที่ศึกษา

1.1 เลี้ยงชันโรง *T. fuscobalteata* ในพื้นที่ป่าชาย เลน ป่าพรุน้ำกร่อย และสวนผสมวิเคราะห์ผลเป็นค่าเฉลี่ย ของน้ำหนักรังเลี้ยงที่เพิ่มขึ้น หรือลดลงในแต่ละเดือน แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละกลุ่มการ ทดลองในตารางที่ 1 และกราฟเส้นในภาพที่ 1

จากการเลี้ยงชันโรง ในพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อม แตกต่างกัน โดยคือน้ำหนักเริ่มเลี้ยงเท่ากันเป็นศูนย์กรัม เมื่อ เลี้ยงไปจนถึงเดือนที่ 12 พบว่ารังเลี้ยงมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ทั้งในพื้นที่ป่าชายเลน ป่าพรุน้ำกร่อย สวนผสม มีค่าเท่ากับ 373.33, 343.33, 235.00 กรัม ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบ ความแตกต่างพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 แต่ระหว่างการเลี้ยงตั้งแต่เดือนที่ 2-11 (มีนาคม- ธันวาคม) ผลการเปรียบเทียบพบว่ามีความ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกเดือน ซึ่งมีสาเหตุต่างๆ ดังนี้

1) การรุกรานของชันโรงในธรรมชาติ ในเดือนที่ 2 (มีนาคม) ของการเลี้ยงพบว่าน้ำหนักรังเลี้ยงในสวนผสมมี น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเพียง 1.67 กรัม ต่างจากน้ำหนักรังที่ เลี้ยงในป่าชายเลนและในป่าพรุน้ำกร่อย 36.67, 135.00 กรัม ตามลำดับ เนื่องจากชันโรงที่นำมาเลี้ยงในสวนผสมตาย อยู่หน้ารังเป็นจำนวนมากมีสาเหตุจากชันโรงในธรรมชาติเข้า มารุกรานทำลายตลอดทั้งเดือน ส่วนในป่าชายเลนและป่าพรุ น้ำกร่อยไม่พบการรุกรานของชันโรงในธรรมชาติ แต่มีการ รุกรานของชันโรงเลี้ยงที่นำมาด้วยกันเพียงเล็กน้อย ในระยะแรกๆ ในเดือนต่อมาน้ำหนักรังในแต่ละแห่งจะ เพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึงเดือนที่ 5 (มิถุนายน)

2) ความหลากหลายชนิดพืชอาหารของชันโรง ตั้งแต่ เดือนที่ 3 (เมษายน) รังเลี้ยงชันโรงทั้ง 3 แห่งมีน้ำหนักเฉลี่ย เพิ่มขึ้นเมื่อวิเคราะห์พบว่ารังเลี้ยงในป่าพรุน้ำกร่อยและสวน ผสมมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับเดือนมีนาคมรังเลี้ยงในสวน ผสมมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากกว่า 1.67 กรัม เพิ่ม

เป็น 213.33 กรัมและพบว่าในเดือนที่ 11- 12 (ธันวาคม 2558- มกราคม 2559) มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักรังเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจาก 78.33 กรัมเป็น 235.00 กรัม ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณโดยรอบโรงเรือนในสวนผสมมีความหลากหลายชนิดของพันธุ์พืชดอก 33 วงศ์ 59 ชนิด จะเป็นอาหารที่ชั้นโรงนำกลับเข้ารัง เช่นเดียวกับในป่าชายเลนมี 31 วงศ์ 50 ชนิด ป่าพรุน้ำกร่อยมี 18 วงศ์ 26 ชนิด

3) ปริมาณน้ำฝน เดือนที่ 6- 11 (กรกฎาคม-ธันวาคม) มีฝนตกตั้งแต่เดือนกรกฎาคมทั้ง 3 แห่งและระหว่างเดือน กรกฎาคม- สิงหาคม มีปริมาณน้ำฝนตลอดเดือนสูงกว่า 100 มิลลิเมตร (ปริมาณฝนตั้งแต่ 90.1

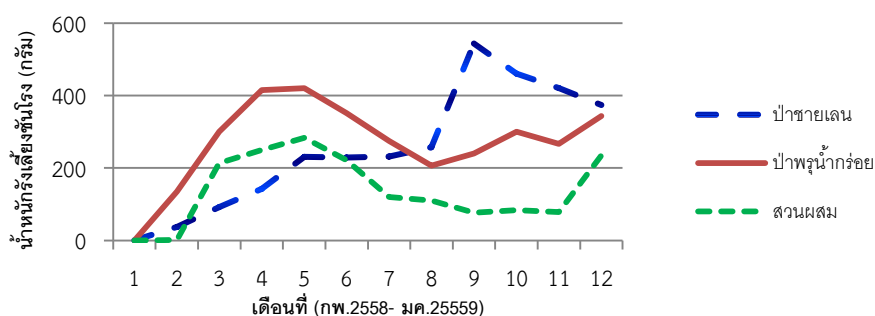
มิลลิเมตรขึ้นไปจัดว่าฝนหนักมาก) พบว่ารังเลี้ยงมีน้ำหนักเฉลี่ยลดลงทั้ง 3 แห่งแต่เดือนกันยายนถึง พฤศจิกายน ในอำเภอวิภาวดี (สวนผสม) (ภาพที่ 2) มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า ในอำเภอท่าฉาง (ป่าชายเลน และป่าพรุน้ำกร่อย) พบว่ารังเลี้ยงในสวนผสมมีน้ำหนักเฉลี่ยลดลงเรื่อยๆ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม จนถึงเดือนธันวาคม (221.67, 120.00, 110.00, 76.67, 83.33, 78.33 กรัมตามลำดับ) และในเดือนสุดท้าย (มกราคม 2559) เป็นเดือนที่ไม่มีฝนตก รังเลี้ยงมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทั้ง 3 แห่งเมื่อเปรียบเทียบกับพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักรังเลี้ยงชันโรง *Tetragonula fuscobalteata* ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2558 – มกราคม 2559

พื้นที่ศึกษา	น้ำหนักเฉลี่ยของรังเลี้ยงชันโรงที่เปลี่ยนไป (กรัม)											
	ปี 2558											2559
	กพ.	มีค.	เมย.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.	มค.
ป่าชายเลน	0	36.67 ^b	91.67 ^b	141.67 ^c	230 ^b	228.33 ^b	231.67 ^a	256.67 ^a	543.33 ^a	460.0 ^a	420.0 ^a	373.33
ป่าพรุน้ำกร่อย	0	135.0 ^a	300.0 ^a	415.0 ^a	420 ^a	351.67 ^a	275.0 ^a	206.67 ^a	240.0 ^b	300.0 ^b	266.67 ^b	343.33
สวนผสม	0	1.67 ^b	213.33 ^a	250.0 ^b	283 ^b	221.67 ^b	120.0 ^b	110.0 ^b	76.67 ^c	83.33 ^c	78.33 ^c	235.00
	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ns

หมายเหตุ : * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 1 การเพิ่มน้ำหนักของรังเลี้ยงชันโรงในพื้นที่ ป่าชายเลน ป่าพรุน้ำกร่อยและสวนผสมตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2558 – มกราคม 2559

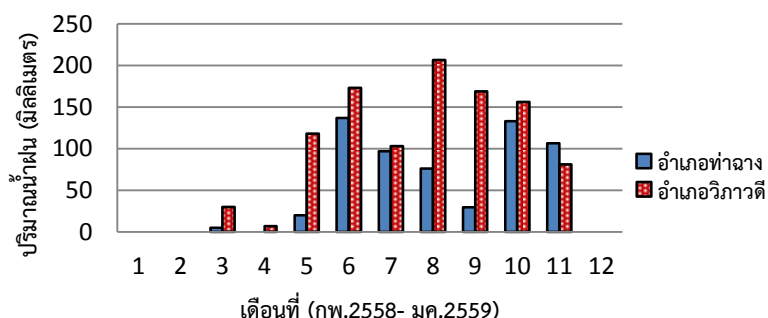
1.2 การพัฒนาภายในรังเลี้ยงชันโรง
รังเลี้ยงชันโรงที่แยกใหม่พบว่าชันโรงจะไม่ฉาบผนังรังโดยรอบด้วยบาทุเมนเหมือนในรังธรรมชาติ แต่จะมี

การซ่อมแซมบริเวณที่เป็นรอยเชื่อมต่อที่เป็นจุดอ่อนของรังและอุดช่องให้เหลือทางเข้าเพียงแห่งเดียวเป็นทางเข้าออกและสร้างส่วนประกอบภายในรังดังนี้

1) *T. fascobalteata* จะสร้างเซลล์ตัวอ่อนเรียงตัวแบบกลุ่ม (Cluster development) โดยสร้างเรียงจากพื้นรังสูงขึ้นไปมากกว่าขยายในแนวนอนตามพื้นรังซึ่งแต่ละเซลล์ตัวอ่อนที่เรียงตัวขึ้นมาจะถูกเชื่อมด้วยเสาเข็ม (Pillar) ที่สร้างจากซีรูเมนแต่ละเซลล์ตัวอ่อนจะตั้งฉากกับพื้นโลกหรือปากเซลล์ขนานกับพื้นโลก เซลล์ตัวอ่อนมีรูปร่างเป็นรูปไข่ ขนาดใกล้เคียงกัน (กว้าง×ยาว) 2 × 4.5-5 มิลลิเมตร ยกเว้นเซลล์ตัวอ่อนนางพญาจะมีขนาดใหญ่กว่าประมาณ 2 เท่า เนื่องจากเป็นรังเลี้ยงที่ย้ายนางพญาและชันโรงงานลงใหม่พบว่าในปีแรกของการเลี้ยง *T. fascobalteata* มีการสร้างประชากรมากกว่าส่วนประกอบอื่นจึงพบเห็นเซลล์ตัวอ่อนมีจำนวนมากกว่ถ้วยเก็บเกสรและถ้วยเก็บน้ำผึ้ง

2) ถ้วยเก็บเกสรสร้างจากซีรูเมนเช่นเดียวกับเซลล์ตัวอ่อน มีรูปร่างทรงกลมหรือค่อนข้างกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7-9 มิลลิเมตรใหญ่กว่าเซลล์ตัวอ่อน ภายในบรรจุเกสรดอกไม้ที่มีค่าความเป็นกรดเท่ากับ 5 (pH 5) จะสร้างจากด้านตรงข้ามกับกลุ่มเซลล์ตัวอ่อนเห็นเป็นก้อนทรงกลมหรือเกือบกลมสีเหลืองทึบต่างจากถ้วยเก็บน้ำผึ้ง

3) ถ้วยเก็บน้ำผึ้งสร้างจากชั้นผึ้งเป็นหลักจึงมีลักษณะแข็งต่างจากถ้วยเก็บเกสร ถ้วยเก็บน้ำผึ้งมีรูปร่างทรงกลมหรือค่อนข้างกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7-9 มิลลิเมตร ขนาดเท่ากับถ้วยเก็บเกสรภายในบรรจุน้ำหวานดอกไม้ที่มีค่าความเป็นกรดเท่ากับ 4 (pH 4) โดยจะสร้างจากด้านตรงข้ามกับกลุ่มเซลล์ตัวอ่อน มองเห็นเป็นก้อนกลมหรือเกือบกลมสีน้ำตาลแดงใสมีของเหลวอยู่ภายในการสร้างรังเลี้ยงที่แยกใหม่ในช่วงแรก (เดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 4) ในป่าชายเลน ป่าพรุน้ำกร่อย สวนผสม พบรังที่ยังไม่มีการสร้างถ้วยเก็บเกสรและถ้วยเก็บน้ำผึ้งคิดเป็น ร้อยละ 85, 60, 89 ตามลำดับ บางรังเลี้ยงที่พบถ้วยเก็บอาหารจะมีเพียงเล็กน้อยเนื่องจากการสร้างรังใหม่ ชันโรงงานจะเร่งสร้างกลุ่มเซลล์ตัวอ่อนให้มีจำนวนมากก่อน ดังนั้นชันโรงงานจะทำหน้าที่เก็บยางไม้มากกว่าเก็บเกสรและน้ำหวานดอกไม้แต่ถึงอย่างไรก็ตามการเก็บอาหารก็จำเป็นเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานให้สมาชิกภายในรัง หลังจากปลายเดือนที่ 4 จะพบกลุ่มถ้วยเก็บน้ำผึ้งเพิ่มจำนวนขึ้นและจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ถ้าสภาพอากาศไม่มีฝนตกจนทำให้ชันโรงไม่สามารถออกหา



ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำผึ้ง อำเภอลำดวน และอำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2558 – มกราคม 2559

ตารางที่ 2 ชนิดชันโรงในป่าชายเลน ป่าพรุน้ำกร่อยและสวนผสม บริเวณรอบโรงเรียนเลี้ยงชันโรง

ที่	สกุล (genus)	ชนิด (species)	ป่าชายเลน	ป่าพรุน้ำกร่อย	สวนผสม
1	<i>Genotrigona</i>	<i>Genotrigona thoracica</i> (Smith)	-	-	✓
2	<i>Tetragonilla</i>	<i>Tetragonilla collina</i> (Smith)	✓	✓	✓
3	<i>Tetragonula</i>	<i>Tetragonula fascobalteata</i> (Cameron)	-	✓	✓
4	<i>Tetragonula</i>	<i>Tetragonula dresheri</i> (Schwarz)	-	-	✓
5	<i>Tetragonula</i>	<i>Tetragonula pegdeni</i> (Schwarz)	✓	✓	✓
6	<i>Tetrigona</i>	<i>Tetrigona apicalis</i> (Smith)	-	✓	✓

1.3 พฤติกรรมออก-เข้ารังประจำวัน

T. fascobalteata เริ่มออกจากรังในตอนเช้า เมื่อมีความเข้มของแสงตั้งแต่ 1,100 ลักซ์ เวลาประมาณ 6.30-8.00 น. (ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ) และเข้ารังหมดทุกตัวในตอนเย็นเมื่อมีความเข้มของแสง 80 ลักซ์ เวลาประมาณ 18.00- 18.30 น. ในวันที่มีฝนตกชันโรงจะเข้ารังหมดทุกตัวก่อนที่ฝนจะตกและจะออกจากรังอีกครั้งเมื่อฝนหยุดตกและยังมีความเข้มของแสงมากกว่า 100 ลักซ์ ในระหว่างวันชันโรงส่วนใหญ่บินเข้ารังไม่ออกจากรังอีกเมื่อมีความชื้นสัมพัทธ์ตั้งแต่ 80%

1.4 ศัตรูของชันโรง

ศัตรูกลุ่มมดน้ำหวาน (*Monomorium* spp.) และแมลงวันลาย (*Hermetia illucens* L.) แอบเข้าไปวางไข่และขโมยน้ำผึ้งภายในรัง ทำให้น้ำผึ้งและเกสรดอกไม้บูดเสียเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์เป็นเหตุให้ชันโรงทิ้งรัง ส่วนมดแดง (*Oecophylla smaragdina* Fabr.) และต่อ (*Vespid* spp.) คอยดักจับชันโรงที่บินอยู่บริเวณหน้ารังเป็นอาหาร ส่วนสัตว์อื่นๆ เช่น จิ้งจก กิ้งก่า คางคก กบ คอยดักจับชันโรงที่บินอยู่บริเวณปากรัง ส่วนนกกินแมลงจะโฉบกินขณะที่บินตอมดอกไม้มากกว่าบริเวณหน้ารัง

2. การศึกษาชนิดชันโรงในธรรมชาติและชนิดของพืชดอกบริเวณโดยรอบโรงเรือนเลี้ยงชันโรง

2.1 การรวบรวมและตรวจสอบชื่อชนิดของชันโรงในธรรมชาติ ในพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 แห่งซึ่งหลังจากได้รับการยืนยันชื่อวิทยาศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญพบชันโรง 4 สกุลคือ *Genotrigona*, *Tetragonilla*, *Tetragonula* และ *Tetrigona* จำนวน 6 ชนิดเป็นชันโรงขนาดเล็ก 2 ชนิดคือ *Tetragonula pegdeni*, *Tetragonula fascobalteata* ชนิดที่มีขนาดกลางพบ 3 ชนิดคือ *Tetragonilla collina*, *Tetrigona apicalis*, *Tetragonula dresheri* และเป็นชันโรงขนาดใหญ่ 1 ชนิดคือ *Genotrigona thoracica* ในสวนผสมพบทั้ง 6 ชนิด (ตารางที่ 2)

2.2 การสำรวจชนิดพืชดอก ในพื้นที่รอบโรงเรือนเลี้ยงชันโรงทั้ง 3 แห่ง หลังจากขอคำยืนยันชื่อวิทยาศาสตร์จากนักวิชาการป่าไม้พบพืชดอกในบริเวณป่าชายเลน 31 วงศ์ 50 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ไม้ชายเลน ในป่าพรุน้ำกร่อยพบ 18 วงศ์ 26 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นพืชบกมากกว่าไม้ชายเลน และในสวนผสมพบ 33 วงศ์ 59 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นพืชเศรษฐกิจ

พืชดอกเกือบทุกชนิดที่พบจะเป็นพืชที่ชันโรงเลี้ยงมีโอกาสเก็บยางไม้ เก็บเกสรดอกไม้ และเก็บหวานดอกไม้เข้ารัง

อภิปรายผลการวิจัย

การเลี้ยงชันโรง *Tetragonula fascobalteata* ในพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน 3 แห่งมีสาเหตุ 4 ประการใหญ่ๆ ที่ส่งผลต่อน้ำหนักรังเลี้ยงที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงคือ

1) ศัตรูในธรรมชาติ ตามปกติ *T. fascobalteata* เป็นชันโรงที่ไม่มีนิสัยทิ้งรัง (สมนึก, 2551) แต่พบว่าชันโรงเลี้ยงในสวนผสมทิ้งรังไป 18 รังมากกว่าในบริเวณป่าชายเลนและป่าพรุน้ำกร่อย สาเหตุสำคัญคือศัตรูในธรรมชาติ การศึกษาครั้งนี้พบศัตรู 2 กลุ่มคือ ชันโรงในธรรมชาติ โดยเฉพาะชันโรงป่าที่อาศัยอยู่รอบโรงเรือน จะเข้าทำลายชันโรงเลี้ยงที่เข้ามาอยู่ใหม่ จากการสำรวจชนิดชันโรงในธรรมชาติในสวนผสมพบชันโรง 6 ชนิดจำนวน 41 รังมี *Genotrigona thoracica*, *Tetragonula dresheri* จำนวน 11 รังทั้ง 2 ชนิดพบในพื้นที่ที่เป็นป่า (สมนึก, 2557) พบว่าในเดือนแรกชันโรงเลี้ยงจะถูกถูกรานตายไปมากทำให้ชันโรงเลี้ยงย้ายหนีรังไปและยังพบ *Tetragonula dresheri* เข้าแย่งอาศัยรังของชันโรงเลี้ยงอยู่ระยะหนึ่งจึงย้ายออกไปทำรังในธรรมชาติเช่นเดิม จึงมีผลต่อน้ำหนักรังเลี้ยงในสวนผสมเดือนแรกเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (1.67 กรัม) เมื่อเปรียบเทียบกับรังเลี้ยงในป่าชายเลนมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากกว่า (36.67 กรัม) ผลการสำรวจในป่าชายเลนพบชันโรงบ้าน *Tetragonula pegdeni* จำนวน 3 รังเป็นชนิดที่ไม่มีนิสัยก้าวร้าวแต่ยังมีการถูกรานของชันโรงเลี้ยงด้วยกันเองทำให้จำนวนชันโรงวรรณะงานลดลง ต่างจากน้ำหนักรังเลี้ยงในป่าพรุน้ำกร่อยเพิ่มขึ้นมากกว่า (135.00 กรัม) เนื่องจากไม่มีการถูกรานจากชันโรงในธรรมชาติซึ่งเป็นชนิดที่ไม่มีนิสัยก้าวร้าว

ศัตรูอีกกลุ่มเป็นประเภทที่แอบเข้าไปกินอาหารสะสมและวางไข่ภายในรังชันโรงเลี้ยงเป็นสาเหตุให้ภายในรังติดเชื้อจุลินทรีย์ทำให้เกิดการบูดเสียของน้ำผึ้งภายในรัง ได้แก่ มดน้ำหวาน (*Monomorium* spp.) และแมลงวันลาย (*Hermetia illucens* L.) แมลงวันลายอาจจะวางไข่ไว้หน้ารังเมื่อตัวอ่อนฟักออกจากไข่จะคลานเข้าไปกินอาหารภายในรังและออกมาเข้าดักแด้นอกกรัง การศึกษาของนักวิจัยหลายท่านพบแมลงทั้ง 2 ชนิดเข้าทำลายรังชันโรงเช่นกัน (อัญชลี, 2556; สมนึก, 2557)

2) ความหลากหลายชนิดของพันธุ์พืชที่เป็นแหล่งอาหาร และเป็นแหล่งยางไม้ที่อยู่โดยรอบโรงเรือน เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการเพิ่มหรือลดของน้ำหนักรังเลียง เนื่องจากชั้นโรงวรรณงานจะออกไปนอกโรงเพื่อเก็บอาหารที่เป็นทั้งเกสรน้ำหวานจากดอกไม้และยางไม้เข้ารัง การเลี้ยงตั้งแต่เดือนที่ 2 (มีนาคม) ทั้ง 3 พื้นที่ที่มีการเพิ่มน้ำหนักรังเลียงจะพบว่าน้ำหนักรังจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ปัจจัยสำคัญประการหนึ่งคือความหลากหลายชนิดของพันธุ์พืชดอกที่อยู่รอบโรงเรือนซึ่งมีโอกาสเป็นพืชอาหารและแหล่งเก็บยางไม้ของชั้นรังเลียง เนื่องจากชั้นรังมีนิสัยเก็บอาหารจากดอกไม้โดยไม่เลือกชนิดของดอกไม้ซึ่งเป็นข้อดีหนึ่งของชั้นโรง การศึกษาชนิดพืชอาหารของชั้นโรงรุ่งอรุณ *Tetragonula laeviceps* มีถึง 60 ชนิด 31 วงศ์ เป็นไม้ผล พืชผัก พืชไร่ ไม้ดอกไม้ประดับ วัชพืช ไม้ยืนต้น ไม้ป่า และคาดว่าพืชที่เป็นอาหารของชั้นโรงมากกว่า 60 ชนิด ประเภทไม้ผลได้แก่ เงาะ ลำไยทุเรียน ลองกอง ส้มโอ มะละกอ แตงกวา ถั่วลิสง พืชป่า เช่น ต้นสัก ไม้ดอกไม้ประดับ เช่น หมากผู้หมากเมีย ปาล์มประดับ โป๊ยเซียน นอกจากนั้นพบว่าชั้นรังเก็บเกสรดอกไม้ในฤดูแล้งมากกว่าฤดูฝนเนื่องจากชั้นโรงมีความต้องการสารอาหารโดยเฉพาะโปรตีนในการวางไข่ และการเจริญของตัวอ่อน และเก็บยางไม้ในฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้งเนื่องจากจำเป็นต้องใช้ยางไม้สร้างรังหรือซ่อมแซมรังป้องกันน้ำฝน (ชามา, 2549)

3) การที่มีฝนตกในแต่ละวันจะมีผลต่อการออกเก็บอาหารและยางไม้ของชั้นโรงถ้าฝนตกติดต่อกันหลายๆ วัน โดยเฉพาะรังเลียงใหม่ ๆ จะพบว่ามีน้ำหนักรังลดลงเนื่องจากในวันที่มีฝนตกชั้นโรงวรรณงานจะไม่บินออกไปเก็บอาหารหรือยางไม้กิจกรรมภายในรังลดลงคือการสร้างเซลล์ตัวอ่อนเพื่อเพิ่มจำนวนประชากรขณะเดียวกันชั้นโรงทุกตัวภายในรังยังต้องการอาหารสำหรับตัวเองด้วยต้องใช้อาหารสะสมภายในรังจึงพบว่าระหว่างการศึกษาทดลองเลี้ยงชั้นโรงในปี 2558 พื้นที่ทดลองมีฝนตกตั้งแต่เดือนมิถุนายน ฝนตกปานกลางถึงตกหนักตั้งแต่เดือนกรกฎาคม- ธันวาคม น้ำหนักรังเฉลี่ยทั้ง 3 พื้นที่ลดลงแต่เมื่อปริมาณฝนลดลงน้ำหนักรังเฉลี่ยของรังเลียงเพิ่มขึ้นเนื่องจากชั้นโรงบินออกทำกิจกรรมได้ตามปกติ นอกจากนั้นความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อการออกจากรังของชั้นโรงเช่นกัน การศึกษาครั้งนี้พบว่าชั้นโรงออกจากรังเมื่อมีความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 50-82% แต่จะไม่พบชั้นโรงอยู่นอกรังเมื่อบรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 82% สมนึก (2557) พบว่าชั้นโรงบินออกจากรังมากที่สุดเมื่อสภาพบรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ 67.5-71.5% ที่ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2560

อุณหภูมิระหว่าง 30-31 องศาเซลเซียส จากการบันทึกข้อมูลเวลาออกจากรังในตอนเช้า และเข้ารังในตอนเย็นของชั้นโรงอุณหภูมิไม่ได้เป็นปัจจัยสำคัญแต่จะขึ้นอยู่กับความชื้นของแสงและความชื้นสัมพัทธ์ นอกจากปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์จะมีอิทธิพลต่อการเข้าออกรังของชั้นโรงแล้วความชื้นของแสงมีผลต่อการเข้าออกรังด้วย

4) รังเลียงที่แยกมาเลี้ยงใหม่จะมีแต่การสร้างเซลล์ตัวอ่อน เพื่อเพิ่มจำนวนประชากรให้มีชั้นโรงวรรณงานภายในรังมากขึ้น ถึงแม้ว่าน้ำหนักรังเพิ่มขึ้นเมื่อตรวจสอบภายในรังพบว่าน้ำหนักรังเกือบทั้งหมดเป็นของกลุ่มเซลล์ตัวอ่อน ซึ่งเดือนที่ 1- 4 จะไม่พบกลุ่มอาหารที่สร้างใหม่แต่จะพบกลุ่มอาหารที่ถูกย้ายมาจากรังเดิม ซึ่งมีเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับขนาดของกลุ่มเซลล์ตัวอ่อน จนกระทั่งปลายเดือนที่ 5 จะมีถ้วยเก็บอาหารเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

สรุปผลการวิจัย

1. การเลี้ยงชั้นโรง *Tetragonula fascobalteata* ในพื้นที่ต่างกัน 3 แห่ง โดยคิณน้ำหนักรังเริ่มเลี้ยงเป็นศูนย์กรัมเมื่อเลี้ยงไปจนถึงเดือนที่ 12 พบว่ารังเลียงมีน้ำหนักรังเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทั้งในพื้นที่ป่าชายเลน ป่าพรุน้ำกร่อย สวนผสม มีค่าเท่ากับ 373.33, 343.33, 235.00 กรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ระหว่างการเลี้ยงตั้งแต่เดือนที่ 2- 11 (มีนาคม- ธันวาคม) ผลการเปรียบเทียบพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกเดือน

2. พบชั้นโรงในธรรมชาติรอบโรงเรือนเลี้ยงชั้นโรงในป่าชายเลน ป่าพรุน้ำกร่อย และสวนผสมพบ 4 สกุล 6 ชนิดคือ *Genotrigona thoracica*, *Tetragonilla collina*, *Tetragonula pegdeni*, *T. dresheri*, *T. fascobalteata* และ *Tetrigona apicalis* และพืชดอกในป่าชายเลนพบ 31 วงศ์ 50 ชนิดป่าพรุน้ำกร่อยพบ 18 วงศ์ 26 ชนิด และสวนผสมพบ 33 วงศ์ 59 ชนิด พืชดอกเกือบทุกชนิดมีโอกาเป็นแหล่งอาหารและแหล่งเก็บยางไม้ของชั้นโรงในธรรมชาติและชั้นโรงเลี้ยง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีที่ได้จัดสรรทุนอุดหนุนการวิจัย รศ.ดร.สมนึก บุญเกิดได้ให้คำแนะนำการดำเนินงานและบุคคลที่เกี่ยวข้องทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

วารสารเกษตรพระวรุณ 8

เอกสารอ้างอิง

- ชามา อินซอน. 2549. ความหลากหลายของชนิดชันโรง (Apidae : *Trigona* spp. และ *Hypotrigona* spp.) และ พฤติกรรมการเก็บยางไม้จากธรรมชาติในโครงการทองผาภูมิ 72 พรรษามหาราชอำเภทองผาภูมิ จังหวัด กาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธนพร รจิตปริญญา. 2543. นิเวศวิทยาและความหลากหลายชนิดของชันโรงในเขตจังหวัดเชียงใหม่. วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต เกษตรศาสตร์ (สาขาวิชาชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วันดี วัฒนชัยยิ่งเจริญ, ธัชคนิน จงจิตวิมล, กมลภรณ์ บุญถาวร, มาลินี ศรีพรมมา, มาลี เรืองฤดี และ แสงจันทร์ ชุตติยารัตน์. 2547. ความหลากหลายชนิดและแหล่งอาศัยของชันโรงในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าซับลังกา จังหวัด ลพบุรี. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 1(1): 63-74.
- สมนึก บุญเกิด. 2551. การจัดการรังผึ้งจี้เพื่อเพิ่มศักยภาพของผลผลิตทางการเกษตร. [ไม่ได้ตีพิมพ์] รายงานการวิจัย ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, ประจำปีงบประมาณ 2551.
- _____. 2557. การเลี้ยงผึ้งและชันโรง. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 452 หน้า.
- _____. 2558. อนุกรมวิธานชันโรงในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 135 หน้า.
- สมนึก บุญเกิด และอรุณรัตน์ คมขำ. 2553. ศึกษาอนุกรมวิธานชันโรงในภาคใต้ของประเทศไทย. วารสารวิจัย รามคำแหง 12 (2): 1-24.
- อัญชลี นามวงษ์. 2556. มหัตศจรรย์ชันโรง. ประทุมธานี : บริษัท ทริปเฟิล กรุ๊ป จำกัด. 27 หน้า.
- Boongrid, S. 1992. Biological Studies of Stingless Bees, *Trigona laeviceps* Smith and Its Role in Pollination of Durian, *Durio zibethinus* L. Cultivar Chanee. Ph.D. Dissertation in Entomology, Kasetsart University.
- Rasmussen, C. and Cameron, S. A. 2010. Global stingless bee phylogeny supports Ancient divergence, vicariance, and long distance dispersal. Biol. J. Linn. Soc. 99: 206–232.
- Sakagami, S.F., Ohgushi, R. and Roubix, D.W. 1990. Natural history of social wasps and bee in equatorial Sumatra. Sapporo : Hokkaido University Press. 274 pp.

การเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทนแล้ง ต่อการขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูกของข้าวพื้นเมือง

พิเชษฐ นาเมือง¹ สำราญ พิมราษ^{2*} และเหล็กไธล จันทะบุตร³

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อ. เมือง จ. มหาสารคาม 44000

²สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อ. เมือง จ. มหาสารคาม 44000

³สาขาวิชาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อ. เมือง
จ. มหาสารคาม 44000

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์พื้นเมืองในสภาพไม่ขาดน้ำและในสภาพขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูก 2) เพื่อประเมินลักษณะการทนแล้งของข้าวพันธุ์พื้นเมืองบางสายพันธุ์ และ 3) เพื่อหาความสัมพันธ์ของผลผลิตกับลักษณะการทนแล้งของข้าวพันธุ์พื้นเมือง วางแผนทดลองแบบ Split Plot in CRD จำนวน 4 ซ้ำ โดยกำหนดให้ Main-plot คือ สภาพการให้น้ำปกติ (ไม่ขาดน้ำ) และสภาพการขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูก และ Sub-plot คือ ข้าวพื้นเมืองและข้าวพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 25 สายพันธุ์ โดยบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตด้านความสูง การแตกกอ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดี และเมล็ดลีบ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด น้ำหนักเมล็ด น้ำหนักฟางแห้ง ดัชนีเก็บเกี่ยว ลักษณะการมีวนของใบ ลักษณะใบตาย ความสามารถในการฟื้นตัวหลังให้น้ำ และดัชนีการทนแล้ง จากการศึกษาพบว่า ข้าวพื้นเมืองสายพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกในสภาพไม่ขาดน้ำและในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูกมีผลทำให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตแตกต่างกัน ทั้งในลักษณะความสูง จำนวนหน่อต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ผลผลิตน้ำหนักเมล็ด น้ำหนักรากแห้ง และดัชนีเก็บเกี่ยว ข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกในสภาพให้น้ำปกติแล้วให้ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด ได้แก่ พันธุ์หวัดหน้ หินกอง เหลืองบุญมา อิน้อย และข้าวตอ ตามลำดับ ซึ่งข้าวพันธุ์พื้นเมืองดังกล่าวให้ผลผลิตไม่แตกต่างไปจากข้าวพันธุ์ข้าวตอกมะลิ 105 และ กข 6 ในขณะที่ข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกในสภาพขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูกพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด ได้แก่ ข้าวตอ นางหูก หวัดหน้ และ อิน้อย ตามลำดับ แต่ผลผลิตข้าวพันธุ์ดังกล่าวไม่แตกต่างไปจากพันธุ์ข้าวตอกมะลิ 105 และ กข 6 ข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูกไม่มีความแตกต่างกันในลักษณะการทนแล้งทั้งลักษณะการมีวนของใบ ลักษณะใบตาย ความสามารถในการฟื้นตัวหลังให้น้ำ และดัชนีการทนแล้ง อย่างไรก็ตามข้าวพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูกจะเป็นพันธุ์ที่มีดัชนีทนแล้งของผลผลิต (น้ำหนักเมล็ด) และดัชนีทนแล้งของน้ำหนักรากแห้งมีค่าสูง

คำสำคัญ : ข้าวพันธุ์พื้นเมือง การเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะการทนแล้ง

* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: sumranp@gmail.com

Growth, yield, yield components and drought tolerant traits to early season drought conditions of local rice varieties

Pichet Namuang¹ Sumran Pimratch^{2*} and Leklai Chanthabut³

¹Program in Agricultural Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University,
Maha Sarakham 44000, Thailand

^{2*}Program in Agriculture, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University,
Maha Sarakham 44000, Thailand

³Program in Aquaculture technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham
University, Maha Sarakham 44000, Thailand

Abstract

The objective of this study were to 1) investigate growth, yield and yield components of indigenous rice accessions under well-watered conditions and early season drought conditions, 2) to evaluate local rice varieties for early drought tolerance and 3) estimate correlations between grain yield with traits related to drought tolerance of local rice varieties. A split plot design with completely randomized arrangement of the treatments with four replications was used. Well-watered treatment and early season drought treatment were assigned in main plots and 25 accessions of indigenous rice were arranged in sub plots. Data were recorded for plant height, number of tillers, number of panicles, number of filled grains, number of un-filled grains, 1,000-grain weight, grain weight, dry straw weight, harvest index, leaf rolling, leaf senescence, ability to recover after re-watering and drought tolerance index. Indigenous rice accessions were significantly different for growth, yield, yield components, plant height, number of tillers, number of panicles, number of grains, 1,000-grain weight, grain weight, dry root weight and harvest index under well-watered condition and early season drought condition. Wid Nee, Hin Kong, Lueng Boon Ma, E-Noi and Kaw Dore had the highest grain weight in respective orders under well-watered condition. These accessions had not different grain yield from KDML 105 and RD6 under well-watered condition, whereas Kaw Dore, Nang Hok, Wid Nee and E-Noi had the highest grain dry weight in respective orders under early season drought condition, but they also has no different grain yield than did KDML 105 and RD 6. The indigenous rice accessions were not different for drought resistance under early season drought condition as indicated by the differences in leaf rolling, leaf senescence, ability to recover after the water supply and drought tolerance index (DTI) under drought condition. However, the high-yielding rice varieties under early season drought condition had DTI for grain weight and DTI for root dry weight.

Keywords: Indigenous Rice, Growth, Yield, Yield Components and Traits Related to Drought Tolerance

*Corresponding author: E-mail: sumranp@gmail.com

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย และยังเป็นอาหารหลักของคนไทยและคนในทวีปเอเชีย ข้าวนอกจากจะใช้บริโภคเป็นอาหารหลักในชีวิตประจำวันของมนุษย์แล้วยังสามารถนำไปแปรรูปเป็นอาหารอย่างอื่นได้ เช่น ขนม เครื่องดื่ม และอาหารสัตว์ เป็นต้น ในปี พ.ศ. 2557 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าว 62,079,904 ไร่ ผลผลิตรวม 28,170,634 ตัน และผลผลิตเฉลี่ย 436.37 กก./ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ซึ่งในปี พ.ศ.2557 ประเทศไทยมีพื้นที่ที่ประสบกับความแห้งแล้งประมาณ 1,179,175 ไร่ โดยเป็นมูลค่าความเสียหายของผลผลิต 663,708.86 ตัน คิดเป็นมูลค่า 5,532 ล้านบาท ซึ่งปัญหาหนึ่งในการผลิตข้าวคือสภาวะความแห้งแล้ง (drought) หรือข้าวขาดน้ำซึ่งจะส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวลดลง (Kumar *et al.*, 2008) ผลผลิตของข้าวที่กระทบแล้งในช่วงต้นฤดูปลูกหรือในระหว่างการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบจะลดลงน้อยกว่าข้าวที่กระทบแล้งในช่วงปลายฤดูปลูก เพราะข้าวที่กระทบแล้งในช่วงต้นฤดูปลูกมีโอกาสนในการฟื้นตัวได้มากกว่า อย่างไรก็ตามการขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูกทำให้ข้าวแตกกออ่อน (Bernier *et al.*, 2008) พื้นที่ใบลดลง (Farooq *et al.*, 2010) ส่งผลให้น้ำหนักแห้งทั้งหมดลดลง (Kumar *et al.*, 2006) แนวทางการแก้ปัญหาข้าวกระทบแล้งนอกจากจะใช้ระบบการจัดการชลประทานแล้ว การใช้พันธุ์ข้าวทนแล้งเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งข้าวพันธุ์ทนแล้งจะสามารถเจริญเติบโตให้ผลได้ในสภาพที่น้ำมีน้อยหรือขาดน้ำบางช่วงเวลา

ข้าวพันธุ์พื้นเมืองหลายสายพันธุ์มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีคุณสมบัติป้องกันและรักษาโรคบางชนิดได้ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งความหลากหลายทางพันธุกรรม และลักษณะที่ดีหลายประการ เช่น ต้านทานโรคและแมลง ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (ทนแล้ง ทนน้ำท่วม) คุณภาพเมล็ดดีและผลผลิตสูง เป็นต้น ความหลากหลายทางพันธุกรรมเป็นฐานสำคัญยิ่งในการนำไปใช้ปรับปรุงพันธุ์ข้าวพันธุ์ดีให้มีคุณค่าทางอาหารสูงเหมาะสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพแล้ว ยังมีการใช้ประโยชน์จากข้าวพันธุ์พื้นเมืองในด้านอื่นๆ เช่น การปรุงแต่งอาหาร ถนอมอาหาร สมุนไพร แลกเปลี่ยน เลี้ยงสัตว์ แปรรูปเป็น

ขนมหรือของหวาน ประกอบพิธีกรรม ทำสุราพื้นบ้าน และจำหน่ายสร้างรายได้ให้กับครัวเรือน จะเห็นได้ว่าข้าวพันธุ์พื้นเมืองมีประโยชน์ในหลายๆ ด้าน ปัจจุบันมีเกษตรกรส่วนหนึ่งซึ่งยังเก็บรักษาและปลูกข้าวพันธุ์พื้นเมืองไว้ด้วยเหตุผลต่างๆ เช่น เป็นข้าวที่ทนแล้ง ทนน้ำท่วมได้ดีกว่าปกติ ต้านทานโรคและแมลงบางชนิด หรือเป็นข้าวที่มีคุณสมบัติด้านการบริโภคที่พิเศษกว่าข้าวอื่น เช่น เป็นข้าวที่จำหน่ายไว้สำหรับเลี้ยงไก่ชนซึ่งขายได้ราคาดีกว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 หรือข้าวพันธุ์ปรับปรุงพันธุ์อื่นๆ

การผลิตข้าวของประเทศไทยประมาณ 75.63% เป็นระบบที่ต้องอาศัยน้ำฝนหลัก เป็นระบบที่ต้องพึ่งพาธรรมชาติไม่ว่าจะเป็นระบบการปลูกข้าวนาสวนหรือการปลูกข้าวไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) โดยเฉพาะการผลิตข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มักประสบกับปัญหาเรื่องความแห้งแล้งเนื่องจากฝนทิ้งช่วงอยู่เป็นประจำทุกปี ยิ่งในปัจจุบันสภาวะอากาศที่แปรปรวนมากทำให้เกิดปัญหาแล้งเนื่องจากฝนทิ้งช่วงนานกว่าปกติ ซึ่งทำให้เกิดการกระทบแล้งในระยะแรกการเจริญเติบโตหรือระยะต้นกล้าจะทำให้ผลผลิตข้าวเสียหายถึง 25% (Bernier *et al.*, 2008) ปริมาณน้ำฝนและการกระจายตัวของฝนที่ไม่สม่ำเสมอจึงมีผลกระทบโดยตรงของผลผลิตข้าว ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตของข้าวพันธุ์พื้นเมืองภายใต้สภาพไม่ขาดน้ำ และสภาพการขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูก 2) เพื่อประเมินความทนทานต่อสภาพแล้งในช่วงต้นฤดูปลูกของข้าวพันธุ์พื้นเมือง และ 3) เพื่อหาความสัมพันธ์ของผลผลิตกับลักษณะการทนแล้งของข้าวพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อการคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่มีความทนต่อสภาพแล้ง เพื่อในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ทนทานต่อสภาพแล้งและมีผลผลิตสูงต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แผนการทดลอง

ทำการศึกษาในโรงเรือนที่สามารถป้องกันฝนได้ที่ บ้านดอนหัน ตำบลท่าสองคอน อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 วางแผนทดลองแบบ Split Plot in Completely Randomized Design (CRD) มี 4 ซ้ำ โดยกำหนดให้ Main-plot คือ สภาพการให้น้ำปกติ และสภาพการขาดน้ำในช่วง

ต้นฤดูปลูก และ Sub-plot คือ พันธุ์ข้าวพื้นเมืองและข้าวพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 25 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์โสมมาลีขาวใหญ่ กุหลาบดำ หวดหน้ อี้อย ก่ำกาดำ ขาวปากหม้อเจ้าแดง รากไฟ น้ำสะกวย 19 ก่ำดำเตี้ย สันป่าตอง ผาแดงหอมดง สัมพันธ์แดง ข้าวดอก แก่นดู่ หินกอง นางหูก กอเดียว เหลืองบุญมา หอมสกล กุ่มเมืองหลวง ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 แต่ละข้าปลูกทดสอบข้าวพันธุ์พื้นเมืองและข้าวพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 25 พันธุ์ ซึ่งแต่ละพันธุ์ของแต่ละข้าปลูกข้าวจำนวน 2 กระจ่าง

2. การปลูกและการดูแลรักษา

ปลูกข้าวพันธุ์ต่างๆ ที่รวบรวมได้ในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ที่บรรจุดินปลูกผ่านการตากแห้งน้ำหนัก 10 กิโลกรัมต่อกระถาง โดยปลูกข้าวจำนวน 2 หลุมต่อกระถาง จำนวน 3-5 เมล็ดต่อหลุม หลังจากปลูกรดน้ำให้ชุ่มที่ระดับความจุสนาม (field capacity) หลังจากข้าวงอกอายุ 7 วัน ทำการถอนให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม (2 ต้นต่อกระถาง) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวอายุได้ 15 วันหลังงอก และใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ระยะ 60 วันหลังงอก (ก่อนข้าวออกดอก) ทำการกำจัดวัชพืชโดยใช้มือถอนอย่างสม่ำเสมอ มีการจัดการน้ำในสภาพปกติที่ระดับความจุสนามตั้งแต่ปลูกจนถึงระยะที่ข้าวสุกแก่แล้วจึงงดการให้น้ำ สำหรับการให้น้ำในสภาพแล้ง เมื่อข้าวอายุได้ 30 วันหลังงอก เริ่มงดการให้น้ำเป็นเวลา 28 วัน เพื่อจำลองสภาพแล้งในช่วงต้นฤดูปลูกแล้วทำการประเมินลักษณะการม้วนใบครั้งที่ 1 เมื่อรดให้น้ำ 14 วัน และครั้งที่ 2 เมื่อรดให้น้ำ 21 วัน ส่วนลักษณะอาการใบตายทำการประเมินที่ 17 และ 25 วันหลังงดให้น้ำ เมื่อรดให้น้ำครบ 28 วันแล้วจึงกลับมาให้น้ำเป็นปกติที่ระดับความจุสนามจนกระทั่งใกล้เก็บเกี่ยวผลผลิต โดยคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชในแต่ละกรรมวิธีตามวิธีการของ Doorenbos and Pruitt (1992) และคำนวณการสูญเสียน้ำจากการระเหยน้ำทางผิวดินภายในหมู่พืช (surface evaporation; S.E.) ตามวิธีของ Sing and Russell (1980)

3. การเก็บข้อมูล

- 1) การแตกกอ โดยนับจำนวนหน่อต่อกอของข้าวเมื่ออายุ 60 วันหลังงอก แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ย
- 2) ความสูง โดยวัดความสูงที่ระยะเก็บเกี่ยว จากระดับผิวดินจนถึงปลายสุดของรวงข้าวแล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ย

3) จำนวนรวงต่อกอ โดยนับจำนวนรวงข้าวในแต่ละกอแล้วนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย

4) จำนวนเมล็ดต่อรวง โดยนับจำนวนเมล็ดข้าวของแต่ละรวงแล้วนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย

5) จำนวนเมล็ดดีและเมล็ดลีบ โดยนับจำนวนเมล็ดข้าวที่สมบูรณ์และเมล็ดลีบแล้วนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย

6) น้ำหนักเมล็ดต่อต้น โดยชั่งน้ำหนักเมล็ดทั้งหมดด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง แล้วนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักเมล็ดต่อต้น

7) น้ำหนัก 1,000 เมล็ด โดยสุมนับเมล็ดข้าวจำนวน 1,000 เมล็ด แล้วนำมาชั่งด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง

8) น้ำหนักฟางแห้ง น้ำหนักแห้งรวมทั้งหมด ทำการเก็บตัวอย่างพืชทั้งต้น ยกเว้นราก เพื่อหาน้ำหนักแห้งของข้าว แล้วนำมาแยกส่วนของฟางข้าว (ลำต้นและใบ) และเมล็ด นำมาอบที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักแห้งคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้งด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง คำนวณหาน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินจากผลรวมของน้ำหนักต้นและใบแห้ง และน้ำหนักเมล็ด

9) น้ำหนักรากแห้ง ทำการเก็บตัวอย่างพืชในส่วนของราก นำมาล้างน้ำทำความสะอาด และนำมาอบที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักแห้งคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้งด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง

10) ดัชนีเก็บเกี่ยว โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{ดัชนีเก็บเกี่ยว} = \frac{\text{ผลผลิต (น้ำหนักเมล็ด)}}{\text{น้ำหนักแห้ง (เมล็ด+ฟางข้าว)}}$$

11) ข้อมูลลักษณะการทนแล้ง ประกอบด้วย

11.1) ลักษณะการม้วนของใบ (leaf rolling score) การม้วนใบเป็นการตอบสนองต่อสภาพแล้ง ทำการบันทึกโดยการประเมินความรุนแรงของอาการม้วนใบตามวิธีของของ De Datta *et al.* (1988) ซึ่งบันทึกเป็นระดับคะแนน มี 5 คะแนน ดังนี้

ระดับ 1 ไม่แสดงอาการเหี่ยว

ระดับ 2 ขอบใบโค้งเข้าหากันเล็กน้อย

ระดับ 3 ขอบใบโค้งเข้าหากันมากขึ้น (เป็นรูปครึ่งวงกลม)

ระดับ 4 ขอบใบโค้งเข้าหากันจนเกือบชิดกัน

ระดับ 5 ขอบใบโค้งจนชิดกัน

11.2) ลักษณะใบตาย (drought scoring)
ลักษณะใบตายเป็นลักษณะที่เกิดขึ้นตามหลังลักษณะอาการ
ม้วนใบของข้าว ทำการบันทึกเมื่อข้าวเริ่มแสดงอาการใบตาย
หลังจากการงดน้ำ โดยการประเมินระดับคะแนน ตามวิธี
ของของ De Datta *et al.* (1988) มีระดับการให้คะแนน
ทั้งหมด 10 ระดับ ดังนี้

- ระดับ 0 = ไม่แสดงอาการ
ระดับ 1 = อาการปลายใบแห้งเล็กน้อย
ระดับ 2 = อาการปลายใบแห้งประมาณ 25%
ของใบทั้งหมด
ระดับ 3 = อาการปลายใบแห้งประมาณ 50%
ของใบทั้งหมด
ระดับ 4 = อาการปลายใบแห้งมากกว่า 50%
และทุกส่วนของใบแห้งตายประมาณ 25% ของใบทั้งหมด
ระดับ 5 = อาการทุกส่วนของใบแห้ง 50% ของ
ใบทั้งหมด
ระดับ 6 = อาการทุกส่วนของใบแห้งมากกว่า
50% ของใบทั้งหมด แต่ไม่เกิน 70% ของใบทั้งหมด
ระดับ 7 = อาการทุกส่วนของใบแห้ง 70% ของ
ใบทั้งหมด
ระดับ 8 = อาการทุกส่วนของใบแห้งมากกว่า
70% ของใบทั้งหมด
ระดับ 9 = อาการใบข้าวแห้งตายทั้งหมด
- 11.3) ความสามารถในการฟื้นตัวหลังให้น้ำ
(recovery) ความสามารถในการฟื้นตัวหลังกลับมาให้น้ำ
เป็นการตอบสนองเมื่อข้าวมีการดูดน้ำเข้าไปในเซลล์และ
เซลล์ที่เหี่ยวกลับมาเต่งและมีการสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาทดแทน
เนื้อเยื่อใบที่ตายใหม่อีกครั้ง ทำการบันทึกข้อมูล 10 วัน
หลังจากกลับมาให้น้ำปกติ โดยประเมินตามวิธีการของ
สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI, 1996) โดยมีระดับการให้
คะแนนดังนี้

- ระดับ 1 = ข้าวสามารถฟื้นตัวได้ 90-100%
ระดับ 3 = ข้าวสามารถฟื้นตัวได้ 70-89%
ระดับ 5 = ข้าวสามารถฟื้นตัวได้ 40-69%
ระดับ 7 = ข้าวสามารถฟื้นตัวได้ 20-39%
ระดับ 9 = ข้าวสามารถฟื้นตัวได้ 0-19%

11.4) ดัชนีการทนแล้ง (drought tolerance
index: DTI) ซึ่งใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความทนทานต่อ
สภาพแวดล้อมของลักษณะต่างๆ โดยใช้ในลักษณะน้ำหนัก
ฟางแห้ง น้ำหนักแห้งราก และผลผลิต เป็นดัชนีการทนแล้ง

โดยคำนวณค่าดัชนีการทนแล้งของแต่ละลักษณะตามวิธีของ
Nautiyal *et al.* (2002) ค่าดัชนีทนแล้งสูงแสดงว่าข้าวพันธุ์
พื้นเมืองมีการปรับตัวต่อสภาพความแห้งแล้งที่ดีกว่าพันธุ์ที่มี
ดัชนีทนแล้งต่ำ

$$DTI = \frac{\text{Stress treatment}}{\text{Non-stress treatment}}$$

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance)
ของข้อมูลแต่ละลักษณะตามแผนการทดลองที่กำหนด และ
เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี
Duncan's Multiple Range Test (DMRT) (Gomez and
Gomez, 1984) และคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
ผลผลิตกับองค์ประกอบผลผลิต และลักษณะการทนแล้ง
โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำเร็จรูป MSTAT-C
(Bricker, 1989)

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

ข้าวที่ปลูกในสภาพขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูกจะ
แสดงอาการเหี่ยว ม้วนใบ และใบตายเมื่อรดให้น้ำ ในขณะที่
ข้าวปลูกในสภาพไม่ขาดน้ำจะไม่แสดงอาการดังกล่าวแสดง
ให้เห็นว่าข้าวมีการกระทบแล้งในช่วงต้นฤดูปลูก จาก
การศึกษา พบว่า จำนวนหน่อต่อกอของข้าวพื้นเมืองพันธุ์
ต่างๆ ที่ปลูกในสภาพไม่ขาดน้ำและที่ปลูกในสภาพขาดน้ำ
ช่วงต้นฤดูปลูกมีความแตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 1)
ข้าวที่ปลูกในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูกส่วนใหญ่มีจำนวน
หน่อต่อกอลดลงเมื่อเทียบกับข้าวที่ปลูกในสภาพไม่ขาดน้ำ
ข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีการแตกกอมากที่สุด ได้แก่ พันธุ์เหลือง
บุญมา กุหลาบดำ น้ำสะกวย 19 กุ่มเมืองหลวง และข้าวดอก
ตามลำดับ ซึ่งมีจำนวนหน่อ เท่ากับ 17.0, 14.3, 14.3, 14.3
และ 14.0 หน่อ/กอ ตามลำดับ ซึ่งจำนวนหน่อต่อกอไม่
แตกต่างไปจากข้าวพันธุ์ กข 6 (11.5 หน่อ/กอ) แต่แตกต่าง
ไปจากข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 (8.85 หน่อ/กอ) ส่วนใน
สภาพขาดน้ำพันธุ์ข้าวที่มีจำนวนหน่อต่อกอมากที่สุด ได้แก่
พันธุ์ขาวปากหม้อ สัมพันธ์แดง เหลืองบุญมา เจ้าแดง
กุหลาบดำ และอิน้อย ตามลำดับ โดยมีจำนวนหน่อเท่ากับ
13.9, 13.0, 12.4, 11.9, 11.8 และ 11.0 หน่อ/กอ
ตามลำดับ โดยที่ข้าว 3 พันธุ์แรก มีจำนวนหน่อต่อกอ
มากกว่าข้าวพันธุ์ กข 6 และ ข้าวดอกมะลิ 105 (9.5 และ
9.1 หน่อ/กอ ตามลำดับ)

จากการนับจำนวนรวงข้าวเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตพบว่า ข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกทั้งในสภาพไม่ขาดน้ำและในสภาพขาดน้ำมีจำนวนรวงแตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยที่ข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกทั้งในสภาพไม่ขาดน้ำและในสภาพขาดน้ำมีจำนวนรวงที่ใกล้เคียงกัน ในสภาพไม่ขาดน้ำข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีจำนวนรวงต่อกอมากที่สุด ได้แก่ พันธุ์เหลืองบุญมา หอมสกล กำด้าเตี้ย สัมพันธ์แดง กุหลาบดำ และน้ำสะกุก 19 ซึ่งมีจำนวนรวง เท่ากับ 10.0, 9.4, 9.3, 9.1, 8.9 และ 8.8 รวง/กอ ตามลำดับ และไม่แตกต่างไปจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 (8.8 และ 7.9 รวง/กอ ตามลำดับ) ส่วนในสภาพขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูกพบว่า ข้าวพันธุ์ที่มีจำนวนรวงต่อกอมากที่สุดได้แก่ พันธุ์เหลืองบุญมา อิน้อย ขาวดอกมะลิ 105 กำด้าเตี้ย กข 6 สัมพันธ์แดง และเจ้าแดง ตามลำดับ (8.9, 8.4, 8.3, 8.0, 7.8, 7.6 และ 7.5 รวง/กอ ตามลำดับ) เมื่อวัดความสูงข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยว พบว่า ข้าวที่ปลูกในสภาพไม่ขาดน้ำและในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูกมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ซึ่งมีความสูงอยู่ระหว่าง 98.8-160.5 และ 92.3-151.5 ซม. ตามลำดับ (ข้อมูลไม่ได้แสดง)

เมื่อนับจำนวนเมล็ดดีและเมล็ดลีบ พบว่า ข้าวที่ปลูกในสภาพไม่ขาดน้ำมีจำนวนเมล็ดดี (55.0-108.6 เมล็ด/รวง) และจำนวนเมล็ดลีบ (15.6-66.5 เมล็ด/รวง) แตกต่างกันในทางสถิติ เช่นเดียวกับกับข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูกที่มีจำนวนเมล็ดดี (43.6-131.2 เมล็ด/รวง) และจำนวนเมล็ดลีบ (12.8-57.4 เมล็ด/รวง) แตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 1) ข้าวพันธุ์กำด้าเป็นข้าวพันธุ์ที่มีจำนวนเมล็ดดีมากที่สุดทั้งในสภาพไม่ขาดน้ำและในสภาพขาดน้ำ ในขณะที่ข้าวดอกเป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่มีจำนวนเมล็ดลีบน้อยที่สุดเมื่อปลูกในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูก ส่วนข้าวพันธุ์โสมมาลี และแก่นคู่เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีจำนวนเมล็ดลีบมากที่สุดเมื่อปลูกในสภาพขาดน้ำดังกล่าว

จากการชั่งน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวพันธุ์ต่างๆ พบว่า น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวมีความแตกต่างกันในทางสถิติทั้งในสภาพไม่ขาดน้ำและในสภาพที่ขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูก (ตารางที่ 2) ในสภาพไม่ขาดน้ำพันธุ์ข้าวที่มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดมากที่สุด คือ ข้าวพันธุ์นางนก (44.0 ก.) รองลงมา คือ ข้าวพันธุ์สันป่าตอง หอมดง หวิดหนี กอเดียว อิน้อย ขาวใหญ่ น้ำสะกุก 19 และ ขาวดอกมะลิ 105 ตามลำดับ (32.5, 30.8, 30.4, 30.1, 29.4, 28.9 และ

28.4 ก. ตามลำดับ) สำหรับในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูกพันธุ์ข้าวที่มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดมากที่สุด คือ ข้าวพันธุ์นางนก ขาวใหญ่ ข้าวดอก หวิดหนี และสันป่าตอง ตามลำดับ (41.1, 34.7, 32.7, 31.7 และ 31.1 ก. ตามลำดับ) ซึ่งมีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดมากกว่าข้าวพันธุ์ กข 6 (22.5 ก.)

จากการชั่งน้ำหนักเมล็ด พบว่า ผลผลิตข้าวพันธุ์พื้นเมืองมีความแตกต่างกันในทางสถิติทั้งข้าวที่ปลูกในสภาพไม่ขาดน้ำและในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูก (ตารางที่ 2) ข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ให้ผลผลิตสูงในสภาพไม่ขาดน้ำ ได้แก่ พันธุ์หวิดหนี หินกอง เหลืองบุญมา อิน้อย ข้าวดอก และกำด้าเตี้ย ตามลำดับ (19.3, 19.0, 18.6, 18.1 17.2 และ 17.0 ก./กระถาง ตามลำดับ) ซึ่งข้าวพันธุ์ดังกล่าวให้น้ำหนักเมล็ดไม่แตกต่างไปจากข้าวพันธุ์ กข 6 และขาวดอกมะลิ 105 (18.6 และ 17.2 ก./กระถาง ตามลำดับ) ส่วนในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูกข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ให้ผลผลิตสูง ได้แก่ ข้าวดอก นางนก หวิดหนี อิน้อย เหลืองบุญมา และสันป่าตอง ตามลำดับ (17.7, 17.3, 16.9, 15.8, 15.0 และ 14.8 ก./กระถาง ตามลำดับ) แต่ผลผลิตข้าวพันธุ์ดังกล่าวไม่แตกต่างไปจากผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 (15.0 และ 12.6 ก./กระถาง ตามลำดับ)

สำหรับน้ำหนักฟางแห้ง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติทั้งข้าวที่ปลูกในสภาพไม่ขาดน้ำ และในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูก มีน้ำหนักฟางแห้งอยู่ในช่วง 36.6-53.0 และ 25.2-43.3 ก./กระถาง ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ในขณะที่น้ำหนักรากแห้งของข้าวที่ปลูกในสภาพไม่ขาดน้ำและในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูกมีความแตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 2) ในสภาพไม่ขาดน้ำข้าวพันธุ์หอมสกล สันป่าตอง อิน้อย กุเมืองหลวง หอมดง และหวิดหนี เป็นพันธุ์ที่มีน้ำหนักรากแห้งมาก เท่ากับ 10.5, 10.2, 9.3, 9.2, 8.5 และ 8.1 ก./กระถาง ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างไปจากข้าวพันธุ์ กข 6 (7.5 ก./กระถาง) และขาวดอกมะลิ 105 (6.5 ก./กระถาง) ยกเว้นข้าวพันธุ์หอมสกลที่มีน้ำหนักรากแห้งมากกว่าข้าวพันธุ์เปรียบเทียบกับดังกล่าว ส่วนในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูกข้าวพันธุ์ที่มีน้ำหนักรากแห้งมาก ได้แก่ ผาแดง สัมพันธ์แดง สันป่าตอง หินกอง และอิน้อย เป็นพันธุ์ที่มีน้ำหนักรากแห้งมาก เท่ากับ 10.3, 9.4, 8.2, 8.2, 8.1 และ 8.0 ก./กระถาง ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างไปจากข้าวพันธุ์ กข 6 (7.8 กรัม/กระถาง) แต่แตกต่างไปจากข้าวขาวดอกมะลิ 105 (5.2 ก./กระถาง)

ตารางที่ 1 จำนวนหน่อ จำนวนรวง จำนวนเมล็ดดี และจำนวนเมล็ดลีบของข้าวพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์เปรียบเทียบกับปลูกในสภาพไม่ขาดน้ำและในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูกระหว่างเดือนมิถุนายน - ธันวาคม พ.ศ. 2557

พันธุ์ข้าว	จำนวนหน่อ (หน่อ/กอ)		จำนวนรวง (รวง/กอ)		จำนวนเมล็ดดี (เมล็ด/รวง)		จำนวนเมล็ดลีบ (เมล็ด/รวง)	
	ไม่ขาดน้ำ	ขาดน้ำ	ไม่ขาดน้ำ	ขาดน้ำ	ไม่ขาดน้ำ	ขาดน้ำ	ไม่ขาดน้ำ	ขาดน้ำ
โสมมาลี	12.5 ^{b-e1/}	8.9 ^{d-g}	7.6 ^{b-g}	7.3 ^{a-f}	79.2 ^{ab}	49.1 ^{de}	34.4 ^{bcd}	57.4 ^a
ขาวใหญ่	9.3 ^{def}	6.5 ^{f-i}	5.4 ^{ghi}	4.4 ^g	76.3 ^{ab}	77.3 ^{bcd}	32.3 ^{bcd}	20.0 ^c
กุหลาบดำ	14.3 ^{ab}	11.8 ^{a-d}	8.9 ^{abc}	7.4 ^{a-e}	64.2 ^b	61.5 ^{b-e}	33.9 ^{bcd}	18.0 ^c
หวิดหนี	9.9 ^{b-f}	9.0 ^{c-g}	7.4 ^{b-h}	6.5 ^{a-g}	81.9 ^{ab}	84.7 ^{bc}	46.8 ^{a-d}	19.3 ^c
อิน้อย	11.0 ^{b-f}	11.0 ^{b-e}	8.3 ^{a-e}	8.4 ^{ab}	82.8 ^{ab}	72.5 ^{b-e}	21.2 ^{cd}	17.7 ^c
กำกาดำ	6.6 ^f	5.0 ^{hi}	4.0 ⁱ	4.4 ^g	108.6 ^a	131.2 ^a	50.2 ^{abc}	24.2 ^c
ขาวปากหม้อ	13.0 ^{b-e}	13.9 ^a	6.3 ^{d-h}	6.8 ^{a-g}	62.9 ^b	43.6 ^e	32.4 ^{bcd}	32.9 ^{bc}
เจ้าแดง	13.4 ^{a-d}	11.9 ^{abc}	8.3 ^{a-e}	7.5 ^{a-d}	93.6 ^{ab}	66.6 ^{b-e}	18.4 ^{cd}	16.5 ^c
รากไฟ	11.0 ^{b-f}	7.9 ^{fg}	6.0 ^{e-i}	6.4 ^{b-g}	55.0 ^b	79.4 ^{bcd}	60.8 ^{ab}	18.5 ^c
น้ำสะกุก 19	14.3 ^{ab}	8.4 ^{efg}	8.8 ^{abc}	6.5 ^{a-g}	60.0 ^b	69.0 ^{b-e}	26.2 ^{cd}	27.6 ^c
กำด้าเตี้ย	12.4 ^{b-e}	9.5 ^{c-f}	9.3 ^{ab}	8.0 ^{abc}	72.5 ^{ab}	60.3 ^{b-e}	19.3 ^{cd}	30.0 ^{bc}
สันป่าตอง	9.9 ^{b-f}	8.9 ^{d-g}	5.6 ^{f-i}	5.4 ^{d-g}	93.5 ^{ab}	87.8 ^b	26.4 ^{cd}	12.8 ^c
ผาแดง	8.8 ^{ef}	7.6 ^{fgh}	6.8 ^{c-h}	6.3 ^{b-g}	78.2 ^{ab}	89.4 ^b	39.1 ^{a-d}	26.1 ^c
หอมดง	9.1 ^{def}	6.4 ^{ghi}	6.8 ^{c-h}	6.1 ^{b-g}	69.2 ^{ab}	83.3 ^{bc}	21.4 ^{cd}	21.1 ^c
ส้มพันธุ์แดง	13.4 ^{a-d}	13.0 ^{ab}	9.1 ^{ab}	7.6 ^{a-d}	57.6 ^b	77.4 ^{bcd}	38.2 ^{a-d}	26.8 ^c
ข้าวดอก	14.0 ^{abc}	8.5 ^{efg}	8.5 ^{a-d}	6.5 ^{a-g}	82.4 ^{ab}	88.8 ^b	22.7 ^{cd}	12.8 ^c
แก่นคู่	9.8 ^{c-f}	8.5 ^{efg}	7.6 ^{b-g}	5.9 ^{c-g}	55.9 ^b	58.3 ^{b-e}	66.5 ^a	50.4 ^{ab}
หินกอง	12.6 ^{b-e}	8.4 ^{efg}	8.0 ^{a-d}	7.1 ^{a-f}	92.7 ^{ab}	70.1 ^{b-e}	17.7 ^{cd}	31.5 ^{bc}
นางหก	7.0 ^f	4.9 ⁱ	5.3 ^{hi}	4.9 ^{fg}	73.1 ^{ab}	87.7 ^b	24.2 ^{cd}	19.9 ^c
กอดเดียว	9.0 ^{def}	8.4 ^{efg}	6.8 ^{c-h}	5.0 ^{efg}	75.7 ^{ab}	85.3 ^{bc}	32.6 ^{bcd}	23.5 ^c
เหลืองบุญมา	17.0 ^a	12.4 ^{ab}	10.0 ^a	8.9 ^a	68.3 ^{ab}	61.2 ^{b-e}	15.6 ^d	14.6 ^c
หอมสกล	9.8 ^{b-f}	7.9 ^{fg}	9.4 ^{ab}	7.0 ^{a-f}	71.3 ^{ab}	67.8 ^{b-e}	28.7 ^{bcd}	27.1 ^c
กุ่มเมืองหลวง	14.3 ^{ab}	10.9 ^{b-e}	7.4 ^{b-h}	6.0 ^{b-g}	67.6 ^{ab}	54.2 ^{cde}	33.3 ^{bcd}	33.9 ^{bc}
ขาวดอกมะลิ 105	8.8 ^{ef}	9.1 ^{c-g}	8.8 ^{abc}	8.3 ^{abc}	68.8 ^{ab}	78.0 ^{bcd}	34.4 ^{bcd}	28.0 ^c
กข 6	11.5 ^{b-e}	9.5 ^{c-f}	7.9 ^{a-f}	7.8 ^{a-d}	96.3 ^{ab}	79.0 ^{bcd}	18.3 ^{cd}	27.8 ^c
F-test	**	**	**	**	*	**	*	*
C.V. (%)	23.2	19.2	17.8	21.1	32.5	25.6	30.9	33.1

*, ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

เมื่อพิจารณาถึงดัชนีเก็บเกี่ยว พบว่า ดัชนีเก็บเกี่ยวของข้าวพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกทดสอบมีความแตกต่างกันในทางสถิติทั้งในสภาพไม่ขาดน้ำและในสภาพที่ขาดน้ำ

(ตารางที่ 2) ในสภาพไม่ขาดน้ำ พบว่า ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ เป็นพันธุ์ที่มีดัชนีเก็บเกี่ยวมากที่สุด เท่ากับ 0.30 แต่ไม่แตกต่างไปจากข้าวพันธุ์นางหก เหลืองบุญมา หวิดหนี

อิน้อย ข้าวตอก หินกอง กอเดียว และ กข 6 (0.29, 0.29, 0.28, 0.28, 0.27, 0.27, 0.26 และ 0.26 ตามลำดับ) ส่วนในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูก พบว่า ข้าวพันธุ์หิวดินนี้มี

ดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุด เท่ากับ 0.37 รองลงมาคือ ข้าวตอก นางหก เหลืองบุญมา และข้าวดอกมะลิ 105 ตามลำดับ (0.31, 0.31, 0.27 และ 0.27 ตามลำดับ)

ตารางที่ 2 น้ำหนัก 1,000 เมล็ด น้ำหนักเมล็ด น้ำหนักฟางแห้ง น้ำหนักรากแห้ง และดัชนีเก็บเกี่ยวของข้าวพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์เปรียบเทียบที่ปลูกในสภาพไม่ขาดน้ำและในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูกระหว่างเดือนมิถุนายน - ธันวาคม พ.ศ. 2557

พันธุ์ข้าว	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (ก.)		น้ำหนักเมล็ด (ก./กระถาง)		น้ำหนักฟางแห้ง (ก./กระถาง)		น้ำหนักรากแห้ง (ก./กระถาง)		ดัชนีเก็บเกี่ยว	
	ไม่ขาดน้ำ	ขาดน้ำ	ไม่ขาดน้ำ	ขาดน้ำ	ไม่ขาดน้ำ	ขาดน้ำ	ไม่ขาดน้ำ	ขาดน้ำ	ไม่ขาดน้ำ	ขาดน้ำ
โสมมาลี	26.4 ^{bcd}	23.5 ^{f-i}	15.0 ^{abc}	5.9 ^{efg}	45.7	30.3	7.4 ^{a-e}	7.3 ^{abc}	0.22 ^{a-e}	0.14 ^{def}
ขาวใหญ่	29.4 ^{bc}	34.7 ^b	14.3 ^{abc}	10.7 ^{a-g}	53.0	38.3	7.5 ^{a-e}	7.0 ^{abc}	0.20 ^{b-e}	0.20 ^{b-f}
กุหลาบดำ	27.6 ^{bcd}	24.9 ^{e-h}	13.5 ^{abc}	10.6 ^{a-g}	34.2	35.0	6.8 ^{a-e}	6.5 ^{abc}	0.23 ^{a-e}	0.21 ^{b-f}
หิวดิน	30.4 ^{bc}	31.7 ^{bcd}	19.3 ^a	16.9 ^a	44.5	25.2	8.1 ^{a-e}	6.4 ^{bc}	0.28 ^{abc}	0.37 ^a
อิน้อย	29.7 ^{bc}	29.7 ^{b-f}	18.1 ^a	15.8 ^{ab}	43.6	39.7	9.3 ^{abc}	8.0 ^{abc}	0.28 ^{abc}	0.24 ^{bcd}
กำคำดำ	23.8 ^{bcd}	24.1 ^{f-i}	8.5 ^c	12.4 ^{a-f}	43.3	35.8	6.0 ^{cde}	5.9 ^{bc}	0.16 ^{de}	0.23 ^{b-e}
ขาวปากหม้อ	26.9 ^{bcd}	24.4 ^{f-i}	9.3 ^{bc}	5.3 ^{fg}	41.8	39.9	6.3 ^{cde}	5.3 ^c	0.17 ^{de}	0.11 ^f
เจ้าแดง	22.5 ^{b-e}	21.5 ^{hi}	16.6 ^{abc}	10.6 ^{a-g}	50.8	44.3	7.3 ^{a-e}	7.0 ^{abc}	0.22 ^{a-e}	0.17 ^{c-f}
รากไผ่	22.4 ^{b-e}	29.1 ^{b-g}	11.9 ^{abc}	13.8 ^{a-d}	51.0	39.5	7.9 ^{a-e}	6.4 ^{bc}	0.19 ^{cde}	0.23 ^{bcd}
น้ำสกุย 19	28.9 ^{bcd}	28.1 ^{c-h}	14.2 ^{abc}	12.2 ^{a-f}	46.0	32.2	6.8 ^{b-e}	5.1 ^c	0.22 ^{a-e}	0.23 ^{bcd}
กำคำเตี้ย	26.2 ^{bcd}	23.7 ^{f-i}	17.0 ^{abc}	8.9 ^{b-g}	43.6	33.5	5.7 ^{cde}	4.4 ^c	0.25 ^{a-d}	0.19 ^{c-f}
สันป่าตอง	32.5 ^b	31.1 ^{b-e}	15.3 ^{abc}	14.8 ^{a-d}	40.5	41.4	10.2 ^{ab}	8.2 ^{abc}	0.23 ^{a-e}	0.22 ^{b-e}
ผาแดง	20.7 ^{cde}	26.0 ^{d-h}	13.2 ^{abc}	11.4 ^{a-g}	49.4	43.8	6.5 ^{b-e}	9.4 ^{ab}	0.20 ^{b-e}	0.18 ^{c-f}
หอมดง	30.8 ^{bc}	28.4 ^{b-g}	14.5 ^{abc}	13.9 ^{a-d}	44.5	34.9	8.5 ^{a-d}	10.3 ^a	0.22 ^{a-e}	0.24 ^{bcd}
ส้มพันธุ์แดง	13.9 ^e	14.3 ^j	8.9 ^{bc}	7.7 ^{d-g}	48.7	44.3	7.5 ^{a-e}	8.2 ^{abc}	0.14 ^e	0.12 ^{ef}
ข้าวตอก	26.8 ^{bcd}	32.7 ^{bc}	17.2 ^{ab}	17.7 ^a	40.4	32.6	6.3 ^{cde}	6.0 ^{bc}	0.27 ^{abc}	0.31 ^{ab}
แก่นตุ้	19.1 ^{de}	18.1 ^{ij}	8.4 ^c	5.0 ^g	48.9	32.3	7.5 ^{a-e}	6.3 ^{bc}	0.14 ^e	0.11 ^f
หินกอง	25.5 ^{bcd}	25.1 ^{d-h}	19.0 ^a	12.1 ^{a-f}	43.1	32.9	6.5 ^{b-e}	8.1 ^{abc}	0.27 ^{abc}	0.23 ^{b-e}
นางหก	44.0 ^a	41.1 ^a	15.7 ^{abc}	17.3 ^a	33.6	33.5	4.6 ^e	4.6 ^c	0.29 ^{ab}	0.31 ^{ab}
กอเดียว	30.0 ^{bc}	29.9 ^{b-f}	16.4 ^{abc}	11.8 ^{a-g}	41.2	31.2	7.9 ^{a-e}	6.8 ^{abc}	0.26 ^{abc}	0.24 ^{bcd}
เหลืองบุญมา	27.2 ^{bcd}	28.6 ^{b-g}	18.6 ^a	15.0 ^{abc}	40.1	32.9	5.3 ^{de}	7.0 ^{abc}	0.29 ^{ab}	0.27 ^{bc}
หอมสกล	23.8 ^{bcd}	27.6 ^{c-h}	15.6 ^{abc}	13.1 ^{a-d}	40.1	32.9	10.5 ^a	5.8 ^{bc}	0.25 ^{a-d}	0.23 ^{bcd}
กุ่มเมืองหลวง	27.7 ^{bcd}	28.5 ^{b-g}	12.0 ^{abc}	8.2 ^{c-g}	51.7	33.2	9.2 ^{abc}	7.7 ^{abc}	0.17 ^{de}	0.18 ^{c-f}
ข้าวดอกมะลิ 105	28.4 ^{bcd}	25.6 ^{d-h}	17.2 ^{ab}	15.0 ^{abc}	36.4	35.1	6.5 ^{b-e}	5.2 ^c	0.30 ^a	0.27 ^{bc}
กข 6	25.5 ^{bcd}	22.5 ^{ghi}	18.6 ^a	12.6 ^{a-e}	43.9	36.1	7.6 ^{a-e}	7.8 ^{abc}	0.26 ^{abc}	0.23 ^{b-e}
F-test	**	**	*	**	ns	ns	*	*	**	**
C.V. (%)	21.8	14.4	34.0	35.1	22.1	23.5	29.7	33.5	23.1	29.4

*, ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

จากการประเมินลักษณะการทนแล้งในช่วงต้นฤดูปลูก พบว่า ลักษณะการม้วนใบ ลักษณะใบตาย ความสามารถในการฟื้นตัว และดัชนีการทนแล้งของข้าวพันธุ์พื้นเมืองและข้าวพันธุ์เปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกัน

ในทางสถิติ (ตารางที่ 3) โดยข้าวพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกทดสอบมีระดับคะแนนการม้วนใบครั้งที่ 1 อยู่ระหว่าง 2.8-4.0 และครั้งที่ 2 มีระดับคะแนนการม้วนใบ อยู่ระหว่าง 4.5-5.0

ตารางที่ 3 ลักษณะการม้วนใบ ลักษณะใบตาย ความสามารถในการฟื้นตัว และดัชนีการทนแล้งของข้าวพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์เปรียบเทียบที่ปลูกในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูกระหว่างเดือนมิถุนายน - ธันวาคม พ.ศ. 2557

พันธุ์ข้าว	ลักษณะการม้วนใบ (คะแนน)		ลักษณะใบตาย (คะแนน)		ความสามารถในการฟื้นตัวหลังให้น้ำ	ดัชนีการทนแล้ง		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2		น้ำหนักเมล็ดแห้ง	น้ำหนักฟางแห้ง	น้ำหนักรากแห้ง
โสมมาลี	2.8	5.0	2.5	7.0	3.5	0.4	0.7	1.0
ขาวใหญ่	3.0	4.8	3.0	6.5	3.5	0.8	0.7	1.0
กุหลาบดำ	3.5	4.8	3.0	6.5	3.5	1.3	1.0	1.0
หวิดหนี	3.8	4.8	4.0	6.5	4.5	0.9	0.6	0.8
อิน้อย	4.0	5.0	5.0	7.0	3.0	0.9	0.9	1.1
ก่ำกาดำ	2.8	4.5	2.0	6.0	3.5	1.4	0.9	1.0
ขาวปากหม้อ	3.8	4.8	4.5	6.5	4.5	0.6	1.0	0.9
เจ้าแดง	3.8	4.8	4.5	6.5	4.5	0.8	0.9	1.0
รากไผ่	3.3	5.0	3.0	7.0	4.0	1.1	0.8	0.8
น้ำสะกวย 19	3.0	5.0	3.0	7.0	3.5	0.8	0.7	0.8
ก่ำดำเตี้ย	3.3	5.0	3.5	7.0	3.5	0.6	0.8	0.9
สันป่าตอง	3.3	5.0	3.5	7.0	4.0	1.0	1.0	0.8
ผาแดง	3.5	4.8	4.0	6.5	3.5	0.9	0.9	1.5
หอมดง	3.8	5.0	4.0	7.0	4.0	1.0	0.8	1.2
ส้มพันธุ์แดง	3.8	5.0	4.5	7.0	4.0	1.0	0.9	1.2
ข้าวดอ	3.3	5.0	3.5	7.0	3.5	1.1	0.8	1.1
แก่นคู่	3.5	5.0	3.5	7.0	4.5	0.7	0.7	0.8
หินกอง	3.3	4.8	3.5	6.5	3.5	0.7	0.8	1.3
นางหก	3.0	5.0	2.5	7.0	4.0	1.1	1.0	1.0
กอเดี้ยว	3.5	4.8	4.0	6.5	4.5	0.8	0.8	0.9
เหลื่องบุญมา	4.0	4.8	4.5	6.5	3.5	0.9	0.8	1.3
หอมสกล	3.8	5.0	4.0	7.0	3.5	0.8	0.8	0.6
กุ่มเมืองหลวง	4.0	4.5	5.0	6.0	4.5	0.8	0.6	0.8
ขาวดอกมะลิ 105	3.8	5.0	4.5	7.0	3.5	0.9	1.0	1.0
กข 6	3.8	5.0	4.5	6.5	3.5	0.7	0.8	1.0
Correlation (r) ^{1/}	-0.09	0.23*	-0.08	0.24*	-0.37**	0.37**	0.12	0.26*
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	18.6	7.01	34.7	10.5	25.6	31.7	26.4	27.0

*, ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

^{1/} ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับลักษณะการทนแล้งช่วงต้นฤดูปลูก (d.f. = n-2 = 98)

เช่นเดียวกันกับคะแนนของลักษณะใบตายครั้งที่ 1 อยู่ใน ช่วงระหว่าง 2.0-5.0 และ ครั้งที่ 2 อยู่ระหว่าง 6.0-7.0 สำหรับความสามารถในการฟื้นตัวหลังจากกลับมาให้น้ำ ตามปกติ พบว่า คะแนนของการฟื้นตัวหลังให้น้ำอยู่ในช่วง ระหว่าง 3.0-4.5 โดยที่ข้าวพันธุ์อิน้อยมีความสามารถในการ ฟื้นตัวมากที่สุดกล่าวคือ มีระดับคะแนนของการฟื้นตัวต่ำสุด เท่ากับ 3.0 ในขณะที่ข้าวพันธุ์อื่นๆ ที่เหลือมีระดับคะแนน 3.5-4.5

ข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูกที่ นำมาปลูกทดสอบในครั้งนี้ถึงแม้ว่าจะไม่พบความแตกต่าง กันในลักษณะการทนแล้ง ทั้งลักษณะการม้วนของใบ ลักษณะใบตาย ความสามารถในการฟื้นตัวหลังให้น้ำ และ ดัชนีการทนแล้ง (ตารางที่ 3) แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า ข้าวพันธุ์ พื้นเมืองที่มีค่าระดับคะแนนการม้วนใบต่ำหลังจากงดให้น้ำ เป็นเวลา 14 ได้แก่ พันธุ์ก่ำกาดำ โสมมาลี นางนก น้ำสะกุก 19 และขาวใหญ่ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างไปจากค่าคะแนน การม้วนใบของข้าวพันธุ์ กข 6 และ ขาวดอกมะลิ 105 และ หลังจากงดให้น้ำเป็นเวลา 21 วัน ข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีค่า ระดับคะแนนการม้วนใบต่ำ ได้แก่ พันธุ์ก่ำกาดำ และ ก่ำกาดำ ตามลำดับ จากการประเมินอาการใบตายครั้งที่ 1 เมืองดให้น้ำเป็นระยะเวลา 17 วัน มีระดับคะแนนใบตายอยู่ ในช่วง 2.0-5.0 ข้าวพันธุ์ที่มีระดับคะแนนใบตายต่ำ คือ พันธุ์ก่ำกาดำ นางนก และ โสมมาลี ตามลำดับ ส่วนลักษณะ อาการใบตายครั้งที่ 2 หลังจากงดให้น้ำเป็นเวลา 25 วัน มี ระดับคะแนนใบตายใบเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.0-7.0 ข้าวพันธุ์ พื้นเมืองที่มีค่าระดับคะแนนใบตายต่ำ ได้แก่ พันธุ์ก่ำกาดำ หलग และก่ำกาดำ ตามลำดับ ข้าวพันธุ์ที่สามารถฟื้นตัวตัว หลังจากให้น้ำได้ดี คือ อิน้อย ที่มีค่าคะแนนฟื้นตัวตัว หลังจากให้น้ำเท่ากับ 3.00 และจากการประเมินค่าดัชนีทน แล้งของผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้ง ค่าดัชนีทนแล้งของ น้ำหนักฟางแห้ง และค่าดัชนีทนแล้งของน้ำหนักรากแห้งไม่ มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าค่าดัชนี ทนแล้งของน้ำหนักรากแห้งของข้าวบางสายพันธุ์มีแนวโน้ม สูงขึ้น เช่น ข้าวพันธุ์ผาแดง เหลืองบุญมา หินกอง สัมพันธ์ แดง หอมดง ข้าวดอ และอิน้อย ตามลำดับ ข้าวพันธุ์ที่มี แนวโน้มให้ดัชนีทนแล้งของผลผลิตสูง ได้แก่ พันธุ์ก่ำกาดำ กุหลาบดำ รากไผ่ นางนก และข้าวดอ ตามลำดับ

จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ข้าวพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูกจะเป็นพันธุ์ที่มีดัชนีทนแล้ง ของผลผลิตและดัชนีทนแล้งของน้ำหนักรากแห้งสูง (ตาราง ที่ 3) ซึ่งจากเห็นได้จากสหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและดัชนี

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2560

ทนแล้งของผลผลิตและน้ำหนักรากแห้งที่มีค่าสหสัมพันธ์ใน ทางบวก ($r=0.37^{**}$ และ 0.26^{*}) นอกจากนี้ดัชนีทนแล้งของ ผลผลิตยังมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับจำนวนเมล็ดดี และ ดัชนีเก็บเกี่ยว ($r = 0.50^{**}$ และ 0.31^{**}) แต่จะมีสหสัมพันธ์ ในทางลบกับจำนวนเมล็ดลีบ ($r = -0.37^{**}$) ซึ่งสอดคล้องกับ งานทดลองของกิตติชัย และคณะ (2556) พบว่า ข้าวไร่พันธุ์ ทนแล้งเป็นพันธุ์ที่มีค่าดัชนีทนแล้งของผลผลิต ดัชนีทนแล้ง ของน้ำหนักต้นแห้ง และดัชนีทนแล้งของน้ำหนักรากแห้งสูง ซึ่งข้าวไร่ที่ประสบสภาวะแล้งการดูดน้ำจากดินเข้าไปในราก ข้าวจะเกิดขึ้นได้ยาก ข้าวที่สามารถรักษาปริมาณรากเอาไว้ ได้ดี ทำให้มีดัชนีการทนแล้งของรากสูง และดูดน้ำได้ดี เนื่องจากมีปริมาณรากมาก ทำให้มีการสะสมของน้ำหนักต้น มากและได้รับผลกระทบจากสภาวะแล้งน้อยกว่าข้าวพันธุ์ที่ มีดัชนีทนแล้งของน้ำหนักรากต่ำ เมื่อพิจารณาลักษณะ การม้วนใบและอาการใบตายในการศึกษานี้ พบว่าค่า คะแนนการม้วนใบมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับคะแนนใบตาย (ครั้งที่ 1 ค่า $r=0.90^{**}$ และครั้งที่ 2 ค่า $r=96^{**}$) ชี้ให้เห็นว่า อาการม้วนใบเป็นลักษณะส่งเสริมให้เกิดใบตาย หากข้าว แสดงอาการม้วนใบถึงจุดเหี่ยวถาวรก็จะทำให้ข้าวเริ่มแสดง อาการใบตาย แต่หากข้าวพันธุ์สามารถรักษาคือของน้ำใน ต้นได้ดีจะสามารถลดอาการม้วนใบไม่ให้เกิดขึ้นเร็วและ อาการใบตายน้อย นอกจากนี้ยังพบว่าค่าคะแนน ความสามารถในการฟื้นตัวหลังให้น้ำมีสหสัมพันธ์ในทางลบ กับผลผลิตน้ำหนักเมล็ด ($r = -0.37^{**}$) ซึ่งข้าวพันธุ์ที่มีการ ฟื้นตัวหลังกลับคืนมาให้น้ำได้ดี (มีค่าคะแนนต่ำ) จะเป็น พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ได้แก่ ข้าวดอ นางนก หวิดหนี อิน้อย เหลืองบุญมา และสันป่าตอง (ตารางที่ 2 และ 3) ข้าวพันธุ์ที่ ให้ผลผลิตสูงในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูกจะเป็นพันธุ์ที่มี ดัชนีทนแล้งของผลผลิตและดัชนีทนแล้งของน้ำหนักราก แห้งสูง ซึ่งผลผลิตมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับดัชนีทนแล้ง ของผลผลิต และดัชนีทนแล้งของน้ำหนักรากแห้ง (ตารางที่ 3) นอกจากนี้ดัชนีทนแล้งของผลผลิตยังมีสหสัมพันธ์ใน ทางบวกกับจำนวนเมล็ดดี ($r = 0.50^{**}$) และดัชนีเก็บเกี่ยว ($r = 0.31^{**}$) พันธุ์ข้าวเหล่านี้ได้แก่ ข้าวดอ นางนก และสัน ป่าตอง ส่วนข้าวพันธุ์ เหลืองบุญมา หอมดง ข้าวดอ อิน้อย และนางนก เป็นพันธุ์ข้าวที่ทนแล้งเนื่องจากมีดัชนีทนแล้ง ของน้ำหนักรากแห้งสูง หรือมีการเจริญเติบโตของรากมาก ขึ้นเมื่อข้าวกระทบแล้ง (ตารางที่ 2 และ 3) การศึกษา ในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ข้าวพันธุ์ที่มีความสามารถในการฟื้น ตัวได้ดีหลังให้น้ำ (มีค่าคะแนนต่ำ) ก็จะทำให้ผลผลิตข้าวสูง มีน้ำหนักฟาง และน้ำหนักแห้งทั้งหมดสูง ดังนั้นในการ

คัดเลือกข้าวพันธุ์ทนแล้งในช่วงต้นฤดูปลูกจึงควรคัดพันธุ์ที่มีดัชนีทนแล้งของผลผลิตสูง (น้ำหนักเมล็ด) และมีดัชนีทนแล้งของน้ำหนักรากแห้งสูง รวมทั้งมีความสามารถในการฟื้นตัวหลังให้น้ำได้ดี นอกจากนี้ยังสามารถใช้การม้วนใบและอาการใบตายมาใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวทนแล้งได้เช่นกัน Mitchell *et al.* (1998) รายงานว่าลักษณะใบตายสามารถใช้ในการประเมินพันธุ์ข้าวที่มีความทนทานต่อสภาพแล้งในช่วงระยะต้นกล้าได้ ซึ่งลักษณะใบตายมีสหสัมพันธ์ในทางลบกับลักษณะของน้ำในใบ แต่ใบตายในระยะกล้าไม่มีสหสัมพันธ์กับผลผลิต และจากการศึกษาของ Pantuwan *et al.* (2000, 2004) รายงานว่า ความสามารถในการฟื้นตัวมีสหสัมพันธ์กับการม้วนใบและอาการใบตาย โดยหลังจากที่ข้าวกระทบกับความแห้งแล้ง ความชื้นในดินจะลดลงอย่างรวดเร็ว ข้าวไม่สามารถดูดน้ำเข้าไปในลำต้นได้ ทำให้ข้าวแสดงอาการเหี่ยว และเมื่อพืชขาดน้ำเป็นระยะเวลานานจะทำให้เนื้อเยื่อของใบข้าวเริ่มแสดงอาการตาย แต่หลังจากข้าวกลับมาได้รับน้ำอีกครั้ง ต้นข้าวจะดูดน้ำเข้าไปในลำต้นเพื่อทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นใหม่อีกรอบ ข้าวจะสามารถซ่อมแซมตัวเองหลังจากประสบกับความแห้งแล้ง Narenoot *et al.* (2017) รายงานว่าในสภาพขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูกผลผลิตข้าวไรมีสหสัมพันธ์ในทางลบกับลักษณะการม้วนใบ อาการใบตาย และความสามารถในการฟื้นตัวหลังกลับมาให้น้ำ ในขณะที่น้ำหนักใบแห้งและค่าศักย์ของน้ำในใบมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิต ดังนั้นการลดลงของผลผลิตข้าวเมื่อกระทบแล้งจึงเป็นผลเนื่องมาจากการลดลงของพื้นที่ใบในการสังเคราะห์แสงเพราะการม้วนใบและการม้วนใบและแสดงอาการใบตาย ส่วนข้าวพันธุ์ที่มีความสามารถในการฟื้นตัวก็จะสามารถให้ผลผลิตสูง

สรุปผลการวิจัย

ข้าวพันธุ์พื้นเมืองต่างสายพันธุ์กันเมื่อนำมาปลูกในสภาพไม่ขาดน้ำและในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูก มีผลทำให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตแตกต่างกัน โดยที่ข้าวมีความสูง การแตกกอ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด น้ำหนักเมล็ดน้ำหนักรากแห้ง และดัชนีเก็บเกี่ยว แตกต่างกันทางสถิติในสภาพไม่ขาดน้ำ ข้าวพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด ได้แก่ หวิดหนี่ หินกอง กข 6 เหลืองบุญมา อิน้อย ข้าวดอ และ ข้าวดอกมะลิ 105 ตามลำดับ ส่วนในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูกข้าวพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด ได้แก่ ข้าวดอ นางหก หวิดหนี่ และ อิน้อย ตามลำดับ แต่ผลผลิตข้าวพันธุ์ดังกล่าวไม่แตกต่างไปจากผลผลิตของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และ กข 6

ข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูกไม่มีความแตกต่างกันในลักษณะการทนแล้ง ทั้งลักษณะการม้วนของใบ ลักษณะใบตาย ความสามารถในการฟื้นตัวหลังให้น้ำ และดัชนีการทนแล้ง อย่างไรก็ตามข้าวพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูกจะเป็นพันธุ์ที่มีดัชนีทนแล้งของผลผลิต และดัชนีทนแล้งของน้ำหนักรากแห้งสูงซึ่งเห็นได้จากสหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับดัชนีทนแล้งของผลผลิตและน้ำหนักรากแห้งที่มีค่าสหสัมพันธ์ในทางบวก

เอกสารอ้างอิง

- กิตติชัย นารีนุช พชริน สงศรี วัฒนา พัฒนากุล และ จิรวัฒน์ สนิทชน. 2556. การประเมินความทนทานต่อสภาพแล้งต้นฤดูปลูกของเชื้อพันธุ์กรรมข้าวไร่พันธุ์พื้นเมือง. เกษตร 41(1) : 643-648.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2558. กระทรวงเกษตร และสหกรณ์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติการนำเข้า-ส่งออกข้าว. (สืบค้นเมื่อ 11 ตุลาคม 2558). Available from: URL: [http:// www.oae.go.th/oae_report/export_import_result.php](http://www.oae.go.th/oae_report/export_import_result.php)
- Bernier, J., Atlin, G.N., Serraj, R., Kumar, A. and Spaner, D. 2008. Breeding upland rice for drought resistance. The Science of Food and Agriculture 88 : 972-939.
- Bricker, A.A. 1989. MSTAT-C User's Guide. Michigan State University.
- De Datta, S.K., Malabuyoc, J.A. and Aragon, E.L. 1988. A field screening technique for evaluating rice germplasm for drought tolerance during the vegetative stress. Field Crops Research 19 : 123-134.
- Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. 1992. Calculation of Crop Water Requirements. In: Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24, pp. 1-65. Rome, Italy.
- Farooq, M., Kobayashi, N., Ito, O., Wahid, A. and Jerraj, R. 2010. Broader leave result in better performance of indica rice under drought stress. Journal of Plant Physiology 167 : 1066-1075.
- Gomez, K.A. and Gomez, A.A. 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. New York : John Wiley & Sons.
- IRRI. 1996. Standard evaluation system for rice. Manila : The Internatioan Rice Research Institute.
- Kumar, A., Sarawgi, A.K., Ramos, C., Amarante, S.T., Ismail, A.M. and Wade, L.J. 2006. Partitioning of dry matter during drought stress in rainfed lowland rice. Field Crops Research 98 : 1-11.
- Kumar, A., Bernier, J., Verulkar, S., Lafitte, H.R. and Atlin, G.N. 2008. Breeding for drought tolerance: direct selection for yield, response to selection and uses of drought-tolerant donors in upland and lowland-adapted population. Field Crops Research 107 : 221-231.
- Mitchell, J.H., Siamhan, D., Wamala, M.H., Risimeri, J.B., Chinyamakobvo, E., Henderson, S.A. and Fukai, S. 1998. The use of seedling leaf death score for evaluation of drought resistance of rice. Field Crops Research 55 : 129-139.
- Narenoot, K., Monkham, T., Chankaew, S., Songsri, P., Pattanagul, W. and Sanitchon, J. 2017. Evaluation of the tolerance of Thai indigenous upland rice germplasm to early drought stress using multiple selection criteria. Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization 15(2) : 109-118.
- Nautiyal, P.C., Rachaputi, N.R. and Joshi, Y.C. 2002. Moisture-deficit-induced changes in leaf-water content, leaf carbon exchange rate and biomass production in groundnut cultivars differing in specific leaf area. Field Crops Research 74 : 69-79.
- Pantuwan, G., Fukai, S., Cooper, M., Rajatasereekul, S., Toole, J.C.O. and Basnayake, J. 2004. Yield responses of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to water deficit in rainfed lowlands 4. Vegetative stage screening in dry season. Field Crop Research 89 : 281-297.
- Pantuwan, G., Fukai, S., Cooper, M., Rajatasereekul, S., Toole, J.C.O. and Basnayake, J. 2000. Yield responses of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to water deficit in rainfed lowlands. Doctor Thesis, School of land and food Science, The University of Queensland. Australia.

ผลของการเสริมไธนาสาหร่าย (Branchinella thailandensis) ต่อการเจริญเติบโตและสีผิวของปลาทอง (Carassius auratus)

จตุรพร ศรีรัตนวัฒน์ จามรี เครือหงษ์* และสุรภี ประชุมพล

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
ต. นครสวรรค์ต.ก. อ. เมือง จ. นครสวรรค์ 60000

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการเสริมไธนาสาหร่าย (Branchinella thailandensis) ต่อการเจริญเติบโตและสีผิวของปลาทอง (Carassius auratus) เลี้ยงปลาทองให้อาหารแตกต่างกัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) ประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง 3 ซ้ำ คือ 1) ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปอย่างเดียว (ชุดควบคุม) 2) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+ไธนาสาหร่ายสด 30% 3) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+ไธนาสาหร่ายแช่แข็ง 30% 4) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+ไธนาสาหร่ายสด 15% + ไธนาสาหร่ายแช่แข็ง 15% เลี้ยงปลาทองในถังไฟเบอร์ปริมาตรน้ำ 50 ลิตร จำนวน 5 ตัวต่อถัง ให้อาหารปลาวันละ 3% ของน้ำหนักตัว เป็นระยะเวลา 2 เดือน วัดสีผิวของปลาโดยใช้เครื่องวัดสีระบบ CIE L*a*b* (CIE LAB) พบว่า การเจริญเติบโตของปลาทองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกชุดการทดลอง ($P > 0.05$) แต่ปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมไธนาสาหร่ายสด 30% และเสริมด้วยไธนาสาหร่ายสด 15% ผสมไธนาสาหร่ายแช่แข็ง 15% มีค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ค่าสีแดง (a^*) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) สรุปได้ว่า การให้อาหารเสริมไธนาสาหร่ายสด 30% และเสริมด้วยไธนาสาหร่ายสด 15% ผสมไธนาสาหร่ายแช่แข็ง 15% มีผลต่อการเพิ่มสีผิวแต่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต

คำสำคัญ : ไธนาสาหร่าย ปลาทอง การเจริญเติบโต และสี

* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: aggie39_kku@hotmail.com

Effect of supplementation Thai fairy shrimp (*Branchinella thailandensis*) on growth and coloration of gold fish (*Carassius auratus*)

Chongdee Srinoparatawatana Jamree Krueahong^{*} and Surapee Prachumpon

Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology, Department of Agricultural Technology,
Nakhon Sawan Rajabhat University, Muang district, Nakhon Sawan 60000.

Abstract

The experiment was carried out to determine the effect of Thai fairy shrimp (*Branchinella thailandensis*) supplementation on growth and coloration of Gold fish (*Carassius auratus*). The experimental design was Completely Randomized Design (CRD). There were 4 treatments with 3 replications each: 1) fed on commercial diet (control; CD), 2) CD and 30% of fresh Thai fairy shrimp (FTF), 3) CD and freeze Thai fairy shrimp (FRTF), 4) CD and fresh Thai fairy shrimp 15% and freeze Thai fairy shrimp 15% (FFTF). Goldfish were cultured in a fiberglass tank 50 L, 5 fish/ tank, fish were fed 3% BW, The experiment was carried out for 2 months. The Skin pigmentation of Goldfish was measured by using chromameter with the system CIE L*a*b* (CIE LAB). The results showed growth of goldfish did not within all treatments ($P>0.05$). Gold fish fed on FTF and FFTF shown the highest significant ($P<0.05$) brightness (L^*) and yellowness (b^*), whereas red (a^*) no significant difference ($P>0.05$). The results indicated that supplementation of FTF and FFTF improved skin color and have not an adverse effect on growth performance of gold fish.

Keywords: Thai Fairy Shrimp, Gold Fish, Growth and Color

* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: aggie39_kku@hotmail.com

ปลาทองเป็นปลาสวยงามที่ได้รับความนิยมเลี้ยงไว้เพื่อดูเล่นและเป็นงานอดิเรก สายพันธุ์โคเมท (Comet) เป็นปลาทองสายพันธุ์ดั้งเดิม หรือต้นตระกูลของปลาทอง ลักษณะลำตัวค่อนข้างแบนยาวคล้ายปลาไน ลำตัวมีสีแดง สีแดงสลับขาว หรือสีทอง (สุรศักดิ์, 2538) เนื่องด้วยปลาทองมีสีสันสวยงาม แปลกตาทำให้ได้รับความนิยม มีการทดลองการใช้สารสีในกลุ่มของแคโรทีนอยด์ เช่น เบต้าแคโรทีน แคนทาแซนทีน ซีแซนทีน และแอสตาแซนทีนที่ได้จากแหล่งธรรมชาติ (ยีสต์ แบคทีเรีย พืช และพวกครัสเตเชียน) มาผสมในอาหารเพื่อใช้ในการเร่งสีผิวของปลาและพวกครัสเตเชียน (Wang *et al.*, 2006) เนื่องจากแคโรทีนอยด์สังเคราะห์มีราคาแพงจึงได้มีการศึกษาการใช้สารสีจากธรรมชาติ เช่น การเสริมสไปรูไลนาในอาหารมีผลทำให้สีเหลืองและแดงของตัวปลาเพิ่มมากขึ้น (พรชัย และคณะ, 2551) การเสริมโรนังนางฟ้าไทยในอาหารเพื่อเลี้ยงปลาหมอสี พบว่า สามารถเพิ่มสีส้มในตัวปลาเพิ่มขึ้น (บรรเจิด, 2556) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการศึกษาปริมาณแคโรทีนอยด์ในโรนังนางฟ้าไทยพบว่ามีปริมาณสูง ซึ่งทัศนพันธุ์ และคณะ (2556) ทำการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของโรนังนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาที่ใช้ธาตุอาหารจากตะกอนบ่อเลี้ยงปลา พบว่าปริมาณแคโรทีนอยด์เท่ากับ 143.78 ± 2.69 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ส่วน Dararat *et al.* (2012) พบว่ามีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงถึง 254.41 ± 21.50 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งสอดคล้องกับจามรี และคณะ (2559) ได้เลี้ยงโรนังนางฟ้าไทยด้วยคลอเรลลาพบปริมาณแคโรทีนอยด์ 278.68 ± 4.53 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และปริมาณแคโรทีนอยด์รวมเฉลี่ยของโรนังนางฟ้าไทยเลี้ยงด้วยยีสต์มีชีวิต มีค่าสูงถึง 482.10 ± 7.86 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ทั้งนี้จิตรา และคณะ (2559) ได้ศึกษาผลของการใช้โรนังนางฟ้าไทยในอาหารต่อความเข้มของสีผิวปริมาณแคโรทีนอยด์รวมและการเจริญเติบโตของปลาทอง แต่เป็นการให้อาหารผสมโรนังนางฟ้าไทยบดละเอียด ซึ่งขั้นตอนในการเตรียมอาหารยุ่งยากต่อเกษตรกร ดังนั้นเพื่อให้มีการใช้ประโยชน์จากโรนังนางฟ้าไทยได้ง่าย และสะดวกขึ้น จึงได้ใช้โรนังนางฟ้าสดและแช่แข็งร่วมกับการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและสีผิวของปลาทอง

1. วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design : CRD) เลี้ยงปลาทองให้อาหารแตกต่างกัน 4 ชุดการทดลองชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป (ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป + ไร่นางฟ้าสด 30%

ชุดการทดลองที่ 3 อาหารเม็ดสำเร็จรูป + ไร่นางฟ้าแช่แข็ง 30%

ชุดการทดลองที่ 4 อาหารเม็ดสำเร็จรูป + ไร่นางฟ้าสด 15% + ไร่นางฟ้าแช่แข็ง 15%

2. วิธีการทดลอง

2.1 อาหารปลา โรนังนางฟ้าไทยเลี้ยงด้วยยีสต์มีชีวิต ตามวิธีการของจามรี และปริญญา (2556) ใช้โรนังนางฟ้าไทยอายุ 15 วัน ขนาด 2 เซนติเมตรขึ้นไป ไร่นางฟ้าสดให้ปลาทองกินได้เลยโดยตัดจากบ่อเลี้ยง ล้างด้วยน้ำสะอาด และซับด้วยผ้าให้แห้ง ส่วนโรนังนางฟ้าแช่แข็งเตรียมเช่นเดียวกับโรนังนางฟ้าสด แต่ทำการแช่แข็งโรนังนางฟ้าไทย 1 วัน ที่อุณหภูมิ -20°C ก่อนให้เป็นอาหารเตรียมโรนังนางฟ้าสดและแช่แข็งทุกวันตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ส่วนอาหารเม็ดใช้อาหารเม็ดเล็กปลาตู้สำเร็จรูประดับโปรตีน 30% การเสริมโรนังนางฟ้าไทย 30% ดำเนินการตามคำแนะนำของจิตรา และคณะ (2559) ที่ได้ศึกษาผลของการใช้โรนังนางฟ้าไทยในอาหารต่อความเข้มของสีผิวปริมาณแคโรทีนอยด์รวมและการเจริญเติบโตของปลาทอง กล่าวว่าควรเพิ่มระดับการผสมโรนังนางฟ้าไทยให้สูงขึ้น ซึ่งในงานดังกล่าวได้เสริมโรนังนางฟ้าไทย 20% ในอาหาร

2.2 นำปลาทองสายพันธุ์ดั้งเดิมโคเมท จากฟาร์มปลาสวยงาม จังหวัดนครปฐม จำนวน 300 ตัว ปรับสภาพในถังไฟเบอร์ขนาด 500 ลิตร โดยฝึกให้กินอาหารควบคุมวันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ ทำการชั่งน้ำหนักปลาและวัดความยาวก่อนการทดลอง โดยสุ่มปลาทดลองมา 50 ตัวจากปลาทดลองทั้งหมด 300 ตัว จากนั้นสุ่มปลาลงเลี้ยงในถังไฟเบอร์ปริมาตรน้ำ 50 ลิตร จำนวน 5

ตัวต่อถึงจำนวน 12 ถึง ปลาที่มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 14.50 ± 0.30 กรัมต่อตัว ความยาวเริ่มต้น 13.31 ± 0.65 เซนติเมตร ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปวันละ 3% ของน้ำหนักตัว ส่วนโรนํานางฟ้าไทยให้ตามชุดการทดลอง โดยคำนวณเพิ่มจากอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ให้ 15 และ 30% ตามชุดการทดลองให้อาหารปลาวันละ 2 มื้อ เวลา 9.00 น. และ 17.00 น. เปลี่ยนถ่ายน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

2.3 การบันทึกผล

2.3.1 วัดการเจริญเติบโตของปลาทอง ด้วยการชั่งน้ำหนักและวัดความยาว เมื่อครบ 2 เดือน นำปลาในถังทดลองมาชั่งน้ำหนักและวัดความยาวทุกตัว จากนั้นนำไปหาค่าเฉลี่ยเพื่อไปประเมินค่า น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (average daily growth: ADG) ความยาวเพิ่มต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate: SGR) อัตราการรอดตาย (survival rate) ดังนี้

น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (กรัมต่อวัน) =

$$\frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น}}{\text{จำนวนวันที่เลี้ยง}}$$

ความยาวเพิ่มต่อวัน (เซนติเมตรต่อวัน) =

$$\frac{\text{ความยาวเฉลี่ยสุดท้าย} - \text{ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น}}{\text{จำนวนวันที่เลี้ยง}}$$

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (ร้อยละ) =

$$\frac{(\ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย} - \ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น}) \times 100}{\text{จำนวนวันที่เลี้ยง}}$$

อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์) =

$$\frac{\text{จำนวนปลาหลังการทดลอง} \times 100}{\text{จำนวนปลาที่เริ่มต้นการทดลอง}}$$

2.3.2 วัดการเปลี่ยนแปลงของสี ก่อนการทดลองได้ทำการวัดค่าสีเริ่มต้น โดยทำการสุ่มปลาทดลองมา 50 ตัว จากปลาทดลองทั้งหมด 300 ตัว มาวางยาสลบด้วยน้ำมันกานพลู ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร นำปลาที่สลบแล้วใส่ถุงพลาสติกและวัดสีผิวบริเวณกลางลำตัวปลาทั้งด้านซ้ายและขวา ด้วยเครื่องวัดสี (Chromameter) ยี่ห้อ Hunterlab รุ่น Color Quest XE วัดสีทั้งสองด้านของลำตัวปลา เพื่อวัดค่าสีเริ่มต้นก่อนการทดลองแบบ CIE $L^*a^*b^*$ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองโดยนำปลาทดลองทั้งหมดทุกชุดการทดลอง เพื่อหาค่าสีที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งค่า L^*, a^*, b^* มีความหมายดังนี้

L^* แสดงถึงความสว่างของสี มีค่าระหว่าง 0-100 (สีดำถึงสีขาว)

a^* แสดงถึงค่า (+) สีแดง และ (-) สีเขียว

b^* แสดงถึงค่า (+) สีเหลือง และ (-) สีน้ำเงิน

2.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple's Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการศึกษา

การเจริญเติบโตของปลาทองมีน้ำหนักเริ่มต้น 14.50 ± 1.30 กรัมต่อตัว ความยาว 13.31 ± 0.65 เซนติเมตรต่อตัว เมื่อปลาทองได้รับอาหารแตกต่างกัน 4 สูตร ได้แก่ 1) อาหารเม็ดสำเร็จรูป 2) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 30% 3) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าแช่แข็ง 30 % 4) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 15%+โรนํานางฟ้าแช่แข็ง 15% พบว่า ปลาทองเมื่อให้อาหารสูตร 2) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 30% มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 23.40 ± 0.98 กรัมต่อตัว รองลงมาคือสูตร 1) อาหารเม็ดสำเร็จรูปอย่างเดียวน้ำหนักตัวเฉลี่ย 23.14 ± 2.42 กรัมต่อตัว และอาหารสูตร 4) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 15%+โรนํานางฟ้าแช่แข็ง 15% มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ 21.07 ± 1.73 กรัมต่อตัว ส่วนอาหารสูตร 3) มีน้ำหนักตัวน้อยที่สุดเพียง 22.81 ± 0.95 กรัมต่อตัว เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$; Table 1) เช่นเดียวกับความยาวสุดท้ายเฉลี่ยมากที่สุดคือให้อาหารสูตร 2) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 30% เท่ากับ 14.97 ± 0.46 เซนติเมตรต่อตัว รองลงมาคือ สูตร 1) ที่ให้อาหารสำเร็จรูปอย่างเดียวมีความยาวตัวเฉลี่ยเท่ากับ 14.90 ± 0.36 เซนติเมตร และสูตร 4) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 15%+โรนํานางฟ้าแช่แข็ง 15% ความยาวตัวเฉลี่ยเท่ากับ 14.79 ± 0.15 เซนติเมตรต่อตัว ส่วนอาหารสูตร 3) มีความยาวตัวน้อยที่สุดเพียง 14.75 ± 0.27 กรัมต่อตัว เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$; Table 1)

ส่วนอัตราการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักต่อวัน ปลาทองเมื่อให้อาหารสูตร 2) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 30% มีอัตราการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักต่อวันเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 0.148 ± 0.017 กรัมต่อตัวต่อวัน รองลงมาคือสูตร 1) อาหารเม็ดสำเร็จรูปอย่างเดียว 0.144 ± 0.040 กรัมต่อตัวต่อวัน และ อาหารสูตร 4) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 15%+โรนํานางฟ้าแช่แข็ง 15% เท่ากับ 0.139 ± 0.016 กรัมต่อตัวต่อวัน ส่วนอาหารสูตร 3) มีอัตราการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักต่อวัน น้อยที่สุดเพียง 0.110 ± 0.029 กรัมต่อตัวต่อวัน เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$; Table 1) ส่วนอัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวต่อวัน ปลาทองเมื่อให้อาหารสูตร 2) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 30% มีอัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวต่อวันเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 0.028 ± 0.008 เซนติเมตรต่อตัวต่อวัน รองลงมาคือสูตร 1) อาหารเม็ดสำเร็จรูปอย่างเดียวเท่ากับ 0.027 ± 0.006 เซนติเมตรต่อตัวต่อวัน และ อาหารสูตร 4) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 15%+โรนํานางฟ้าแช่แข็ง 15% เท่ากับ 0.025 ± 0.003 เซนติเมตรต่อตัวต่อวัน

ส่วนอาหารสูตร 3) มีอัตราการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักต่อวัน น้อยที่สุดเพียง 0.024 ± 0.004 เซนติเมตรต่อตัวต่อวัน เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$; Table 1)

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ปลาทองเมื่อให้อาหารสูตร 2) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 30% มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 0.797 ± 0.067 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน รองลงมาคือสูตร 1) อาหารเม็ดสำเร็จรูปอย่างเดียว 0.773 ± 0.172 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และ อาหารสูตร 4) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 15%+โรนํานางฟ้าแช่แข็ง 15% เท่ากับ 0.753 ± 0.067 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ส่วนอาหารสูตร 3) มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ น้อยที่สุดเพียง 0.620 ± 0.139 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$; Table 1) ส่วนอัตราการรอดตายเท่ากันทุกชุดการทดลอง เท่ากับร้อยละ 100.00 เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$; Table 1)

Table 1 Growth (mean±SD) of gold fish (*Carassius auratus*) fed difference feed for 2 months; n=3

Parameter	Feed			
	Commercial (Control)	FTF ^{1/}	FRTF ^{1/}	FFTF ^{1/}
Initial weight (g)	14.50±0.30	14.50±0.30	14.50±0.30	14.50±0.30
Initial length (cm)	13.31±0.65	13.31±0.65	13.31±0.65	13.31±0.65
final weight (g)	23.14±2.42	23.40±0.98	21.07±1.73	22.81±0.95
final length (cm)	14.90±0.36	14.97±0.46	14.75±0.27	14.79±0.15
ADG (g)/day	0.144±0.040	0.148±0.017	0.110±0.029	0.139±0.016
Growth rate/day (cm)	0.027±0.006	0.028±0.008	0.024±0.004	0.025±0.003
SGR (%/day)	0.773±0.172	0.797±0.067	0.620±0.139	0.753±0.067
Survival rate (%)	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00

^{1/} FTF = commercial+30 % of fresh Thai fairy shrimp, FRTF = commercial+30 % freeze Thai fairy shrimp
FFTF = commercial+15% fresh and 15% freeze Thai fairy shrimp

ความเข้มสีของปลาทอง ค่าความสว่าง (L*) บริเวณลำตัวของปลาทอง เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 2 เดือน พบค่าความสว่างเท่ากับ 52.72 ± 3.23 , 64.62 ± 1.00 , 57.90 ± 1.66 และ 63.11 ± 2.75 สำหรับปลาทองที่ได้รับอาหาร 1) อาหารเม็ด

สำเร็จรูป 2) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 30% 3) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าแช่แข็ง 30% 4) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 15%+โรนํานางฟ้าแช่แข็ง 15% ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่า

ความสว่าง (L*) ที่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 30% และอาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 15%+โรนํานางฟ้าแช่แข็ง 15% มีค่าใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างระหว่างชุดการทดลอง ($P>0.05$) มีค่าเท่ากับ 64.62 ± 1.00 และ 63.11 ± 2.75 ตามลำดับ สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าแช่แข็ง 30% มีค่าความสว่างเท่ากับ 57.90 ± 1.66 และสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับอาหารเม็ดสำเร็จรูปอย่างเดียว (ชุดควบคุม) มีค่าความสว่างน้อยที่สุดเพียงเท่ากับ 57.90 ± 1.66 (Table 2)

ค่าความเข้มสีแดง (a*) บริเวณลำตัวของปลาทองเมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 2 เดือน พบว่า ความเข้มสีแดงของผิวปลาทอง มีค่าความเข้มของสีแดงในปลาทอง 25.85 ± 4.60 , 25.04 ± 3.03 , 23.57 ± 0.75 และ 27.94 ± 4.19 สำหรับปลาทองที่ได้รับอาหาร 1) อาหารเม็ดสำเร็จรูป 2) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 30% 3) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าแช่แข็ง 30% 4) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 15%+โรนํานางฟ้าแช่แข็ง 15% ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$; Table 2)

ผลของค่าความเข้มสีเหลือง (b*) ของผิวหนังบริเวณลำตัวของปลาทอง มีการเปลี่ยนแปลงไปในแนวเดียวกันกับค่าความสว่าง ซึ่งพบค่าความเข้มสีเหลืองเท่ากับ 36.97 ± 4.12 , 43.52 ± 1.95 , 36.64 ± 0.31 และ 43.91 ± 4.93 สำหรับปลาทองที่ได้รับอาหาร 1) อาหารเม็ดสำเร็จรูป 2) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 30% 3) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าแช่แข็ง 30% 4) อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 15%+โรนํานางฟ้าแช่แข็ง 15% ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ค่าสีเหลือง (b*) ที่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 30% และ อาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าสด 15%+โรนํานางฟ้าแช่แข็ง 15% มีค่าใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างระหว่างชุดการทดลอง ($P>0.05$) มีค่าเท่ากับ 43.52 ± 1.95 และ 43.91 ± 4.93 ตามลำดับ สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับอาหารเม็ดสำเร็จรูป+โรนํานางฟ้าแช่แข็ง 30% และ อาหารเม็ดสำเร็จรูปอย่างเดียว (ชุดควบคุม) มีค่าความความเข้มสีเหลืองเท่ากับ 36.64 ± 0.31 และ 36.97 ± 4.12 ตามลำดับมีค่าใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างระหว่างชุดการทดลอง ($P>0.05$; Table 2)

Table 2 Skin Color of Gold fish (*Carassius auratus*) fed difference feed for 2 months (mean $\pm$ SD); n=6

Feed	Color ^{1/}		
	Brightness (L*)	Redness (a*)	Yellowness (b*)
Commercial (Control)	52.72 ± 3.23^c	25.85 ± 4.60^a	36.97 ± 4.12^b
FTF ²	64.62 ± 1.00^a	25.04 ± 3.03^a	43.52 ± 1.95^a
FRTF ²	57.90 ± 1.66^b	23.57 ± 0.75^a	36.64 ± 0.31^b
FFTF ²	63.11 ± 2.75^a	27.94 ± 4.19^a	43.91 ± 4.93^a

^{1/} Different letters in the same column show significantly different ($P<0.05$)

^{2/} FTF = commercial+30 % of fresh Thai fairy shrimp, FRTF = commercial+30 % freeze Thai fairy shrimp
FFTF = commercial+15% fresh and 15% freeze Thai fairy shrimp

วิจารณ์ผลการศึกษา

การเจริญเติบโตของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป (ชุดควบคุม) และอาหารสำเร็จรูปเสริมโรน้านางฟ้าไทยสดและแช่แข็ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากอาหารทดลองทุกสูตรมีปริมาณการให้และคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกัน ดังนั้น โปรตีนในอาหารจึงไม่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของปลาทองทุกชุดการทดลอง ซึ่งจากการเสริมโรน้านางฟ้าไทยมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ 0.620- 0.797 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ใกล้เคียงกับจิตรา และคณะ (2559) ใช้โรน้านางฟ้าไทยผสมในสูตรอาหาร 20% เพื่อเลี้ยงปลาทองเช่นเดียวกัน มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ 0.79 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และไม่มีผลต่อการเสริมโรน้านางฟ้าไทยไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาทอง และ Suksomnit *et al.* (2011) ที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับโรน้านางฟ้าไทยในอัตราส่วน 70:30% ไม่มีผลต่ออัตราการแลกเนื้อเมื่อเทียบกับการใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับไรแดงและอาร์ทีเมีย ($P > 0.05$) แต่ทั้งนี้การให้อาหารเสริมโรน้านางฟ้าไทยสด 30% และเสริมด้วยโรน้านางฟ้าสด 15% ผสมโรน้านางฟ้าแช่แข็ง 15% ส่งผลต่อการเพิ่มของสีเหลืองและสีสว่างสอดคล้องกับรายงานของจิตรา และคณะ (2559) พบการเสริมโรน้านางฟ้าในอาหาร 15 และ 20% ส่งผลต่อการเพิ่มของสีเหลืองและสีสว่าง นอกจากนี้ยังพบว่าสารสีแคโรทีนอยด์ในโรน้านางฟ้าไทยมีอิทธิพลต่อความเข้มสีเหลืองของปลาทอง แต่ไม่มีผลต่อค่าสีแดง ทั้งนี้เนื่องจาก

จากสารสีแคโรทีนอยด์ในอาหารเป็นเพียงจุดเริ่มต้นที่กระตุ้นให้ปลาเกิดสีเท่านั้น แต่การกระจายตัวและความหนาแน่นของเม็ดสีบนตัวปลาจะถูกควบคุมภายใต้สารพันธุกรรม (Fujii, 2000) ดังนั้นการเสริมโรน้านางฟ้าไทยจึงไม่สามารถทำให้ปลาทองมีสีแดงเพิ่มขึ้นได้ แต่ Manuswamy (2005) รายงานว่ากุ้งและปลาทองที่ได้รับโรน้านางฟ้า *Strptocephalus dichotomus* เป็นอาหารมีสีสรรสวยงามเด่นชัดมากกว่ากุ้งและปลาทองที่ได้รับอาหารเม็ดเพียงอย่างเดียวเพราะว่าโรน้านางฟ้ามีสารกลุ่มแคโรทีนอยด์สะสมอยู่ในปริมาณที่มาก ซึ่งสารกลุ่มแคโรทีนอยด์มีคุณสมบัติช่วยเพิ่มเม็ดสีทำให้ปลามีสีที่สวยงามมากยิ่งขึ้น (Velu *et al.*, 2003) ทั้งนี้การให้โรน้านางฟ้าไทยสดส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณสีเหลือง ดีกว่าการใช้โรน้านางฟ้าแช่แข็ง ทั้งนี้การแช่แข็งโรน้านางฟ้าไทยมีผลทำให้สีของโรน้านางฟ้าไทยซีดจางลง อาจส่งผลให้มีผลต่อการลดลงของปริมาณสารแคโรทีนอยด์ก็เป็นได้ ดังนั้น ควรทำการวิเคราะห์แคโรทีนอยด์ในโรน้านางฟ้าไทยสดและแช่แข็งว่ามีปริมาณแตกต่างกันหรือไม่

สรุปผลการศึกษา

การเสริมโรน้านางฟ้าไทยไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตแต่การให้อาหารสำเร็จรูปเสริมโรน้านางฟ้าไทยสด 30% และเสริมด้วยโรน้านางฟ้าสด 15% ผสมโรน้านางฟ้าแช่แข็ง 15% มีผลต่อการเพิ่มสีเหลืองและความสว่างของปลาทอง

เอกสารอ้างอิง

- จามรี เครือหงษ์ และ ปริญญญา พันบุญมา. 2556. ผลผลิตและการเจริญเติบโตของไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยยีสต์มีชีวิตร. การประชุมวิชาการระดับชาติ “ศรีนครินทรวิโรฒวิชาการ” ครั้งที่ 7. 1-2 เมษายน 2556 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 348-354 น.
- จามรี เครือหงษ์, จงดี ศรีนพรัตน์วัฒน์ และ สุรภี ประชุมพล. 2559. ผลของระยะเวลาการเสริมคลอเรลลาต่อคุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแคโรทีนอยด์ของไร่น้ำนางฟ้าไทยเลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลา. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง 10 (1) : 49-56.
- จิตรา สิมาวาน, นิศาชล ฤาแก้วมา และ โมษิต ศรีภูธร. 2559. ผลของการใช้ไร่น้ำนางฟ้าไทยในอาหารต่อความเข้มข้นของสีผิวปริมาณแคโรทีนอยด์รวมและการเจริญเติบโตของปลาทอง. วารสารแก่นเกษตร 44 (1) ฉบับพิเศษ : 682-687.
- ทัศนุพันธุ์ กุศลสถิตย์ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ ชนัดดา เกษม โชติช่วง และชนะกิจ แสงอรุณ. 2556. ผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการของไร่น้ำนางฟ้าไทยเลี้ยงด้วยคลอเรลลาที่ใช้ธาตุอาหารจากตะกอนบ่อเลี้ยงปลา. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- บรรเจิด สอนสุภาพ. 2556. การใช้ประโยชน์ไร่น้ำนางฟ้าสีรินทร์แห่งเป็นแหล่งแคโรทีนอยด์ในอาหารปลาหมอสีฟลาวเวอร์ฮอร์น. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พรชัย อนุชาติ, สุภภา ศิริรัฐนิคม วุฒิพร พรหมขุนทอง และกิจการ ศุภมาตย์. 2551. ผลของแคโรทีนอยด์จากสาหร่ายเซลล์เดียวเพื่อใช้ในการเร่งสีปลาทอง (*Carassius auratus*). วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง 2(2) : 55-67.
- สุรศักดิ์ วงศ์กิตติเวชกุล. 2538. คู่มือการเลี้ยงปลาทอง. กรุงเทพฯ : บริษัท เอ็ม ซัพพลาย จำกัด
- Dararat, W., Lomthaisong, K. and Sanoamuang, L. 2012. Biochemical composition of three species of fairy shrimp (*Branchiopoda: Anostraca*) from Thailand. *Crustacean Biology* 32(1): 81-87.
- Fujii, R. 2000. The regulation of motile activity in fish chromatophores. *Pigment Cell Research* 13 : 300-319.
- Munuswamy, N. 2005. Fairy shrimps as live food in aquaculture. *Aqua Feeds: Formulation and Beyond* 2 (1) : 10-12.
- Suksomnit, A., Saengphan, N. and Abella, T. 2011. Comparative study of hybrid catfish fry in concrete tank fed with fairy shrimp, *Moina macrocopa*, *Artemia salina* and commercial feed. *Agricultural Science and Technology* 7(5) : 1283-1289.
- Velu, S.C. and Munuswamy, N. 2003. Nutritional evaluation of decapsulated cysts of fairy shrimp (*Streptocepharus dichotomus*) for ornamental fish larval rearing. *Aquaculture* 34(11) : 967-974.
- Wang, Y J., Chien, Y H. and Pan, C.H. 2006. Effect of dietary supplementation of carotenoids on survival, growth, pigmentation, and antioxidant capacity of characins, *Hyphessobrycon callistus*. *Aquaculture* 261(2) : 641-648.

การประเมินผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรของพันธุ์อ้อยดีเด่นภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จุฑามาศ เครื่องพาที¹ พัทธิน สงศรี^{1,2} และนันทวุฒิ จงรังกลาง^{1,2*}

¹ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

²ศูนย์วิจัยอ้อยและน้ำตาลภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีพันธุ์อ้อยที่ใช้ในระบบการผลิตของภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่จำนวนน้อย หากเกิดโรคระบาดใหม่ๆ หรือสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดความเสียหายอย่างมาก ดังนั้นจำเป็นต้องมีพันธุ์อ้อยดีเด่นที่ปรับตัวได้ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลผลิตอ้อยและลักษณะทางการเกษตรของอ้อยพันธุ์ดีเด่นภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ใช้พันธุ์อ้อยจำนวน 17 พันธุ์ ได้แก่ KKU99-01, KKU99-02, KKU99-03, KKU99-06, KK06-419, KK06-501, CSB07-79, CSB07-219, UT84-12, UT84-13, MPT02-187, MPT02-458, TBy28-1211, TBy28-0941 และ Kps01-12 โดยมีพันธุ์ KK3 และ K88-92 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ปลูกลดสอบอ้อย 2 สถานที่ ได้แก่ ที่ จ.อุดรธานี และ จ.ขอนแก่น เมื่ออ้อยอายุ 12 เดือนหลังปลูก ตรวจวัดข้อมูลลักษณะผลผลิตอ้อย ผลผลิตน้ำตาล องค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนลำต่อไร่และน้ำหนักลำ และลักษณะทางการเกษตร ได้แก่ ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนปล้อง จำนวนใบสดและใบแห้ง พบว่า พันธุ์อ้อยที่มีความเหมาะสมและสามารถปรับตัวได้ดีในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ Kps01-12 (19.86 ตัน/ไร่ และ 2.49 ตัน ซี.ซี.เอส./ไร่) และ KKU99-03 (19.18 ตัน/ไร่ และ 1.86 ตัน ซี.ซี.เอส./ไร่) เนื่องจากมีผลผลิตอ้อยและผลผลิตน้ำตาลสูงไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบ อย่างไรก็ตาม พันธุ์อ้อยแต่ละพันธุ์มีความเหมาะสมกับชนิดดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินแตกต่างกัน ในการทดสอบครั้งนี้พบว่าพันธุ์ที่มีความเหมาะสมในเขตดินทราย ได้แก่ Kps01-12, MPT02-187, KKU99-02 และ KKU99-03 และพันธุ์ที่มีความเหมาะสมในเขตดินทรายปนร่วน ได้แก่ TBy28-0941 นอกจากนี้ ลักษณะทางการเกษตรและองค์ประกอบผลผลิต เช่น ความยาวลำ น้ำหนักลำและจำนวนลำต่อไร่ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลผลิตอ้อย ดังนั้น ลักษณะเหล่านี้มีส่วนส่งเสริมให้อ้อยมีผลผลิตที่ดีในสภาพอาศัยน้ำฝนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

คำสำคัญ : ผลผลิตอ้อย ผลผลิตน้ำตาล จำนวนลำต่อไร่ น้ำหนักลำ และขนาดลำต้น

* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: nuntawootjrk@gmail.com

Evaluation of yield and agronomic traits of sugarcane elite line under rain-fed conditions in the Northeastern Thailand

Juthamas Kruangpatee¹ Patcharin Songsri^{1,2} and Nuntawoot Jongrungklang^{1,2*}

¹*Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, KhonKaen University, KhonKaen 40002*

²*Northeast Thailand Cane and Sugar Research Center, Faculty of Agriculture, KhonKaen University, KhonKaen 40002*

Abstract

Currently, there are a few sugarcane cultivars which use in sugarcane production system of Northeastern Thailand. If a new disease and unpredictable environment occurrences, it may significantly affect sugarcane productivity. Therefore, it is necessary to provide an elite line that performs appropriate adaptation to cane production system in Northeastern Thailand. Thus the objective of this experiment was to evaluation of yield and agronomic traits of sugarcane elite line under rain-fed conditions in Northeastern Thailand. The experiment was conducted at two locations in Udon Thani and Khon Kaen province. This investigation was laid out in RCBD with four replications. Seventeen sugarcane lines were used as treatments, such as Kku99-01, Kku99-02, Kku99-03, Kku99-06, KK06-419, KK06-501, CSB07-79, CSB07-219, UT84-12, UT84-13, MPT02-187, MPT02-458, TBy28-1211, Kps01-12 and TBy28-0941, and two check cultivars as KK3 and K88-92. Yield, sugar yield, yield components (millable cane and cane weight) and agronomic traits (cane height, stalk diameter, number of internodes and green leave and dry leave numbers) were collected at 12 months after planting. The sugarcane lines such as Kps01-12 (19.86 t/rai and 2.49 tCCS./rai) and Kku99-03 (19.18 t/rai and 1.86 tCCS./rai) can be using in this sugarcane production system which revealing a high yield, and these were no significant difference with checked cultivars. Moreover, different sugarcane elite lines were appropriate with different soil conditions as soil texture and fertility. Kps01-12, MPT02-187, Kku99-02 and Kku99-03 were identified that appropriate to low fertility and sandy soil, and TBy28-0941 was suitable for loamy sand. In addition, the correlations between cane yield and the surrogate traits such as cane height, stalk weight and millable cane were positive significant. So, these traits are able to contribute to high yield in this sugarcane production system.

Keywords: Cane Yield, Sugar Yield, Millable Cane, Stalk Weight and Stalk Diameter

* Corresponding author: nuntawootjr@gmail.com

ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกน้ำตาลที่สำคัญของโลก เนื่องจากสามารถส่งออกน้ำตาลเป็นอันดับที่ 2 ของโลก ทำให้อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย ซึ่งอุตสาหกรรมน้ำตาลและอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ สามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศไทยรวมหลายแสนล้านบาท ในปีการเพาะปลูก 2557/58 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยรวม 11.03 ล้านไร่ ผลิตอ้อยได้ 111.05 ล้านตัน (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2558) โดยมีพื้นที่ผลิตอ้อยส่วนใหญ่อยู่ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คิดเป็นร้อยละ 43.52 ของพื้นที่ปลูกอ้อยรวมทั้งประเทศ ผลิตอ้อยได้ 48.79 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 43.94 โดยจังหวัดที่มีการเพาะปลูกอ้อยมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ อุดรธา นีนครราชสีมา และขอนแก่น ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ผลผลิตอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังถือว่าต่ำเมื่อเทียบกับศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ใช้ในระบบการผลิต

ปัญหาหลักของการผลิตอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือการประสบปัญหาความแห้งแล้ง โดยพื้นที่ปลูกอ้อยร้อยละ 80อยู่นอกเขตชลประทานต้องอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก (กรมวิชาการเกษตร, 2550) ระบบการปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่ ปลูกอ้อยปลายฤดูฝน (อ้อยข้ามแล้ง) ซึ่งการกระจายตัวของฝนในเขตนี้มีความแปรปรวนสูงและไม่สม่ำเสมอ (Limpinuntana, 2001) ทำให้อ้อยกระทบแล้งในช่วงต้นของการเจริญเติบโต รวมถึงสภาพดินที่เป็นดินทรายจัด ความอุดมสมบูรณ์ดินต่ำ สูญเสียธาตุอาหารและความชื้นได้ง่าย (Venkataramana *et al.*, 1986) ส่งผลให้เกิดความแปรปรวนของผลผลิตและให้ผลผลิตต่ำกว่าศักยภาพของพันธุ์อ้อย ดังนั้น การใช้พันธุ์อ้อยที่มีความสามารถในการปรับตัวได้อย่างเหมาะสมกับระบบการปลูกและเกษตรนิเวศภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยยกระดับผลผลิตอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ (Lo, 1987)

การปรับปรุงพันธุ์อ้อยจะใช้ลักษณะของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกและการทดสอบพันธุ์ ในอดีตส่วนใหญ่การดำเนินการพัฒนาพันธุ์อ้อยจะทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อมในเขตภาคกลางซึ่งสภาพแวดล้อมและการเขตกรรมแตกต่างจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น มีความแตกต่างของชนิดดิน

การกระจายตัวของฝน ระบบการปลูก การเตรียมดิน เป็นต้น ดังนั้น การนำพันธุ์ดีในเขตภาคกลางมาส่งเสริมให้เกษตรกรภาคตะวันออกเฉียงเหนือใช้ในการผลิตโดยไม่มี การประเมินความสามารถในการปรับตัวของพื้นที่มาก่อน อาจทำให้ไม่ประสบความสำเร็จ พิรญา (2549) ได้ประเมินพันธุ์อ้อยในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือในสภาพดินทรายพบว่า อ้อยพันธุ์ K88-92 ให้ผลผลิตสูง ซึ่งใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ และในสภาพดินเหนียวพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงได้แก่ 95-2-156, MPT96-273 และ MPT96-392 วุฒิพันธุ์และคณะ (2557) ทดสอบพันธุ์อ้อยในพื้นที่ดินทรายในเขตอาศัยน้ำฝน โดยนำชุดพันธุ์อ้อยทองมาปลูกเปรียบเทียบกับพันธุ์ส่งเสริม พบว่า อ้อยพันธุ์อ้อยทอง 9 และ 12 ให้ผลผลิตสูงเทียบเท่ากับพันธุ์ K88-92 และ KK3 ประสิทธิ์ (2558) พบว่า พันธุ์อ้อย KKU99-02 เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในเขตภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือให้ผลผลิตค่อนข้างสูงแต่ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังถือว่าต่ำกว่าพันธุ์อื่นๆ ที่ใช้ทดสอบ

แม้ว่าในปัจจุบัน มีพันธุ์อ้อยขอนแก่น 3 ที่นิยมปลูกแพร่หลายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีสัดส่วนการใช้พันธุ์อ้อยขอนแก่น 3 ถึงร้อยละ 53.43 (ประสิทธิ์, 2558) เป็นพันธุ์ที่สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแล้ง ทำให้มีผลผลิตอยู่ในระดับสูง อย่างไรก็ตามการใช้พันธุ์อ้อยที่ไม่มี ความหลากหลายหรือการใช้พันธุ์อ้อยซ้ำในหลายพื้นที่จะทำให้เกิดความเสี่ยงสูงต่อการผลิตอ้อย เนื่องจากถ้าหากเกิดโรคระบาดหรือสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงต่อผลผลิตอ้อยทั่วประเทศ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีพันธุ์อื่นๆ ที่มีความสามารถปรับตัวเข้ากับเกษตรนิเวศภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ดีเพื่อเป็นทางเลือกในการใช้พันธุ์อ้อยของเกษตรกรชาวไร่อ้อย

ดังนั้น วัตถุประสงค์ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อประเมินผลผลิตอ้อย องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรของอ้อยพันธุ์ดีเด่นที่รวบรวมจากทั่วประเทศ จำนวน 17 พันธุ์ ในสภาพอาศัยน้ำฝนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้พันธุ์อ้อยให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม และเพิ่มศักยภาพในการผลิตอ้อยอย่างยั่งยืน

วิธีดำเนินการวิจัย

แผนการทดลอง

การศึกษานี้ดำเนินการในสภาพไร้อากาศในฤดูปลูกปี 2556/57 ณ แปลงวิจัยหมวดพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น และ ต.หนองกุงศรี อ.โนนสะอาด จ.อุดรธานี ใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ซึ่งทรีตเมนต์ของการทดลองนี้คือ พันธุ์อ้อยดีเด่นที่รวบรวมจากแหล่งต่างๆ ทั่วประเทศจำนวน 17 สายพันธุ์ ได้แก่ ชุดพันธุ์ มข.1999 ได้แก่ KCU99-01, KCU99-02, KCU99-03 และ KCU99-06 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ได้แก่ TBY 28-0941, TBY28-1211 และ Kps01-12 ชุดพันธุ์จาก สอน. ได้แก่ CSB07-79 และ CSB07-219 ชุดพันธุ์จากศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ได้แก่ UT84-12 และ UT84-13 ชุดพันธุ์จากศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น KK06-419 และ KK06-501 ชุดพันธุ์จากบริษัท มิตรผล วิจัย พัฒนาอ้อยและน้ำตาล จำกัด ได้แก่ MPT02-187 และ MPT02-458 เป็นพันธุ์ทดสอบ KK3 และ K88-92 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ปลูกอ้อยโดยใช้ระยะปลูก 1.65×8 ม. ขนาดแปลงย่อยของ จ.ขอนแก่น 8×8.25 ม. จำนวน 5 แถว และ จ.อุดรธานี 6.6×8 ม. จำนวน 4 แถว ให้น้ำ 1 ครั้งหลังปลูกเพื่อให้อ้อยงอกได้สม่ำเสมอ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 50 กก./ไร่ ครั้งที่ 1 พร้อมปลูก และ ครั้งที่ 2 สูตร 13-13-21 ในอัตรา 50 กก./ไร่ เมื่ออ้อยอายุ 5 เดือน กำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานดายหญ้าในช่วง 3-4 เดือนหลังปลูก และหลังจากนั้นเมื่ออายุ 6-7 เดือนหลังปลูกมีการใช้สารพาราควอตฉีดพ่น ในอัตรา 400 มล.ต่อน้ำ 60 ลิตร

ข้อมูลที่ตรวจวัด

เก็บตัวอย่างดินในแต่ละแปลงก่อนทำการปลูกทดสอบอ้อย โดยเก็บตัวอย่างลึก 60 ซม. จากผิวดินแบ่งเป็น 4 ชั้น ชั้นละ 15 ซม. จากนั้นนำมาวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ เนื้อดิน (% sand, % silt, % clay) และข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) ค่าอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ปริมาณไนโตรเจนรวม (Total N) ปริมาณฟอสฟอรัสที่มีความเป็นประโยชน์ (Available P) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) ที่อายุ 12 เดือน เก็บข้อมูลผลผลิตอ้อย โดยนับจำนวนลำทั้งหมด (ลำต่อไร่) จากปีที่ 14 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2560

2 แถวกลาง ความยาวแถว 8 ม. พื้นที่เก็บเกี่ยว 26.4 ตร.ม. และตัดอ้อยชั่งน้ำหนักรวม เพื่อคำนวณผลผลิตอ้อยเป็นตัน/ไร่

องค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ ความยาวลำ (ซม.) วัดจากโคนจนถึงจุดหักธรรมชาติ โดยใช้ตลับเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (ซม.) วัดด้วยเวอร์เนีย ที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลาย น้ำหนักลำต้น (กก.) จากนั้นนับจำนวนปล้อง จำนวนใบสด และจำนวนใบแห้ง โดยสุ่มวัดจาก 6 ลำต่อแปลงย่อย แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

ผลผลิตน้ำตาล (ตัน ซี.ซี.เอส./ไร่) คำนวณจาก ผลผลิตอ้อย $\times$ ค่า ซี.ซี.เอส. / 100

ค่าซี.ซี.เอส. สุ่มเก็บตัวอย่างจากแปลงย่อย แปลงละ 6 ลำ จากนั้นนำตัวอย่างส่งไปตรวจวัดคุณภาพน้ำตาลที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น เพื่อนำมาคำนวณหาผลผลิตน้ำตาลต่อตันอ้อย ซึ่งการคำนวณหาค่า C.C.S ได้จากสูตร

$$CCS = \frac{3P}{2} \left(1 - \frac{F+5}{100} \right) - \frac{B}{2} \left(1 - \frac{F+3}{100} \right)$$

เมื่อ P คือ เปอร์เซ็นต์โพลาริเซชันของน้ำอ้อยที่หีบด้วยลูกหีบชุดแรก

B คือ ค่าบริกซ์ของอ้อยที่หีบด้วยลูกหีบชุดแรก

F คือ เปอร์เซ็นต์ไฟเบอร์ในอ้อย

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติตาม แผนการทดลองแบบ RCBD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT โดยใช้โปรแกรม MSTAT-C และหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ ด้วย simple correlation

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ดินทั้ง 2 แปลง (ตารางที่ 1) พบว่า แปลงปลูกอ้อยในพื้นที่ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น เป็นดินทราย มีความอุดมสมบูรณ์ดินอยู่ในระดับต่ำ (0.47-0.71%) ซึ่งต่ำกว่าแปลงในพื้นที่ ต.หนองกุงศรี อ.โนนสะอาด จ.อุดรธานี โดยดินชั้นบน (0-15 ซม.) เป็นดินทราย และดินชั้นล่าง (15-60 ซม.) เป็นดินทรายปนร่วน ความอุดมสมบูรณ์ดินอยู่ในระดับปานกลาง (1.73-2.37%) จากสภาพดินแปลงวิจัยทั้ง 2 แปลงมีคุณสมบัติของดินแตกต่างกัน

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ดินของแปลงที่ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น และ ต.หนองสูง อ.โนนสะอาด จ.อุดรธานี

ชั้นดิน	จ.ขอนแก่น						จ.อุดรธานี					
	เนื้อดิน	pH	OM (%)	Total N (%)	Avail. P (mg/kg)	Exc. K (mg/kg)	เนื้อดิน	pH	OM (%)	Total N (%)	Avail. P (mg/kg)	Exc. K (mg/kg)
0-15	ทราย	5.67	0.67	0.03	17.92	45.78	ทราย	6.59	2.37	0.12	17.22	81.12
15-30	ทราย	5.90	0.71	0.03	17.87	44.79	ทรายปนร่วน	5.97	1.96	0.09	15.31	67.19
30-45	ทราย	5.68	0.58	0.03	15.48	37.33	ทรายปนร่วน	5.97	1.83	0.09	16.78	63.21
45-60	ทราย	5.41	0.47	0.02	12.09	26.87	ทรายปนร่วน	5.64	1.73	0.08	14.61	58.72

หมายเหตุ OM; (Organic Matter) อินทรีย์วัตถุในดิน, Total N; ปริมาณไนโตรเจนในดิน, Avail. P; (Available P) ปริมาณฟอสฟอรัสที่มีความเป็นประโยชน์ และ Exc. K; (Exchangeable K) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ตารางที่ 2 ความแปรปรวน (mean squares) ของลักษณะผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรของอ้อย 17 พันธุ์ ปลูกทดสอบใน 2 สภาพแวดล้อม ภายใต้เขตอาศัยน้ำฝนที่ ต.หนองสูง อ.โนนสะอาด จ.อุดรธานี และ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น

Source of variation	df	จำนวนลำต่อไร่	ผลผลิตอ้อย	ผลผลิตน้ำตาล	น้ำหนักลำต้น	ความยาวลำ	ขนาดลำต้น	จำนวนปล้อง	จำนวนใบสด	จำนวนใบแห้ง
Locations (L)	1	170.51 ^{**}	363492 ^{ns}	4.01 ^{**}	0.01 ^{ns}	38919.7 ^{**}	12.36 ^{ns}	2.87 [*]	303.01 ^{**}	10.07 ^{ns}
Rep within L	6	3.34	708694	0.09	0.07	2378.9	12.33	0.22	11.55	21.66
Genotype (G)	16	24.58 ^{**}	5099532 ^{**}	0.74 ^{**}	0.12 [*]	2498.3 ^{**}	12.81 ^{**}	0.48 ^{**}	4.66 ^{**}	69.10 ^{**}
G×E	16	14.27 ^{**}	2835241 ^{**}	0.13 ^{**}	0.13 [*]	466.5 ^{ns}	3.08 ^{ns}	1.13 ^{**}	2.70 ^{**}	8.36 ^{**}
Pooled error	94	1.97	436046	0.04	0.06	482.1	3.82	0.06	0.79	3.22
C.V. (%)		7.58	8.00	10.51	7.75	7.80	7.24	10.96	12.31	17.86

หมายเหตุ *, ** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ และ $p \leq 0.01$ ตามลำดับ
ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

จากการทดสอบความแปรปรวนของลักษณะต่างๆ พบว่า จำนวนลำต่อไร่ ผลผลิตอ้อย ผลผลิตน้ำตาล น้ำหนักลำ จำนวนปล้อง จำนวนใบสด และจำนวนใบแห้งมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และสภาพแวดล้อม ในขณะที่ความยาวลำและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และสภาพแวดล้อม (ตารางที่ 2) นอกจากนี้ พบว่าทุกลักษณะที่ตรวจวัดมีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ อย่างไรก็ตาม เพื่อความชัดเจนของผลการทดลอง ดังนั้นในการนำเสนอข้อมูลจึงสรุปแยกในแต่ละสภาพแวดล้อม

ผลผลิตอ้อยและผลผลิตน้ำตาล

พันธุ์ K88-92 และ KK3 ให้ผลผลิตอ้อยสูงทั้ง 2 แปลง ในขณะที่พันธุ์ Kps01-12, MPT02-187, CSB07-219, KK06-419, Kku99-01, Kku99-02 และ Kku99-03

ให้ผลผลิตอ้อยไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 2 พันธุ์ (K88-92 และ KK3) ในแปลงปลูกที่ จ.ขอนแก่น สภาพดินทราย ส่วนพันธุ์ TBy28-0941 ให้ผลผลิตอ้อยสูงไม่แตกต่างจากพันธุ์ทดสอบในแปลงปลูกอ้อยที่ จ.อุดรธานี สภาพดินทรายปนร่วน ซึ่งความอุดมสมบูรณ์สูงกว่าแปลงที่ จ.ขอนแก่น อีกทั้งผลจากคุณสมบัติของดินที่แตกต่างกันของทั้ง 2 แปลงส่งผลให้ผลผลิตอ้อยแปลงที่ จ.อุดรธานี สูงกว่าแปลงที่ จ.ขอนแก่น (ตารางที่ 3) ส่วนพันธุ์ Kps01-12 ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงทั้ง 2 แปลง ในขณะที่พันธุ์ KK3 และ TBy28-0941 ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงเฉพาะแปลงที่ จ.อุดรธานี ดังนั้น พันธุ์ Kps01-12 เป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพในแง่ผลผลิตน้ำตาลสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งในสภาพดินทรายและดินทรายปนร่วน ส่วนพันธุ์ TBy28-0941 มีศักยภาพดีในสภาพดินทรายปนร่วน

องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตร

พันธุ์ TBy28-0941 มีจำนวนลำต่อไร่สูงที่สุดทั้ง 2 แปลง ในขณะที่พันธุ์ MPT02-187, K88-92, UT84-12, KK06-419, KK06-501 และ KCU99-03 มีจำนวนลำต่อไร่สูงเฉพาะในแปลงที่ จ.ขอนแก่น ลักษณะจำนวนลำต่อไร่ของพันธุ์ TBy28-0941 มีความสอดคล้องกับการให้ผลผลิตอ้อยและผลผลิตน้ำตาล ซึ่งพบว่าในสภาพดินทรายปนร่วนมีจำนวนลำต่อไร่สูงทำให้ผลผลิตอ้อยสูงกว่าในสภาพดินทรายและแปลงที่ จ.อุดรธานี ให้ค่าจำนวนลำต่อไร่สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ ส่วนน้ำหนักลำต้น พบว่าพันธุ์ KCU99-02 และ CSB07-219 มีน้ำหนักลำต้นสูงทั้ง 2 แปลง มีค่าอยู่ระหว่าง 2.50 ถึง 2.97 กก./ลำ ในขณะที่พันธุ์ Kps01-12, MPT02-187, K88-92 UT84-12 และ KCU99-03 ให้ค่าสูงเฉพาะแปลงที่ จ.อุดรธานี มีค่า 2.89, 2.79, 2.76, 2.51 และ 2.47

กก./ลำ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามองค์ประกอบผลผลิตอ้อยมีเพียงลักษณะจำนวนลำต่อไร่และน้ำหนักลำต้น แต่ลักษณะความยาวลำและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น เป็นลักษณะทางการเกษตรที่บ่งบอกถึงน้ำหนักของลำ สำหรับพันธุ์ TBy28-0941, Kps01-12, MPT02-458, K88-92, UT84-13, CSB07-219, KK06-419 และ KCU99-03 มีความยาวลำสูงทั้ง 2 แปลง มีค่าอยู่ระหว่าง 267.04 ถึง 338.89 ซม. ส่วนพันธุ์ CSB07-79 และ KCU99-06 มีค่าสูงเพียงในแปลงที่ จ.ขอนแก่น และพันธุ์ KK3, MPT02-187, UT84-12, KK06-501 และ KCU99-02 มีค่าสูงในแปลงที่ จ.อุดรธานี สำหรับพันธุ์ KCU99-02 และ KCU99-01 มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงในแปลงที่ จ.ขอนแก่น มีค่า 3.66 และ 3.43 ซม. ตามลำดับ ส่วนในแปลงที่ จ.อุดรธานี พบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 ผลการประเมินจำนวนลำต่อไร่ ผลผลิตอ้อย และผลผลิตน้ำตาล ของอ้อย 17 พันธุ์ ทำการปลูกทดสอบใน 2 สภาพแวดล้อม ภายใต้เขตอาศัยน้ำฝนที่ ต.หนองกุ้งศรี อ.โนนสะอาด จ.อุดรธานี และ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น

พันธุ์	จำนวนลำต่อไร่ (ลำ/ไร่)				ผลผลิตอ้อย (ตัน/ไร่)				ผลผลิตน้ำตาล (ตัน ซีซีเอส/ไร่)			
	จ.ขอนแก่น		จ.อุดรธานี		จ.ขอนแก่น		จ.อุดรธานี		จ.ขอนแก่น		จ.อุดรธานี	
TBy28-1211	7,849	d-f	7,871	def	15.71	f	18.20	def	1.49	ef	1.95	d-g
TBy28-0941	9,632	a	10,788	a	17.09	b-f	25.92	a	1.44	ef	2.51	abc
Kps01-12	8,340	b-e	7,030	fg	19.43	ab	20.29	cde	2.33	a	2.65	a
KK3	8,255	b-e	9,371	b	17.62	a-f	22.36	abc	1.97	b	2.57	ab
MPT02-458	7,647	ef	7,235	efg	16.90	c-f	15.99	f	1.84	bc	1.96	d-g
MPT02-187	9,414	ab	6,508	g	19.34	abc	18.15	def	1.60	c-f	1.65	gh
K88-92	9,126	abc	8,879	bc	19.59	a	24.49	ab	1.61	c-f	2.22	cde
UT84-12	8,585	a-e	7,038	fg	16.68	def	17.68	ef	1.41	f	1.56	h
UT84-13	7,915	c-f	9,136	b	15.83	ef	21.72	bcd	1.82	bcd	2.29	bcd
CSB07-79	8,303	b-e	7,887	def	15.83	ef	15.15	f	0.98	g	1.19	i
CSB07-219	6,934	f	7,379	efg	17.40	a-f	18.45	c-f	1.68	cde	1.77	fgh
KK06-419	8,957	a-d	9,068	bc	17.46	a-f	17.99	def	1.71	cde	1.81	fgh
KK06-501	8,553	a-e	8,687	bcd	16.30	def	17.25	ef	1.62	c-f	1.92	d-h
KCU99-01	8,236	b-e	8,644	bcd	17.39	a-f	18.68	c-f	1.63	c-f	1.89	e-h
KCU99-02	6,876	f	7,053	fg	18.41	a-d	20.91	b-e	1.61	c-f	1.92	d-h
KCU99-03	9,614	a	8,121	cde	18.29	a-e	20.07	c-e	1.71	cde	2.02	def
KCU99-06	7,430	ef	9,212	b	16.66	def	20.71	b-e	1.55	def	1.99	d-g
Mean	8,333		8,230		17.41		19.65		1.65		1.99	
F-test	**		**		**		**		**		**	
CV (%)	8.78		7.12		8.20		7.02		9.74		10.93	

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.01$

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ $p \leq 0.05$

ตารางที่ 4 ผลการประเมินน้ำหนักล้า ความยาวลำ และขนาดลำต้นของอ้อย 17 พันธุ์ในสภาพดินทราย ต.โนนเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น และ ในสภาพดินทรายปนร่วน ต.หนองสูง อ.โนนสะอาด จ.อุดรธานี

พันธุ์	น หนักลำต้น (กก.)				ความยาวลำ (ซม.)				เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (ซม.)			
	จ.ขอนแก่น		จ. อุดรธานี		จ.ขอนแก่น		จ.อุดรธานี		จ.ขอนแก่น		จ.อุดรธานี	
TBy28-1211	2.00	def	2.31	d-g	213.38	f	264.2	d	3.24	bc	2.94	
TBy28-0941	1.89	f	2.40	b-g	267.04	a-e	295.1	a-d	2.88	c	3.37	
Kps01-12	2.33	bc	2.89	ab	272.63	a-d	308.0	a-d	3.20	bc	3.16	
KK3	2.14	c-f	2.39	b-g	264.88	b-e	307.7	a-d	3.05	c	3.09	
MPT02-458	2.21	cde	2.21	efg	278.92	a-d	297.7	a-d	3.13	bc	2.85	
MPT02-187	2.05	c-f	2.79	abc	249.00	de	300.6	a-d	3.10	bc	3.28	
K88-92	2.15	c-f	2.76	a-d	279.46	abc	313.7	abc	3.10	bc	3.18	
UT84-12	1.95	def	2.51	a-e	240.63	e	296.6	a-d	3.07	c	3.16	
UT84-13	2.00	def	2.37	b-g	287.25	ab	338.8	a	3.02	c	3.23	
CSB07-79	1.91	ef	1.92	g	286.88	ab	281.9	cd	3.11	bc	2.97	
CSB07-219	2.51	ab	2.50	a-e	296.79	a	328.2	ab	3.02	c	3.17	
KK06-419	1.95	def	1.99	fg	268.72	a-e	291.4	a-d	2.95	c	2.85	
KK06-501	1.91	ef	1.99	fg	256.54	cde	299.5	a-d	2.99	c	2.87	
KKU99-01	2.11	c-f	2.16	efg	242.42	e	270.7	cd	3.43	ab	3.21	
KKU99-02	2.68	a	2.97	a	252.13	cde	293.0	a-d	3.66	a	3.09	
KKU99-03	1.93	def	2.47	a-f	270.05	a-e	300.5	a-d	2.91	c	3.19	
KKU99-06	2.24	bcd	2.25	d-g	273.72	a-d	290.7	bcd	3.20	bc	3.19	
Mean	2.12		2.40		298.56		298.77		3.12		3.11	
F-test	**		**		*		*		**		ns	
CV (%)	8.66		12.41		8.56		8.66		6.76		8.63	

หมายเหตุ *,** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ และ $p \leq 0.01$ ตามลำดับ

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ $p \leq 0.05$

จำนวนปล้อง พบว่าพันธุ์ TBy28-0941, UT84-12, KK06-501, KKU99-03 และ KKU99-06 ให้ค่าสูงทั้ง 2 แปลง มีค่าอยู่ระหว่าง 26.94 ถึง 30.42 ปล้องต่อลำ ในขณะที่พันธุ์ TBy28-1211, KK3, K88-92, CSB07-79, CSB07-219, KK06-419 และ KKU99-02 ให้ค่าสูงเฉพาะในแปลงที่ จ.ขอนแก่น และพันธุ์ MPT02-187 สูงในแปลงที่ จ.อุดรธานี ส่วนจำนวนใบสด พบว่าพันธุ์ KKU99-01 มีจำนวนใบสดสูง ทั้ง 2 แปลง ส่วนพันธุ์ TBy28-1211 CSB07- 79 และ CSB07-219 ให้ค่าสูงเฉพาะในแปลงที่ จ.ขอนแก่น แต่พันธุ์ Kps01-12 และ UT84-12 สูงเฉพาะในแปลงที่ จ.อุดรธานี จำนวนใบแห้ง พบว่าพันธุ์ TBy28-0941 และ CSB07-79 มีค่าสูงทั้ง 2 แปลง (ตารางที่ 5)

เมื่อประเมินความมีเสถียรภาพของพันธุ์อ้อยโดยประเมินจากผลผลิตอ้อยและผลผลิตน้ำตาลทั้ง 2 สภาพแวดล้อมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของอ้อย 17

พันธุ์ พบว่าพันธุ์อ้อยที่มีความโดดเด่นในแง่การให้ผลผลิตอ้อยระดับสูงทั้ง 2 แปลง ได้แก่พันธุ์ K88-92, KK3, Kps01-12, KKU99-02 และ KKU99-03 มีค่าเฉลี่ยของพันธุ์ 22.04, 19.99, 19.86, 19.66 และ 19.18 ต้น/ไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 1) ในขณะที่พันธุ์ Kps01-12, KK3, UT84-13, K88-92 และ KKU99-03 มีความโดดเด่นในแง่การให้ผลผลิตน้ำตาลสูง ค่าเฉลี่ยของแต่ละพันธุ์ 2.49, 2.27, 2.05, 1.91 และ 1.86 ต้น ซี.ซี.เอส./ไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 2) และเมื่อพิจารณาถึงลักษณะองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญของอ้อย ได้แก่ จำนวนลำต่อไร่ พบว่าพันธุ์ TBy28-0941, KK06-419, K88-92 และ KK06-501 มีจำนวนลำต่อไร่สูงทั้ง 2 แปลง (ภาพที่ 3) และน้ำหนักล้า พบว่าพันธุ์ KKU99-02, Kps01-12, K88-92, CSB07-219 และ KK3 มีน้ำหนักล้าสูงทั้ง 2 แปลง (ภาพที่ 4) จึงสามารถสรุปได้ว่าพันธุ์อ้อยมีลักษณะทางการเกษตรที่ดีจะช่วยส่งเสริมการให้ผลผลิตอ้อย

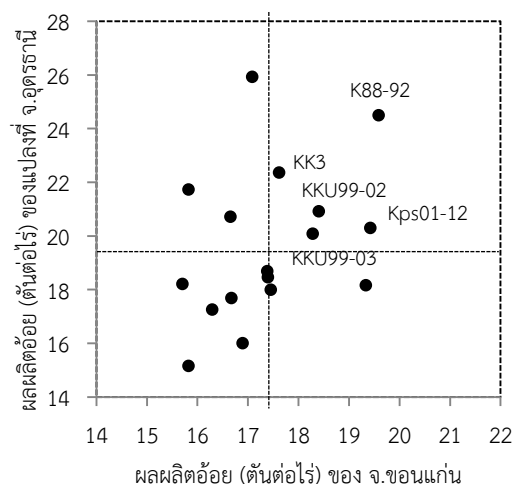
และผลผลิตน้ำตาล แต่อย่างไรก็ตาม ในการปรับปรุงพันธุ์พืชแบบการประเมินขั้นสุดท้ายส่วนใหญ่นิยมประเมินจากผลผลิตเป็นหลัก ดังนั้น จากการประเมินพันธุ์อ้อยในครั้งนี้พบว่า พันธุ์ Kps01-12 (19.86 ตัน/ไร่ และ 2.49 ตัน ซี.ซี.เอส./ไร่) KK3 (19.99 ตัน/ไร่ และ 2.27 ตัน ซี.ซี.เอส./ไร่) K88-92 (22.04 ตัน/ไร่ และ 1.91 ตัน ซี.ซี.เอส./ไร่) และ KKU99-03 (19.18 ตัน/ไร่ และ 1.86 ตัน ซี.ซี.เอส./ไร่) เป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพสูงทั้งผลผลิตอ้อยและผลผลิตน้ำตาลภายใต้สภาพแวดล้อมและเขตรณเวศของแปลงทดลองที่ จ.อุดรธานี และ จ.ขอนแก่น ซึ่งสามารถใช้พันธุ์เหล่านี้เป็นทางเลือกเพื่อทดแทนพันธุ์เปรียบเทียบได้ อย่างไรก็ตาม จากคำแนะนำและการสังเกต พบว่าพันธุ์ Kps01-12 ยังอ่อนแอต่อโรคเส้ดำ ดังนั้นในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคเส้ดำก็ไม่แนะนำให้ใช้พันธุ์นี้

ความสัมพันธ์ของลักษณะต่างๆ กับผลผลิตอ้อย

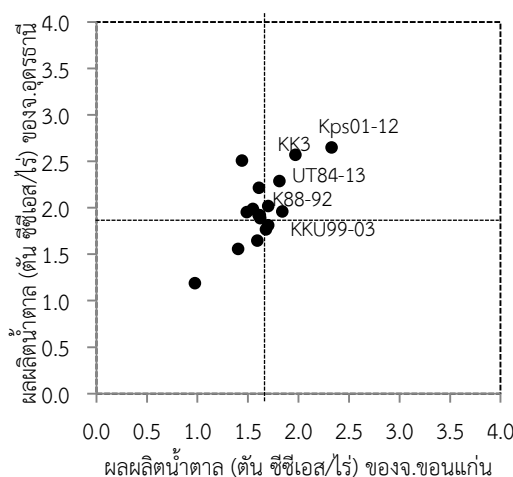
ในสภาพอาศัยน้ำฝนภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่าค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะผลผลิตอ้อยมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ จำนวนลำต่อไร่ น้ำหนักลำต้น ความยาวลำ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (ตารางที่ 6) ซึ่งลักษณะเหล่านี้เป็นลักษณะที่ส่งเสริมให้ผลผลิตอ้อยสูง นอกจากนี้ ผลผลิตอ้อยมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตน้ำตาล ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ อาทิตย์ (2557) ซึ่งได้รายงานว่พันธุ์ที่มีเสถียรภาพของผลผลิตสูง มีผลจากขนาดลำต้น ความยาวลำและจำนวนลำต่อไร่ ซึ่งสอดคล้องกับ James (1971) และ Milligan *et al.* (1990) รายงานว่าจำนวนลำต่อไร่ ความยาวลำ และขนาดลำต้น มีอิทธิพลต่อผลผลิตอ้อย และผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุดรวมทั้งผลผลิตอ้อยและผลผลิตน้ำตาลยังมีความสหสัมพันธ์ต่อกันในทางบวกเช่นเดียวกัน เนื่องจากการคำนวณหาผลผลิตน้ำตาลสามารถคำนวณได้จากผลผลิตอ้อย/ค่าซี.ซี.เอส. ในขณะที่ลักษณะจำนวนใบสดและใบแห้ง มีค่าสหสัมพันธ์กับลักษณะผลผลิตอ้อย และผลผลิตน้ำตาลในทางลบ ซึ่งบ่งบอกว่าพันธุ์อ้อยมีจำนวนใบสดและใบแห้งน้อยจะส่งผลให้ผลผลิตอ้อยและผลผลิตน้ำตาลสูง เนื่องจากในระยะสุกแก่เป็นช่วงที่อ้อยมีการสะสมน้ำตาลสูงสุด โดยจะเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสที่ถูกสะสมไว้ในลำต้นเป็นน้ำตาลซูโครส ซึ่งน้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาล ที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตน้ำตาลในการค้า แต่ถ้าพันธุ์อ้อยที่มีจำนวนใบสดและใบแห้งสูงในระยะสุกแก่ น้ำตาลกลูโคสที่สะสมไว้ในท่อน้ำตาลและน้ำตาลที่ได้จาก

การสังเคราะห์แสงอาจจะถูกส่งไปยังใบมากกว่าการสะสมไว้ในลำต้น จะเห็นได้ว่าพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงอย่างเช่น Kps01-12, KK3 และ K88-92 เป็นพันธุ์ที่มีจำนวนใบสดและใบแห้งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในช่วงฤดูกาลเก็บเกี่ยว ซึ่งจำนวนใบน้อยเมื่อเข้าสู่ระยะเก็บเกี่ยวเป็นลักษณะพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมเพราะทำให้สะดวกต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อย

อย่างไรก็ตาม สภาพดินรวมถึงปริมาณน้ำฝนและสภาพอากาศที่แตกต่างกัน จึงทำให้ผลผลิตอ้อยแตกต่างกันในการทดลองครั้งนี้ พบว่าแปลงที่จังหวัดอุดรธานี ให้ผลผลิตอ้อยสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่จังหวัดขอนแก่นซึ่งในดินทรายที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำ



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตอ้อยในแปลงปลูกอ้อยที่ จ.ขอนแก่น และ จ.อุดรธานีของอ้อย 17 พันธุ์



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตน้ำตาลในแปลงปลูกอ้อยที่ จ.ขอนแก่น และ จ.อุดรธานีของอ้อย 17 พันธุ์

ตารางที่ 5 ผลการประเมินจำนวนปล้อง จำนวนใบสดและจำนวนใบแห้งต่อลำของอ้อย 17 พันธุ์ในสภาพดินทราย จ.ขอนแก่น และในสภาพดินทรายปนร่วน จ.อุดรธานี

พันธุ์	จำนวนปล้องต่อลำ				จำนวนใบสดต่อต้น				จำนวนใบแห้งต่อต้น			
	จ.ขอนแก่น		จ.อุดรธานี		จ.ขอนแก่น		จ.อุดรธานี		จ.ขอนแก่น		จ.อุดรธานี	
TBy28-1211	26.50	a-d	24.63	bc	9.96	ab	5.42	c-f	7.13	de	9.38	c
TBy28-0941	27.38	a-d	27.42	abc	7.50	def	5.79	cde	17.21	a	12.88	ab
Kps01-12	25.88	cd	26.46	bc	7.17	f	6.59	abc	6.96	de	6.29	de
KK3	26.96	a-d	26.79	bc	8.46	b-f	4.34	f	5.00	e	5.08	e
MPT02-458	25.83	cd	26.46	bc	9.00	a-d	4.71	ef	12.71	c	11.13	bc
MPT02-187	26.46	bcd	27.00	abc	8.79	b-f	6.04	b-e	7.09	de	8.75	cd
K88-92	27.63	a-d	26.50	bc	8.67	b-f	5.46	c-f	8.42	d	8.88	cd
UT84-12	29.21	ab	30.42	a	8.83	b-e	7.17	ab	11.96	c	11.58	bc
UT84-13	24.42	d	24.92	bc	7.30	ef	4.38	f	5.92	de	5.88	de
CSB07-79	28.29	abc	25.79	bc	9.29	abc	5.29	c-f	15.71	ab	14.54	a
CSB07-219	27.08	a-d	26.46	bc	9.37	ab	4.96	def	13.42	bc	10.00	bc
KK06-419	27.50	a-d	26.04	bc	7.71	c-f	5.13	def	11.33	c	9.46	c
KK06-501	26.94	a-d	27.13	abc	7.67	c-f	5.92	b-e	11.38	c	9.75	c
KKU99-01	26.29	bcd	25.13	bc	10.59	a	7.67	a	6.58	de	8.75	cd
KKU99-02	26.71	a-d	24.33	c	8.96	b-e	6.33	bcd	7.46	de	10.00	bc
KKU99-03	28.89	abc	28.21	ab	8.42	b-f	5.62	c-f	13.83	bc	11.21	bc
KKU99-06	29.78	a	27.33	abc	8.38	b-f	5.04	def	12.80	c	11.00	bc
Mean	27		27		9		6		10		10	
F-test	*		*		**		**		**		**	
CV (%)	6.81		7.67		10.83		14.48		16.86		18.68	

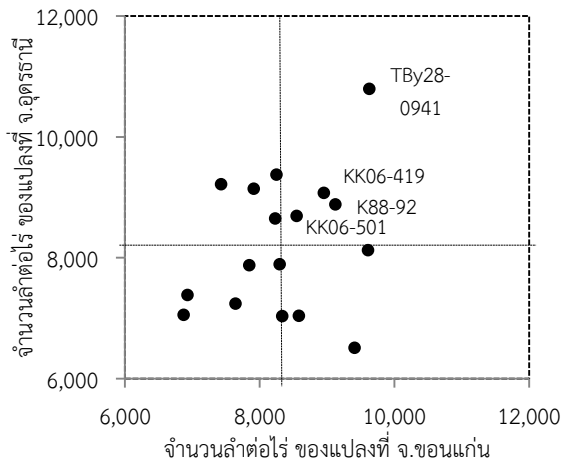
หมายเหตุ *,** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ และ $p \leq 0.01$ ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ $p \leq 0.05$

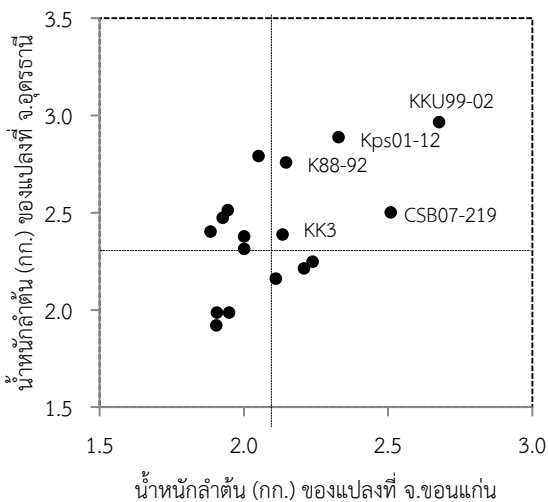
ตารางที่ 6 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตอ้อย 17 พันธุ์

	จำนวนลำต่อไร่	ผลผลิตอ้อย	ผลผลิตน้ำตาล	น้ำหนักลำ	ความยาวลำ	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น	จำนวนปล้อง	จำนวนใบสด
ผลผลิตอ้อย	0.44**							
ผลผลิตน้ำตาล	0.21	0.74**						
น้ำหนักลำ	-0.48**	0.56**	0.51**					
ความยาวลำ	-0.06	0.46**	0.48**	0.50**				
เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น	-0.18	0.36**	0.13	0.48**	-0.09			
จำนวนปล้อง	0.08	-0.06	-0.28	-0.11	-0.12	0.04		
จำนวนใบสด	-0.11	-0.39*	-0.49**	-0.26	-0.71**	0.22	0.25	
จำนวนใบแห้ง	0.07	-0.28	-0.53**	-0.29	-0.01	-0.33	0.40**	0.09

หมายเหตุ *,** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ และ $p \leq 0.01$ ตามลำดับ



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนลำต่อไร่ในแปลงปลูกอ้อยที่ จ.ขอนแก่น และ จ.อุดรธานีของอ้อย 17 พันธุ์



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักลำต้นในแปลงปลูกอ้อยที่ จ.ขอนแก่น และ จ.อุดรธานีของอ้อย 17 พันธุ์

สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบพันธุ์อ้อยในเขตปลูกอ้อยปลายฝน ภายใต้สภาพอากาศน้ำฝน พบว่า พันธุ์อ้อยที่มีความเหมาะสม และสามารถปรับตัวได้ดีในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ พันธุ์ Kps01-12, KK3, K88-92 และ KKU99-03 ให้ทั้งผลผลิตอ้อย และผลผลิตน้ำตาลสูง ซึ่งพันธุ์อ้อยแต่ละพันธุ์มีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับแต่ละชนิดดินและสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

เป็นดินทรายที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำ รวมถึงปริมาณน้ำฝนและสภาพอากาศที่แตกต่างกันจึงทำให้ผลผลิตอ้อยแตกต่างกัน โดยแปลงปลูกอ้อยในพื้นที่ ต.หนองกุ้งศรี อ.โนนสะอาด จ.อุดรธานี ให้ผลผลิตอ้อยสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น ในการทดสอบครั้งนี้ พบว่าพันธุ์ที่มีความเหมาะสมในเขตดินทราย ได้แก่ Kps01-12, KK3, MPT02-187, K88-92, KKU99-02 และ KKU99-03 และพันธุ์ที่มีความเหมาะสมในเขตดินร่วนปนทราย ได้แก่ TBy28-0941 และ K88-92 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตอ้อยสูง นอกจากนี้ลักษณะทางการเกษตรและองค์ประกอบผลผลิต อาทิ ความยาวลำ น้ำหนักลำ และจำนวนลำต่อไร่ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลผลิตอ้อย ดังนั้นลักษณะเหล่านี้มีส่วนส่งเสริมให้อ้อยมีผลผลิตที่ดีในสภาพอาศัยน้ำฝนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องมีการทดสอบพันธุ์เพิ่มเติมจากการศึกษาครั้งนี้ โดยการเก็บข้อมูลอ้อยต่อเพื่อยืนยันผลและทดสอบในหลายพื้นที่ ทั้งนี้เพื่อแนะนำให้เกษตรกรชาวไร่อ้อยสามารถเลือกใช้พันธุ์อ้อยได้อย่างเหมาะสมกับท้องถิ่นของตนเอง ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ประเสริฐ ฉัตรวิริยะวงษ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย(สอน.), ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี, ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น, บริษัทมิตรผลวิจัย พัฒนาอ้อยและน้ำตาล จำกัด และมหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ช่วยสนับสนุนพันธุ์อ้อยที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และศูนย์วิจัยอ้อยและน้ำตาลภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย และขอขอบคุณสถานีวิจัยและทดลองหมวดพืชไร่ กลุ่มวิจัยวิศวกรรมประยุกต์เพื่อพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และไร่เทียมพืชผล จ.อุดรธานี ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่แปลงทดลองและบุคลากรทุกท่านที่ช่วยงานทดลองในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2550. พื้นที่ปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. (สืบค้นเมื่อ:13 มกราคม2559) Available from: URL: http://it.doa.go.th/pibai/pibai/n11/v_11-sep/jakfam.html.
- ประสิทธิ์ ใจคิด และ จิรวัดน์ สนิทชน. 2555. การประเมินผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรของอ้อยลูกผสมชุด มข. 1999 ในแหล่งปลูกที่มีสภาพนิเวศเกษตรต่างกัน. วารสารแก่นเกษตร 40(3) : 45-52.
- ประสิทธิ์ ใจคิด. 2558. รายงานสรุปผลการดำเนินงานเพื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์, สัดส่วนการใช้พันธุ์อ้อยของเกษตรกรรายภาค ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558.
- พิรญา กลมสะอาด. 2549. การเปรียบเทียบพันธุ์เบื้องต้นของอ้อยดีเด่นที่มีศักยภาพในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ:พื้นที่มิตรผล. การประชุมวิชาการอ้อยและน้ำตาลแห่งชาติ ครั้งที่ 6. 17-19 สิงหาคม 2549 ณ โรงแรมเบเวอร์ลี ฮิลล์ปาร์ค จังหวัดนครสวรรค์.
- วุฒิพันธุ์ ทองเวียง, ธนพล บุผสอน, ดรุณี โสมรักษ์, ปิยะวัชรมาสุข, สุชาติ ฉลูทอง, วสันต์ เสนไสย์, พุฒิพงศ์ โคกคาน, สุพจน์ รูปสม, โอชามุ ยาตาเบะ และ คาโอริ นีโอมิ. 2557. การปลูกเปรียบเทียบพันธุ์อ้อยใหม่ชุดอุทองกับพันธุ์อ้อยที่ส่งเสริมปลูกในพื้นที่ อ.กุ่มกาวปี จ.อุดรธานี. วารสารแก่นเกษตร 42(2) : 231-238.
- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2558. พื้นที่การผลิตอ้อย. รายงานพื้นที่ปลูกอ้อย ปีการผลิต 2558/59. (สืบค้นเมื่อ:27 มกราคม2559) Available from: URL:<http://www.ocsb.go.th/upload/OCSBActivity/fileupload/8071-2689.pdf>
- อาทิตย์ แสงสายันท์, เรวัตติ เลิศฤทัยโยธิน และอภิวิชญ์ ทรงกระสินธุ์. 2557. การตรวจสอบผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยปลูกพันธุ์กำแพงแสนโดยใช้ค่า GE scores. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3(2): 39-51.
- James, N.I. 1971. Yield components in random and selected sugarcane populations. Crop science 11 : 906-908.
- Limpinuntana, V. 2001. Physical factors related to Agricultural potential and limitations in Northeast Thailand, pp. 3-17. In: Natural resource management issues in the Korat Basin of Northeast Thailand: an overview. Proceeding of the Planning Workshop on Eco-regional Approaches to Natural Resource Management in the Korat Basin, Northeast Thailand: Toward Further Research Collaboration, held on 26-29 October 1999, Khon Kaen, Thailand. Los Banos (Philippines): International Rice Research Institute.
- Lo, C.C. 1987. Sugarcane breeding for different environments. P. 89-202. In: Copersucar International Sugarcane Breeding Workshop Piracicaba. SP, Brazil.
- Milligan, S.B., Gravois, K.A., BischoffK, P. and Martin, F.A. 1990. Crop effects on genetic relationships among sugarcane traits. Crop Science 30 : 927-931.
- Venkataramana S., Guruja, R.P.N. and Naidu, K.M. 1986. The effects of water stress during the formative phase on stomatal resistance and leaf water potential and its relationship with yield in ten sugarcane varieties. Field Crops Research 13: 345-353.

ประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าวต่อการต้านเชื้อราบนยางแผ่นดิบ

คมสัน นามตะคุ*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ 46230

บทคัดย่อ

การปนเปื้อนของเชื้อราบนยางแผ่นดิบทำให้ราคายางพาราต่ำลง การจำแนกชนิดของเชื้อรา ฤทธิ์การต้านเชื้อราของน้ำส้มควันไม้ การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ใช้เพื่อศึกษาสารกันเชื้อราในกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบของเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราบ้านโพน ตำบลโพน อำเภอก้ามวง จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยเก็บเชื้อราบนยางแผ่นดิบ เพาะเลี้ยง ทำให้บริสุทธิ์ และจำแนกชนิด จากนั้นนำน้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าว มาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและวัดค่า pH โดยเจือจางน้ำส้มควันไม้ในอัตราส่วน 1:100 มากำจัดเชื้อราบนยางแผ่นดิบ ผลการทดลองพบเชื้อรา 2 ชนิด คือ *Penicillium* sp. เป็นเชื้อราสีเขียวและ *Aspergillus* sp. เป็นเชื้อราสีดำ น้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าว มีความเข้มข้นของกรดกลลิกเท่ากับ 129.72 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่า pH เท่ากับ 2.21 น้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าว ทำให้เชื้อราเขียวมีระยะเวลาการตายเฉลี่ยเท่ากับ 2.73 ± 0.46 วัน และเชื้อราดำมีระยะเวลาการตายเฉลี่ยเท่ากับ 3.73 ± 0.46 วัน

คำสำคัญ : สารประกอบฟีนอลิก น้ำส้มควันไม้ สารกันเชื้อรา และยางแผ่นดิบ

* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: komsan.na@ksu.ac.th

Efficiency of Wood Vinegar from Coconut Shell to Anti-fungal on Para Rubber Sheet

Komsan Namtaku^{*}

*Department of Science and Technology, Faculty of Liberal arts and Science, Kalasin University,
Kalasin 46230*

Abstract

Contamination of fungus on the para rubber sheet affect to the rubber prices lower. Identification of the fungus, the anti-fungal activity of wood vinegar and quantitative analysis of the phenolic compound were used to study of anti-fungal agent in para rubber sheet's production of the farmers at Ban Phon, Phon subdistrict, Kham Muang district, Kalasin province. By collecting fungus from para rubber sheet, cultivation, purification and identification. Wood vinegars from coconut shell was used for analyze of phenolic compounds and pH values. The wood vinegar from coconut shell in the ratio 1: 100 was used to get rid the fungus on the para rubber sheet. The results showed that there are two kinds of fungi on the para rubber sheet; *Penicillium* sp., a green fungus and *Aspergillus* sp., a black fungus. The gallic acid concentration in wood vinegar from coconut shell was 129.72 ppm. Wood vinegar from coconut shell had effect to a green fungus death average 2.73 ± 0.46 days and a black fungus death average 3.73 ± 0.46 days.

Keywords: Phenolic Compound, Wood Vinegar, Anti-fungal Agent and Para Rubber Sheet

^{*} Corresponding author: komsan.na@ksu.ac.th

ในอดีตยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของภาคใต้ที่มีระยะเวลาการปลูกมาแล้วหลายสิบปี แต่ปัจจุบันกำลังเป็นที่นิยมปลูกกันอย่างมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยยางพาราที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีคุณภาพของน้ำยางดีกว่าที่ปลูกในภาคใต้ ทั้งนี้เนื่องจากสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน กล่าวคือค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งโดยน้ำหนักในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมากกว่าของภาคใต้ เมื่อเปรียบเทียบในปริมาณน้ำยางที่เท่ากัน ทั้งนี้เนื่องจากภาคใต้มีปริมาณฝนตกชุก ทำให้น้ำยางที่กรีตได้มีความเจือจาง การปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเริ่มต้นเมื่อปี พุทธศักราช 2532 โดยรัฐบาลในยุคนั้นมีมติคณะรัฐมนตรี มอบหมายให้สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (สกย.) ขยายพื้นที่การปลูกยางพาราไปยังพื้นที่ใหม่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 14 จังหวัด ตามศักยภาพพื้นที่ จากผลการวิจัยของสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร ตามแนวความคิดที่ว่า “ยางพาราเป็นไม้ยืนต้น อายุยืนยาว กิ่งก้านสาขาใหญ่โต เมื่อปลูกสร้างเป็นสวนจะมีสภาพคล้ายป่าเสมือนกับการปลูกป่า สามารถโอปักร่มปรับปรุงสภาพแวดล้อมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือให้กลับคืนสู่ความชุ่มชื้น เป็นพื้นที่สีเขียวได้ดังที่เคยเป็นมาในอดีต อีกทั้งเกษตรกรก็จะมีอาชีพที่มั่นคง สามารถมีชีวิตรอยู่กับครอบครัวอย่างมีความสุขในท้องถิ่นบ้านเกิดตนเอง ไม่ต้องอพยพย้ายถิ่นเข้ามาหางานในเมืองใหญ่อีก เสริมให้มีสภาพการจ้างงานต่อเนื่องตามมาอีกมากมาย” การปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจึงเริ่มเป็นรูปธรรมตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา จวบจนปัจจุบันก็นับเป็นระยะเวลากว่า 20 ปี มาแล้ว (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

ยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญยิ่งของประเทศไทยและภูมิภาคอาเซียน ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกเป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยมีพื้นที่ปลูกยาง 16.89 ล้านไร่ ก่อให้เกิดกิจกรรมต่อเนื่องทั้งภาคการผลิต ภาคอุตสาหกรรมและภาคการตลาดเกี่ยวข้องกับทุกภาคส่วนทั้งเกษตรกรผู้ประกอบการและภาครัฐ (สุภาพร และคณะ, 2553) แต่ยางพาราที่เกษตรกรปลูกก็มีปัญหาเรื่องโรคและศัตรูยางพารา โดยตลอดช่วงอายุของยางพาราที่ปลูกอย่างน้อย 25-30 ปี นั้นหลักเลียงไม้ได้ที่เกษตรกรจะต้องประสบปัญหาเรื่องโรคระบาดในระยะใดระยะหนึ่งของการทำสวนยาง โรคของ

ยางพาราที่พบในประเทศไทยเกิดขึ้นได้ทุกระยะการเจริญเติบโต และทุกส่วนของต้นยางแม้ว่ายางพาราจะมีโรคระบาดอยู่หลายชนิด และพันธุ์ยางที่นิยมปลูกในปัจจุบันจะอ่อนแอต่อโรคที่สำคัญ แต่ความรุนแรงและความสำคัญทางเศรษฐกิจของโรคขึ้นอยู่กับความแข็งแรงตามธรรมชาติของต้นยางซึ่งมีสภาพภูมิอากาศและการปฏิบัติดูแลรักษาของเกษตรกร เป็นปัจจัยส่งเสริมหรือจำกัดโรคนั้นๆ ยางพาราที่ระบาดในประเทศไทย ส่วนใหญ่มีสาเหตุจากเชื้อรา ซึ่งสามารถจำแนกตามส่วนต่างๆ ของต้นยางที่ถูกเชื้อเข้าทำลาย ได้แก่ โรคใบ โรคกิ่งก้านและลำต้น และโรคราก (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

การศึกษาความหลากหลายของชนิดเชื้อราที่เกี่ยวข้องกับการร่วงหล่นของใบยางพารา เก็บตัวอย่างในช่วงเวลาในจังหวัดนครราชสีมาและจังหวัดสงขลา คือ ช่วงเดือนมกราคมระหว่างช่วงท้ายของฤดูฝน เดือนเมษายนระหว่างฤดูแล้ง และเดือนกรกฎาคมช่วงเริ่มฤดูฝน โดยตัวอย่างที่เก็บประกอบด้วย 3 กลุ่ม คือ กลุ่มใบที่เพิ่งร่วงหล่น กลุ่มใบร่วงที่เริ่มเน่าผุ และกลุ่มที่สามคือกลุ่มใบร่วงที่เน่าเปื่อยนานแล้ว วิธีการเลี้ยงเชื้อจะใช้ธาตุขึ้นและใช้เทคนิคพอเพิลท เชื้อราที่ถูกเชื้อเฉพาะชนิดจะใช้กล้องจุลทรรศน์แบบกล้องสองตาและกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ เชื้อราที่ได้รับการเชื้อเฉพาะชนิดมีทั้งหมด 447 ชนิด โดย 405 ชนิดเป็นเชื้อราแบบอะนาโมอร์ฟิกแตกขา 38 ชนิดเป็นแบบแอสโคไมซีตีส 2 ชนิดเป็นแบบไซโกไมซีตีส และชนิดโอโอไมซีตีสและชนิดเบสิดิโอไมซีตีสอีกอย่างละหนึ่ง ในกลุ่มใบที่เพิ่งร่วงใหม่ เชื้อราที่พบมากคือ *Cladosporium tenuissimum* ในขณะที่ในกลุ่มใบร่วงที่เริ่มเน่าผุพบเชื้อราชนิด *Kirschsteinothelia* sp. *Nigrospora sphaerica* และ *Veronaea coprophila* มาก และพบเชื้อราชนิด *Kirschsteinothelia* sp., *Lasiodiplodia theobromae*, *Panchanania jaipurensis*, *Subulispora procuvata* และ *Veronaea coprophila* ถูกพบมากในใบร่วงที่เน่าเปื่อยนานแล้ว (Seephueak et al., 2010)

การศึกษาความหลากหลายของราเอนโดไฟท์ในใบและก้านของต้นยางพาราในประเทศไทย โดยราเอนโดไฟท์แยกได้จากส่วนของใบและกระพี้ของต้นยางพารา เชื้อราที่ศึกษาทั้งหมด 225 ชนิด เป็นรากลุ่มเอนโดไฟท์ทั้งหมด 161 ชนิด (72%) เป็นชนิดแอสโคไมโคตาเป็นหลัก ชนิดแอสโคไมซีตีส 1% และอีกชนิดเป็นแบบไซโกไมซีตีส 2% กลุ่มที่พบบ่อยๆ จะเป็นพวกราเพนิซิลเลียม เพสตาโลทีออฟซิส และ

ไตรโคเดมา และในกระเพาะพบเชื้อรามากกว่าใบ (Romina and Priscila, 2010)

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ยูคาลิปตัสในการใช้เป็นสารช่วยให้ง่ายจับตัวและสารยับยั้งการเกิดเชื้อราในการผลิตยางแผ่นเปรียบเทียบกับกรดฟอร์มิกและกรดอะซิติก น้ำส้มควันไม้ยูคาลิปตัสผลิตโดยการแยกสลายด้วยความร้อนของยูคาลิปตัส ยางแผ่นที่ได้วิเคราะห์ด้วยเทคนิคทางกายภาพ เคมี และเชิงกล พบว่าค่าดัชนีความอ่อนตัวและคุณสมบัติเชิงกลของยางแผ่นดีขึ้นเมื่อน้ำส้มควันไม้ยูคาลิปตัสเป็นสารช่วยให้ง่ายจับตัว คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีอื่นๆ ของยางแผ่น พบว่าไม่แตกต่างกัน น้ำส้มควันไม้ยูคาลิปตัสสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราบนยางแผ่นได้ ซึ่งยืนยันได้จากการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราในอาหารเลี้ยงเชื้อรา (ยอตรงและน้อย, 2549) และการศึกษา น้ำส้มควันไม้ชนิดต่างๆ สำหรับใช้เป็นสารยับยั้งการเกิดเชื้อราในการผลิตยางแผ่น โดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราในการผลิตยางแผ่นของน้ำส้มควันไม้ชนิดต่างๆ ได้แก่ ยูคาลิปตัส ไม้ไผ่ ไม้กระถิน และกะลา เปรียบเทียบกับกรดฟอร์มิก และกรดอะซิติก ซึ่งเป็นสารช่วยให้ง่ายจับตัวทางการค้า พบว่าการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่พบบนยางแผ่นของน้ำส้มควันไม้ที่ผสมในอาหารเลี้ยงเชื้อรา (Potato Dextrose Agar; PDA) มีประสิทธิภาพยับยั้งเชื้อราดีกว่าทั้งกรดฟอร์มิก และกรดอะซิติก ลำดับประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราของน้ำส้มควันไม้ เป็นดังนี้ น้ำส้มควันไม้กะลา > ไม้กระถิน > ไม้ไผ่ > ไม้ยูคาลิปตัส สอดคล้องกับปริมาณสารประกอบฟีนอลที่มีอยู่ในน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิด เชื้อรา 2 ชนิดหลักที่เกิดบนแผ่นยาง ได้แก่ ชนิด *Penicillium griseofulvum* และ *Aspergillus niger* น้ำส้มควันไม้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราชนิด *Penicillium griseofulvum* ได้ดีกว่า *Aspergillus niger* ผลการวิจัยชี้ว่า น้ำส้มควันไม้กะลาและไม้กระถินที่มีสารประกอบฟีนอลในปริมาณสูงมีความเหมาะสมมากกว่าในการใช้เป็นสารยับยั้งเชื้อราในการผลิตยางแผ่น โดยสามารถใช้ผสมกับกรดฟอร์มิกเพื่อใช้เป็นทั้งสารช่วยให้ง่ายจับตัวและสารยับยั้งเชื้อราได้ (มานิตย์ และคณะ, 2550)

กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราบ้านโนน ตำบลโนนอำเภอคำม่วง จังหวัดกาฬสินธุ์ ประสบปัญหาการปนเปื้อนปีที่ 14 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2560

ของเชื้อราบนยางแผ่นดิบ ซึ่งในสภาพที่มีความชื้นและอุณหภูมิพอเหมาะ เชื้อราจะสามารถเจริญ แทรกซึมเข้าสู่เนื้อยางได้ ทำให้ยางมีตำหนิและส่งผลให้ราคายางตกต่ำ การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าวต่อการต้านเชื้อราบนยางแผ่นดิบเพื่อกำจัดเชื้อราบนยางแผ่นและทำให้ยางมีคุณภาพ ไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อรา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ตัวอย่างเชื้อรา

เก็บตัวอย่างเชื้อราจากยางแผ่นที่ขึ้นราของเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา บ้านโนน อำเภอคำม่วง จังหวัดกาฬสินธุ์ นำมาทำการเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 วัน

2. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

เตรียมน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร แบ่งน้ำเป็น 2 ส่วนๆ ละ 500 มิลลิลิตร ส่วนแรกเติมวุ้น 15 กรัม ลงไป หลอมให้ละลาย อีกส่วนหนึ่งต้มกับมันฝรั่งที่หั่นเป็นสี่เหลี่ยมรูปเต๋า 200 กรัม จนกระทั่งเดือด กรองเอาเฉพาะน้ำมาผสมกับน้ำอีกส่วนหนึ่งตั้งไฟจนวุ้นผงละลาย เติมน้ำตาล dextrose 20 กรัมเติมน้ำให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร แบ่งอาหารใส่ขวด นำไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15-20 นาที (สุตารัตน์, 2556)

3. การระบุชนิดของเชื้อรา

โดยการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา โดยการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและกล้องจุลทรรศน์แบบสเตรียโอ ได้แก่ สี ขนาด รูปร่าง ขอบหรือริม พื้นผิว ความสูง ความหนืด ความขุ่นของโคโลนี ตลอดจนรูปร่างและลักษณะสปอร์ของเชื้อรา

4. การเตรียมและการใช้น้ำส้มควันไม้กำจัดเชื้อรา

ทำการเจือจางตัวอย่างน้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าว อัตราส่วน 1 : 100 จากนั้นฉีดพ่นบนยางแผ่นในระยะห่างประมาณ 10 เซนติเมตร โดยทำการฉีดพ่นทั้งหมด 5 ครั้ง ทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส สังเกตการตายของเชื้อราโดยการเขี่ยเชื้อมาเลี้ยงบนอาหาร

เลี้ยงเชื้อ PDA ที่เตรียมใหม่ ถ้าไม่มีเชื้อราเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อแสดงเชื้อราตายเรียบร้อยแล้ว

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (r^2) หาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; S.D.) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (SPSS ver. 17.0)

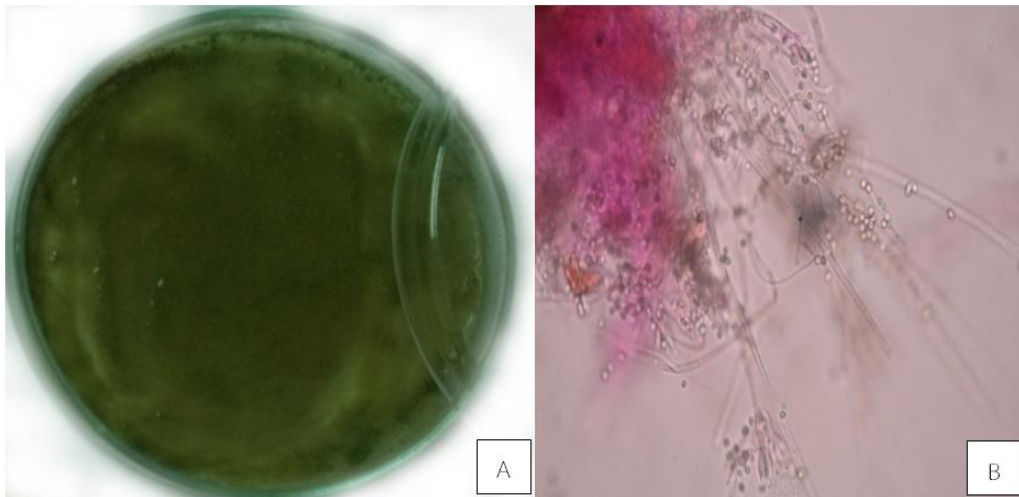
ผลการวิจัย

1. ผลการระบุชนิดของเชื้อราบนยางแผ่น

ราเขียว ลักษณะโคโลนีมีสีเขียว โคโลนีเริ่มแรกมีสปอร์หนาแน่นที่หน้าโคโลนี ลักษณะของ conidiospore นั้น มี Conodial head เกิดอย่างหนาแน่น มีการเจริญเติบโตเร็ว มีเส้นใยสีเขียวปนเทาบางๆ เจริญขึ้นออกมา

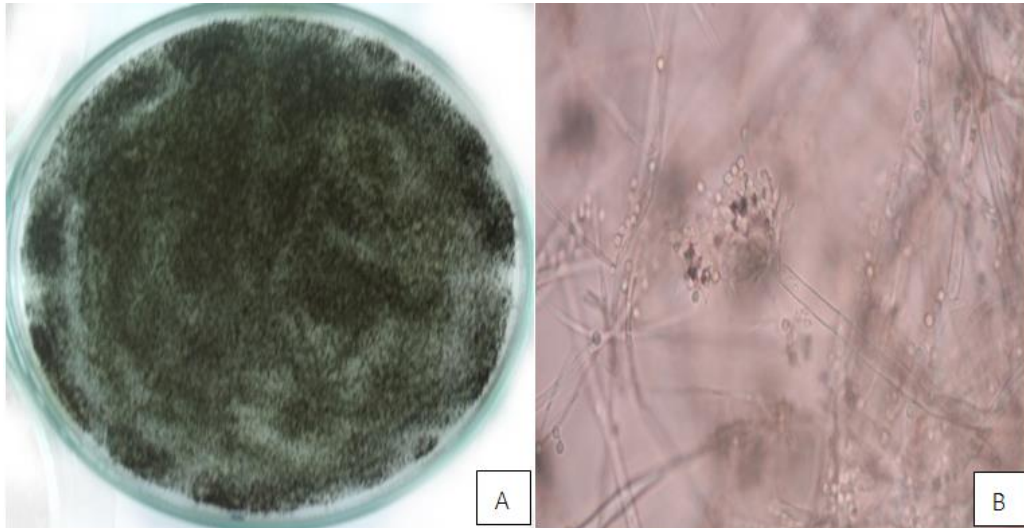
เหนือสปอร์ เมื่อแก่สปอร์จะมีสีขาว โคโลนีมีรูปร่างค่อนข้างกลม เส้นใยหนา มีผนังกัน เมื่อศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ จะเห็นลักษณะ conidiospore คล้ายด้ามไม้กวาด ผนังเรียบและหนา conidium เซลล์เดียว รูปร่างเกือบกลมต่อกันเป็นสาย เส้นใยของเชื้อรามีผนังกัน (septate hypha) ผนังเซลล์ค่อนข้างบาง เป็นราชนิด *Penicillium* sp. ดังแสดงในภาพที่ 1

ราดำ ลักษณะโคโลนีมีสีน้ำตาลถึงดำ มีการเจริญเติบโตเร็ว อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (mycelium) เมื่อศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าราดำจะสร้าง conidiospore ทรงกระบอกมี vesicle กลม sterigma มีสองชั้น สีน้ำตาลเข้ม conidium เซลล์เดียว รูปร่างเกือบกลม ผนังมีหนามโดยรอบ ที่เรียกว่า ascospores เส้นใยของเชื้อรามีผนังกัน (septate hypha) เป็นราชนิด *Aspergillus* sp. ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 1 แสดงเชื้อราชนิด *Penicillium* sp.

A = ลักษณะโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA, B = เส้นใยของเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40X



ภาพที่ 2 แสดงเชื้อราชนิด *Aspergillus* sp.

A = ลักษณะโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA, B = เส้นใยของเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40X

ตารางที่ 1 ค่า pH ของน้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าว

ชนิดของน้ำส้มควันไม้	ค่า pH
น้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าว	2.21

ทำการวัดค่าความเข้มข้นของกรดแกลลิกในควันไม้จากกะลามะพร้าว ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก

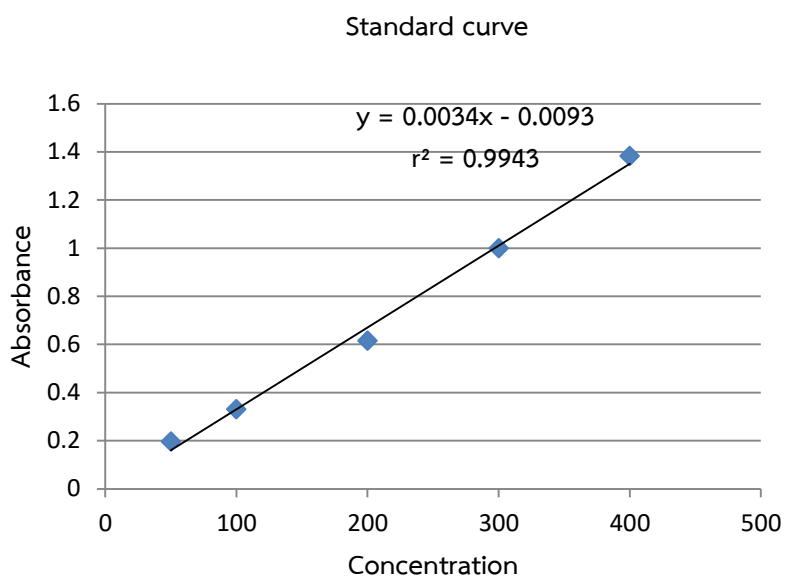
ครั้งที่	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นของกรดแกลลิก (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)
1	50	0.196	57.65636
2	100	0.330	97.06812
3	200	0.615	180.8917
4	300	0.999	293.8328
5	400	1.382	406.4799

2. ค่า pH และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในน้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าว

นำน้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าวมาวัดค่า pH ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1 ทำการวัดค่าความเข้มข้นของกรดแกลลิกในควันไม้จากกะลามะพร้าว ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2

3. ผลของน้ำส้มควันไม้ต่อการกันเชื้อรา

นำน้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าวเจือจางในอัตราส่วน 1 : 100 ที่ฉีดพ่นบนยางแผ่นในระยะเวลาห่างประมาณ 10 เซนติเมตร โดยทำการฉีดพ่นทั้งหมด 5 ครั้ง แล้วทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส สังเกตการตายของเชื้อรา แสดงข้อมูลดังตารางที่ 4



ภาพที่ 3 กราฟแสดงค่า Standard curve และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (r^2)

ตารางที่ 3 ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกในตัวอย่างน้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าว

ชนิดของน้ำส้มควันไม้	ค่าการดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นของกรดแกลลิก (ppm)
ค่าเฉลี่ย	0.44±0.04	129.72±11.57

ตารางที่ 4 ระยะเวลาการตายเฉลี่ยของเชื้อราจากผลของน้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าวบนยางแผ่น

ยางแผ่นที่	เชื้อราเขียว (วัน)	เชื้อราดำ (วัน)
1	2.67±0.58	4.00±0.00
2	3.00±0.00	3.67±0.58
3	2.33±0.58	3.67±0.58
4	2.67±0.58	4.00±0.00
5	3.00±0.00	3.33±0.58
ค่าเฉลี่ย	2.73±0.46	3.73±0.46

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการศึกษาชนิดของเชื้อราบนยางแผ่น พบเชื้อรา 2 ชนิด คือ รา *Penicillium* sp. และรา *Aspergillus* sp. น้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าวมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราสอดคล้องกับการศึกษาของมานิตย์ และคณะ (2550) ที่ศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราในการผลิตยางแผ่นของน้ำส้มควันไม้ชนิดต่างๆ ได้แก่ ยูคาลิปตัส ไม้ไผ่ ไม้กระถิน และกะลา เปรียบเทียบกับกรดฟอร์มิก และกรดอะซิติกซึ่งเป็นสารช่วยให้ยางจับตัวทางการค้า พบว่าการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่พบบนยางแผ่นของน้ำส้มควันไม้ที่ผสมในอาหารเลี้ยงเชื้อรา (Potato Dextrose Agar; PDA) มีประสิทธิภาพยับยั้งเชื้อราดีกว่าทั้งกรดฟอร์มิก และกรดอะซิติก ลำดับประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราของน้ำส้มควันไม้ เป็นดังนี้ น้ำส้มควันไม้กะลา > ไม้กระถิน > ไม้ไผ่ > ไม้ยูคาลิปตัส สอดคล้องกับปริมาณสารประกอบฟีนอลที่มีอยู่ในน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิด

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลผลการศึกษาไปเผยแพร่ อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสะท้อนถึงผลกระทบและความเสียหายที่เกิดจากการปนเปื้อนของเชื้อราบนยางแผ่น การใช้ น้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าวในการป้องกันและกำจัดเชื้อรา และในอนาคตการระบุชนิดของเชื้อรานอกจากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา ควรมีการสกัดดีเอ็นเอ และส่งหาลำดับนิวคลีโอไทด์เพื่อความถูกต้องและแม่นยำในการยืนยันชนิดของเชื้อรา ควรมีการสนับสนุนให้กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราสามารถนำเอาน้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าวมาใช้ในการฉีดพ่นป้องกันหรือกำจัดเชื้อราในกระบวนการผลิตยางพารา โดยเฉพาะยางแผ่นดิบ และควรสนับสนุนให้กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราผลิตน้ำส้มควันไม้ขึ้นมาใช้เอง โดยใช้แทนกรดจากท้องตลาดเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มผลกำไรให้กลุ่มเกษตรกร

สรุปผลการวิจัย

1. พบเชื้อรา 2 ชนิด คือ ราเขียว มีลักษณะของโคโลนีสีเขียว มีการเจริญเติบโตเร็ว เมื่อแก่สปอร์จะมีสีขาว เป็นราชนิด *Penicillium* sp. และราดำ มีลักษณะโคโลนีสีดำ มีการเจริญเติบโตเร็ว อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (Mycelium) เป็นราชนิด *Aspergillus* sp.

2. น้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าวทำให้เชื้อราเขียวมีระยะเวลาการตายเฉลี่ยเท่ากับ 2.73 ± 0.46 วัน และทำให้เชื้อราดำมีระยะเวลาการตายเฉลี่ยเท่ากับ 3.73 ± 0.46 วัน พบว่าเชื้อราเขียวจะมีระยะเวลาการตายเร็วกว่าเชื้อราดำ แสดงว่าเชื้อราเขียวจะมีความไว (Sensitivity) ต่อฤทธิ์ของน้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าวมากกว่าพวกเชื้อราดำ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณ ทุนอุดหนุน การวิจัย จากมหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2547. โรคและศัตรูยางพาราที่สำคัญในประเทศไทย. (ค้นเมื่อ 14 ตุลาคม 2553).
Available from: URL: <http://ag-ebook.lib.ku.ac.th/index.php/component/content/article/640>.
- มานิตย์ สุนาโท, ยอดธง ไบมาก, วีรพงษ์ พลเยี่ยม และอัจฉราภรณ์ พิทักษ์วงศ์. 2550. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่องการศึกษาน้ำส้มควันดินต่างๆ สำหรับใช้เป็นสารยับยั้งการเกิดเชื้อราในการผลิตยางแผ่น. ชุดโครงการ Small Project on Rubber (RDG4850058).
- ยอดธง ไบมาก และน้อย เนียมสา. 2549. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่องการศึกษาน้ำส้มควันไม้ยูคาลิปตัส สำหรับใช้เป็นสารช่วยให้ยางจับตัวและสารยับยั้งการเกิดเชื้อราในการผลิตยางแผ่น. ชุดโครงการ Small Project on Rubber (RDG4850058).
- สุดารัตน์ ดีช่วย. 2556. เชื้อราดินและเศษซากพืชในพื้นที่ปลูกพันธุ์กรรมพืชเขื่อนรัชชประภา จ.สุราษฎร์ธานี และการเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อก่อโรคนยางพารา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาโรคพืชวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุภาพร บัวแก้ว, สมจิตต์ ศิขรินมาศ, พิเชษฐ์ พร้อมมูล, ประพาส ร่มเย็น, ณพรัตน์ วิจิตชลชัย, สุธี อินทรสกุล และคณะ. 2553. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2553. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. 121 หน้า.
- Romina. G. and Priscila, C. 2010. Diversity of fungal endophytes in leaves and stems of wild rubber trees (*Hevea brasiliensis*) in Peru. Fungal Ecology 3 : 240-254.
- Seephueak. P., Petcharat, V. and Phongpaichit, S. 2010. Fungi associated with leaf litter of para rubber (*Hevea brasiliensis*). Mycology 1(4) : 213-227.

การเตรียมดินและการจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของ การผลิตมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50

เบญจพร กุลนิตย์* และยุพธนา หมื่นศรี

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเตรียมดินและการจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการผลิตมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 โดยวางแผนการทดลองแบบ 2x2 factorial in randomized complete block design ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี และจำนวน 3 ซ้ำ ได้แก่ 1) ยกร่อง+ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่, 2) ยกร่อง+ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ และปุ๋ยคอก (มูลวัว) อัตรา 1,000 กก./ไร่, 3) ไม่ยกร่อง+ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ และ 4) ไม่ยกร่อง+ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ และปุ๋ยคอกอัตรา 1,000 กก./ไร่ ได้ดำเนินการปลูกมันสำปะหลังในช่วงต้นเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 ในดินร่วนปนทรายที่ ต.เสาเล่า อ.หนองกุงศรี จ.กาฬสินธุ์ ผลการศึกษา พบว่า ทุกกรรมวิธีทดลองให้องค์ประกอบด้านการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูง จำนวนแขนงตอกอ และน้ำหนักสดของส่วนที่อยู่เหนือดิน) ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาองค์ประกอบด้านผลผลิต กรรมวิธียกร่อง+ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ และปุ๋ยคอก 1,000 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสด (12,098 กก./ไร่) และยังให้ผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ย (22,184 บาท/ไร่) สูงกว่ากรรมวิธีทดลองอื่นๆ

คำสำคัญ : ปุ๋ยคอก ปุ๋ยเคมี มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: benjapon.k@msu.ac.th

Soil Preparation and Fertilizer Management on Growth, Yield and Economic Return of Cassava Variety Kasetsart 50 Production

Benjapon Kunlanit^{*} and Yuttana Muensri

*Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University,
Kantarawichai District, Maha Sarakham 44150, Thailand*

Abstract

The objective of this study was to investigate soil preparation and fertilizer management on growth and yield of cassava variety Kasetsart 50. The experimental design was a 2X2 factorial in a randomized completed block. There were 4 treatments, including 2 types of soil tillage and 2 types of fertilizer management, and 3 replications namely 1) ridge tillage +chemical fertilizer formula 15-15-15 at the rate of 50 kg/rai, 2) ridge tillage +chemical fertilizer formula 15-15-15 at the rate of 50 kg/rai and cattle manure (cow manure) 1,000 kg/rai, 3) non-ridge tillage +chemical fertilizer formula 15-15-15 at the rate of 50 kg/rai, and 4) non-ridge tillage +chemical fertilizer formula 15-15-15 at the rate of 50 kg/rai and cattle manure 1,000 kg/rai. The study was carried out at the beginning of May 2015 in sandy loam upland soil in the Sao Lao sub-district, Nong Kung Si district, Kalasin province. The results showed that the growth components of cassava in all treatments (i.e. plant height, branches/stem, above ground dry weight) were not significantly different. When considering the yield components, the ridge tillage +chemical fertilizer formula 15-15-15 at the rate of 50 kg/rai and cattle manure 1,000 kg/rai treatment showed a trend in higher fresh tuber yield (12,098 kg/rai) and economic return over fertilizer cost (22,184 THB/rai) than all other treatments used in the study.

Keywords: Cattle Manure, Chemical Fertilizer, Cassava Variety Kasetsart 50 and Economic Return

* Corresponding author: E-mail: benjapon.k@msu.ac.th

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอันดับ 5 รองจาก ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าว และมันฝรั่ง มันสำปะหลังที่ผลิตในประเทศไทยนอกจากบริโภคภายในประเทศแล้วยังแปรรูปเป็นมันเส้น มันสำปะหลังอัดเม็ด แป้งมันสำปะหลังส่งออกไปยังประเทศ ประเทศจีน สหภาพยุโรป ญี่ปุ่น ไต้หวัน อินโดนีเซีย และเวียดนาม เป็นต้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังมากที่สุด คือ 4,604,972 ไร่ ภาคกลางมีพื้นที่ปลูก 2,408,901 ไร่ และภาคเหนือมีพื้นที่ปลูก 1,961,992 ไร่ รวมทั้งประเทศ 8,975,865 ไร่ เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ซึ่งเป็นพันธุ์ลูกผสมระหว่างพันธุ์ระยะ 1 กับพันธุ์ระยะ 90 ข้อดีของพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 คือ สามารถปลูกได้ทั่วประเทศ การงอกดี ลำต้นสูงใหญ่ หัวดกและมีลักษณะเป็นกลุ่มสามารถเก็บเกี่ยวได้สะดวก และยังมีปริมาณแป้งในหัวสูงเฉลี่ย 23% ในฤดูฝน และ 28% ในฤดูแล้ง และให้ผลผลิตเฉลี่ย 4,400 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2558)

การเตรียมดินสำหรับการปลูกมันสำปะหลังที่นิยมทำ คือ ไม่ยกร่อง และยกร่อง ซึ่งการปลูกมันสำปะหลังแบบไม่ยกร่องสามารถรักษาความชื้นในดินได้นานกว่า อายุการสร้างหัวยาวกว่า เพราะทั้งใบซ้ากว่าและดกกว่า ออกหัวได้รอบต้นโดยไม่มีอุปสรรค (ไหลซ้าร่อง) แต่ข้อเสียคือ ง่ายต่อการถูกท่วมขังของน้ำทำให้หัวเน่า และการระบายน้ำซ้ากว่าแบบยกร่อง อย่างไรก็ตามอัศจรรย์ และเรณู (2553) รายงานว่า การยกร่องช่วยให้การใส่ปุ๋ยรองพื้นได้ง่ายขึ้นโดยใส่ปุ๋ยไว้ก่อนรองและพรวนกลบ ซึ่งจะทำให้ดินมีธาตุอาหารอยู่ในระดับลึก ต้นมันสำปะหลังดูดใช้ปุ๋ยได้ดี การยกร่องยังช่วยให้ง่ายต่อการนำท่อนพันธุ์ลงปลูก การยกร่องยังให้ประโยชน์ในการลดความเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายและการไหลบ่าของน้ำ สำหรับการจัดการปุ๋ย เกษตรกรที่ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่นิยมใส่เฉพาะปุ๋ยเคมี ซึ่งเมื่อปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนานส่งผลให้ดินเสื่อมโทรม และทำให้ผลผลิตลดลง การจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอกซึ่งช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ช่วยให้โครงสร้างของดินที่เสื่อมโทรมกลับมามีชีวิตขึ้น โดยดินที่ได้รับการใส่ปุ๋ยคอกสม่ำเสมอจะเป็นดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

ทำให้ดินระบายน้ำได้ดี อากาศถ่ายเทได้สะดวก ช่วยเพิ่มความคงทนให้แก่เม็ดดิน เป็นการลดการชะล้างพังทลายของดินและช่วยรักษาหน้าดินไว้ (บัญชา, 2552 และ 2555) สำหรับงานวิจัยที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของการจัดการปุ๋ยในมันสำปะหลัง โดย กฤษฎาพร (2553) พบว่า ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 48: 48: 48 กก./ไร่ ของ N, P และ K ร่วมกับใส่ปุ๋ยมูลวัวอัตรา 4.8 ตัน/ไร่ ให้ผลผลิตหัวของมันสำปะหลังสูงกว่าใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวถึง 48% และวิจารณ์ และคณะ (2547) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 1 ตัน/ไร่ ร่วมกับยิบซั่ม 500 กก./ไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ ให้ผลผลิตหัวสด (8.8 ตัน/ไร่) สูงกว่าปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ ร่วมกับยิบซั่มอัตรา 500 กก./ไร่ ให้ผลผลิตหัวสด 6.5 ตัน/ไร่ อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมดินร่วมกับการจัดการปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในการผลิตมันสำปะหลังยังมีน้อยมาก ดังนั้นการศึกษานี้จึงเน้นศึกษาผลของการเตรียมดินร่วมกับการจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการผลิตมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2x2 factorial in randomized complete block design (RCBD) มี 4 กรรมวิธีทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ หน่วยทดลองทั้งหมดเท่ากับ 12 หน่วยทดลอง ปัจจัยที่ 1 ประกอบด้วย 1) ปุ๋ยเคมี อัตรา 50 กก./ไร่ และ 2) ปุ๋ยเคมีอัตรา 50 กก./ไร่และปุ๋ยคอก (มูลวัว) อัตรา 1,000 กก./ไร่ และปัจจัยที่ 2 ประกอบด้วย 1) การเตรียมดินแบบยกร่อง และ 2) การเตรียมดินแบบไม่ยกร่อง กรรมวิธีทดลองมีดังนี้

- 1) ยกร่อง+ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่
- 2) ยกร่อง+ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ และปุ๋ยคอก (มูลวัว) อัตรา 1,000 กก./ไร่
- 3) ไม่ยกร่อง+ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่
- 4) ไม่ยกร่อง+ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ และปุ๋ยคอก อัตรา 1,000 กก./ไร่

2. ขั้นตอนการศึกษาและเก็บข้อมูล

การศึกษานี้ได้ทำการทดสอบผลของการเตรียมดินแบบยกร่องและไม่ยกร่องร่วมกับการจัดการปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 โดยได้ปลูกมันสำปะหลังในช่วงต้นเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 ในดินไร่ที่เป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) ในแปลงของเกษตรกร บ้านศรีบุญเรือง ต.เสาล้า อ.หนองกุ้ง จ.กาฬสินธุ์ (16°40'02.97"N; 103°21'32.60" E) มีขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

1) สุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-30 ซม. ก่อนปลูกมันสำปะหลัง แบบสลับฟันปลา จำนวน 15 จุด โดยใช้อ็อกเกอร์ (auger) เพื่อวิเคราะห์สมบัติของดิน ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ค่าการนำไฟฟ้าของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ตามวิธีการของพัชรี (2549)

2) ทำการไถดะและไถพรวนดินพร้อมปรับระดับดินให้สม่ำเสมอ และขึ้นแปลงปลูกแบบยกร่องและไม่ยกร่องขนาด 7 ตร.ม.

3) ใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 1,000 กก./ไร่ ในแปลงทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยคอก

4) คัดเลือก ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่มีความสมบูรณ์ และตัดท่อนพันธุ์ขนาด 15-20 ซม.

5) ทำการปลูกมันสำปะหลัง โดยปลูกแปลงละ 6 ท่อนพันธุ์ ซึ่งปลูกท่อนพันธุ์ลงในดินความลึกประมาณ 10 ซม. ในพื้นที่แปลง 7 ตร.ม. (เว้นขอบแปลงด้านละ 0.5 ม.) ระยะระหว่างต้น 1 ม.

6) เมื่อมันสำปะหลังอายุ 1 เดือนหลังปลูก ทำให้มันสำปะหลังเริ่มแตกตา ให้ทำการกำจัดวัชพืช และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 โดยใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ และเมื่อมันสำปะหลังอายุได้ 3 เดือน ได้ทำการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 โดยใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ และดูแลกำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก

7) เมื่อมันสำปะหลังได้ 11 เดือน (ปลายเดือนเมษายน พ.ศ. 2559) ทำการวัดความสูงลำต้น และบันทึกจำนวนแขนง/ต้น แล้วตัดลำต้นเหนือดิน 5 ซม. เพื่อมาน้ำหนักสดส่วนที่อยู่เหนือดิน (ลำต้นและใบ) จากนั้นทำการถอนโคนต้นมันสำปะหลังแล้วตัดเอาหัวสดมาเช็ดความสะอาดแล้วชั่งน้ำหนักหัวสด บันทึกจำนวนหัว/ต้น และวัด

ความยาวหัว และทำการสุ่มหัวมันสำปะหลังสดมาอย่างน้อยแปลงละ 5-6 กิโลกรัม จากมันสำปะหลังทั้งหมด 6 ต้น นำมาหาเปอร์เซ็นต์แป้ง โดยนำไปหั่นเป็นชิ้นบางๆ จากนั้นนำไปหาเปอร์เซ็นต์แป้งโดยใช้เครื่องชั่งวัดอัตราส่วนร้อยละของแป้งในหัวมันสำปะหลัง

8) คำนวณผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ย

ผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ย (บาท/ไร่) = มูลค่าของผลผลิต (บาท/ไร่) – มูลค่าปุ๋ย (บาท/ไร่)

9) ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ระดับความลึก 0-30 ซม. ในแต่ละแปลงทดลองมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ค่าการนำไฟฟ้าของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ตามวิธีการของพัชรี (2549)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) ของข้อมูลจากผลการศึกษาดำเนินการทดลองแบบ factorial in RCBD จำนวน 3 ซ้ำ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistix 9

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. คุณสมบัติของดินก่อนปลูกมันสำปะหลังและปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอก

ดินก่อนปลูกมันสำปะหลังมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.00 การนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC) เท่ากับ 1.48 dS/m มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter, OM) เท่ากับ 0.2 ก./กก. มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total N) ในดินเท่ากับ 0.6 ก./กก. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) ในดินเท่ากับ 0.01 ก./กก. และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) ในดินเท่ากับ 0.3 ก./กก. ตามเกณฑ์การประเมินคุณสมบัติของดินของกรมพัฒนาที่ดิน (2553) พบว่า ดินที่ใช้ศึกษาเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก มีความเป็นกรดปานกลาง และเป็นดินที่ไม่เค็ม สำหรับปริมาณ N, P และ K ทั้งหมดในปุ๋ยคอกเท่ากับ 10.9, 18.6 และ 1.0 ก./กก. ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Soil properties prior to cassava plantation and nutrient contents in cattle manure

Parameters	Values
Soil pH (soil:H ₂ O; 1:2.5)	6.00
Soil electrical conductivity (soil:H ₂ O; 1:2.5) (dS/m)	1.48
Organic matter (g/kg)	0.2
Total nitrogen (N) in soil (g/kg)	0.6
Total nitrogen in cattle manure (g/kg)	10.9
Available phosphorus (P) in soil (g/kg)	0.01
Total P in cattle manure (g/kg)	18.6
Exchangeable potassium (K) in soil (g/kg)	0.3
Total K in cattle manure (g/kg)	1.0

Table 2 Soil properties after harvesting cassava

Treatments	pH (Soil: H ₂ O; 1:2.5)	EC (Soil: H ₂ O; 1:2.5) (dS/m)	OM (g/kg)	Total N (g/kg)	Available P (g/kg)	Exchangeable K (g/kg)
Ridge tillage +chemical fertilizer	5.38	1.38	1.9	0.7b	0.2	0.2
Ridge tillage +chemical fertilizer and cattle manure	5.55	1.88	2.2	1.2a	0.2	0.2
Non-ridge tillage +chemical fertilizer	5.12	1.42	1.9	0.5b	0.2	0.2
Non-ridge tillage +chemical fertilizer and cattle manure	5.40	1.93	2.0	0.6b	0.2	0.2
F-test	ns	ns	ns	*	ns	ns
CV (%)	3.95	22.98	15.94	14.42	17.27	15.06

a, b means within the same columns between treatments with different superscripts were significantly different ($p \leq 0.05$, *)

ns; not significantly different ($p \geq 0.05$)

Table 3 Effects of soil preparation and fertilizer management on cassava height (cm)

Soil preparation	Fertilizer management		Mean
	Chemical fertilizer	Chemical fertilizer +cattle manure	
Ridge tillage	2.99	2.97	2.98
Non-ridge tillage	2.90	2.90	2.90
Mean	2.95	2.94	
F-test			
Soil preparation			ns
Fertilizer management			ns
Soil preparation x Fertilizer management			ns
CV (%)			2.26

ns; not significantly different ($p \geq 0.05$)

2. คุณสมบัติของดินหลังเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

คุณสมบัติของดินหลังเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังพบว่า ค่า pH, EC, ปริมาณ OM, P ที่เป็นประโยชน์ และ K ที่แลกเปลี่ยนได้ในดินในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน ในขณะที่ปริมาณ N ทั้งหมดในดิน พบว่า กรรมวิธียกร่อง+ปุ๋ยเคมีอัตรา 50 กก./ไร่ และปุ๋ยคอก อัตรา 1,000 กก./ไร่ ให้ค่าสูงสุด คือ 1.2 ก./กก. รองลงมาคือ กรรมวิธียกร่อง+ปุ๋ยเคมีอัตรา 50 กก./ไร่ (0.7 ก./กก.), กรรมวิธีไม่ยกร่อง+ปุ๋ยเคมีอัตรา 50 กก./ไร่ และปุ๋ยคอกอัตรา 1,000 กก./ไร่ (0.6 ก./กก.) และกรรมวิธีไม่ยกร่อง+ปุ๋ยเคมีอัตรา 50 กก./ไร่ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (Table 2) ค่า pH ในดินหลังปลูกมีค่าลดลงในทุกกรรมวิธีอาจเป็นเพราะการใส่ปุ๋ยยูเรียลงไปในดินทำให้ดินมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น (pH ลดลง) แต่ถือว่าอยู่ในช่วงที่ไม่มีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตของพืช ส่วนค่า EC ก็ไม่เปลี่ยนแปลงไปมากจากดินก่อนปลูกพืช และดินที่ใช้การทดลองครั้งนี้อยู่ในสถานะที่ไม่เค็ม ส่วนปริมาณ OM, N ทั้งหมด และ P ที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นในดินหลังปลูกอาจเกิดจากการใส่ปุ๋ยคอก และซากใบมันสำปะหลังที่ร่วงหล่นมีการย่อยสลายปลดปล่อย N และ P ลงสู่ดิน (บัญชา, 2555) และการที่กรรมวิธียกร่อง+ปุ๋ยเคมีอัตรา 50 กก./ไร่ และปุ๋ยคอก อัตรา 1,000 กก./ไร่ มีปริมาณ OM และ N ทั้งหมดในดินสูงที่สุดอาจเป็นเพราะการใส่ปุ๋ยคอกลงไปในดินเป็นการเพิ่มปริมาณ OM และ N ลงไปในดิน บัญชา (2552 และ 2555) ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ในการฟื้นฟูสภาพดิน พบว่า การใช้ปุ๋ยคอกติดต่อกันเป็นระยะเวลานานทำให้คุณภาพของดินดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่อง และปุ๋ยคอกยังมีปริมาณ N ที่ค่อนข้างสูงส่งผลให้พืชเจริญเติบโตได้ดี เพราะคุณสมบัติของดินดี ส่วนปริมาณ K ที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังลดลง อาจเนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชหัวจึงมีการดูดใช้ K ไปเพื่อการสร้างแป้งจึงส่งผลให้ปริมาณ K ในดินลดลง

3. องค์ประกอบด้านการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง

องค์ประกอบด้านการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังประกอบด้วย ความสูงของต้น จำนวนแขนง/ต้น น้ำหนักสดส่วนที่อยู่เหนือดิน (ลำต้นและใบ) ในทุกกรรมวิธีให้ค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ส่วนกรรมวิธียกร่อง+ปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มให้ความสูงของต้นสูงกว่าทุกกรรมวิธีสำหรับผลผลิตน้ำหนักสดลำต้นและใบ พบว่า กรรมวิธีไม่ยก

ร่อง+ปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มให้ค่าสูงกว่ากรรมวิธีไม่ยกร่อง+ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอก กรรมวิธียกร่อง+ปุ๋ยเคมี และกรรมวิธียกร่อง+ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอก ตามลำดับ (Table 3, 4 และ 5) การที่องค์ประกอบด้านการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันนั้นอาจเนื่องจากธาตุอาหารที่ได้รับจากปุ๋ยไปส่งเสริมการสร้างองค์ประกอบของผลผลิต เช่น การสร้างหัว มากกว่าด้านองค์ประกอบของการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง ซึ่งแตกต่างจากการทดลองของ Mathias and Kabambe (2015) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง พบว่า มันสำปะหลังที่ใส่ปุ๋ยเคมี $N:P_2O_5:K_2O:S$ อัตรา 46-41-0-8 กก./ไร่ ให้ความสูงเฉลี่ย (173 ซม.) ของมันสำปะหลังมากกว่าใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 5 ตัน/ไร่ (167 ซม.) และ วิจารย์ และคณะ (2547) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ 1 ตัน/ไร่ ร่วมกับยิบซัม 500 กก./ไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ ให้น้ำหนักลำต้นสดและใบสูงขึ้นถึง 31 และ 74% เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปุ๋ยเคมี และไม่ใส่ปุ๋ยตามลำดับ

4. องค์ประกอบของผลผลิตของมันสำปะหลัง

ทุกกรรมวิธีให้จำนวนหัว/ต้น และความยาวหัวของมันสำปะหลังไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) (Table 6 และ 7) ในส่วนของผลผลิตน้ำหนักหัวสด การเตรียมดิน และการจัดการปุ๋ยมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน ($p \leq 0.05$) โดยกรรมวิธียกร่อง+ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอกให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดสูงที่สุด (12,098 กก./ไร่) รองลงมาคือ กรรมวิธียกร่อง+ปุ๋ยเคมี (10,755 กก./ไร่) กรรมวิธีไม่ยกร่อง+ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอก (9,627 กก./ไร่) และกรรมวิธีไม่ยกร่อง+ปุ๋ยเคมี (9,244 กก./ไร่) ตามลำดับ ขณะที่เปอร์เซ็นต์แป้งในหัว การเตรียมดิน และการจัดการปุ๋ยมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน ($p \leq 0.05$) โดยกรรมวิธีไม่ยกร่อง+ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอกให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุดคือ 28.27% รองลงมาคือ กรรมวิธีไม่ยกร่อง+ปุ๋ยเคมี (25.63%) กรรมวิธียกร่อง+ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอก (25.40%) และกรรมวิธียกร่อง+ปุ๋ยเคมี (24.97%) ตามลำดับ (Table 8 และ 9)

การที่กรรมวิธียกร่อง+ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอกให้จำนวนหัว/ต้น น้ำหนักหัวสด และความยาวหัวของมันสำปะหลังสูงกว่าทุกกรรมวิธี อาจเป็นเพราะว่ามีการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอกจึงส่งผลให้ได้ผลผลิตที่สูง เพราะปุ๋ยคอกช่วยในการปรับปรุงโครงสร้างของดินทำให้ดินร่วนซุย

Table 4 Effects of soil preparation and fertilizer management on cassava branches (branches/stem)

Soil preparation	Fertilizer management		Mean
	Chemical fertilizer	Chemical fertilizer +cattle manure	
Ridge tillage	2.00	2.33	2.17
Non-ridge tillage	2.33	2.00	2.17
Mean	2.17	2.17	
F-test			
Soil preparation			ns
Fertilizer management			ns
Soil preparation x Fertilizer management			ns
CV (%)			20.35

ns; not significantly different ($p \geq 0.05$)

Table 5 Effects of soil preparation and fertilizer management on above ground fresh weight yield (kg/rai)/(kg/stem)

Soil preparation	Fertilizer management		Mean
	Chemical fertilizer	Chemical fertilizer +cattle manure	
Ridge tillage	4924/3.1	4782/3.0	4853/3.0
Non-ridge tillage	5236/3.3	4933/3.1	5085/3.2
Mean	5080/3.2	4858/3.0	
F-test			
Soil preparation			ns
Fertilizer management			ns
Soil preparation x Fertilizer management			ns
CV (%)			18.23

ns; not significantly different ($p \geq 0.05$)

Table 6 Effects of soil preparation and fertilizer management on tuber number (tuber/stem)

Soil preparation	Fertilizer management		Mean
	Chemical fertilizer	Chemical fertilizer+ cattle manure	
Ridge tillage	10.9	11.0	11.0
Non-ridge tillage	10.8	11.4	11.1
Mean	11.2	10.9	
F-test			
Soil preparation			ns
Fertilizer management			ns
Soil preparation x Fertilizer management			ns
CV (%)			5.87

ns; not significantly different ($p \geq 0.05$)

จึงอาจทำให้มันสำปะหลังมีประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารได้ดีขึ้น และเมื่อปุ๋ยคอกย่อยสลายก็มีการปลดปล่อย N และ P ซึ่งธาตุเหล่านี้เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมากเพื่อการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิต (บัญชา, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวัลลีย์ และไชยยศ (2549) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-16 กก./ไร่ ของ $N-P_2O_5-K_2O$ ร่วมกับปุ๋ยคอกอัตรา 500 กก./ไร่ ให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกในชุดดินห้วยโป่งเท่ากับ 8,764 กก./ไร่ และให้เปอร์เซ็นต์แป้งเท่ากับ 28.9% ส่วนการศึกษาในประเทศมาลาวี Mathias and Kabambe (2015) ได้ศึกษาอิทธิพลของการใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลังพบว่า มันสำปะหลังที่ใส่ปุ๋ยเคมี $N:P_2O_5:S$ อัตรา 46:41:8 กก./ไร่ ให้ผลผลิตหัวสด (4,672 กก./ไร่) มากกว่าใส่ปุ๋ยคอกอย่างเดียวอัตรา 5 และ 10 ตัน/ไร่ (4,418 และ 4,333 กก./ไร่ ตามลำดับ) และการศึกษาในประเทศไนจีเรีย Ayoola and Adeniyen (2006) พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 32 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ 400 กก./ไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักสด (4,182 กก./ไร่) ของมันสำปะหลังสูงกว่าใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 64 กก./ไร่ (3,773 กก./ไร่)

วิจารณ์ และคณะ (2547) พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยปรับโครงสร้างของดินทำให้ดินโปร่ง ร่วนซุย ระบบรากพืชสามารถซอนไซดินได้ง่ายและกลั่นช่วยเพิ่มพื้นที่หาอาหารของพืช อินทรีย์วัตถุยังช่วยทำให้เกิดเม็ดดินและช่วยให้เม็ดดินเสถียร และมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้มากถึง 6-20 เท่าของน้ำหนัก และสามารถเพิ่มผลผลิตของมันสำปะหลังได้เป็นอย่างดี และในการศึกษานี้มันสำปะหลังมีค่าเปอร์เซ็นต์แป้งอยู่ในช่วง 25-28% ซึ่งเป็นค่าที่โรงงานแปงมันสำปะหลังยอมรับได้ (มีค่าอยู่ในช่วง 25-30%) (กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์, 2559)

5. ผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ยในการผลิตมันสำปะหลัง

กรรมวิธียกร่อง+ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอกให้ผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ย (22,184 บาท/ไร่) สูงกว่ากรรมวิธียกร่อง+ปุ๋ยเคมี (20,398 บาท/ไร่) กรรมวิธีไม่ยกร่อง+ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอก (17,626 บาท/ไร่) และกรรมวิธีไม่ยกร่อง+ปุ๋ยเคมี (17,492 บาท/ไร่) ตามลำดับ (Table 10)

Table 7 Effects of soil preparation and fertilizer management on tuber length (cm)

Soil preparation	Fertilizer management		Mean
	Chemical fertilizer	Chemical fertilizer+ cattle manure	
Ridge tillage	29.91	31.34	30.62
Non-ridge tillage	28.44	29.56	29.00
Mean	29.28	30.45	
F-test			
Soil preparation			ns
Fertilizer management			ns
Soil preparation x Fertilizer management			ns
CV (%)			6.98

ns; not significantly different ($p \geq 0.05$)

Table 8 Effects of soil preparation and fertilizer management on fresh tuber yield (kg/rai)/ (kg/stem)

Soil preparation	Fertilizer management		Mean
	Chemical fertilizer	Chemical fertilizer+ cattle manure	
Ridge tillage	10,755ab/6.7ab	12,098a/7.6a	11,427a/7.1a
Non-ridge tillage	9,244b/5.8b	9,627b/6.0b	9,436b/5.9b
Mean	10,862/6.8	10,000/6.3	
F-test			
Soil preparation			*
Fertilizer management			ns
Soil preparation x Fertilizer management			*
CV (%)			7.31

a, b means within the same columns between treatments with different superscripts were significantly different ($p \leq 0.05$, *)

ns; not significantly different ($p \geq 0.05$)

Table 9 Effects of soil preparation and fertilizer management on starch percentage (%)

Soil preparation	Fertilizer management		Mean
	Chemical fertilizer	Chemical fertilizer+ cattle manure	
Ridge tillage	24.97b	25.49b	26.95a
Non-ridge tillage	25.63b	28.27a	25.81b
Mean	26.83a	25.33b	
F-test			
Soil preparation			*
Fertilizer management			*
Soil preparation x Fertilizer management			*
CV (%)			4.11

a, b means within the same columns between treatments with different superscripts were significantly different ($p \leq 0.05$, *)

ns; not significantly different ($p \geq 0.05$)

Table 10 Economic return over fertilizer cost under cassava production

Treatment	Fertilizer value (THB/rai)	Tuber yield (kg/rai)	Yield value (THB/rai) ^{4/}	Economic return over fertilizer cost (THB/rai) ^{5/}
Ridge tillage ^{1/} +chemical fertilizer ^{2/}	1,112	10,755	21,510	20,398
Ridge tillage ^{1/} +chemical fertilizer ^{2/} and cattle manure ^{3/}	2,012	12,098	24,196	22,184
Non-ridge tillage +chemical fertilizer ^{2/}	862	9,244	18,488	17,626
Non-ridge tillage +chemical fertilizer ^{2/} and cattle manure ^{3/}	1,762	9,627	19,254	17,492

^{1/} Ridge tillage cost= 250 THB/rai

^{2/} Chemical fertilizer 15-15-15 = 862 THB/50 kg (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2559)

^{3/} Cattle manure = 900 THB/1000 kg (เกษตรพอเพียง, 2559)

สรุปผลการวิจัย

ผลจากการศึกษา พบว่า ทุกกรรมวิธีทดลองให้องค์ประกอบด้านการเจริญเติบโต (ได้แก่ ความสูง จำนวนแขนงต่อกอ และน้ำหนักสดของส่วนที่อยู่เหนือดิน) ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาองค์ประกอบด้านผลผลิตกรรมวิธียกร่อง+ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอกมีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังเท่ากับ 12,098 กก./ไร่ และผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ยเท่ากับ 22,184 บาท/ไร่ สูงกว่าทุกกรรมวิธี จากการศึกษาจะเห็นได้ว่า การเตรียมดินแบบยกร่องและการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอกน่าจะเป็นแนวทางในการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในดิน ผลผลิตของมันสำปะหลังและผลตอบแทนได้เป็นอย่างดีสำหรับเกษตรกร

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2559 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และเป็นความร่วมมือทางวิชาการกับกลุ่มวิจัยการจัดการอินทรีย์วัตถุของดิน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์. 2559. (สืบค้นเมื่อ 4 พฤษภาคม 2559) Available from URL: <http://www.dit.go.th/Udonthani/content>.
- กรมวิชาการเกษตร. 2558. การจำแนกพันธุ์มันสำปะหลัง. (สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2558) Available from URL: <http://at.doa.go.th/cassvar/>.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2553. คู่มือการปฏิบัติงานกระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี. กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 51 หน้า.
- เกษตรพอเพียง. 2559. ปุ๋ยขี้วัว. (สืบค้นเมื่อ 26 เมษายน 2559) Available from URL: <http://www.kasetporpeang.com/forums>.
- กฤษฎาพร สีนชัย. 2553. อิทธิพลของปุ๋ย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและมูลโคที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังที่ปลูกในดินชุดยโสธร. การประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 11 วันที่ 23 มกราคม 2553. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บัญชา รัตนทิ. 2552. ปุ๋ยอินทรีย์พื้นฟูสภาพดิน. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ 1 : 1-16.
- _____. 2555. ปุ๋ยอินทรีย์กับการปรับปรุงดินเสื่อมคุณภาพ. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ 4 : 115-127.
- พัชรี ชีรจินดาจร. 2549. หลักและวิธีการวิเคราะห์ดินทางเคมี. ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 141 หน้า.
- วัลลีย์ อมรพล และ ไชยยศ เพชรบุรีณ. 2549. มันสำปะหลัง 5 ต้นต่อไร่ ง่ายนิดเดียว. (สืบค้นเมื่อ 22 มิถุนายน 2559) Available from URL: <http://web.sut.ac.th/cassava/?name>.
- วิจารณ์ วิชชกิจ, ประภาส ช่างเหล็ก, ปิยะ ดวงพัตรา, เอ็จ สโรบล, ปิยะ กิตติภาดากุล, สุเมศ ทับเงิน และคณะ. 2547. ผลของปุ๋ยมูลไก่ ยิปซัม และปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อผลผลิตหัวสดและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินวารินและมาบบอน. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัย-เกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42. ระหว่างวันที่ 3-6 กุมภาพันธ์ 2547. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 308-316.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. ภาวะเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2550. (สืบค้นเมื่อ 13 เมษายน 2559) Available from URL: http://www.oae.go.th/more_news.php?.
- _____. 2559. ราคาขายปลีกปุ๋ยเคมีรายเดือน. (สืบค้นเมื่อ 26 เมษายน 2559) Available from URL: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid.
- อัศจรรย์ สุขอึ้ง และ เรณู ขำเลิศ. 2553. เทคนิคการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังต่อไร่. (สืบค้นเมื่อ 13 พฤษภาคม 2559) Available from URL: <http://web.sut.ac.th/cassava/?name=10>.
- Ayoola, O. T. and Adeniyi, O. N. 2006. Influence of poultry manure and NPK fertilizer on yield and yield components of crops under different cropping systems in south west Nigeria. African Journal of Biotechnology 5 : 1386-1392.
- Mathias, L. and Kabambe, V. H. 2015. Potential to increase cassava yields through cattle manure and fertilizer application: Results from Bunda College, Central Malawi. African Journal of Plant Science 9 : 228-234.

การจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105

เบญจพร กุลนิตย์* และวันเฉลิม ศรีบุญโรจน์

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 3 กรรมวิธีฯ ละ 3 ซ้ำ ได้แก่ 1) ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 16-16-8 อัตรา 40 กก./ไร่ และ 46-0-0 อัตรา 20 กก./ไร่) (ควบคุม), 2) ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 16-16-8 อัตรา 40 กก./ไร่ และ 46-0-0 อัตรา 20 กก./ไร่) + ปุ๋ยคอก (มูลวัว) มูลวัวอัตรา 1,000 กก./ไร่ และ 3) ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 16-16-8 อัตรา 40 กก./ไร่ และ 46-0-0 อัตรา 20 กก./ไร่) + ปุ๋ยพืชสด (ปอเทือง) เมล็ดที่ใช้หว่านอัตรา 5 กก./ไร่ ได้ดำเนินการปลูกข้าวในช่วงต้นเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2558 ในดินนาที่เป็นดินร่วนปนทรายที่ ต.ดงสิงห์ อ.จังหาร จ.ร้อยเอ็ด ผลการศึกษาพบว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 16-16-8 อัตรา 40 กก./ไร่ และ 46-0-0 อัตรา 20 กก./ไร่) + ปุ๋ยคอก มีแนวโน้มให้ความสูงและน้ำหนักแห้งส่วนที่อยู่เหนือดินของข้าวสูงกว่าทุกกรรมวิธีทดลอง แต่กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 16-16-8 อัตรา 40 กก./ไร่ และ 46-0-0 อัตรา 20 กก./ไร่) + ปุ๋ยพืชสด มีแนวโน้มให้ผลผลิตเมล็ดข้าว (708 กก./ไร่) และผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ย (6,060 บาท/ไร่) สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ

คำสำคัญ : ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยคอก ปุ๋ยเคมี ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: benjapon.k@msu.ac.th

Fertilizer Management on Growth, Yield and Economic Return of Rice cv. Khao Dawk Mali 105 Production

Benjapon Kunlanit^{*} and Wanchalerm Sriboonrote

Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Kantarawichai District, Maha Sarakham 44150, Thailand.

Abstract

The objective of this study was to investigate the management of fertilizers on growth and yield of rice cv. Khao Dawk Mali. The experimental design was a randomized complete block with 3 treatments and 3 replications, including 1) chemical fertilizer (formulas 16-16-8 and 46-0-0 at the rates of 40 and 20 kg/rai, respectively) (control), 2) chemical fertilizer (formulas 16-16-8 and 46-0-0 at the rates of 40 and 20 kg/rai, respectively) + cattle manure (cow manure) 1,000 kg/rai, and 3) chemical fertilizer (formulas 16-16-8 and 46-0-0 at the rates of 40 and 20 kg/rai, respectively) + green manure (*Crotalaria juncea*) 5 kg sowed seed/rai. The study was conducted at the beginning of July 2015 in a sandy loam paddy soil in the Dongsing sub-district, Janghan district, Roi-Et province. The results showed that the chemical fertilizer (formulas 16-16-8 and 46-0-0 at the rates of 40 and 20 kg/rai, respectively) +cattle manure yielded higher plant height and above ground dry weight than the other treatments. However, the chemical fertilizer (formulas 16-16-8 and 46-0-0 at the rates of 40 and 20 kg/rai, respectively) + green manure treatment showed a trend in higher rice grain yield (708 kg/rai) and economic return over fertilizer cost (6,060 THB/rai) than the other treatments used in this study.

Keywords: Green manure, Cattle manure, Chemical fertilizer, Rice cv. Khao Dawk Mali 105 and Economic return

* Corresponding author: E-mail: benjapon.k@msu.ac.th

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ข้าวหอมมะลิ) เป็นข้าวที่มีชื่อเสียงโด่งดังในตลาดโลก จากการที่เป็นข้าวคุณภาพสูงและมีลักษณะพิเศษโดดเด่นกว่าข้าวชนิดอื่นๆ กล่าวคือมีกลิ่นหอมตามธรรมชาติคล้ายใบเตย ซึ่งการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีปริมาณจำกัด โดยสามารถเพาะปลูกได้เพียงปีละ 1 ครั้ง เมล็ดข้าวมีลักษณะยาวเรียวยาวเมื่อนำไปปรุงให้สุกจะมีสีขาวนวลและมีรสชาติดอกร้อยเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จึงทำให้ข้าวหอมมะลิไทยได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในตลาดโลกแม้ว่าจะเป็นข้าวที่มีราคาสูงกว่าข้าวชนิดอื่นๆ พื้นที่เพาะปลูกข้าวทั้งหมดทั่วประเทศในปี 2556 มีประมาณ 69.96 ล้านไร่ ได้ผลผลิต 36.84 ล้านตัน และให้ผลผลิตเฉลี่ย 436 กก./ไร่ สำหรับพื้นที่ปลูกข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีประมาณ 42.75 ล้านไร่ (คิดเป็น 67% ของพื้นที่ทำการเกษตรของภาคตะวันออกเฉียงเหนือคือ 63.85 ล้านไร่) และพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นดินทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

การผลิตข้าวให้ได้ผลผลิตสูง และต้นทุนการผลิตต่ำนั้น เป็นสิ่งที่เกษตรกรให้ความสำคัญ เนื่องจากปัจจุบันพื้นที่ปลูกข้าวลดลง แต่ความต้องการของผู้บริโภคกลับเพิ่มขึ้น และในปัจจุบันความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงเนื่องจากการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ผลผลิตตามความต้องการ ส่งผลให้หน้าดินแข็งและยังทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของดินเสื่อมลง สรสิทธิ์ (2535) ได้ชี้ให้เห็นว่า การผลิตข้าวให้ได้ 1,000 กก. ทำให้ดินสูญเสียไนโตรเจน (nitrogen, N) 20 กก. ฟอสฟอรัส (phosphorus, P) 11 กก. และโพแทสเซียม (potassium, K) 27 กก. จากเหตุการณ์ดังกล่าว จึงจำเป็นต้องหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตข้าวให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ พร้อมกับการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินไปด้วยนั้นมียุทธศาสตร์หลายแนวทาง แต่แนวทางการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดินอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และการไถกลบซากพืชตระกูลถั่วลงไปในดิน เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์เหล่านี้ช่วยเพิ่มธาตุอาหาร N, P, S และอินทรีย์วัตถุในดิน (Dahiphale *et al.*, 2003; Vityakon, 2007; Kunlanit *et al.*, 2014) จากตัวอย่างการศึกษาการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ในการผลิตข้าวประเสริฐ และคณะ (2542) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 30 กก./ไร่ ร่วมกับขี้เถ้าแกลบ

อัตรา 1 ตัน/ไร่ ให้ผลผลิตข้าวหอมมะลิเท่ากับ 574 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่าใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 30 กก./ไร่ ซึ่งให้ผลผลิตเพียง 491 กก./ไร่ และในดินร่วนปนทรายกรรณิกา และสว่าง (2549) พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 500 กก./ไร่ ให้ผลผลิตข้าว (546 กก./ไร่) สูงกว่าใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (518 กก./ไร่) การศึกษาในดินร่วนในประเทศจีน Xu *et al.* (2008) รายงานว่า การใช้ปุ๋ย N P และ K อัตรา 12, 3.5 และ 7.5 กก./ไร่ ตามลำดับ ร่วมกับใส่ปุ๋ยมูลสุกรอัตรา 2 ตัน/ไร่ ซึ่งให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเท่ากับ 1,952 กก./ไร่ สูงกว่าใส่ปุ๋ย N, P และ K อัตรา 24, 7 และ 15 กก./ไร่ ตามลำดับ ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเท่ากับ 1,872 กก./ไร่ ซึ่งในการปลูกข้าวในสภาพดินทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำทำให้ได้ผลผลิตที่สูงพร้อมกับรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วยการจัดการปุ๋ย โดยการไถกลบพืชปุ๋ยสดร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105

วิธีดำเนินการวิจัย

1. สถานที่ทำการศึกษาและแผนการทดลอง

การศึกษานี้ได้ดำเนินการทดสอบอิทธิพลของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินนาเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำซึ่งเป็นดินในกลุ่มชุดดินที่ 40 ในพื้นที่แปลงนาของเกษตรกร บ้านป่าน ต.ดงสิงห์ อ.จันทาร จ.ร้อยเอ็ด (16°10'41.38" N; 103°35' 27.13"E) ในระหว่างเดือน กรกฎาคม-ธันวาคม 2558

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มีจำนวน 3 ซ้ำและ 3 กรรมวิธีทดลอง ประกอบด้วย

1.1 ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 40 กก./ไร่ และสูตร 46-0-0 อัตรา 20 กก./ไร่ (ควบคุม)

1.2 ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 40 กก./ไร่ และสูตร 46-0-0 อัตรา 20 กก./ไร่ + ปุ๋ยคอก (มูลวัว) อัตรา 1,000 กก./ไร่

1.3 ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 40 กก./ไร่ และสูตร 46-0-0 อัตรา 20 กก./ไร่ + ปุ๋ยพืชสดเมล็ดปอเทืองที่ใช้หัวนอัตรา 5 กก./ไร่

2. ขั้นตอนการดำเนินงาน

2.1 การเก็บตัวอย่างดินปลูกและวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน

สุ่มเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ที่ทำการทดลองที่ระดับความลึก 0-15 ซม. จำนวน 15 จุด โดยสุ่มแบบสลับฟันปลา เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นของดินก่อนปลูกข้าว ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ค่าการนำไฟฟ้าของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ตามวิธีการของพัชรี (2549)

2.2 การเตรียมแปลงและปลูกข้าว

ทำการขึ้นแปลงทดลองขนาด 2 x 2 ตร.ม. จำนวน 9 แปลง โดยมีระยะห่างของแต่ละแปลงเท่ากับ 2 ม. หลังจากนั้นตากดินทิ้งไว้ประมาณ 2-3 วัน แล้วทำการพรวนดินให้ร่วนซุย และหลังจากเตรียมแปลงเสร็จแล้ว ในกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปอเทือง ให้ปลูกปอเทืองโดยนำเมล็ดปอเทืองมาหว่านอัตรา 5 กก./ไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) เมื่อปอเทืองอายุได้ 50 วัน (ออกดอก) ทำการสับกลบลงในดินทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 7 วัน ก่อนดำนา เพื่อให้ปอเทืองย่อยสลาย ส่วนกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยคอก ให้นำมูลวัวอัตรา 1,000 กก./ไร่ ที่เตรียมไว้มาหว่านที่ผิวน้ำดินและไถกลบแล้วทิ้งไว้ 7 วัน เพื่อให้ย่อยสลาย จากนั้นนำต้นกล้าที่ทำการเพาะไว้ที่อายุประมาณ 30 วัน มาทำการปักดำด้วยระยะห่างระหว่างกอ 20 ซม. และระหว่างแถว 20 ซม. โดยแต่ละแปลงได้ปักดำจำนวน 100 กอๆ ละ 3 ต้น เมื่อข้าวอายุได้ 7-15 วัน หลังจากปักดำ ได้ใส่ปุ๋ยตามอัตราที่ กรมส่งเสริมการเกษตร (2558) แนะนำ โดยการใส่ปุ๋ยจะแบ่งใส่เป็น 2 ครั้งคือ ครั้งที่ 1 หว่านสูตรปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 40 กก./ไร่และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 เมื่อข้าวมีอายุได้ประมาณ 40-45 วัน ได้หว่านปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 20 กก./ไร่ และทำการเก็บเกี่ยวข้าวเมื่อข้าวอายุได้ประมาณ 110 วัน

2.3 การเก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวและวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวที่ระดับความลึก 0-15 ซม. ในแต่ละแปลงทดลองมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ค่าการนำไฟฟ้าของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ตามวิธีการของพัชรี (2549)

3. การเก็บข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลองค์ประกอบการด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวเมื่อเก็บเกี่ยวข้าวที่อายุ 110 วัน ดังนี้

3.1 องค์ประกอบการด้านการเจริญเติบโต

3.1.1 เก็บข้อมูลจำนวนต้นตอกอในพื้นที่ 4 ตร.ม.

3.1.2 ความสูงของข้าวในพื้นที่ 4 ตร.ม.

3.1.3 น้ำหนักแห้งของส่วนที่อยู่เหนือดินในพื้นที่ 4 ตร.ม.

3.2 องค์ประกอบการด้านผลผลิต

3.2.1 น้ำหนักของเมล็ดทั้งหมดที่ระดับความชื้น 12-14% ในพื้นที่ 4 ตร.ม.

3.2.2 น้ำหนัก 1,000 เมล็ด โดยทำการสุ่มมาจากพื้นที่แต่ละแปลง 4 ตร.ม.

3.2.3 น้ำหนักผลผลิตเมล็ด/ไร่

3.3 คำนวณผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ย

ผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ย (บาท/ไร่) = มูลค่าของผลผลิต (บาท/ไร่) - มูลค่าปุ๋ย (บาท/ไร่)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังเก็บเกี่ยวข้าว องค์ประกอบการด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว มาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) ตามแผนการทดลอง RCBD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้วิธี Least Significant Difference (LSD) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistix 9

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. คุณสมบัติของดินก่อนปลูกข้าวและปริมาณของธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์

ดินก่อนปลูกข้าวมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 5.75 การนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC) เท่ากับ 1.48 เดซิเมนส์/ม. ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter, OM) ในดินเท่ากับ 0.2 ก./กก. มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ในดินเท่ากับ 0.6 ก./กก. มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) ในดินเท่ากับ 2.0 ก./กก. และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

(exchangeable K) ในดินเท่ากับ 0.1 ก./กก. (Table 1) ตามเกณฑ์การประเมินคุณสมบัติของดินของกรมพัฒนาที่ดิน (2553) พบว่า ดินที่ใช้ศึกษาเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีความเป็นกรดปานกลาง และเป็นดินที่ไม่เค็ม

สำหรับปริมาณ N, P และ K ทั้งหมดในปุ๋ยพืชสด (ปอเทือง) เท่ากับ 19.0, 17.7 และ 1.2 ก./กก. ตามลำดับ และในปุ๋ยคอกเท่ากับ 10.9, 18.6 และ 1.0 ก./กก. ตามลำดับ (Table 1)

Table1 Soil properties prior to rice plantation and nutrient contents in organic fertilizers

Parameters	Values
Soil pH (soil:H ₂ O; 1:2.5)	5.75
Soil electrical conductivity (soil:H ₂ O; 1:2.5) (dS/m)	1.48
Organic matter (g/kg)	0.2
Total nitrogen (N) in soil (g/kg)	0.6
Total N in green manure (<i>Crotalaria juncea</i>) (g/kg)	19.0
Total N in cattle manure (g/kg)	10.9
Available phosphorus (P) in soil (g/kg)	2.0
Available P in green manure (<i>Crotalaria juncea</i>) (g/kg)	17.7
Available P in cattle manure (g/kg)	18.6
Exchangeable potassium (K) in soil (g/kg)	0.1
Exchangeable K in green manure (<i>Crotalaria juncea</i>) (g/kg)	1.2
Exchangeable K in cattle manure (g/kg)	1.0

2. คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังเก็บเกี่ยวข้าว

ความเป็นกรด-เป็นด่าง (pH) ของดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวในกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยคอกอัตรา 1,000 กก./ไร่ ให้ค่า pH เท่ากับ 5.50 ซึ่งมีค่าสูงกว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยพืชสด เมล็ดที่ใช้หว่านอัตรา 5 กก./ไร่ (5.48) และกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี (5.44) ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ส่วนปริมาณ N ทั้งหมดในดิน พบว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยคอกมี N ทั้งหมด (1.5 ก./กก.) สูงกว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี (1.4 ก./กก.) และกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยพืชสด (1.3 ก./กก.) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ขณะที่ค่า EC, ปริมาณ OM, P ที่เป็นประโยชน์ในดิน และ K ที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน พบว่า ทุกกรรมวิธีให้ค่าไม่แตกต่างกัน (Table 2) การที่กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยคอกมีปริมาณ N สูงกว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอาจเป็นเพราะการใส่ปุ๋ยคอกลงไป ในดินเป็นการเพิ่มปริมาณ N ลงไปในดิน ส่วนกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยพืชสดให้ปริมาณ P ที่เป็นประโยชน์ในดินสูงกว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยคอก และกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี แต่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยพืชสดให้ปริมาณ N ทั้งหมดในดินต่ำที่สุด อาจเป็นเพราะว่าข้าวอาจดูดใช้ N จากปุ๋ยพืชสดไปใน ปริมาณที่ค่อนข้างสูงไปเพื่อสร้างการเจริญเติบโตด้านลำต้น

และใบ ซึ่งนำไปสู่การสร้างผลผลิตที่สูง ซึ่งสอดคล้องกับ บัญชา (2552 และ 2555) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยคอกลงไป ในดินติดต่อกันเป็นระยะเวลานานทำให้คุณภาพของดินดีกว่า การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่อง และปุ๋ยคอกยังมีปริมาณ N ที่ค่อนข้างสูงพอที่จะส่งผลให้พืชเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูงขึ้นเพราะคุณสมบัติของดินดี

3. องค์ประกอบด้านการเจริญเติบโตของข้าว

กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยคอกมีแนวโน้มให้ความสูงของต้น จำนวนต้นต่อกอ และน้ำหนักและผลผลิตของ น้ำหนักแห้งของส่วนที่อยู่เหนือดินสูงกว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยพืชสด และกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p \geq 0.05$) (Table 3) การที่กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยพืชสด และกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยคอกให้น้ำหนักและผลผลิตของ น้ำหนักแห้งของส่วนที่อยู่เหนือดินสูงกว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี ถึง 13.4-19.2% อาจเป็นเพราะว่าในปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยคอกมี ปริมาณธาตุอาหาร N, P และ K ค่อนข้างสูง ซึ่งธาตุอาหาร เหล่านี้มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิต ของพืชสอดคล้องกับการศึกษาของ Xu *et al.* (2008) พบว่า การใช้ปุ๋ย N, P และ K อัตรา 12, 3.5 และ 7.5 กก./

ไร่ ตามลำดับ ร่วมกับใส่ปุ๋ยมูลสุกรอัตรา 2 ตัน/ไร่ ให้ผลผลิตของน้ำหนักแห้งของส่วนที่อยู่เหนือดิน (3,419 กก./ไร่) สูงกว่าใส่ปุ๋ย N, P และ K อัตรา 24, 7 และ 15 กก./ไร่ ให้ผลผลิตของน้ำหนักแห้งส่วนที่อยู่เหนือดินเท่ากับ 3,346 กก./ไร่ การศึกษา ในประเทศบังกลาเทศ Fakhru Islam *et al.* (2013) รายงานว่า ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 8:1.2:3.6:1.6:0.16 กก./ไร่ ของ N, P, K, S และ Zn ตามลำดับ ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่อัตรา 1,280 กก./ไร่ ให้ให้น้ำหนักฟางข้าว (958 กก./ไร่)

สูงกว่าใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 16:2.4:7.2:3.2:0.32 กก./ไร่ ของ N, P, K, S และ Zn ตามลำดับ ซึ่งให้น้ำหนักฟางข้าวเท่ากับ 920 กก./ไร่ และในประเทศไทย Kaewpradit *et al.* (2009) พบว่า ใช้ซากถั่วลิสงอัตรา 800 กก./ไร่ (ให้ N เท่ากับ 19 กก./ไร่) ให้น้ำหนักแห้งของฟางข้าวซึ่งบ่งชี้ถึงการเจริญเติบโตของข้าว เท่ากับ 736 กก./ไร่ สูงกว่าใช้ปุ๋ยเคมีที่มี N, P₂O₅ และ K₂O อัตรา 6, 2 และ 2 กก./ไร่ ตามลำดับ ให้น้ำหนักฟางข้าวเท่ากับ 656 กก./ไร่

Table2 Soil chemical properties after harvesting rice

Parameters	Treatment			F-test	CV (%)
	Chemical fertilizer	Chemical fertilizer +cattle manure	Chemical fertilizer +green manure		
pH (soil: H ₂ O; 1: 2.5)	5.44b	5.50a	5.48a	**	0.27
Electrical conductivity (soil: H ₂ O; 1: 2.5) (dS/m)	1.32	1.29	1.58	ns	9.88
Organic matter (g/kg)	0.2	0.2	0.2	ns	4.18
Total N in soil (g/kg)	1.4ab	1.5a	1.3b	*	4.08
Available P in soil (g/kg)	17.6	18.5	17.4	ns	4.26
Exchangeable K in soil (g/kg)	27.3c	40.0b	49.5a	*	5.81

Means in a same row followed by the different lowercase letters are significantly different by LSD (p≤0.05, p≤0.01)

ns; not significantly different (p≥0.05)

Table3 Effects of fertilizers on rice growth component

Treatment	Plant height (cm)	Tiller number (tiller/hill)	Above ground dry weight (kg/4 m ²)	Above ground dry weight yield (kg/rai)
Chemical fertilizer	116.21 (-)	8 (-)	1.72(-)	688 (-)
Chemical fertilizer +cattle manure	119.90 (3.2%)	10 (25.0%)	2.05(19.2%)	820 (19.2%)
Chemical fertilizer +green manure	118.67 (2.1%)	9 (12.5%)	1.95 (13.4%)	780 (13.4%)
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	3.06	11.68	21.32	21.32

ns; not significantly different (p≥0.05)

4. องค์ประกอบด้านผลผลิตของข้าว
กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยคอกมีแนวโน้มให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด สูงกว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยพืชสด และกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (p≥0.05) ส่วนน้ำหนักและผลผลิตเมล็ด พบว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยพืชสดมีแนวโน้มให้น้ำหนักและผลผลิตเมล็ดสูงกว่ากรรมวิธีใส่

ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยคอก และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (p≥0.05) (Table 4)

กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยคอก และกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยพืชสดให้น้ำหนักและผลผลิตเมล็ดสูงกว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีถึง 40.0-44.0% อาจเป็นเพราะว่าในปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยคอกมีปริมาณธาตุอาหาร N, P และ K

ค่อนข้างสูง ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืช (ปัทมา, 2547) สอดคล้องกับการศึกษาของ Xu *et al.* (2008) พบว่า การใช้ปุ๋ย N, P และ K อัตรา 12, 3.5 และ 7.5 กก./ไร่ ตามลำดับ ร่วมกับใส่ปุ๋ยมูลสุกร อัตรา 2,000 กก./ไร่ ให้ผลผลิตเมล็ดข้าว (1,952 กก./ไร่) สูงกว่าใส่ปุ๋ย N, P และ K อัตรา 24, 7 และ 15 กก./ไร่ ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเท่ากับ 1,872 กก./ไร่ และประเสริฐ และคณะ (2542) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 30 กก./ไร่ ร่วมกับขี้เถ้าแกลบอัตรา 1 ตัน/ไร่ ให้ผลผลิตข้าวหอมมะลิเท่ากับ 574 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่าใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 30 กก./ไร่ ซึ่งให้ผลผลิตเพียง 491 กก./ไร่ และในดินร่วนปนทราย วรรณิกา และสว่าง (2549) พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 500 กก./ไร่ ให้ผลผลิตข้าว (546 กก./ไร่) สูงกว่าใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (518 กก./ไร่) และการศึกษานี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Kaewpradit *et al.* (2009) พบว่า ใส่ซากถั่วลิสงอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ (มี N อัตรา 19 กก./ไร่) ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเท่ากับ 496

กก./ไร่ สูงกว่าใส่ปุ๋ยเคมี N, P₂O₅ และ K₂O อัตรา 6, 2 และ 2 กก./ไร่ ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเท่ากับ 464 กก./ไร่

5. ผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ยในการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105

กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยคอก และกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยพืชสดให้ผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ยเท่ากับ 5,140 และ 6,060 บาท/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี (4,080 บาท/ไร่) ถึง 26.0 และ 48.0% ตามลำดับ (Table 5) การที่กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยคอก และกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยพืชสดให้มูลค่าของผลผลิต และผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ยมากกว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี อาจเป็นเพราะว่าในปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสดมีปริมาณธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว จึงส่งผลให้มูลค่าของผลผลิตสูง และให้ผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ยสูงขึ้นด้วย

Table4 Effects of fertilizers on rice yield component

Treatment	Weight 1000 grains (g)	Grain weight (kg/4 m ²)	Grain yield (kg/rai)
Chemical fertilizer	28.65 (-)	1.23 (-)	492 (-)
Chemical fertilizer +cattle manure	31.37 (9.0%)	1.72 (40.0%)	688 (40.0%)
Chemical fertilizer +green manure	31.12 (8.0%)	1.77(44.0%)	708 (44.0%)
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	14.47	23.06	23.06

ns; not significantly different (p≥0.05)

Table5 Economic return over fertilizer cost under rice cv. Khao Dawk Mali 105 production

Treatment	Fertilizer value (THB/rai)	Rice grain yield (kg/rai)	Yield value (THB/rai) ^{4/}	Economic return over fertilizer cost(THB/rai) ^{5/}
Chemical fertilizer ^{1/}	840	492	4,920	4,080 (-)
Chemical fertilizer +cattle manure ^{1/, 2/}	1,740	688	6,880	5,140 (26.0%)
Chemical fertilizer +green manure ^{1/, 3/}	1,020	708	7,080	6,060 (48.0%)

^{1/} Chemical fertilizer 46-0-0 = 240 THB/20 kg, 16-16-8= 600 THB/40 kg (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2558)

^{2/} Cattle manure= 900 THB/ 1,000 kg (เกษตรพอเพียง, 2559)

^{3/} *Crotalaria juncea* seed =180 THB/5 kg

^{4/} Rice grain yield cv. Khao Dawk Mali price 105 =10,000 THB/1,000 kg (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559)

^{5/} Economic return over fertilizer cost excluded labor and other costs

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยคอก มีแนวโน้มให้ความสูงและน้ำหนักแห้งส่วนที่อยู่เหนือดินของข้าวสูงกว่าทุกกรรมวิธี แต่กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยพืชสดมีแนวโน้มให้ผลผลิตเมล็ดข้าว (708 กก./ไร่)และให้ผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ย (6,060 บาท/ไร่) ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยคอก และกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีจากการศึกษานี้จะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยอินทรีย์ (เช่น ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยคอก) น่าจะเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการจัดการปุ๋ยเพื่อการเพิ่มผลผลิตข้าว และเพิ่มผลตอบแทนได้เป็นอย่างดีสำหรับเกษตรกร

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2559 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และเป็นความร่วมมือทางวิชาการกับกลุ่มวิจัยการจัดการอินทรีย์วัตถุของดิน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- กรรณิกา นากลาง และสว่าง โรจนกุล. 2549. ผลและผลตกค้างของการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ระยะยาวที่มีต่อผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105. การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาวประจำปี 2549. 28-29 มีนาคม 2549. ณ โรงแรมลองบีช ชะอำ จ.เพชรบุรีสถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร. หน้า 381-388.
- เกษตรพอเพียง. 2559. ปุ๋ยชีว. (สืบค้นเมื่อ 26 เมษายน 2559) Available from URL: <http://www.kasetporpeang.com/forums/index.php?topic=2823.0>.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2553. คู่มือการปฏิบัติงานกระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี. กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 51 หน้า.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2558. การใช้ปุ๋ยพืชสดเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน. (สืบค้นเมื่อ 26 พฤษภาคม 2558) Available from URL: http://www.udd.go.th/-menu_Dataonline/G1/G1_02.pdf.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2558. การดูแลรักษาและให้ปุ๋ยข้าว. (สืบค้นเมื่อ 26 พฤษภาคม 2558) Available from URL: <http://actech.-agritech.doae.go.th/techno/other/Care%20white%20rice.pdf>.
- บัญชา รัตน์ทุ. 2552. ปุ๋ยอินทรีย์ฟื้นฟูสภาพดิน. วารสาร-มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ 1 : 1-16.
- _____. 2555. ปุ๋ยอินทรีย์กับการปรับปรุงดินเสื่อมคุณภาพ. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ 4 : 115-127.
- ประเสริฐ สองเมือง, กรรณิกา นากลาง, สว่าง โรจนกุล, วิทยา ศรีทานันท์, อานนท์ สุขสวัสดิ์, กริพล ลิ้มสมวงศ์ และดิเรก อินตะพรหม. 2542. การใช้แกลบและขี้เถ้าแกลบเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว. หน้า 1-11. ใน รายงานผลการค้นคว้าวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาวประจำปี 2536-2539. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.
- พัชรี ธีรจินดาขจร. 2549. หลักและวิธีการวิเคราะห์ดินทางเคมี. ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 141 หน้า.
- ปัทมา วิทยากร. 2547. ความอุดมสมบูรณ์ของดินชั้นสูง. พิมพ์ครั้งที่ 2. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 423 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สารสนเทศ-เศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า ปี 2557. (สืบค้นเมื่อ 8 พฤษภาคม 2558) Available from URL: <http://www.oae.go.th/production.html>.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. ข้อมูลราคาข้าวเปลือกกรวยวัน ณ ตลาดกลางและตลาดสำคัญ ข้าวเศรษฐกิจ. (สืบค้นเมื่อ 26 เมษายน 2559) Available from URL: <http://www.ryt9.com/-s/oae/2409391>.
- สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าปุ๋ยเคมีสูตรที่สำคัญ ปี 2554-2558. (สืบค้นเมื่อ 8 พฤษภาคม 2559) Available from URL: http://www.oae.go.th/download-/FactorOfProduct/Fertilizer_value49-54.html.
- สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน. 2535. ปุ๋ยกับการพัฒนาการเกษตร. กรุงเทพฯ : คณะกรรมการจัดงานวันเกษียณอายุราชการของ ศ.ดร.สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน. 103 หน้า.
- Dahiphale, A. V., Giri, D. G., Thakre, G. V. and Gin, M. D. 2003. Effect of integrated nutrient management on yield and yield contributing parameters of the scented rice. *Annals of Plant Physiology* 17 : 24-26.
- Fakhrul Islam, M. M., Khan, M. A., Fazle Bari, A. S. M. and Hosain, M. T. 2013. Effect of fertilizer and manure on the growth, yield and grain nutrient concentration of Boro Rice (*Oryza sativa* L.) under different water management practices. *The Agriculturists* 11: 44-51.

- Kaewpradit, W., Toomsan, B., Cadisch, G., Vityakon, P., Limpinuntana, V., Saenjan, P., Jogloy, S. and Patanothai, A. 2009. Mixing groundnut residues and rice straw to improve rice yield and N use efficiency. *Field Crop Research* 110 : 130-138.
- Kunlanit, B., Vityakon, P., Puttaso, A., Cadisch, G. and Rasche, F. 2014. Mechanisms controlling soil organic carbon composition pertaining to microbial decomposition of biochemically contrasting organic residues: Evidence from mid DRIFTS peak area analysis. *Soil Biology and Biochemistry* 76 : 100-108.
- Vityakon, P. 2007. Degradation and restoration of sandy soils under different agricultural land uses in northeast Thailand: a review. *Land Degradation & Development* 18 : 567-577.
- Xu, M., Li, D., Li, J., Qin, D., Kazuyuki, Y. and Hosen, Y. 2008. Effects of organic manure application with chemical fertilizers on nutrient absorption and yield of rice in hunan of Southern China. *Agricultural Sciences in China* 7 : 1245-1252.

ผลของการใช้น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบสารละลายธาตุอาหารไม่หมุนเวียน

ธีระรัตน์ ชินแสน¹ นภาพร เวชกามา¹ จักรกฤษณ์ วรรณวิจิต¹ เมวิกา อันทะลย์¹
อภิชาติ ออมอด¹ และเกศศิริรินทร์ แสงมณี²

¹สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อ.เมือง จ.มหาสารคาม 44000

²ภาควิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร 10220

บทคัดย่อ

น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาอุดมด้วยธาตุอาหารพืชซึ่งอาจเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีนร่วมกับน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตกในสัดส่วนที่แตกต่างกันต่อคุณสมบัติทางเคมีของสารละลายธาตุอาหาร (สิ่งทดลอง) นั้นๆ และการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบสารละลายไม่หมุนเวียน ณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม พ.ศ. 2558 จากการศึกษาพบว่า สารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีนมีค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ค่าของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TDS) และค่าความเค็ม (Salinity) เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ตลอดการทดลองหรืออยู่ในช่วง 5.82-6.44, 3.28-3.61 mS/cm, 2.32-2.76 g/L และ 1.74-1.93 g/L ตามลำดับ ขณะเดียวกันการใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีน 75% ร่วมกับน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตก 25% (โดยปริมาตร) และสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีนมีผลให้ผักกวางตุ้งฮ่องเต้มีการเจริญเติบโตสูงสุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่อายุ 28 วันหลังย้ายปลูก ผักกวางตุ้งฮ่องเต้มีความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนใบ เท่ากับ 30.34 และ 29.77 cm, 29.51 และ 28.67 cm, และ 9.78 และ 8.61 leaf/plant ตามลำดับ ทั้งนี้ ผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีนมีผลผลิตสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่น โดยผักกวางตุ้งฮ่องเต้มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น และน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของราก ที่เก็บเกี่ยวที่อายุ 30 วันหลังย้ายปลูกเท่ากับ 273.1 และ 5.31 g/plant และ 6.52 และ 0.69 g/plant ตามลำดับ

คำสำคัญ : สารละลายธาตุอาหาร การนำไฟฟ้า ความสูงต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น

* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: nongtheerarat@gmail.com

Effect of Using Wastewater from Catfish Culture on Growth and Yield of *Brassica chinensis* var. *chinensis* Grown in Hydroponic System with Non-Circulating Nutrient Solution

Theerarat Chinnasaen¹, Naphaporn Wetchakama¹, Jakkrit Wannawichit¹,
Mevika Antalai¹, Apichat Aomaod¹, Ketsirin Sangmanee²

¹Program in Agriculture, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University,
Maha Sarakham, 44000, Thailand

²Department of Agriculture, Faculty of Science and Technology, Phranakorn Rajabhat University, 10220,
Thailand

Abstract

Wastewater from fish culture contains abandon plant nutrients. It might provide sufficient nutrient for plant growth. Therefore, this research was carried out to study effect of application of chemical nutrient solution “Chinese vegetables formula” mixing with wastewater from catfish culture in different proportion on chemical properties of mixed nutrient solutions and growth and yield of Pak Chai (*Brassica chinensis* var. *chinensis*) grown in different nutrient solution under hydroponic systems with non - circulating nutrient solution at faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Maha Sarakham province during July to August in 2015. The results showed that pH, Electrical conductivity (EC), Total dissolve solid (TDS) and Salinity of chemical nutrient solution “Chinese vegetables formula” during growth period were in the appropriate ranges for growth of Pak Chai during experiment by which their value were 5.82-6.44, 3.28-3.61 mS/cm, 2.32-2.76 g/L and 1.74-1.93 g/L, respectively. While, the highest growth was obtained from using mixed nutrient solution of 75% of chemical nutrient solution “Chinese vegetables formula” and 25% of wastewater from catfish culture (by volume) and from using chemical nutrient solution “Chinese vegetables formula”, by which both were not significant different between each other at 28 day after transplanting (DAT). The plant height, plant canopy and leaf number were 30.34 and 29.77 cm/plant, 29.51 and 28.67 cm/plant, and 9.78 and 8.61 leaf/plant, respectively. In addition, Pak Chai that grown in chemical nutrient solution “Chinese vegetables formula” was presented the highest yield when compare with other treatments by with fresh and dry weight of shoot and fresh and dry weight of root of Pak Chai that harvested at 30 DAT was 273.1 and 5.31 g/plant and 6.52 and 0.69 g/plant, respectively.

Keywords: Nutrient Solution, Electrical Conductivity, Plant Height, Fresh and Dry Weight of Shoot

*Corresponding author: E-mail: nongtheerarat@gmail.com

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2560

วารสารเกษตรพระวรุณ 72

Volume 14 Number 1 JANUARY– JUNE 2017

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นระบบการเพาะปลูกพืชที่ได้รับการยอมรับและนิยมเพาะปลูกพืชกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ทั้งในระดับครัวเรือนและการผลิตเพื่อการค้า โดยพืชส่วนใหญ่ที่นิยมเพาะปลูกคือ ผัก (ผักรับประทานใบและผล) เช่น ผักสลัด ผักกาดขาวปลี ผักบุ้ง คะน้า มะเขือเทศ และพริก เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีต้นทุนในการผลิตค่อนข้างสูง (เช่น ต้นทุนด้านโครงสร้างระบบการเพาะปลูก สารละลายธาตุอาหาร ค่าน้ำ และค่าไฟฟ้า เป็นต้น) รวมถึงหากการดำเนินการบริหารจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตพืชโดยไม่ใช้ดินไม่เหมาะสม (เช่น การทิ้งสารละลายธาตุอาหารที่ใช้แล้วลงสู่ธรรมชาติ) ย่อมต้องส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามมาด้วยเช่นกัน

การเลี้ยงปลาในบ่อซีเมนต์เป็นการจำลองการเลี้ยงปลาตามธรรมชาติที่ผู้เลี้ยงสามารถให้อาหารสำเร็จรูปตามชนิดของปลาที่เลี้ยงได้ ขณะเดียวกันน้ำที่ได้จากการเลี้ยงปลาจะอุดมด้วยธาตุอาหารพืช เช่น สารประกอบไนโตรเจน ในรูปสารประกอบอินทรีย์ ได้แก่ โปรตีน ยูเรีย กรดยูริก และสารประกอบฟอสฟอรัส เป็นต้น (ไพพรรณ และคณะ, 2535) จากคุณสมบัติดังกล่าวจึงได้มีการพัฒนาระบบการเกษตรแบบผสมผสานระหว่างการผลิตพืชโดยไม่ใช้ดิน ร่วมกับการเลี้ยงปลา เรียกว่า อควาโปนิคส์ (Aquaponics) โดยพืชที่เพาะปลูกจะได้รับธาตุอาหารพืชจากน้ำเลี้ยงปลาที่จุลินทรีย์ (เช่น nitrobacter) ช่วยเปลี่ยนรูปให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ขณะเดียวกันรากพืชยังเป็นตัวกรองธรรมชาติช่วยดักจับตะกอนต่างๆ ทำให้น้ำเลี้ยงปลาที่ไหลผ่านมีความสะอาดมากขึ้น (ปิยวัฒน์ และคณะ, 2558) ดังนั้น อควาโปนิคส์ จึงเป็นระบบการเกษตรรูปแบบหนึ่งที่สามารถสร้างความยั่งยืนต่อไปได้ในอนาคต

ปัจจุบันในประเทศไทยได้มีผู้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเพาะปลูกพืชในระบบอควาโปนิคส์และการใช้น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลา เช่น อูธร และคณะ (2556) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบอควาโปนิคส์สำหรับบำบัดน้ำเสียในระบบการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมแบบให้น้ำหมุนเวียน ขณะที่ดำรงค์ และคณะ (2554) ได้ศึกษาการเลี้ยงปลานิล ร่วมกับการปลูกผัก 5 ชนิด (ได้แก่ ผักคะน้า ผักกาดขาว ผักบุ้ง ผักกาดขาว และผักกาดฮ่องเต้) ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Dynamic root floating technique (DRFT)

ด้วยระบบการปลูก 2 ระบบ คือ DRFT-fish โดยปล่อยปลานิล จำนวน 50 ตัว/ม³ และระบบ DRFT-hydroponics โดยใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร KMITL 2 จากการศึกษาพบว่า น้ำหนักผักและคุณภาพน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผักทุกชนิดที่เจริญเติบโตในระบบ DRFT-hydroponics มีน้ำหนักมากกว่าผักที่เจริญเติบโตในระบบ DRFT-fish สำหรับการใช้ประโยชน์จากน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาในการเพาะปลูกพืชนั้น อังคณา (2556) ได้ทำการศึกษาการใช้น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลานิลและปลาดุกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในระบบ Nutrient film technique (NFT) พบว่า ปริมาณธาตุอาหารหลักและความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำที่ได้จากการเลี้ยงปลานิลและปลาดุกมีปริมาณที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผัก และเมื่อนำมาเพาะปลูกผักกาดหอมพบว่า การใช้สารละลายธาตุอาหาร:น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลานิล อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมมากที่สุด จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าระบบอควาโปนิคส์หรือการใช้น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาเพื่อเพาะปลูกผักยังจำกัดเฉพาะการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบสารละลายหมุนเวียน ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาคูสมบัติทางเคมีของสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกันในการเพาะปลูกผักกวางตุ้งฮ่องเต้ และผลของการใช้น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาดุกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้เพื่อลดต้นทุนการผลิตและความยั่งยืนต่อไปในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การวางแผนการทดลอง

ศึกษาคูสมบัติทางเคมีของสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน การเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกันด้วยระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบสารละลายไม่หมุนเวียน โรงเรือนผลิตผักไร้ดิน คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม โดยเพาะปลูกผักกวางตุ้งฮ่องเต้ในสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีน (สูตรทางการค้า) ร่วมกับการใช้น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาดุกที่มีอายุ 50 วัน อัตราการปล่อย 50 ตัว/ม³ ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวางแผนการ

ทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 5 สิ่งทดลอง ได้แก่

สิ่งทดลองที่ 1 สารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีน 100% โดยปริมาตร

สิ่งทดลองที่ 2 สารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีน 75% และน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตูก 25% โดยปริมาตร

สิ่งทดลองที่ 3 สารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีน 50% และน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตูก 50% โดยปริมาตร

สิ่งทดลองที่ 4 สารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีน 25% และน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตูก 75% โดยปริมาตร

สิ่งทดลองที่ 5 น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตูก 100% โดยปริมาตร

2. การดำเนินการทดลอง

เพาะเมล็ดผักกวางตุ้งฮ่องเต้ในฟองน้ำขนาด 2.5 x 2.5 cm เมื่อดันกล้าผักกวางตุ้งฮ่องเต้มีใบจริง 2-3 ใบ หรือมีอายุ 20 วันหลังหยอดเมล็ด จึงย้ายปลูกลงในชุดปลูกที่ประกอบด้วยภาชนะบรรจุสารละลายธาตุอาหารตามสิ่งทดลองที่กำหนด แผ่นโฟมสำหรับเป็นวัสดุเกาะยึด และชุดปั๊มลมเพื่อเพิ่มอากาศให้กับรากผักกวางตุ้งฮ่องเต้ ย้ายต้นกล้าลงในแผ่นโฟมที่มีระยะปลูก 15 x 15 cm (ปลูกผักกวางตุ้งฮ่องเต้ 6 ต้น/หน่วยการทดลอง) จากนั้นวางแผ่นโฟมบนขอบภาชนะที่บรรจุสารละลายธาตุอาหารตามสิ่งทดลองยึดแผ่นโฟมและภาชนะฯ ด้วยเชือกฟาง และเจาะรูขนาดเล็กบริเวณกึ่งกลางแผ่นโฟมเพื่อต่อท่อสายยางจากปั๊มลม (Fig. 1) ตรวจสอบการทำงานของปั๊มลมและระบบไฟฟ้าทุกวันตลอดช่วงการดำเนินการทดลอง

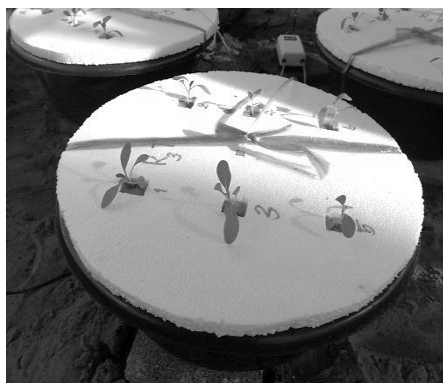


Fig.1 Hydroponic system with non-circulating nutrient solution used in this experiment

3. การบันทึกข้อมูล

บันทึกคุณสมบัติทางเคมีของสารละลายธาตุอาหารตามสิ่งทดลองที่แตกต่างกัน การเจริญเติบโต และผลผลิตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ ดังนี้

1) ความเป็นกรด - ด่าง (pH) วัดค่า pH ของสารละลายธาตุอาหารตามสิ่งทดลองที่แตกต่างกันทุกหน่วยทดลอง ที่อายุ 0, 7, 14, 21 และ 28 วันหลังย้ายปลูก แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

2) ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย (Electric Conductivity: EC) วัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารตามสิ่งทดลองที่แตกต่างกันทุกหน่วยทดลอง ที่อายุ 0, 7, 14, 21 และ 28 วันหลังย้ายปลูก แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยในหน่วย mS/cm

3) ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids: TDS) วัดค่า TDS ของสารละลายธาตุอาหารตามสิ่งทดลองที่แตกต่างกันทุกหน่วยทดลอง ที่อายุ 0, 7, 14, 21 และ 28 วันหลังย้ายปลูก ในหน่วย g/L

4) ความเค็มของน้ำ (Salinity) วัดค่าความเค็มของสารละลายธาตุอาหารตามสิ่งทดลองที่แตกต่างกันทุกหน่วยทดลอง ที่อายุ 0, 7, 14, 21 และ 28 วันหลังย้ายปลูก ในหน่วย g/L

5) ความสูงต้น วัดความสูงผักกวางตุ้งฮ่องเต้ทุกต้น โดยวัดจากผิววัสดุปลูกจนถึงปลายสุดของใบที่รวบขึ้น เมื่อต้นผักกวางตุ้งฮ่องเต้มีอายุ 14 และ 28 วันหลังย้ายปลูก ในหน่วยเซนติเมตรต่อต้น (cm)

6) ความกว้างทรงพุ่ม วัดความกว้างทรงพุ่มจากปลายใบด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งที่ยาวที่สุดของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ทุกต้น ที่อายุ 14 และ 28 วัน หลังย้ายปลูก ในหน่วยเซนติเมตรต่อต้น (cm)

7) จำนวนใบต่อต้น นับจำนวนใบกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ทางเต็มที่จากทุกต้น ที่อายุ 14 และ 28 วัน หลังย้ายปลูก ในหน่วยใบต่อต้น (leaf/plant)

8) น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น ทำการเก็บเกี่ยวผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 30 วันหลังย้ายกล้า จากนั้นแยกส่วนต้น (ลำต้นและใบ) และราก ออกจากกัน เพื่อประเมินน้ำหนักต้นสด (ลำต้นและใบสด) ทุกต้น ด้วยเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง จากนั้นนำส่วนต้นที่ประเมินน้ำหนักสดแล้วอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง เพื่อประเมินน้ำหนักต้นแห้ง ด้วยเครื่องชั่ง 3 ตำแหน่งทุกต้นในหน่วยกรัมต่อต้น (g/plant)

9) น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของราก ดำเนินการประเมินน้ำหนักรากสดและน้ำหนักรากแห้งเช่นเดียวกับการประเมินน้ำหนักต้นสดและน้ำหนักต้นแห้ง ในหน่วยกรัมต่อต้น (g/plant)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของแต่ละลักษณะที่ทำการศึกษา และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple's Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัย

1. คุณสมบัติทางเคมีของสารละลายธาตุอาหาร

จากการตรวจวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) และความเค็มของน้ำ (salinity) ของสารละลายธาตุอาหารที่ได้จากการใช้สัดส่วนที่แตกต่างกันระหว่างสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจิ้นร่วมกับน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาอายุ 0, 7, 14, 21 และ 28 วันหลังย้ายปลูก พบว่ามีค่าแตกต่างกัน ดังนี้

1.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายธาตุอาหารที่ได้จากการใช้สัดส่วนที่แตกต่างกันของสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจิ้นร่วมกับน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาทุกมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดการทดลอง โดยตลอดช่วงการทดลองสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจิ้นมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.44, 6.41, 6.01, 5.82 และ 5.92 ที่อายุ 0, 7, 14, 21 และ 28 วันหลังย้ายปลูก ตามลำดับ ซึ่งต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่นที่อายุเท่ากัน ขณะที่น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาทุกอย่างเดียวมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่น โดยมีค่าเท่ากับ 7.66, 8.61, 8.18, 8.37 และ 7.27 ที่อายุ 0, 7, 14, 21 และ 28 วันหลังย้ายปลูก ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายธาตุอาหารมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อสัดส่วนของน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาถูกเพิ่มขึ้น (Fig.2, A)

1.2 ค่าการนำไฟฟ้า (Electric conductivity: EC) ของสารละลายธาตุอาหารที่ได้จากการใช้สัดส่วนที่แตกต่างกันของสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจิ้นร่วมกับน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาทุกมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติตลอดการทดลอง โดยสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจิ้นมีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดตลอดการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่นโดยมีค่าเท่ากับ 3.28, 3.29, 3.56, 3.29 และ 3.61 mS/cm ที่อายุ 0, 7, 14, 21 และ 28 วันหลังย้ายปลูก ตามลำดับ ทั้งนี้ พบว่า สัดส่วนของน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาทุกที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของสิ่งทดลองมีแนวโน้มลดลงตลอดการทดลอง โดยสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจิ้น 25% ผสมกับน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาทุก 75% และน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาทุกอย่างเดียวมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำที่สุดตลอดการทดลอง โดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือมีค่าระหว่าง 0.13-0.14 และ 0.13-0.16 mS/cm ตามลำดับ (Fig.2, B)

1.3 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total dissolved solids: TDS) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำสามารถบ่งชี้ถึงปริมาณธาตุอาหารที่ละลายอยู่และแปรผันตรงกับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลาย จากการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดของสิ่งทดลองพบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดการทดลอง โดยสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจิ้นมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดสูงสุดตลอดการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่นโดยมีค่าเท่ากับ 2.32, 2.33, 2.76, 2.36 และ 2.51 g/L ที่อายุ 0, 7, 14, 21 และ 28 วันหลังย้ายปลูก ตามลำดับ และพบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดของสิ่งทดลองอื่นๆ มีแนวโน้มลดลงเมื่อสัดส่วนของน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาเพิ่มขึ้น โดยสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจิ้น 25% ผสมกับน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาทุก 75% และน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาทุกอย่างเดียวมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดตลอดการทดลองน้อยที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ หรือมีค่าระหว่าง 0.96-1.31 และ 0.94-1.20 g/L ตามลำดับ (Fig.2, C)

1.4 ค่าความเค็มของน้ำ (Salinity) เกิดจากเกลือชนิดต่างๆ เช่น Na_2SO_4 , MgSO_4 และ CaSO_4 เป็นต้น ได้ละลายอยู่ในน้ำ และจากการประเมินความเค็มของน้ำของสารละลายธาตุอาหารทั้ง 5 สิ่งทดลอง พบว่า สารละลายธาตุอาหารสูตรผักจิ้นมีความเค็มสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่น โดยมีค่าความเค็มเท่ากับ 1.74, 1.75, 1.91, 1.77 และ 1.93 g/L ที่อายุ 0, 7, 14, 21 และ 28 วันหลังย้ายปลูก ตามลำดับ ขณะที่การเพิ่มสัดส่วนของน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาทุกมีผลให้ความเค็มของสารละลายธาตุอาหารมีแนวโน้มลดลงและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ อย่างไรก็ตามพบว่า สารละลายธาตุอาหารสูตรผักจิ้น 25% ผสมกับน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตก 75% และน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตกอย่างเดียวมีค่าความเค็มน้อยที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยตลอดการทดลองพบว่า มีค่าความเค็มระหว่าง 0.70-0.95 และ 0.65-0.88 g/L ตามลำดับ (Fig.2, D)

2. การเจริญเติบโตของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้

จากการปลูกผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ในสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกันระหว่างสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจิ้นและน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตก จำนวน 5 สิ่งทดลองพบว่า ผักกวางตุ้งฮ่องเต้มีการเจริญเติบโตที่ต่างกัน ดังนี้

2.1 ความสูงต้น ผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่เจริญเติบโตในสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกันมีความสูงต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่อายุ 14 วัน หลังย้ายปลูก ผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจิ้นมีความสูงต้นมากที่สุดคือ 19.00 cm ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับความสูงต้นของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจิ้น 75% ผสมร่วมกับน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตก 25% และสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจิ้น 50% ผสมร่วมกับน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตก 50% ที่มีความสูงต้น 18.80 และ 15.70 cm ตามลำดับ ขณะที่ผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่เจริญเติบโตในน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตกอย่างเดียวมีความสูงต้นน้อยที่สุดคือ 10.06 cm และที่อายุ 28 วันหลังย้ายปลูก ผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่มีความสูงต้นมากที่สุดเมื่อปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจิ้นและสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจิ้น 75% ผสมร่วมกับน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตก 25% โดยมีค่าเท่ากับ 29.77 และ 30.34 cm ตามลำดับ โดยไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างสิ่งทดลองทั้งสอง ทั้งนี้ ความสูงต้นของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ลดลงและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อสัดส่วนของน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตกเพิ่มขึ้น โดยผักกวางตุ้งฮ่องเต้มีความสูงต้นน้อยที่สุดเมื่อปลูกในน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตกอย่างเดียวหรือมีความสูงเท่ากับ 12.14 cm (Table 1)

2.2 ความกว้างทรงพุ่ม จากการประเมินความกว้างทรงพุ่มของต้นผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 14 และ 28 วันหลังย้ายปลูก พบว่า ความกว้างทรงพุ่มของผักกวางตุ้งฮ่องเต้มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผักกวางตุ้งที่

ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจิ้น 75% ผสมร่วมกับน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตก 25% และสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจิ้นอย่างเดียวมีความกว้างทรงพุ่มสูงสุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือที่อายุ 14 วันหลังย้ายปลูก ผักกวางตุ้งฮ่องเต้มีความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 23.75 และ 21.91 cm ตามลำดับ และมีความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 29.51 และ 28.67 cm ตามลำดับ ที่อายุ 28 วันหลังย้ายปลูก ขณะที่การเพิ่มสัดส่วนของน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตกมีผลให้ความกว้างทรงพุ่มของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ลดลงและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผักกวางตุ้งฮ่องเต้มีความกว้างทรงพุ่มน้อยที่สุดเมื่อปลูกในน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตกอย่างเดียว โดยที่อายุ 14 วันหลังย้ายปลูกมีความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 12.10 cm และ 12.53 cm ที่อายุ 28 วันหลังย้ายปลูก (Table 1)

2.3 จำนวนใบต่อต้น เมื่อนับจำนวนใบผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ทางเต็มที่อายุ 14 วันหลังย้ายปลูก พบว่า ผักกวางตุ้งฮ่องเต้มีจำนวนใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม พบว่า ที่อายุ 28 วันหลังย้ายปลูก ผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ปลูกในน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตกอย่างเดียวมีจำนวนใบน้อยที่สุดคือ 5.04 leaf/plant โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสิ่งทดลองอื่น (Table 1)

3. ผลผลิตผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้

จากการบันทึกน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของผักกวางตุ้งฮ่องเต้หลังการเก็บเกี่ยวที่อายุ 30 วันหลังย้ายปลูก พบว่า

3.1 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น(ลำต้นและใบ) ผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกันมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจิ้นทำให้ผักกวางตุ้งฮ่องเต้มีน้ำหนักต้นสดสูงสุดรองลงมาคือผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจิ้น 75% ผสมร่วมกับน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตก 25% หรือมีค่าเท่ากับ 273.1 และ 108.7 g/plant ตามลำดับ และพบว่า เมื่อสัดส่วนของน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตกเพิ่มขึ้นมีผลให้น้ำหนักสดต้นผักกวางตุ้งฮ่องเต้มีแนวโน้มลดลง และน้ำหนักต้นสดมีค่าน้อยที่สุดเมื่อผักกวางตุ้งฮ่องเต้เจริญเติบโตในน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตกอย่างเดียว โดยมีค่าเท่ากับ 4.1 g/plant สอดคล้องกับน้ำหนักแห้งต้นผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่มีค่าสูงสุด (5.31 g/plant) เมื่อปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจิ้น

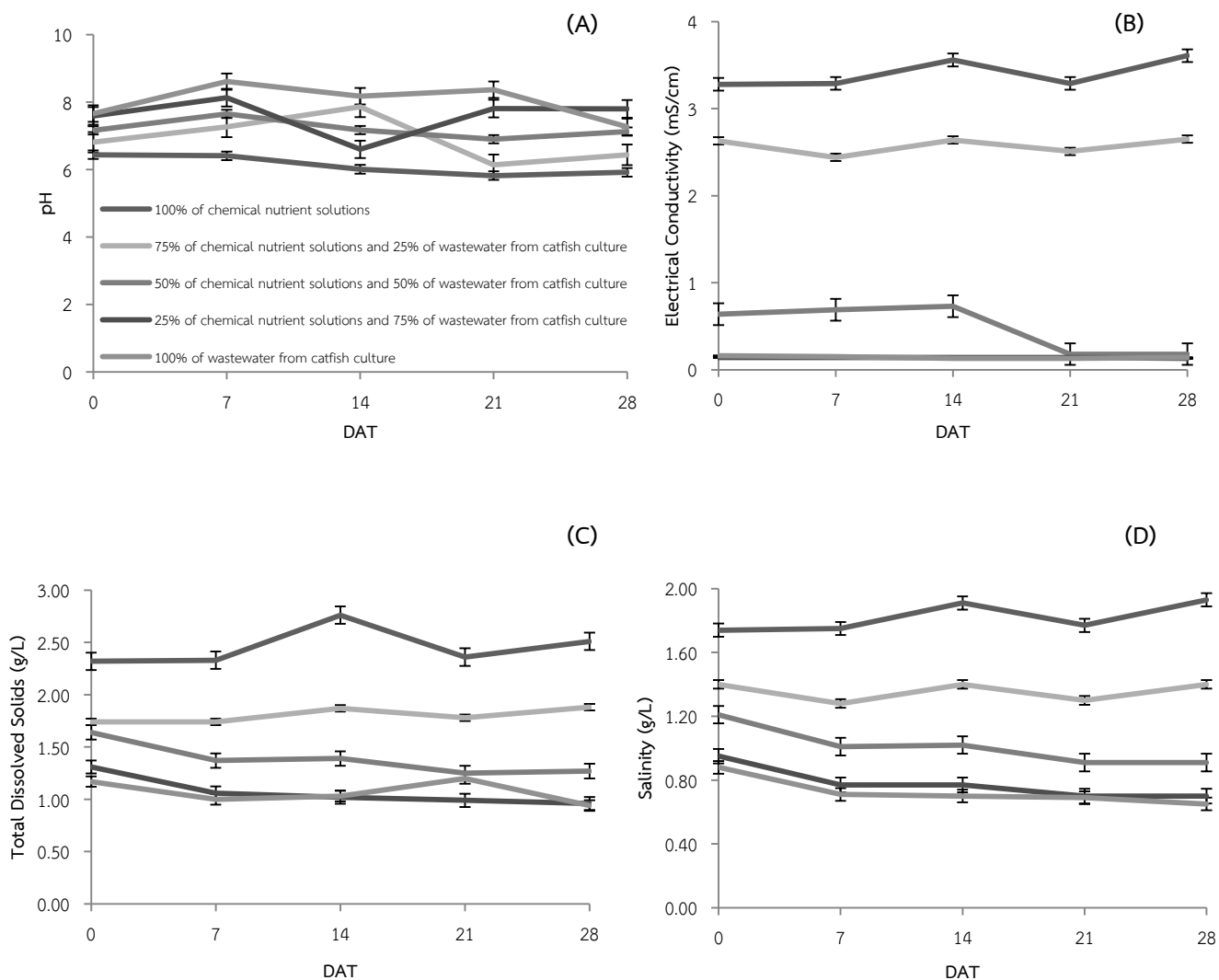


Fig 2. Chemical properties of variant nutrient solutions; pH (A), Electrical conductivity (B), Total dissolved Solids (C), and Salinity (D) during growing period of *B. chinensis* var. *chinensis* in hydroponic system with non-circulating nutrient solution

Table 1 Effect of variant nutrient solutions on growth of *Brassica chinensis* var. *chinensis* at 14 and 28 day after transplanting (DAT) in hydroponic system with non-circulating nutrient solution

Treatment	14 DAT			28 DAT		
	Plant height (cm)	Plant canopy (cm)	Leaf number (leaf/plant)	Plant height (cm)	Plant canopy (cm)	Leaf number (leaf/plant)
100% of chemical nutrient solutions	19.00 ^a	21.91 ^a	8.53	29.77 ^a	28.67 ^a	8.61 ^{ab}
75% of chemical nutrient solutions and 25% of wastewater from catfish culture	18.80 ^a	23.75 ^a	9.37	30.34 ^a	29.51 ^a	9.78 ^a
50% of chemical nutrient solutions and 50% of wastewater from catfish culture	15.70 ^a	18.23 ^b	8.38	26.35 ^b	24.80 ^b	8.84 ^{ab}
25% of chemical nutrient solutions and 75% of wastewater from catfish culture	13.06 ^b	15.09 ^c	7.89	21.31 ^c	21.11 ^c	8.47 ^b
100% of wastewater from catfish culture	10.06 ^c	12.10 ^c	5.94	12.14 ^d	12.53 ^d	5.04 ^c
F-test	*	*	ns	*	*	*
C.V. (%)	19.07	17.1	16.71	9.82	6.82	8.93

a, b, c, d Mean in the same column followed by different letters is significantly different at the 5% level of probability by DMRT.

ns=not significant

Table 2 Effect of variant nutrient solutions on fresh weight and dry weight of *Brassica chinensis* var. *chinensis* at 30 day after transplanting (DAT) in hydroponic system with non-circulating nutrient solution

Treatment	Fresh weight (g/plant)		Dry weight (g/plant)	
	Shoot	Root	Shoot	Root
100% of chemical nutrient solutions	273.1 ^a	6.52 ^a	5.31 ^a	0.69 ^a
75% of chemical nutrient solutions and 25% of wastewater from catfish culture	108.7 ^b	4.23 ^b	4.36 ^b	0.52 ^b
50% of chemical nutrient solutions and 50% of wastewater from catfish culture	52.9 ^c	3.91 ^c	3.63 ^c	0.44 ^b
25% of chemical nutrient solutions and 75% of wastewater from catfish culture	25.6 ^d	1.81 ^d	1.67 ^d	0.30 ^b
100% of wastewater from catfish culture	4.1 ^e	0.38 ^e	0.33 ^e	0.07 ^c
F-test	*	*	*	*
C.V. (%)	16.1	12.91	49.11	53.24

a, b, c, d, e Mean in the same column followed by different letters is significantly different at the 5% level of probability by DMRT.

ns=not significant

รองลงมาคือปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีน 75% ผสมร่วมกับน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตก 25% ที่มี น้ำหนัก 4.36 g/plant และผักกวางตุ้งฮ่องเต้มีค่าน้ำหนัก แห้งต้นต่ำที่สุดเมื่อปลูกในน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตก โดยมีค่าเท่ากับ 0.33 g/plant (Table 2)

3.2 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของราก รากของ ผักกวางตุ้งฮ่องเต้มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและให้ผลสอดคล้องกับน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้น กล่าวคือผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ปลูกใน สารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีนมีน้ำหนักสดและน้ำหนัก แห้งของรากสูงสุดที่ 6.52 และ 0.69 g/plant ตามลำดับ รองลงมาคือ การปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีน 75% ผสมร่วมกับน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตก 25% มี น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเท่ากับ 4.23 และ 0.52 g/plant ตามลำดับ โดยสัดส่วนของน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตกที่ เพิ่มขึ้นมีผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากลดลง และผักกวางตุ้งฮ่องเต้มีน้ำหนักรากสดและน้ำหนักรากแห้ง น้อยที่สุดเมื่อปลูกในน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตก โดยมี ค่าเท่ากับ 0.38 และ 0.07 g/plant ตามลำดับ (Table 2)

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการนำสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีนและน้ำ เหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตกในสัดส่วนที่แตกต่างกันมา เพาะปลูกผักกวางตุ้งฮ่องเต้พบว่า ผักกวางตุ้งฮ่องเต้ เจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตสูงเมื่อปลูกในสารละลายธาตุ อาหารสูตรผักจีน นอกจากนี้การเจริญเติบโตและผลผลิตมี แนวโน้มลดลงเมื่อสัดส่วนของน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลา ตกมีปริมาณเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ อาจเป็นผลมาจากสารละลายธาตุ อาหารสูตรผักจีนมีปริมาณธาตุอาหารพืชที่เพียงพอต่อการ เจริญเติบโตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ เนื่องจากสารละลายธาตุ อาหารสูตรดังกล่าวถูกแนะนำเพื่อใช้สำหรับเพาะปลูกผักใบ (กลุ่มผักที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีน รวมถึงผักกวางตุ้ง ฮ่องเต้) ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รวมถึงสมบัติทาง เคมีของสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีนมีค่าอยู่ในช่วงที่ เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ กล่าวคือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่มีความสำคัญต่อความเป็น ประโยชน์ของธาตุอาหารพืช (อานันท์, 2548) ควรอยู่ในช่วง 5.5 - 6.5 (อารักษ์, 2544; อานันท์, 2548) ซึ่งตลอดช่วงการ ทดลองสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีนมีค่าความเป็นกรด -

ด่าง ระหว่าง 5.82-6.44 ดังนั้น ผักกวางตุ้งฮ่องเต้จึงสามารถ นำธาตุอาหารพืชไปใช้ประโยชน์ได้ดี ขณะที่น้ำเหลือทิ้งจาก การเลี้ยงปลาตกมีค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงตลอดการ ทดลองคือมีค่าระหว่าง 7.27-8.61 ซึ่งสอดคล้องกับการ รายงานของดำรงค์ และคณะ (2554) ที่รายงานว่า ค่าความ เป็นกรด-ด่าง ของสารละลายธาตุอาหารในระบบการปลูก พืชแบบ DRFT-fish (น้ำเลี้ยงปลา) มีค่าเท่ากับ 7.51 โดย หากค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายธาตุอาหารที่สูง กว่า 7 อาจส่งผลให้ธาตุอาหารพืชหลายชนิด เช่น ฟอสฟอรัส เหล็ก แมงกานีส แคลเซียม และแมกนีเซียม เป็นต้น ตกตะกอนส่งผลให้พืชไม่สามารถนำธาตุอาหารเหล่านั้นไป ใช้ประโยชน์สำหรับการเจริญเติบโตได้ (ถวัลย์, 2534; อารักษ์, 2544) เช่นเดียวกับค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity; EC) ที่บ่งชี้ถึงความเข้มข้นของสารละลาย นั้นๆ โดยค่าการนำไฟฟ้าสูงแสดงว่าสารละลายมีความ เข้มข้นสูงหรือมีธาตุอาหารละลายอยู่มาก (อานันท์, 2548) ทั้งนี้ ค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ ดินจะแตกต่างกันตามพื้นที่เพาะปลูกและชนิดของพืชปลูก หรือค่าการนำไฟฟ้าควรอยู่ในช่วง 0.5-5.0 mS/cm (อิทธิสุนทร, 2544) และจากการศึกษาพบว่า ค่าการนำ ไฟฟ้าตลอดการทดลองของสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีน มีค่าระหว่าง 3.28-3.61 mS/cm ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ต่อการเจริญเติบโตของพืช ขณะเดียวกันผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ผสมระหว่างสารละลายธาตุ อาหารสูตรผักจีนร่วมกับน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตกมี การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลงเมื่อสัดส่วนของน้ำเหลือทิ้ง จากการเลี้ยงปลาตกเพิ่มขึ้น อาจเป็นผลมาจากความเข้มข้น ของธาตุอาหารที่ลดลง โดยน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลา ตกตลอดการทดลองมีค่าการนำไฟฟ้าเพียง 0.13-0.16 mS/cm สอดคล้องกับค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total dissolved solids:TDS) และค่าความเค็มของน้ำ (Salinity) ที่มีค่าสูงสุดในสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีน โดยค่า ดังกล่าวจะแปรผันตรงกับค่าการนำไฟฟ้า ดังนั้น จึงแสดงให้เห็นว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีนมีปริมาณธาตุ อาหารสูงกว่าน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาตก สอดคล้องกับ การศึกษาของ ดำรงค์ และคณะ (2554) รายงานว่า ผักกาด ฮ่องเต้ที่ปลูกในระบบ DRFT-hydroponics (สารละลาย ธาตุอาหารสูตร KMITL 2) มีน้ำหนักสดสูงกว่าผักกาดฮ่องเต้ ที่ปลูกในระบบ DRFT-fish (ปล่อยปลานิลจำนวน 50 ตัว/ ม³) เท่ากับ 20.41 และ 0.20 g/plant ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จากการทดลองปลูกผักกวางตุ้งฮ่องเต้ในสารละลาย

ธาตุอาหารสูตรผักจีนร่วมกับน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลา
ดุกในครั้งนี้ ผักกวางตุ้งฮ่องเต้มีน้ำหนักสดของต้นสูงถึง
273.1 g/plant ซึ่งแตกต่างจากผลผลิตของผักกาดฮ่องเต้ที่
ปลูกในระบบ DRFT-hydroponics ดังกล่าว นอกจากนี้
นราศักรัตน์ และปริยานุช (2555) ได้รายงานไว้ว่า ผักกาดหอมที่
ปลูกในระบบ NFT โดยใช้ น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลานิล
อย่างเดียวมีการเจริญเติบโตต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ
การเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร
(ปุ๋ยเคมี) อย่างเดียวหรือสารละลายธาตุอาหารผสมร่วมกับ
น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลานิลในสัดส่วนที่แตกต่างกัน
ขณะที่อังคณา (2556) ได้รายงานไว้ว่า การใช้สารละลายธาตุ
อาหาร:น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลานิล อัตราส่วน 1:1 โดย
ปริมาตร มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ
ผักกาดหอมมากที่สุด

ดังนั้น การนำน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลามาใช้
ให้ประสบความสำเร็จในการเพาะปลูกพืชนั้น อาจขึ้นอยู่กับ
ปัจจัยต่างๆ เช่น ระบบการเพาะปลูก ชนิดของพืช และชนิด
ของปลา เป็นต้น

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของสารละลายธาตุ
อาหารที่ได้จากการใช้สัดส่วนที่แตกต่างกันระหว่าง
สารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีนร่วมกับน้ำเหลือทิ้งจากการ
เลี้ยงปลาดุกพบว่า สารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีนมีค่า
ความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ค่าของแข็งละลายน้ำ
ทั้งหมด และค่าความเค็มของน้ำเหมาะสมต่อการ
เจริญเติบโตของผักกวางตุ้งมากที่สุด และมีผลให้ผักกวางตุ้ง
ฮ่องเต้มีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงสุด อย่างไรก็ตาม
การผสมน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาดุก 25% (1 ส่วน) รวม
กับสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีน 75% (3 ส่วน) มีผลให้
ผักกวางตุ้งฮ่องเต้มีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับผักกวางตุ้ง
ฮ่องเต้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรผักจีน

อย่างไรก็ตาม เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดจาก
การใช้ประโยชน์จากน้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาใน
การศึกษาต่อไปควรพิจารณาปรับเปลี่ยนชนิดของผักหรือ
สูตรสารละลายธาตุอาหารเพื่อให้สามารถผลิตผักที่มีปริมาณ
และคุณภาพที่ดีในลำดับต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์. 2534. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. กรุงเทพฯ : พรานนกการพิมพ์. 127 หน้า.
- นราศักดิ์ บุญมี และปริญญช จุลกะ. 2555. การประยุกต์ใช้น้ำเหลือทิ้งที่ได้จากการเลี้ยงปลานิลสำหรับปลูกผักกาดหอมในระบบไฮโดรพอนิกส์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 43(2)(พิเศษ) : 597 - 600.
- ไพพรรณ เทียนทอง, โสภา อารีรัตน์ และสุชาติ อิงธรรมจิตร. 2535. การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำ แผลงค์ตอนพืช และแบคทีเรียในบ่อเลี้ยงปลา. กรุงเทพฯ : กรมประมง สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด. 25 หน้า.
- ปิยวัฒน์ เรืองราย, ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ และชีวิน อรรถสาสน์. 2558. การศึกษาผลของสัดส่วนพืชที่ปลูกในระบบควาโปนิคส์ที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบ. หน้า 99 - 110 ใน การประชุมสัมมนาวิชาการนำเสนองานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ (proceeding) เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 15. 23 กรกฎาคม 2558. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- อุธร ฤทธิลิก, สรรลภ สงวนดีกุล และศรีธญา รักเสรี. 2556. การวิจัยพัฒนาระบบอะควาโปนิคส์สำหรับบำบัดน้ำเสียในระบบเลี้ยงปลาดุกผสมแบบใช้น้ำหมุนเวียน. วารสารวิจัย 6(1) : 103 - 112.
- ดำรงค์ โลหะลักษณ์เดช, กฤษฎา พราหมณ์ชูเอม, วิกิจ ผินรับ และณิศา มาชู. 2554. การเลี้ยงปลานิลร่วมกับการปลูกผักโดยไม่ใช้ดินแบบ Dynamic Root Floating Technique. (สืบค้นเมื่อ 29 มิถุนายน 2559)
Available from URL: <http://kucon.lib.ku.ac.th/Fulltext/KC5004011.pdf>
- อานัฐ ตันโช. 2548. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. เชียงใหม่ : ทริโอ แอดเวอร์ทีสทิง แอนด์ มีเดีย. 167 หน้า.
- อารักษ์ อีรอำพน. 2544. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. พิมพ์ครั้งที่ 2. นครราชสีมา : ฝ่ายปรับปรุงและถ่ายทอดเทคโนโลยี เทคโนโลยี มหวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 128 หน้า.
- อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2544. การปลูกพืชโดยใช้วัสดุปลูก, หน้า 1-137 ใน อิทธิสุนทร นันทกิจ, ดิเรก ทองอร่าม, สุมิตร ภู่วโรดม, นนุช เลหาะวิสุทธิ และเปรมปรี ณ สงขลา. กรุงเทพฯ : เอกสารประกอบการฝึกอบรมการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รุ่น 3. ภาควิชาปฐพีวิทยาและเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังร่วมกับวารสารเคทเกษตร.
- อังคณา โชติช่วง. 2556. ผลของการใช้น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในระบบ Nutrient Film Technique. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

การศึกษาปัจจัยที่เป็นปัญหาและอุปสรรคต่อการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP ในพื้นที่จังหวัดยโสธร

จุฑามาศ คำสุนทร * พีระยศ แข็งขัน และกิตติ ศรีสะอาด

สาขาเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่เป็นปัญหาและอุปสรรคต่อการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP ซึ่งประชากรที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้คือ เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการผลิตข้าวหอมมะลิปลอดภัย ปี 2557/2558 ของจังหวัดยโสธร โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (multi-stage sampling) และใช้สูตรของ Yamane ในการคำนวณตัวอย่าง เกษตรกรที่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP ในพื้นที่อำเภอป่าติ้ว จังหวัดยโสธร จำนวน 57 ราย ได้เกษตรกรที่ไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP จำนวน 17 ราย ใช้แบบสัมภาษณ์ (interview schedule) เก็บรวบรวมข้อมูล สภาพทางด้านสังคม เศรษฐกิจ ความรู้ความเข้าใจ ทักษะและแรงจูงใจของเกษตรกร จากการศึกษาพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ที่ใช้ในการผลิตข้าวเป็นนาหล่ม เป็นดินทรายและดินร่วนปนทราย ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง การผลิตข้าวอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก เกษตรกรปลูกข้าวหอมมะลิ 105 เป็นส่วนใหญ่ด้วยการปักดำ และการหว่านข้าวแห้ง สาเหตุที่ทำให้เกษตรกรบางรายไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP ส่วนหนึ่งเนื่องจาก ไม่มีการปรับปรุงบำรุงดิน และเก็บเกี่ยวข้าวด้วยรถเกี่ยววนวด ซึ่งทำให้มีข้าวพันธุพันธุ์ปนมา เกษตรกรที่ผ่านการรับรองมาตรฐานข้าว GAP ส่วนใหญ่มีความรู้และความเข้าใจในเรื่องการกำจัดข้าวปน คิดเป็นร้อยละ 98.24 ในขณะที่เกษตรกรที่ไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานข้าว GAP มีความรู้และเข้าใจบางส่วนหรือขาดความรู้ในเรื่องการกำจัดข้าวปน คิดเป็นร้อยละ 88.24 เช่นเดียวกันกับความรู้ความเข้าใจในเรื่องจำนวนข้าวพันธุ์ปนในแปลงปลูกข้าวไม่เกิน 2% เกษตรกรที่ผ่านการรับรองมาตรฐานข้าว GAP ส่วนมากมีความรู้และเข้าใจว่าต้องไม่ให้มีข้าวพันธุ์ปนในแปลงปลูกข้าวไม่เกิน 2% ในขณะที่เกษตรกรที่ไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานข้าว GAP ส่วนน้อยมีความรู้ในเรื่องดังกล่าว ร้อยละ 35.29 และเกษตรกรส่วนใหญ่ขาดความรู้ในเรื่องดังกล่าว คิดเป็นร้อยละ 64.71 เช่นเดียวกันกับการเก็บเกี่ยวข้าวในระยะพลับพลึง และความชื้นในเมล็ดข้าว เกษตรกรส่วนใหญ่ที่ไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP ขาดความรู้ความเข้าใจว่าต้องเก็บเกี่ยวข้าวในระยะพลับพลึง (ร้อยละ 94.12) และเมล็ดข้าวเปลือกแห้งสำหรับการซื้อขายต้องมีความชื้นไม่เกิน 15% (ร้อยละ 64.71) นอกจากนี้ยังพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีปัญหาเรื่องราคาข้าว ป่วยและสารเคมีราคาแพง รวมทั้งขาดเงินทุนในการผลิตข้าว ซึ่งเกษตรกรบางรายที่ไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP มีทัศนคติว่ามีความยุ่งยากต่อการปฏิบัติเพื่อการตรวจรับรองข้าว

คำสำคัญ : การรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP ปัญหาและอุปสรรค และข้าวหอมมะลิปลอดภัย

* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: jutamat39@hotmail.com

Study on Jasmine Rice Production Problem for Being Certified with GAP Standard in Yasothon Province

Jutamat Khumsoonthorn^{*} Peerayot Kaengkun and Kitti Srisaard

*Program in Agricultural Technology, Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology,
MahaSarakhm University, MahaSarakhm 44150, Thailand.*

Abstract

This research aimed to study factors that were barriers to GAP Standard certification for rice production. The samples were farmers participating in safe Jasmine Rice Production in 2014/2015 Project of Yasothon province. Multi-stage sampling was conducted and Yamane formula was used for the calculation of sample size. Samples comprised of 57 farmers that were certified with rice GAP in Pa Tio district, Yasothon province and 17 farmers that were not certified with rice GAP. Interview schedule was used for collection of data on the social, economy, knowledge, attitude, and motivation of farmers. The study was found that most areas used for rice production lowland with sand, sandy loam, and soil with medium fertile. Rice production was mainly rain fed. Farmers mostly planted Jasmine 105 rice by transplanting and dry sowing rice seedlings. The reasons why some farmers failed to be certified with rice production GAP was partly due to failing to improve the soil and using harvesting vehicles to harvest rice, which would mix with other rice varieties. The GAP certified rice farmers mostly gained knowledge and understanding on how to get rid of other rice varieties that mixed in the batch, which accounted for 98.24%. While rice farmers who failed to be GAP certified had some knowledge and understanding or lacked the knowledge on the elimination of other rice varieties that mixed in the batch, which accounted for 88.24%. There were no more than 2% of farmers that had knowledge and understanding on the amount of other rice varieties that mixed in the farming plot. While there was small amount of rice farmers that failed to be GAP certified had such knowledge, which accounted for 2% and most farmers lacked such knowledge, which accounted for 64.71%. This was similar to harvesting rice before its maturity (94.12%) and lacking the knowledge on dry rice for trading required 15% humidity, which accounted for 64.71%. Additionally, it was found that most farmers had problems with the price of rice. The fertilizers and chemical substance were expensive and farmers lacked the capital for the rice production. Some farmers who failed to be GAP certified expressed attitude that it was difficult to follow the procedures for the certification of rice.

Keywords: GAP Rice Certification, Problems and Barriers and Safe Jasmine Rice

^{*} Corresponding author: E-mail: : jutamat39@hotmail.com

ข้าวเป็นพืชอาหารที่สำคัญชนิดหนึ่งของโลก โดยเฉพาะประเทศในภูมิภาคเอเชียที่นิยมรับประทานข้าวเป็นอาหารประจำวันมากกว่าในภูมิภาคอื่นๆ ของโลก สำหรับประเทศไทยนั้นข้าวเป็นพืชที่มีความสำคัญทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และวิถีชีวิตของคนภายในประเทศปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่นาประมาณ 65 ล้านไร่ เป็นพื้นที่เพาะปลูกข้าวเจ้าประมาณ 45 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 69.23 และข้าวเหนียวประมาณ 20 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 30.77 สามารถผลิตข้าวได้ประมาณ 26.9 ล้านตันข้าวสาร (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) ข้าวยังเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญสามารถสร้างรายได้นำเงินเข้าประเทศปีละหลายล้านบาท และยังเป็นพืชที่สร้างความมั่นคงทางด้านอาหารภายในประเทศอีกด้วยหากจำแนกข้าวตามประเภทของการบริโภคจะพบว่าข้าวที่ปลูกในประเทศไทยมีอยู่ 2 ชนิด คือ ข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ซึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกษตรกรนิยมปลูกข้าวทั้งสองชนิด โดยปัจจุบันมีพื้นที่นาประมาณ 39.5 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 63.9 ของพื้นที่เพาะปลูกข้าวของทั้งประเทศ ข้าวจึงเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภูมิภาคนี้ พันธุ์ข้าวนาปีนิยมปลูกมากที่สุดประมาณร้อยละ 85.55 ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมดในภูมิภาค คือ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 และข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยพื้นที่เพาะปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 หรือข้าวหอมมะลิ มีสัดส่วนมากกว่าพื้นที่ปลูกข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 ในปีการเพาะปลูก 2555/56 มีพื้นที่ปลูกข้าวหอมมะลิ ประมาณ 28 ล้านไร่ และพื้นที่ปลูกข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 มีประมาณ 16 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) พื้นที่ปลูกข้าวเจ้าในภูมิภาคนี้มีการปรับตัวเพิ่มขึ้นโดยที่เกษตรกรจำนวนมากได้ปรับเปลี่ยนจากการปลูกข้าวเหนียวมาเป็นข้าวหอมมะลิ โดยจัดแบ่งพื้นที่ปลูกข้าวเหนียวให้ได้ผลผลิตไว้เพื่อใช้บริโภคในครัวเรือนแล้วจัดแบ่งพื้นที่นาที่เหลือไว้ปลูกข้าวหอมมะลิเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เพราะข้าวหอมมะลิ มีความได้เปรียบในเรื่องราคา เป็นที่ต้องการของตลาดและอีกประการหนึ่งต้องยอมรับว่าเป็นผลมาจากนโยบายของรัฐบาลที่มีส่วนสนับสนุนให้เกษตรกรหันไปปลูกข้าวหอมมะลิมากขึ้น โดยกำหนดราคารับจำนำข้าวหอมมะลิในราคาที่สูงกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ และรับซื้อข้าวจากเกษตรกรทุกเมล็ด ทำให้เกษตรกรมั่นใจว่ามีตลาดรับซื้อ พื้นที่เพาะปลูกข้าวหอมมะลิจึงเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ (อรรชร, 2555)

การผลิตข้าวภายใต้ระบบการจัดการคุณภาพ Good Agricultural Practices (GAP) ของข้าวเพื่อใช้รับประทานและแปรรูป โดยมีข้อกำหนดและเกณฑ์ที่กำหนดดังนี้ คือ 1) แหล่งน้ำที่ใช้ปลูกข้าวต้องได้จากแหล่งที่ไม่มีสภาพแวดล้อมซึ่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนวัตถุอันตราย 2) พื้นที่ปลูกต้องเป็นพื้นที่ที่ไม่มีวัตถุอันตรายที่จะทำให้เกิดการตกค้างหรือปนเปื้อนในข้าว 3) การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 4) มีการจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว 5) การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวตามเกณฑ์ที่กำหนด 6) การขนย้าย การเก็บรักษา และการรวบรวมผลิตผลตามเกณฑ์ที่กำหนด และ 7) การบันทึกและการจัดเก็บข้อมูลตามเกณฑ์ที่กำหนด (สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว, 2554)

จังหวัดยโสธรมีพื้นที่ทั้งหมด 2,600,906 ไร่ ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม คือ การทำนา มีพื้นที่ปลูกข้าวจำนวน 1,501,405 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 58 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยเฉพาะข้าวหอมมะลิ ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่เกษตรกรเพาะปลูกมากที่สุด คือ มีพื้นที่ปลูก 1,093,981 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 73 ของพื้นที่ปลูกข้าว สำนักงานเกษตรจังหวัดยโสธรได้ดำเนินโครงการส่งเสริมการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัยและได้มาตรฐาน ตั้งแต่ปี 2547 และมีการตรวจรับรองจนถึงปัจจุบัน ได้ส่งเสริมให้เกษตรกรเข้าสู่ระบบการจัดการคุณภาพ GAP มีพื้นที่ที่ผ่านการรับรองคุณภาพตามมาตรฐาน GAP ข้าว จำนวน 137,937 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 13 ของพื้นที่ปลูกข้าวหอมมะลิ มีเกษตรกรผ่านระบบการรับรองคุณภาพ GAP ข้าว จากกรมการข้าว จำนวน 17,122 ราย คิดเป็นร้อยละ 92 ของเกษตรกร ที่เข้าสู่ระบบ จำนวน 18,649 ราย) ในการดำเนินงานตามโครงการของสำนักงานเกษตรจังหวัดยโสธร เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการบางส่วนไม่ผ่านการรับรอง GAP ข้าว พบว่า มีปัญหาในการดำเนินงานหลายประการ ได้แก่ เกษตรกรไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนหรือปฏิบัติไม่ครบทุกขั้นตอน เกษตรกรขาดความรู้ความเข้าใจในกระบวนการผลิตตามระบบมาตรฐาน GAP ข้าว ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต ไม่ตรงกับช่วงหน่วยตรวจรับรองเข้าตรวจ ไม่มีการจดบันทึกข้อมูลในสมุดบันทึกประจำตัวเกษตรกร (แบบ GAP 02) ผลผลิตที่เกษตรกรผลิตได้มีสารเคมีตกค้าง และผลผลิตไม่ตรงตามมาตรฐานสินค้าเกษตรกำหนด เช่น มีพันธุ์ข้าวปนมีสิ่งเจือปนเกินมาตรฐานกำหนด เป็นต้น ซึ่งเป็น

ปัญหาที่ทำให้ไม่ผ่านการรับรองมาตรฐาน ส่งผลให้ราคาข้าวตกต่ำ (สำนักงานเกษตรจังหวัดยโสธร, 2557)

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่เป็นปัญหาและอุปสรรคต่อการรับรองมาตรฐาน GAP เพื่อให้ทราบถึงสภาพความเป็นจริงในการผลิตข้าวหอมมะลิปลอดภัยให้ได้มาตรฐานเกษตรกรซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการปรับปรุงแก้ไขและหาข้อเสนอแนะเพื่อนำไปส่งเสริมให้เกษตรกรมีสภาพการผลิตข้าวหอมมะลิปลอดภัยได้มาตรฐาน GAP และถูกต้อง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษาในครั้งนี้ได้แก่ เกษตรกรผู้เข้าร่วมโครงการข้าวหอมมะลิปลอดภัยให้ได้มาตรฐาน GAP ปีการเพาะปลูก 2557/2558 โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างเกษตรกรที่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP และเกษตรกรที่ไม่ผ่านการรับรอง โดยเลือกศึกษาเกษตรกรในอำเภอปทุม จังหวัดยโสธร ซึ่งเป็นเกษตรกรที่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP ทุกราย เนื่องจากประชากรที่ผ่านการรับรองมีจำนวนมากถึง 120 ราย จึงทำการสุ่มจำนวนตัวอย่างประชากร โดยใช้สูตรของ Yamane (1976) คำนวณหาตัวอย่างประชากรได้จำนวน 57 ราย ส่วนเกษตรกรที่ไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP มีจำนวนน้อย จึงเอาประชากรที่เข้าร่วมโครงการที่ไม่ผ่านการรับรองทั้งหมดของทุกอำเภอในพื้นที่จังหวัดยโสธร ได้ตัวอย่างประชากรจำนวน 17 ราย ทำการรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ครัวเรือนที่มีแบบสัมภาษณ์ประกอบการถามทั้งกลุ่มที่ผ่านการรับรองมาตรฐานและไม่ผ่านการรับรองมาตรฐาน GAP วิเคราะห์ค่าร้อยละ ข้อมูลสภาพทางด้านสังคมเศรษฐกิจ สภาพการผลิต ความรู้ความเข้าใจ ทักษะ และแรงจูงใจ

2. เครื่องมือการวิจัย

ประกอบด้วย แบบสัมภาษณ์แบบโครงสร้าง (Structured interview) ที่กำหนดให้คำถามและคำตอบที่ให้เลือกเรียงตามวัตถุประสงค์พร้อมทั้งใช้วิธีการสัมภาษณ์เกษตรกรตัวอย่างควบคู่กัน โดยรูปแบบของแบบสัมภาษณ์ได้กำหนดประเภทของคำตอบไว้ 2 รูปแบบ คือ เลือกคำตอบหรือคำถามแบบปิด (Closed question) และคำถามประเภทที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นและให้ข้อมูลอย่างเต็มที่หรือ

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2560

คำถามแบบเปิด (Open – ended question) ซึ่งรูปแบบนี้จะทำให้แบบสัมภาษณ์สามารถตอบคำถามได้ง่าย ได้แสดงความคิดเห็นตนเองอย่างมีอิสระในการตอบ ทำให้ได้คำตอบที่ลึกซึ้งแตกต่างกันไป ซึ่งในแบบสัมภาษณ์ต้องประกอบด้วยประเด็นเนื้อหาที่ต้องเก็บรวบรวมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ทำการทดสอบแบบสัมภาษณ์กับประชากร จำนวน 30 ราย จากเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการผลิตข้าวหอมมะลิปลอดภัยให้ได้มาตรฐาน GAP ของแต่ละตำบลในเขตพื้นที่ อ.ปทุม จังหวัดยโสธร ปีเพาะปลูก 2557/2558 จากนั้นทำการตรวจสอบและพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหา คุณภาพของเนื้อหา คุณภาพของคำถามความเที่ยงตรง และความเข้าใจคำถามในแต่ละข้อ ว่าแต่ละข้อคำถามนั้นผู้ถูกสัมภาษณ์เข้าใจตรงกันหรือไม่ และต้องการข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับแบบสัมภาษณ์จากผู้ให้การทดสอบ เพื่อหาความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content validity) และความสมบูรณ์ของแบบสัมภาษณ์และข้อมูลโดยการหาความเชื่อมั่น (reliability) ของเครื่องมือแบบมาตรฐานประมาณค่าโดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Co- efficiency alpha : α) สูตรของ Crobach (1970) โดยมีตัวแปรที่สำคัญ คือ จำนวนข้อของเครื่องมือวัด ความแปรปรวนแต่ละข้อ และค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) การแปลความหมายระดับความเที่ยง สามารถแสดงดังนี้

มากกว่า .9	ดีมาก
มากกว่า .8	ดี
มากกว่า .7	พอใช้
มากกว่า .6	ค่อนข้างพอใช้
มากกว่า .5	ต่ำ
น้อยกว่า หรือ เท่ากับ .5	ไม่สามารถรับได้

การหาความเชื่อมั่นโดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's alpha coefficient) ที่ค่าระดับความเชื่อมั่นของแบบสัมภาษณ์เท่ากับ 0.92 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับดีมาก กล่าวคือ แบบสัมภาษณ์ มีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปศึกษาในกลุ่มตัวอย่างจริงได้

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ก่อนการเก็บข้อมูลได้ทำการทดสอบและสัมภาษณ์ การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบรายบุคคล ผู้วิจัยและทีมงานได้แบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็น 2 รอบ คือ รอบแรกเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณเป็นหลัก เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรที่ศึกษาด้วยวิธีการ

สัมภาษณ์เกษตรกรตัวอย่างพร้อมสังเกตสภาพทั่วไปของครัวเรือนเกษตรกร สภาพการผลิตข้าวหอมมะลิปลอดภัยได้มาตรฐาน GAP ในเขตพื้นที่ อ.ปาดัว จังหวัดยโสธรจากนั้นดำเนินการเก็บข้อมูลรอบที่สอง โดยตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลหากพบว่าข้อมูลส่วนใดไม่ครบถ้วนสมบูรณ์หรือไม่ชัดเจนในคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบเอกสารผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวม การวิเคราะห์ข้อมูลนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากเกษตรกรตัวอย่างแต่ละราย ตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของข้อมูลในแบบสัมภาษณ์แต่ละชุดเรียบร้อยแล้ว

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้านสังคมเศรษฐกิจ สภาพภูมิประเทศ สภาพการผลิต ปัญหา อุปสรรค ข้อเสนอแนะทัศนคติ และแรงจูงใจโดยการหาค่าร้อยละ (Percentage)

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. ลักษณะทางด้านพื้นฐานทางด้านสังคม

จากการศึกษา พบว่าเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการผลิตข้าวหอมมะลิปลอดภัยให้ได้มาตรฐาน GAP ในเขตพื้นที่จังหวัดยโสธร ที่ผ่านการรับรอง ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมีอายุมากกว่า 26 ปีขึ้นไป กล่าวคือ เกษตรกรที่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าวจำนวน 57 คน ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 41-45, 46-50 และ มากกว่า 50 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 33.33, 31.57 และ 19.30 ตามลำดับ ส่วนที่เหลือมีอายุต่ำกว่า 41 ปี สถานภาพแต่งงานแล้วคิดเป็นร้อยละ 78.90 การศึกษาระดับประถมศึกษาร้อยละ 94.70 และส่วนใหญ่ไม่เป็นผู้นำชุมชนร้อยละ 73.70 ในขณะที่เกษตรกรที่ไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP จำนวน 17 ราย ส่วนใหญ่เป็นชายมีอายุ มากกว่า 50 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 76.47 รองลงมา อายุระหว่าง 46-50 ปี ร้อยละ 17.65 อายุระหว่าง 41-45 ปี ร้อยละ 5.88 สถานภาพโสด คิดเป็นร้อยละ 52.90 การศึกษาระดับประถมศึกษาร้อยละ 52.90 และส่วนใหญ่ไม่เป็นผู้นำชุมชน ร้อยละ 100 (ตารางที่ 1)

2. ลักษณะภูมิประเทศ

จากการศึกษาพบว่าเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการผลิตข้าวหอมมะลิปลอดภัยให้ได้มาตรฐาน GAP ในเขตพื้นที่จังหวัดยโสธร ที่ผ่านการรับรอง ชนิดดินส่วนใหญ่เป็นดิน

ทราย ร้อยละ 43.90 รองลงมา เป็นดินร่วนปนทรายร้อยละ 29.80 และดินเหนียวร้อยละ 26.34 ความอุดมสมบูรณ์ของดิน มีความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลางคิดเป็นร้อยละ 100 และอาศัยน้ำฝนในการทำนาร้อยละ 100 เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกข้าวในสภาพนาลุ่มคิดเป็นร้อยละ 75.44 และนาดอนร้อยละ 24.56 ในขณะที่เกษตรกรที่ไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP จำนวน 17 ราย ชนิดดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย ร้อยละ 52.94 รองลงมา เป็นดินร่วนปนทรายร้อยละ 41.18 และดินเหนียว 5.88 มีความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 100 และอาศัยน้ำฝนในการทำนาร้อยละ 100 โดยที่เกษตรกรมีสภาพพื้นที่ในการปลูกข้าวที่เป็นนาลุ่มและนาดอนคิดเป็นร้อยละ 47.06 และ 52.94 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

3. สภาพการผลิต

จากการศึกษาพบว่าเกษตรกรที่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP ส่วนใหญ่มีการปรับปรุงบำรุงดินสูงถึงร้อยละ 93 พันธุ์ข้าวที่ใช้คือ พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปลูกข้าวแบบปักดำร้อยละ 94.74 การเก็บเกี่ยวผลผลิตใช้คนเก็บเกี่ยว และมีการเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ทำพันธุ์เอง ส่วนเกษตรกรที่ไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP ส่วนใหญ่ไม่มีการปรับปรุงบำรุงดินร้อยละ 64.71 พันธุ์ข้าวที่ใช้คือ พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปลูกข้าวแบบปักดำร้อยละ 58.82 การเก็บเกี่ยวผลผลิตใช้รถเก็บเกี่ยว และไม่มี การเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ทำพันธุ์เอง (ตารางที่ 3)

4. ความรู้ความเข้าใจกระบวนการผลิตข้าว

จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรที่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP ส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว ในเรื่องของการจัดการข้าวพันธุ์ปนร้อยละ 98.24 และเรื่องของการจัดการข้าวพันธุ์ปนในแปลงไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์ ร้อยละ 91.25 การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจ การเก็บเกี่ยวระยะพลับพลึงให้ได้ข้าวเปลือกคุณภาพดีร้อยละ 91.23 และเรื่องของการเลือกข้าวเปลือกแห้งสำหรับการซื้อขายต้องมีความชื้นไม่เกิน 15% และสำหรับการเก็บรักษาต้องไม่เกิน 14% ร้อยละ 89.5 และมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการขนย้ายและการเก็บรักษาข้าวเปลือก ในเรื่องของการวิธีการขนย้าย การเก็บรักษาและรวบรวมข้าวเปลือกที่เหมาะสมอาจส่งผล

ต่อคุณภาพข้าวเปลือกร้อยละ 92.98 ส่วนเกษตรกรที่ไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP มีความรู้ความเข้าใจบางส่วนเกี่ยวกับการจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิตก่อนการเก็บเกี่ยวในเรื่องของการจัดการข้าวพันธุ์ปนร้อยละ 88.24 และเรื่องของการจัดการข้าวพันธุ์ปนในแปลงไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์ ร้อยละ 91.20 การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจบางส่วนเกี่ยวกับการเก็บเกี่ยวระยะพลับพลึงให้ได้ข้าวเปลือกคุณภาพดี ร้อยละ 94.12 และเรื่องของเมล็ดข้าวเปลือกแห้งสำหรับการซื้อขายต้องมีความชื้นไม่เกิน 15% และสำหรับการเก็บรักษาต้องไม่เกิน 14% ร้อยละ 64.71 และมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการขนย้ายและการเก็บรักษาข้าวเปลือกในเรื่องของวิธีการขนย้าย การเก็บรักษาและรวบรวมข้าวเปลือก ที่เหมาะสมอาจส่งผลต่อคุณภาพข้าวเปลือก ร้อยละ 64.71 (ตารางที่ 4)

5. ปัญหาการผลิตข้าว

ปัญหาการผลิตข้าวของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการข้าวหอมมะลิปลอดภัยจากการศึกษาพบว่าเกษตรกรที่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP ส่วนใหญ่ มีปัญหาในเรื่องปัญหาราคาข้าวตกต่ำ ร้อยละ 78.90 ปัญหาปุ๋ยและสารเคมีราคาแพง ร้อยละ 52.60 ส่วนปัญหาด้านการลงทุน ไม่มีปัญหาร้อยละ 70.20 เกษตรกรที่ไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP ส่วนใหญ่มีปัญหาในเรื่องปัญหาราคาข้าวตกต่ำ ร้อยละ 82.35 ปัญหาปุ๋ยและสารเคมีราคาแพง ร้อยละ 55.9 และปัญหาด้านการลงทุน ร้อยละ 52.94 (ตารางที่ 5)

6. ทักษะของเกษตรกร

เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการข้าวหอมมะลิปลอดภัยเกษตรกรที่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP จากการศึกษาพบว่าเกษตรกรมีความต้องการผลิตข้าวหอมมะลิให้ได้ตามมาตรฐาน ร้อยละ 95 และมีทัศนคติในการผลิตข้าวหอมมะลิให้ได้ตามมาตรฐานว่าไม่ยุ่งยาก ร้อยละ 98.20 ส่วนเกษตรกรที่ไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าวจากการศึกษาพบว่ามีความต้องการผลิตข้าวหอมมะลิให้ได้ตามมาตรฐาน ร้อยละ 64.71 และเกษตรกรมีทัศนคติในการผลิตข้าวหอมมะลิให้ได้ตามมาตรฐานว่ายุ่งยากร้อยละ 47.06 (ตารางที่ 6)

จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่า เกษตรกรอายุมากเป็นปัจจัยที่เป็นปัญหาและอุปสรรคต่อการรับรองมาตรฐาน ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2560

GAP จากการศึกษาพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่อายุมากกว่า 40 ปี ขึ้นไป ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของกรณีศึกษา (2549) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับระบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสมของผู้ปลูกส้มเขียวหวานในอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อระบบการจัดการคุณภาพของเกษตรที่ดีที่เหมาะสมสำหรับผู้ปลูกส้มเขียวหวาน ได้แก่ อายุของเกษตรกรผู้ปลูกส้มเขียวหวาน เมื่อพิจารณาถึงการจัดการการผลิตเกษตรที่ดีที่ไม่ผ่านการรับรองไม่มีการปรับปรุงบำรุงดินโดยการใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยขาว เมื่อเปรียบเทียบกับเกษตรกรที่ผ่านการรับรองที่มีการปรับปรุงบำรุงดินโดยการใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยขาว เกษตรกรที่ไม่ผ่าน GAP ทุกราย ใช้รถเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยรถเก็บเกี่ยวที่ไม่ได้ทำความสะอาดอย่างดีก่อนทำการเก็บเกี่ยว มีความเสี่ยงที่จะมีข้าวพันธุ์ปนสูง จากการปนกับข้าวพันธุ์อื่นและเมล็ดวัชพืชที่ติดค้างภายในรถเก็บเกี่ยว เกษตรกรที่ไม่ผ่าน GAP ส่วนใหญ่ไม่มีการเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เองโดยเกษตรกรไม่ทำการตัดพันธุ์ปนตั้งแต่ในแปลงปลูก ทำให้โอกาสที่จะมีข้าวพันธุ์ปนเกินมาตรฐาน GAP ได้กำหนดไว้ และสอดคล้องกับการศึกษาของฉัตติยา (2551) พบว่า การปรับปรุงบำรุงดินอย่างเหมาะสมกับพืช การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว เป็นการจัดการที่จะช่วยให้พืชมีความอุดมสมบูรณ์และผลผลิตมีคุณภาพ

เกษตรกรที่ไม่ผ่าน GAP ส่วนใหญ่มีความรู้และความเข้าใจเพียงบางส่วนในเรื่องการกำจัดข้าวปน จำนวนข้าวพันธุ์อื่นปนในแปลงไม่เกิน 2% การเก็บเกี่ยวในระยะพลับพลึงเพื่อให้ได้ข้าวเปลือกคุณภาพดี และความชื้นข้าวเปลือกสำหรับการซื้อขายต้องไม่เกิน 15% ซึ่งเรื่องข้าวพันธุ์ปน คุณภาพเมล็ดและความชื้นเมล็ด เป็นเรื่องที่สำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อการไม่ผ่านการรับรองในมาตรฐาน GAP จากตารางที่ 5 พบว่า เกษตรกรมีปัญหาด้านราคาข้าว 82.35% ปัญหาราคาปุ๋ยและสารเคมีราคาแพง 55.9% และปัญหาด้านเงินลงทุน 52.94% ตามลำดับ ซึ่งปัญหาเหล่านี้จะต้องดำเนินการแก้ไข โดยการอบรมให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตข้าวตามระบบ GAP ให้มากขึ้น รวมทั้งขั้นตอนการปฏิบัติ ข้อห้าม และเกณฑ์มาตรฐานต่างๆ ที่จะส่งผลให้เกษตรกร ผ่านมาตรฐาน GAP ลดการใช้สารเคมี ปุ๋ย ยา หรือควบคุมให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม ซึ่งเมื่อควบคุมปัจจัยเหล่านี้ได้ จะช่วยให้เกษตรกรลดต้นทุน ลดเงินทุน แล้วผลผลิตข้าวยังจะได้ราคาสูงมากขึ้นจากผลผลิต

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะพื้นฐานทางด้านสังคมของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการข้าวหอมมะลิปลอดภัย ปีการเพาะปลูก 2557/2558

ลักษณะพื้นฐานทางด้านเศรษฐกิจและสังคม	ผ่านการรับรอง		ไม่ผ่านการรับรอง	
	จำนวนเกษตรกร n = 57	ร้อยละ	จำนวน เกษตรกร N = 17	ร้อยละ
1. เพศ				
ชาย	12	21.05	10	58.82
หญิง	45	78.95	7	41.18
2. อายุ				
ระหว่าง 26-30 ปี	2	3.52	0	0
ระหว่าง 31-35 ปี	3	5.26	0	0
ระหว่าง 36-40 ปี	4	7.02	0	0
ระหว่าง 41-45 ปี	19	33.33	1	5.88
ระหว่าง 46-50 ปี	18	31.57	3	17.65
มากกว่า 50 ปี	11	19.30	13	76.47
3. สถานภาพ				
โสด	12	21.1	9	52.9
แต่งงาน	45	78.9	8	47.1
4. ระดับการศึกษา				
ไม่ได้ศึกษา	3	5.3	8	47.1
ประถมศึกษา	54	94.7	9	52.9
5. เป็นผู้นำ				
ไม่เป็น	42	73.7	17	100
เป็น	15	26.3	0	0

ตารางที่ 2 แสดงภูมิประเทศของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการข้าวหอมมะลิปลอดภัย ปีการเพาะปลูก 2557/2558

สภาพการผลิตข้าว	ผ่านการรับรอง		ไม่ผ่านการรับรอง	
	จำนวนเกษตรกร		จำนวนเกษตรกร	
	n = 57	ร้อยละ	N = 17	ร้อยละ
1. ชนิดดิน				
ดินร่วนปนทราย	17	29.8	7	41.18
ดินเหนียว	15	26.34	1	5.88
ดินทราย	25	43.9	9	52.94
2. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน				
อุดมสมบูรณ์สูง	0	0	0	0
อุดมสมบูรณ์ปานกลาง	57	100	17	100
อุดมสมบูรณ์ต่ำ	0	0	0	0
3. แหล่งน้ำที่ใช้				
ไม่อาศัยน้ำฝน	0	0	0	0
อาศัยน้ำฝน	57	100	17	100
4. สภาพความลาดชันของพื้นที่				
นาลุ่ม	43	75.44	8	47.06
นาดอน	14	24.56	9	52.94

ตารางที่ 3 แสดงสภาพการผลิตข้าวหอมมะลิของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการข้าวหอมมะลิปลอดภัย ปีการเพาะปลูก 2557/2558

สภาพการผลิตข้าว	ผ่านการรับรอง		ไม่ผ่านการรับรอง	
	จำนวนเกษตรกร		จำนวนเกษตรกร	
	n = 57	ร้อยละ	N = 17	ร้อยละ
1. การปรับปรุงบำรุงดิน				
ไม่มีการปรับปรุงบำรุงดิน	4	7	11	64.71
มีการปรับปรุงบำรุงดิน	53	93	0	0
ใส่ปุ๋ยคอก	0	0	6	35.29
ใส่ปุ๋ยขาว	0	0	0	0
ใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยขาว	53	93	0	0
2. พันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูก				
ข้าวดอกมะลิ 105	55	96.5	17	100
กข 15	2	3.5	0	0
อื่นๆ	0	0	0	0

ตารางที่ 3 แสดงสภาพการผลิตข้าวหอมมะลิของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการข้าวหอมมะลิปลอดภัย ปีการเพาะปลูก 2557/2558 (ต่อ)

สภาพการผลิตข้าว	ผ่านการรับรอง		ไม่ผ่านการรับรอง	
	จำนวนเกษตรกร n = 57	ร้อยละ	จำนวนเกษตรกร N = 17	ร้อยละ
3. วิธีการปลูก				
ปักดำ	54	94.74	10	58.82
หว่านน้ำตม	0	0	0	0
หว่านข้าวแห้ง	3	5.26	7	41.18
4. การเก็บเกี่ยวผลผลิต				
ใช้คนเก็บเกี่ยว	52	91.22	0	0
ใช้รถเก็บเกี่ยว	5	8.78	17	100
5. การเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้ในปีต่อไป				
ไม่เก็บเมล็ดพันธุ์	2	3.50	16	94.10
เก็บเมล็ดพันธุ์	55	96.50	1	5.88

ตารางที่ 4 แสดงความรู้ความเข้าใจกระบวนการผลิตข้าวของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการข้าวหอมมะลิปลอดภัย ปีการเพาะปลูก 2557/2558

ประเด็น	ผ่านการรับรอง		ไม่ผ่านการรับรอง	
	จำนวนเกษตรกร n = 57	ร้อยละ	จำนวน เกษตรกร N = 17	ร้อยละ
1. การจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว				
- การกำจัดข้าวปน				
รู้และเข้าใจ	56	98.24	2	11.76
รู้และเข้าใจบางส่วน	1	1.76	15	88.24
- จำนวนข้าวพันธุ์ปนในแปลงไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์				
รู้และเข้าใจ	52	91.23	6	35.29
รู้และเข้าใจบางส่วน	5	8.77	11	64.71
2. การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว				
- การเก็บเกี่ยวระยะพลับพลึงให้ได้ข้าวเปลือกคุณภาพดี				
รู้และเข้าใจ	52	91.23	1	5.88
รู้และเข้าใจบางส่วน	5	8.77	16	94.12

ตารางที่ 4 แสดงความรู้ความเข้าใจกระบวนการผลิตข้าวของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการข้าวหอมมะลิปลอดภัย
ปีการเพาะปลูก 2557/2558 (ต่อ)

ประเด็น	ผ่านการรับรอง		ไม่ผ่านการรับรอง	
	จำนวน เกษตรกร n = 57	ร้อยละ	จำนวน เกษตรกร n = 17	ร้อยละ
- เมล็ดข้าวเปลือกแห้งสำหรับการซื้อขายต้องมีความชื้นไม่เกิน 15% และสำหรับการเก็บรักษาต้องไม่เกิน 14%				
รู้และเข้าใจ	51	89.5	6	35.29
รู้และเข้าใจบางส่วน	6	10.5	11	64.71
3. การขนย้าย การเก็บรักษาและการรวบรวมข้าวเปลือก				
- วิธีการขนย้าย การเก็บรักษาและรวบรวมข้าวเปลือกที่เหมาะสมที่อาจส่งผลต่อคุณภาพข้าวเปลือก				
รู้และเข้าใจ	53	92.98	11	64.71
รู้และเข้าใจบางส่วน	4	7.02	6	35.29

ตารางที่ 5 แสดงปัญหาการผลิตข้าว ของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการข้าวหอมมะลิปลอดภัย ปีการเพาะปลูก 2557/2558

สภาพการผลิตข้าว	ผ่านการรับรอง		ไม่ผ่านการรับรอง	
	จำนวนเกษตรกร n = 57	ร้อยละ	จำนวนเกษตรกร N = 17	ร้อยละ
1. ปัญหาราคาข้าว				
ไม่มีปัญหา	12	21.1	3	17.65
มีปัญหา	45	78.9	14	82.35
2. ปัญหาปุ๋ยและสารเคมีราคาแพง				
ไม่มีปัญหา	27	47.4	7	44.1
มีปัญหา	30	52.6	10	55.9
3. ด้านเงินลงทุน				
ไม่มีปัญหา	40	70.2	8	47.06
มีปัญหา	17	29.8	9	52.94

ตารางที่ 6 แสดงทัศนคติเกี่ยวกับการผลิตข้าวของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการข้าวหอมมะลิปลอดภัย ปีการเพาะปลูก 2557/2558

ประเด็น	ผ่านการรับรอง		ไม่ผ่านการรับรอง	
	จำนวนเกษตรกร		จำนวนเกษตรกร	
	n = 57	ร้อยละ	N = 17	ร้อยละ
1. เกษตรกรมีความต้องการผลิตข้าวหอมมะลิให้ได้ตามมาตรฐานหรือไม่				
ไม่มีความต้องการ	3	5	6	35.29
มีความต้องการ	54	95	11	64.71
2. เกษตรกรมีทัศนคติในการผลิตข้าวหอมมะลิให้ได้ตามมาตรฐานว่ายุ่งยากหรือไม่				
ไม่ยุ่งยาก	56	98.2	9	52.94
ยุ่งยาก	1	1.8	8	47.06

ตามท้องตลาดทั่วไปอีกด้วย การให้ความรู้ในการตัดพันธุ์ปน และ/หรือความเสี่ยงต่อการปนของเมล็ดข้าวพันธุ์อื่นและเมล็ดวัชพืช ตลอดจนความชื้นและคุณภาพเมล็ดข้าว จึงเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญที่เกษตรกรต้องเข้าใจและสามารถปฏิบัติได้จริงในกระบวนการผลิตเพื่อการรับรองให้ผ่านมาตรฐานสอดคล้องกับฉร.ว.ท. (2555) ได้ศึกษาการผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพตามระบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสมของเกษตรกรในอำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ เกษตรกรเข้าร่วมโครงการที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน GAP มีความรู้ในระดับมากในประเด็น การผลิตข้าวให้ตรงตามพันธุ์ ความชื้นเมล็ดและคุณภาพเมล็ด แต่ทั้งนี้ยังพบว่า เกษตรกรมีทัศนคติที่ดีต่อการผลิตข้าวในมาตรฐาน GAP ที่ต้องการจะผ่านการตรวจรับรอง และไม่มีความยุ่งยากต่อการปฏิบัติเพื่อการตรวจรับรองข้าวดังนั้นจึงควรนำปัจจัยที่ทำให้เกษตรกรที่ไม่ผ่านการตรวจรับรองมาแก้ไขและปรับปรุงให้เกิดประสิทธิภาพกับเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการต่อไป

สรุปผลการวิจัย

พื้นที่ส่วนใหญ่ที่ใช้ในการผลิตข้าวเป็นนาถ่ม เป็นดินทรายและดินร่วนปนทราย ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง การผลิตข้าวอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก เกษตรกรปลูกข้าวหอมมะลิ 105 เป็นส่วนใหญ่ด้วยการปักดำ และการหว่านข้าวแห้ง สาเหตุที่ทำให้เกษตรกรบางรายไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP ส่วนหนึ่งเนื่องจากเกษตรกรไม่

มีการปรับปรุงบำรุงดิน และเก็บเกี่ยวข้าวด้วยรถเกี่ยวหวด ซึ่งทำให้มีข้าวพันธุ์อื่นปนมา เกษตรกรที่ผ่านการรับรองมาตรฐานข้าว GAP ส่วนใหญ่มีความรู้และความเข้าใจในเรื่องการกำจัดข้าวปนคิดเป็นร้อยละ 98.24 ในขณะที่เกษตรกรที่ไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานข้าว GAP มีความรู้และเข้าใจบางส่วนหรือขาดความรู้ในเรื่องการกำจัดข้าวปนคิดเป็นร้อยละ 88.24 เช่นเดียวกันกับความรู้ความเข้าใจในเรื่องจำนวนข้าวพันธุ์ปนในแปลงปลูกข้าวไม่เกิน 2% เกษตรกรที่ผ่านการรับรองมาตรฐานข้าว GAP ส่วนมากจะมีความรู้และเข้าใจว่าต้องไม่ให้มีข้าวพันธุ์ปนในแปลงปลูกข้าวไม่เกิน 2% ในขณะที่เกษตรกรที่ไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานข้าว GAP ส่วนน้อยมีความรู้ในเรื่องดังกล่าว ร้อยละ 35.29 และเกษตรกรส่วนใหญ่ขาดความรู้ในเรื่องดังกล่าว คิดเป็นร้อยละ 64.71 เช่นเดียวกันกับการเก็บเกี่ยวข้าวในระยะพลับพลึง และความชื้นในเมล็ดข้าว เกษตรกรส่วนใหญ่ที่ไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP ขาดความรู้ความเข้าใจว่าต้องเก็บเกี่ยวข้าวในระยะพลับพลึง คิดเป็นร้อยละ 94.12 และเมล็ดข้าวเปลือกแห้งสำหรับการซื้อขายต้องมีความชื้นไม่เกิน 15% ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 64.71 นอกจากนี้ยังพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีปัญหาเรื่องราคาข้าวปุ๋ยและสารเคมีราคาแพง รวมทั้งขาดเงินทุนในการผลิตข้าว ซึ่งเกษตรกรบางส่วนที่ไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าว GAP มีทัศนคติว่ามีความยุ่งยากต่อการปฏิบัติเพื่อการตรวจรับรองมาตรฐานข้าวในการผลิตข้าว GAP

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานเกษตรอำเภอป่าต้ว อำเภอป่าต้ว จังหวัดยโสธร และสำนักงานเกษตรจังหวัดยโสธร ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินงาน พร้อมทั้งเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.พิระยศ แซ่จัน ที่กรุณาตรวจสอบคุณภาพงานวิจัย แก้ไข ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ยิ่ง รวมทั้งคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาท วิชาความรู้ ประสบการณ์ที่มีคุณค่ายิ่งแก่ผู้วิจัย

ตลอดจนเจ้าของผลงานตำราเอกสารทางวิชาการทุกท่านที่ผู้วิจัยได้นำมาศึกษาก่อให้เกิดแนวคิดอันมีคุณค่าต่องานวิจัย ทำนองนี้ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และเกษตรกรที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ และสละเวลาในการให้ข้อมูลตอบแบบสอบถามตลอดจนครอบครัวที่เป็นแรงสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรรณิกา ศรีลัย. 2549. ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับระบบเกษตรดีที่เหมาะสมของผู้ปลูกส้มเขียวหวานในอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ฉัตรญา พรหมปองสุข. 2551. กระบวนการส่งเสริมการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัยและได้มาตรฐานปี 2550 : กรณีศึกษา จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. รายงานการวิจัย กรมส่งเสริมการเกษตร.
- ธาราวิทย์ คำหล้า. 2555. การผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพตามระบบเกษตรดีที่เหมาะสมของเกษตรกรในอำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ. วิทยานิพนธ์เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต (ส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สำนักงานเกษตรจังหวัดยโสธร. 2557. รายงานจำนวนเกษตรกรที่ได้รับการรับรองระบบการผลิตข้าว GAP ปี 2547-2558 จังหวัดยโสธร. ยโสธร : สำนักงานเกษตรจังหวัด.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. รายงานสถิติการส่งออก 2556. กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว. 2554. การตรวจประเมินระบบการผลิตข้าว GAP สำหรับผู้ตรวจประเมินรายใหม่ ปี 2554. กรุงเทพฯ : กรมการข้าว.
- อรรธรณ ศรีโสมพันธ์. 2555. ข้าวเหนียวไทยภายใต้ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน. ชุดโครงการความเข้มแข็งงานวิจัยเชิงนโยบายเกษตร รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์สนับสนุนโดยกองทุนสนับสนุนการวิจัย และสถาบันคลังสมองของชาติ.
- Cronbach, L. J. (1970). Essentials of Psychological Testing. 2nd ed. New York : Harper & Row Publishers, Inc.
- Yamanae, T. 1967. Elementary Sampling Theory. New Jersey : Prentice-Hall.

การจำแนกพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ภาพเชิงวัตถุ และการจำแนกแบบต้นไม้ตัดสินใจ : กรณีศึกษา จังหวัดมหาสารคาม

นุชนาฏ บัวศรี* สุพรรณ กาญจนสุธรรม แก้ว นวลฉวี และนฤมล อินทวิเชียร

คณะภูมิสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา อ. เมือง จ. ชลบุรี

บทคัดย่อ

การจำแนกพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังจากข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 8 ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงวัตถุ กรณีศึกษา จังหวัดมหาสารคาม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงวัตถุ ผู้วิจัยได้นำเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงวัตถุมาใช้ในการจำแนก โดยการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ (Segmentation) ก่อนการจำแนกเพื่อจัดกลุ่มให้กับข้อมูลภาพ กำหนดค่าปัจจัยในการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ ได้แก่ ขนาดของภาพ (Scale parameter) รูปร่าง (Shape parameter) และค่าความหนาแน่น (Compactness parameter) เพื่อให้วัตถุภาพตรงกับคุณลักษณะวัตถุแต่ละประเภท และนำค่าเฉลี่ยของวัตถุภาพที่ได้มาใช้ในการจำแนกวัตถุภาพต่อไป ซึ่งผลการวิจัยสามารถแบ่งส่วนข้อมูลภาพได้ 11,800 วัตถุภาพ โดยผู้วิจัยได้จำแนกพื้นที่ที่พืชพรรณได้ 8,783 วัตถุภาพ คิดเป็น 3,042,100 ไร่ และนำชุดข้อมูลพืชพรรณไปจำแนกพืชมันสำปะหลังตามช่วงอายุได้ในการจำแนกในระดับชั้นต่างๆ ตามเงื่อนไขของแต่ละชั้นการจำแนก ซึ่งผลลัพธ์สุดท้ายอยู่ในระดับชั้นที่ 4 โดยสามารถจำแนกมันสำปะหลังโรงงานในจังหวัดมหาสารคาม สามารถจำแนกพื้นที่มันสำปะหลังได้ จำนวน 2,998 วัตถุภาพ คิดเป็นพื้นที่ 2,168,112 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 65 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด ในการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก ผู้วิจัยได้กำหนดตำแหน่งที่สำรวจจากสนามจำนวน 60 จุด ลงบนวัตถุภาพที่จำแนกเพื่อตรวจสอบ พบว่าในวัตถุภาพตรงกับมันสำปะหลังจำนวน 48 จุด คิดเป็นร้อยละ 80 ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่เกษตร จัดการโซนนิ่งทางการเกษตร และทราบถึงพื้นที่ที่ใช้ในการเพาะปลูกทางการเกษตร และสามารถคาดการณ์ปริมาณของพื้นที่เพาะปลูกและปริมาณผลผลิตได้โดยการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการสำรวจ ลดค่าใช้จ่ายในการสำรวจพื้นที่จริง อีกทั้งยังสามารถนำไปบูรณาการในการติดตามในเรื่องของการให้คำตอบแทนการผลิตหรือลงทะเบียนเกษตรกรได้ง่ายขึ้นอีกทางหนึ่งด้วย

คำสำคัญ : การจำแนกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงวัตถุ มันสำปะหลัง และดาวเทียม LANDSAT 8

*ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: Nutchanatb@gmail.com

Cassava Planted Area Classification Using Object Based Image Analysis and Decision Tree : Case Study of Mahasarakham Province, Thailand

Nutchanat Buasri* Suphan Kanchanasuthum Kaew Naulchawee and Narumon Intarawichein

Faculty of Geoinformatics, Burapha University, Chonburi, 20131, Thailand

Abstract

Classification cassava planted area using LANDSAT 8 from satellite data with technical analysis, object-oriented and decision tree: case studies Mahasarakham province. The study aims to identify the cassava planted areas with technical analysis, object-oriented data and decision tree classification. Researchers have taken techniques used in object-oriented image classification. By dividing the image data (Segmentation) before distribution to group the data. Another factor in the segmentation data including Scale parameter Shape parameter and Compactness parameter to image objects corresponding to the object type. The average value of the object that was used to classify. The results of the research can be segmented image data 11,800 objects by the classified the vegetation has 8,783 objects or 3,042,100 rais and a series of plants to identify plant cassava under the classification in groups. Various conditions of each classification. The end result is a process that in ordered by 4th of classified. Cassava has classify by the object has 2,998 objects or 2,168,112 rais, representing 65 percent amount of area in the province. To check the accuracy of classification can determine where the field survey of 60 points on the object image classification to determine that the object image falls on Yucca 48 basis points to 80 percent, which is the result. The research was necessary on this occasion can be applied in the management of farmland. Managing agricultural zoning and about the area used for agricultural cultivation. And can predict the amount of acreage and yield by using technology to help explore. Reduce the cost of space exploration actually. It can also be integrated on track in terms of providing compensation to farmers or to register more easily with one another.

Keywords : Object Based Image Analysis, Segmentation, Cassava and LANDSAT 8

* Corresponding author : E-mail: Nutchanatb@gmail.com

จังหวัดมหาสารคาม เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ราบ ไม่มีภูเขา ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม พื้นที่การเกษตรประมาณ 2.64 ล้านไร่ หรือร้อยละ 75 ของพื้นที่ทั้งหมด เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 91 มีที่ดินเป็นของตนเอง พืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง และอ้อย เป็นต้น (ภณิตา, 2556) ซึ่งในเขตพื้นที่ของการปลูกมันสำปะหลัง เกษตรกรแต่ละคนจะมีการใช้สายพันธุ์มันสำปะหลังที่ไม่ค่อยแตกต่างกัน ซึ่งสายพันธุ์มันสำปะหลังและพื้นที่ที่ใช้ในการเพาะปลูกไม่มีผลต่อความแตกต่างของผลผลิตของมันสำปะหลังกัน แต่ประเภทของดินที่ใช้ในการเพาะปลูกส่งผลให้ผลผลิตจากการปลูกมันสำปะหลังแตกต่างกัน (หยาดพิรุณ, 2558) จากสถานการณ์ปัจจุบันความต้องการพลังงานมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ทำให้หลายประเทศให้ความสำคัญและได้มีความพยายามหาแหล่งพลังงานใหม่ๆ เข้ามา เพื่อเป็นแหล่งพลังงานทดแทนในอนาคต เช่น เอทานอล (ethanol) การผลิตเอทานอลภายในประเทศไทยมีการใช้วัตถุดิบหลักคือ มันสำปะหลัง (กันยา และคณะ, 2559) และประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีพื้นที่ของการปลูกมันสำปะหลังและส่งออกเป็นลำดับต้นๆ ในเอเชีย ซึ่งการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรและมีการบูรณาการเทคโนโลยีที่ทันสมัยสามารถสนับสนุนการดำเนินงานด้านการเกษตรได้อย่างต่อเนื่อง (วิทยา และคณะ, 2557) ซึ่งจะทำให้สามารถติดตามพื้นที่ของการเพาะปลูกมันสำปะหลัง รวมถึงการคาดการณ์ผลผลิตที่ได้เพื่อนำไปวางแผนจัดการการจัดเขตพื้นที่พืชเศรษฐกิจต่อไป

โดยปกติแล้ว การจำแนกข้อมูลจากดาวเทียมสามารถจำแนกลักษณะของพื้นที่ที่เป็นพืชพรรณแยกจากพื้นที่แหล่งน้ำหรือพื้นที่ดินโล่งได้อย่างชัดเจน โดยใช้เทคนิคในการจำแนก เช่น ดัชนีพืชพรรณ ช่วงเวลา ฤดูกาล เป็นต้น เนื่องจากค่าสะท้อนพลังงานของวัตถุของพืชกับน้ำแตกต่างกันอย่างชัดเจน แต่การจำแนกประเภทของพืชพรรณที่มีค่าการสะท้อนที่ใกล้เคียงกันโดยเฉพาะพืชที่มีลักษณะคล้ายกัน เช่น จำแนกพืชไร่หรืออ้อยกับมันสำปะหลัง หรือการจำแนกยูคาลิปตัสกับยางพารา เป็นต้น ทำให้ไม่ตึงเนื่องมาจากข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT มีรายละเอียดภาพ 30 เมตร x 30 เมตร จะมีค่าความแตกต่างของการจำแนกต่ำ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเทคนิคการวิเคราะห์ภาพเชิงวัตถุและเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจในการวิจัย ซึ่งจาก ลูธิตาธรณ์ (2556) ได้กล่าวว่าเทคนิคการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ (Object-based classification) ซึ่งจะอาศัยการจำแนกด้วยค่าการสะท้อน

แสงเช่นกัน แต่พิจารณาไปถึง ขนาด รูปร่าง สี ความเรียบ และการเกาะกลุ่มของข้อมูลที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม รวมไปถึงค่าความสำคัญของช่วงคลื่นซึ่งเรียกว่า ขั้นตอนการแบ่งส่วน (segmentation) และทำการจำแนกวัตถุจากค่าการสะท้อนแสงรวมของวัตถุที่สร้างขึ้น ซึ่งวิธีการนี้เป็นการรวมค่าการสะท้อนแสงที่ใกล้เคียงกันของจุดภาพเข้าด้วยกัน และเทคนิคการจำแนกต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่ง Ataman *et al.* (2010) กล่าวว่า เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจเป็นกระบวนการในการค้นหาแอตทริบิวต์ที่ดีที่สุดสำหรับแยกชุดของระเบียบลงในกลุ่มข้อมูลย่อย ด้วยการวัดค่าของข้อมูลที่ตรงกับค่าที่ต้องการ และกระทำขั้นตอนซ้ำแต่ละกลุ่มย่อยที่สร้างขึ้นใหม่เพื่อหาแอตทริบิวต์ต่อไป ซึ่งจะแยกชุดข้อมูลจนกว่าจะหยุดกระบวนการจนกว่าจะพบกับชุดข้อมูลที่เล็กที่สุดหรือที่ต้องการหาได้แล้วนั้น และคมกฤษณ์ (2554) ได้กล่าวไว้ว่าค่าการสะท้อนพลังงานของดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ในพืชแต่ละช่วงอายุจะมีแนวโน้มค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตั้งแต่หลังจากเริ่มเพาะปลูก 16 วัน 32 วันและ 64 วัน จนกระทั่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุดหลังจากเริ่มเพาะปลูก 80 วัน หลังจากนั้นจะลดลงเล็กน้อยหลังจากเริ่มเพาะปลูกไปแล้ว 112 วัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ค่า NDVI ของพืชจะแตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุ ซึ่งผู้วิจัยใช้ค่า NDVI ในการกำหนดในต้นไม้ตัดสินใจด้วย ซึ่งผลการจำแนกพืชพรรณเพื่อช่วยในการบริหารจัดการการปลูกพืชเศรษฐกิจในพื้นที่จังหวัดมหาสารคามต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมข้อมูล

การเตรียมข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ดังนี้

1.1 ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2557 มีระบบการบันทึกภาพแบบ OLI Multispectral bands 1-7 and 9 Resolution: 30 meters ระบบ OLI Panchromatic band 8 Resolution: 15 meters และระบบ TIRS bands 10-11 : collected at 100 meters พื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ครอบคลุม Path 128 Row 49 ระบบพิกัด UTM ซึ่งผู้วิจัยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมและข้อมูลภาคสนามในวันเดียวกันเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก ณ ช่วงเวลาปัจจุบัน

1.2 พื้นที่ศึกษา จังหวัดมหาสารคาม มีพื้นที่ประมาณ 3,307,300 ไร่ มีลักษณะเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำ มีลำน้ำชีเป็นแม่น้ำสายหลักไหลผ่านทางตอนเหนือของพื้นที่ มีแหล่ง

น้ำขนาดใหญ่สำหรับกักเก็บน้ำเพื่อการเกษตร พื้นที่ส่วนใหญ่ทำเกษตรกรรม เช่น นาข้าว มันสำปะหลังโรงงาน เป็นต้น

1.3 ข้อมูลจากการสำรวจข้อมูลภาคสนาม วันที่ 30-31 มกราคม 2557 บันทึกข้อมูลตามแบบบันทึกที่ได้ออกแบบไว้ บันทึกค่าพิกัดตำแหน่งแปลงเพาะปลูก และถ่ายภาพประกอบการสำรวจ

2. เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจำแนกพื้นที่เพาะปลูกพืช โดยใช้เทคนิคการจำแนกแบบ Object Based Image Analysis และการจำแนกแบบ Decision Tree โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลดัชนีพืชพรรณ (NDVI) จากข้อมูลดาวเทียมแลนด์แซท 8 นั้น ใช้ข้อมูลจากช่วงคลื่น NIR และ RED ในการคำนวณ โดยใช้สมการ ดังนี้

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

โดยที่ NDVI คือ ดัชนีพืชพรรณ

NIR คือ ช่วงคลื่น Near Infrared

RED คือ ช่วงคลื่นสีแดง

2.2 ในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงวัตถุ (Object based image analysis) คณะผู้วิจัยได้ทำการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ (Segmentation) โดยดำเนินการทดสอบค่าพารามิเตอร์ 3 ตัวที่ใช้ในกระบวนการทำการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างกัน กระบวนการสร้างวัตถุจากภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ วิธี Multi-resolution Segmentation โดยสามารถกำหนดค่าปัจจัย (parameter) ต่างๆ ที่เป็นตัวกำหนดในการแบ่งส่วนภาพ ได้แก่

1) ขนาดของภาพ (Scale parameter) ขนาดของ Scale value ที่กำหนดจะถูกใช้เป็นตัวแยกความแตกต่างของพื้นที่ (region) ทั้งนี้การกำหนดค่า Scale value นั้น ขึ้นกับลักษณะเฉพาะของแต่ละพื้นที่ที่มีความเป็นเนื้อเดียวกันของข้อมูลมากน้อยเพียงใด

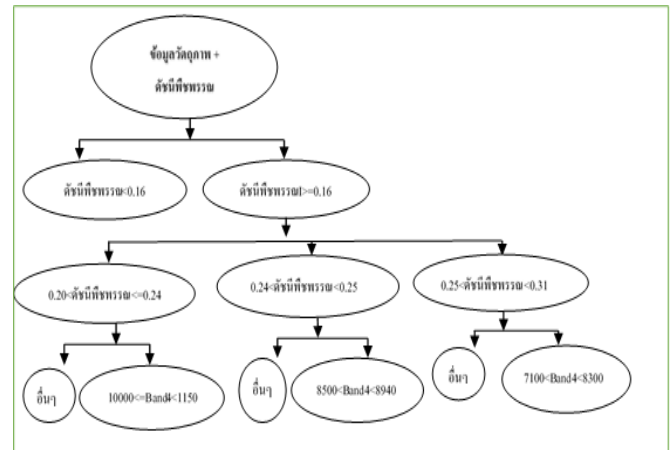
2) รูปร่าง (Shape parameter) เป็นการเลือกรูปร่างของวัตถุภาพที่จะถูกสร้างขึ้นมาเป็นปัจจัยในการพิจารณาเพื่อสร้างวัตถุภาพ สามารถกำหนดค่าน้ำหนักของคุณลักษณะได้ตั้งแต่ 0 - 1

3) ค่าความหนาแน่น (Compactness parameter) เป็นการพิจารณาจุดภาพที่จะสร้างแบบใช้ปัจจัยด้านรูปร่างที่มีลักษณะเกาะกลุ่มกันแน่น เช่น บริเวณที่มีการปลูกพืช

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2560

หนาแน่น สามารถกำหนดค่าน้ำหนักของคุณลักษณะ ได้ตั้งแต่ 0-1

3. การจำแนกแบบลำดับขั้น (Decision Tree) เป็นการจำแนกโดยกำหนดเงื่อนไขของการจำแนกในแต่ละขั้น เพื่อคัดกรองข้อมูลส่วนที่ไม่ต้องการออก และนำเฉพาะข้อมูลที่ต้องการมาจำแนกในขั้นต่อไป



ภาพที่ 1 การจำแนกแบบลำดับขั้น

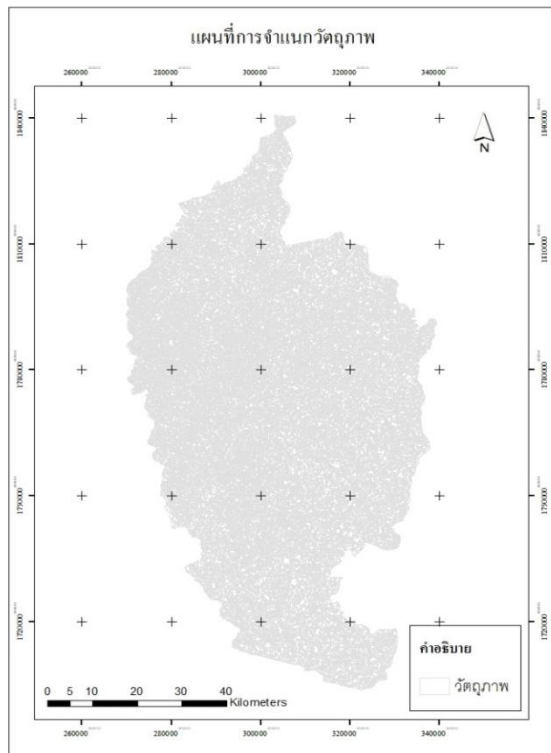
ผลการวิจัย

1. ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ

โดยกำหนดให้ค่าปัจจัยในการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ ดังนี้ Scale parameter = 150 Shape parameter = 0.5 และ Compactness parameter = 0.7 ซึ่งได้กำหนดค่าของปัจจัยต่างๆ ในการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ พบว่าค่า Scale parameter และ Shape parameter มีค่าน้อยจะได้วัตถุภาพขนาดเล็ก ข้อมูลที่ได้จากการแบ่งส่วนข้อมูลภาพนั้น สามารถแบ่งวัตถุภาพตามค่าเฉลี่ยของค่าสะท้อนพลังงานเชิงคลื่น (Digital Number) ของข้อมูลจากดาวเทียม ผลการแบ่งส่วนดังแสดงในภาพที่ 2

จากภาพที่ 2 ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ สามารถแบ่งส่วนข้อมูลภาพได้ทั้งสิ้น 11,880 วัตถุภาพ หลังจากการแบ่งส่วนข้อมูลภาพแล้ว จะได้ข้อมูลที่เป็นวัตถุภาพหลายๆ วัตถุภาพ จากนั้นนำวัตถุภาพที่ได้มาทำการจำแนกข้อมูล โดยในการจำแนกจะใช้ค่าเฉลี่ยของวัตถุภาพในการพิจารณาการจำแนกและการกำหนดเงื่อนไขในการจำแนกต่อไป โดยการจำแนกพืชพรรณด้วยเทคนิคการจำแนกแบบต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ดังนี้

1.1 ลำดับขั้นที่ 1 (Root node) คือข้อมูลชุดที่ได้จากการทำการแบ่งส่วนภาพ โดยนำวัตถุภาพทั้งหมด 11,880 วัตถุภาพ มาทำการจัดกลุ่มในลำดับต่อไป

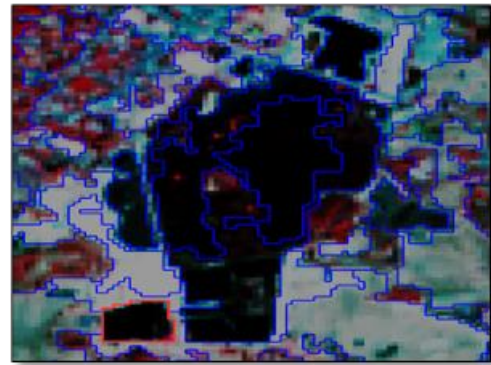


ภาพที่ 2 ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ

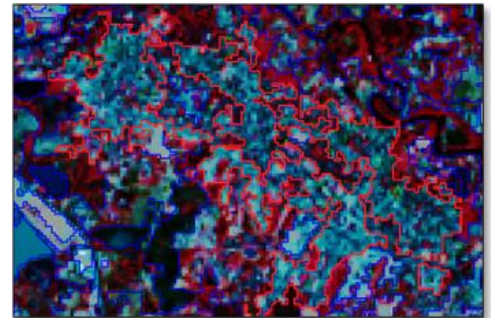
1.2 ลำดับขั้นที่ 2 การจำแนกพื้นที่พืชพรรณและไม่ใช่พืชพรรณ โดยกำหนดค่า NDVI สำหรับจำแนกพื้นที่ที่ไม่ใช่พืชพรรณ ซึ่งจากการศึกษาค่าของวัตถุภาพ เพื่อหาค่าเฉลี่ยของวัตถุภาพที่ไม่ใช่พืชพรรณ พบว่า มีค่า NDVI ไม่เกิน 0.16 ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 3

จากภาพที่ 3 ข้อมูลที่ไม่ใช่พืชพรรณ พบว่า ค่าดัชนีพืชพรรณของแหล่งน้ำมีค่า 0.02 และชุมชนมีค่า 0.16 ซึ่งเมื่อพิจารณาจากข้อมูลวัตถุภาพหลายๆ วัตถุภาพสามารถหาค่ามากที่สุดโดยประมาณของข้อมูลที่ไม่ใช่พืชพรรณโดยพบว่า มีค่าไม่เกิน 0.16 จึงใช้เป็นข้อกำหนดในการจำแนกผลการจำแนกดังแสดงในภาพที่ 4

จากภาพที่ 4 ผลการจำแนกพืชพรรณและไม่ใช่พืชพรรณ พบว่า สามารถจำแนกวัตถุภาพที่เป็นพืชพรรณได้ 8,783 วัตถุภาพ มีขนาดพื้นที่ 3,042,100 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 74.43 ของพื้นที่ทั้งหมด และส่วนที่ไม่ใช่พืชพรรณจำนวน 3,097 วัตถุภาพ ซึ่งข้อมูลพืชพรรณที่จำแนกได้นี้จะนำไปใช้ในการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกต่อไป



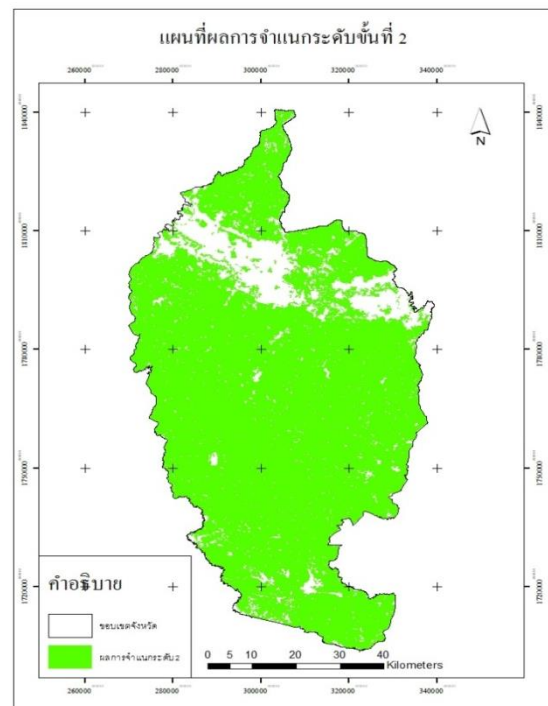
ก) แหล่งน้ำ NDVI=0.02



ข) ชุมชน NDVI=0.16

ภาพที่ 3 ตัวอย่างข้อมูลวัตถุภาพที่ไม่ใช่พืชพรรณ

ก) แหล่งน้ำ ข) ชุมชน



ภาพที่ 4 ผลการจำแนกพืชพรรณและไม่ใช่พืชพรรณ

1.3 ลำดับขั้นที่ 3 จำแนกข้อมูลอายุของพืชตามค่า NDVI ขั้นตอนนี้ นำเฉพาะข้อมูลวัตถุภาพพืชพรรณที่ได้จากการจำแนกข้างต้นมาจำแนก จำนวน 8,783 วัตถุภาพ มาจำแนกอายุของพืช โดยใช้ค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ที่ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มเลือกพื้นที่ตัวอย่างเพื่อหาค่าตัวแทนของค่า NDVI ในพื้นที่การใช้งานที่ดินแต่ละประเภท ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้ ได้กำหนดค่าของช่วงข้อมูล NDVI ที่นำมาใช้ในการกำหนดเกณฑ์การจำแนกพืชตามกลุ่มอายุ ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การกำหนดค่าปัจจัยการจำแนกระดับขั้นที่ 3

ช่วงอายุ	เดือน	ค่าที่กำหนด
ระยะที่ 1	0 – 3	$0.20 \leq \text{NDVI} < 0.24$
ระยะที่ 2	4 – 7	$0.24 \leq \text{NDVI} < 0.25$
ระยะที่ 3	8 – 12	$0.25 \leq \text{NDVI} < 0.31$

ผลการจำแนกในระดับขั้นที่ 3 พบว่าสามารถจำแนกพืชจากค่า NDVI ตามช่วงอายุพืช จากวัตถุภาพพืชพรรณจำนวน 8,783 วัตถุภาพ ได้ดังนี้

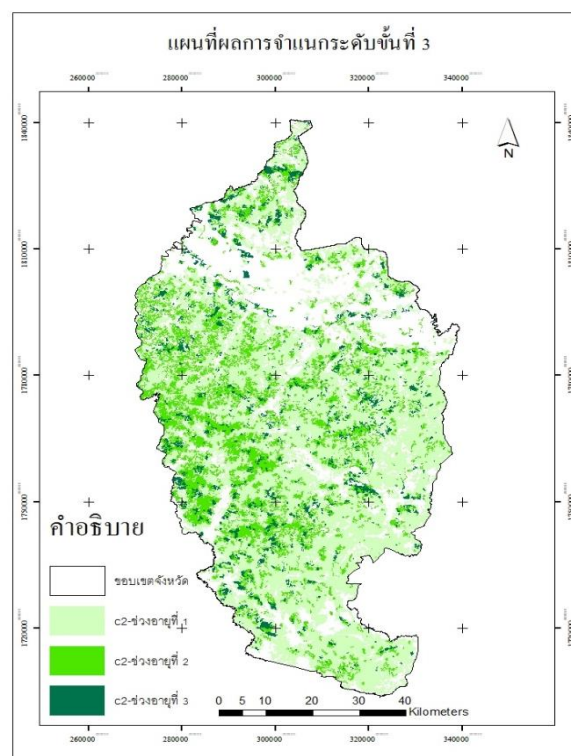
ตารางที่ 2 ผลการจำแนกระดับขั้นที่ 3

ระยะของพืช	จำนวนวัตถุภาพ	พื้นที่ (ไร่)
ระยะที่ 1	4,194	1,749,400.00
ระยะที่ 2	1,985	607,068.75
ระยะที่ 3	937	184,237.50
พืชชนิดอื่นๆ	1,667	501,393.75
รวม	8,783	3,042,100.00

จากตารางที่ 2 ผลการจำแนกระดับขั้นที่ 3 โดยสามารถจำแนกวัตถุภาพของพืชพรรณ จาก 8,783 วัตถุภาพ จำแนกเป็นพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังตามระยะของพืช ได้ 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 จำนวน 4,194 วัตถุภาพ ระยะที่ 2 จำนวน 1,985 วัตถุภาพ และระยะที่ 3 จำนวน 937 วัตถุภาพ รวมทั้งสิ้นสามารถจำแนกพื้นที่มันสำปะหลังโรงงานได้ 7,116 วัตถุภาพ และสามารถจำแนกพื้นที่อื่นๆ ที่ไม่ใช่มันสำปะหลังออกได้ 1,667 วัตถุภาพ แผนที่ผลการจำแนกอายุพืชตามค่า NDVI สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 5

1.4 ระดับขั้นที่ 4 จำแนกข้อมูลพืชพรรณ ชนิดของพืชตามค่าการสะท้อนของ Band 4 (0.64 - 0.67) ซึ่งเป็นช่วงคลื่นที่สามารถนำมาใช้แยกประเภทพืชพรรณ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของวัตถุภาพจะมีค่าของพืชพรรณที่โดดเด่นแตกต่างจากช่วงคลื่นอื่นๆ จึงได้นำมาทดลองใช้เพื่อศึกษาและจำแนกชนิดของพืชพรรณ ซึ่งจากการศึกษาค่าของข้อมูลใน Band 4 พบว่า การสะท้อนพลังงานของ Band

4 ที่นำมากำหนดเงื่อนไขในการจำแนกพืชมันสำปะหลังโรงงานจากพืชชนิดอื่นๆ



ภาพที่ 5 ผลการจำแนกระดับขั้นที่ 3

ตารางที่ 3 การกำหนดค่าปัจจัยการจำแนกระดับขั้นที่ 4

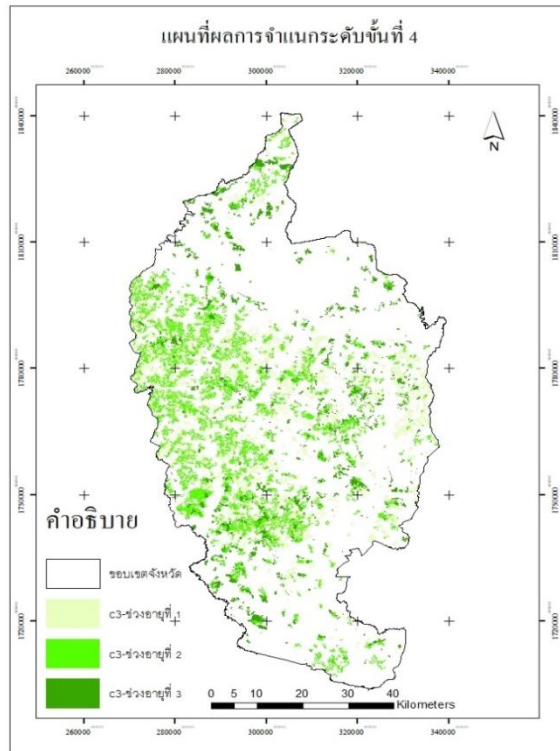
ช่วงอายุ	เดือน	ค่าที่กำหนด
ระยะที่ 1	0 – 3	$10,000 \leq \text{BAND4} < 11,500$
ระยะที่ 2	4 – 7	$8,500 \leq \text{BAND4} < 9,840$
ระยะที่ 3	8 – 12	$7,100 \leq \text{BAND4} < 8,300$

เมื่อกำหนดช่วงของข้อมูลในการจำแนกแล้ว จึงทำการจำแนกโดยการกำหนดเงื่อนไขของการจำแนก โดยนำชุดข้อมูลวัตถุภาพที่จำแนกได้ในระดับขั้นที่ 3 จำนวน 7,116 วัตถุภาพ มาจำแนกทีละกลุ่มตามระยะของการเจริญเติบโต โดยกำหนดเงื่อนไขของชุดข้อมูลในระยะที่ 4 ดังตารางที่ 3 ผลการจำแนกมันสำปะหลังโรงงานดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการจำแนกระดับขั้นที่ 4

ระยะของพืช	จำนวนวัตถุภาพ	พื้นที่ (ไร่)
ระยะที่ 1	1,287	309,687.5
ระยะที่ 2	957	368,362.5
ระยะที่ 3	754	149,006.25
รวม	2,998	827,056.25

จากตารางที่ 3 และตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าผลการจำแนกมันสำปะหลังในระดับชั้นที่ 3 สามารถจำแนกมันสำปะหลังโรงงานได้จำนวน 7,116 วัตถุภาพ ซึ่งจากการจำแนกในระดับชั้นที่ 4 สามารถจำแนกมันสำปะหลังโรงงานได้ จำนวน 2,998 วัตถุภาพ สามารถสกัดเอาข้อมูลที่ไม่ใช่มันสำปะหลังออกไปได้ จำนวน 4,118 วัตถุภาพ ซึ่งแผนที่ของผลการจำแนกระดับที่ 4 สามารถแสดงได้ภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ผลการจำแนกระดับชั้นที่ 4

จากการจำแนกพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังโรงงานในจังหวัดมหาสารคามด้วยเทคนิคการจำแนกแบบต้นไม้ตัดสินใจ และเทคนิคการวิเคราะห์ภาพเชิงวัตถุ สามารถจำแนกพืชได้ดังแสดงในตารางที่ 5

จากตารางที่ 5 ผลการจำแนกมันสำปะหลังจากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงวัตถุ และการจำแนกแบบต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งผลการจำแนกทั้ง 4 ระดับ โดยใช้ช่วงอายุของพืชเป็นเกณฑ์ในการแบ่งผลของการจำแนกอีกด้วย

4. การตรวจสอบความถูกต้อง โดยเปรียบเทียบข้อมูลวัตถุภาพที่ได้จากการจำแนกกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามจำนวน 60 จุด พบว่า ผลการจำแนกจากการวิเคราะห์มีจำนวน 48 จุด คิดเป็นร้อยละ 80

ตารางที่ 5 ผลการจำแนกมันสำปะหลังโรงงาน

ระดับการจำแนก	ประเภทการจำแนก	จำนวน Objects	พื้นที่ (ไร่)
ชั้นที่ 1	Segmentation	11,800	3,307,300
ชั้นที่ 2	พืชพรรณ	8,783	3,042,100
ชั้นที่ 3	ระยะที่ 1	4,191	1,749,400
	ระยะที่ 2	1,985	607,068.7
	ระยะที่ 3	937	184,237.5
ชั้นที่ 4	ระยะที่ 1	1,287	309,687.5
	ระยะที่ 2	957	368,362.5
	ระยะที่ 3	754	149,006.2

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการวิจัยการจำแนกข้อมูลด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงวัตถุจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 8 ซึ่งเป็นข้อมูลจากดาวเทียมรายละเอียดต่ำ มีค่าความแยกชัดเชิงภาพ (Resolution) 30 เมตร มีค่าของการสะท้อนเชิงคลื่นที่ค่อนข้างคล้าย มีการแยกชัดของประเภทพืชพรรณค่อนข้างน้อย ผู้วิจัยได้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ภาพเชิงวัตถุซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชิดชนก และคณะ (2550) ที่ใช้การวิเคราะห์เชิงวัตถุภาพมาจำแนกข้อมูลจากดาวเทียมจะช่วยให้ข้อมูลภาพมีความถูกต้องมากขึ้น ซึ่งจากการศึกษาเปรียบเทียบงานวิจัยของฐิตาภรณ์ (2556) ได้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ภาพเชิงวัตถุกับข้อมูลจากดาวเทียมรายละเอียดสูงเพื่อจำแนกพื้นที่เมือง ซึ่งต่างจากผู้วิจัยที่ใช้ข้อมูลรายละเอียดต่ำเพื่อจำแนกพื้นที่เกษตรกรรม แต่ผลการวิจัยที่พบตรงกันคือ ขนาดของ Scale parameter มีผลต่อการแบ่งส่วนภาพมากที่สุด รองลงมาคือ Shape parameter และ Compactness parameter ตามลำดับ ซึ่งการกำหนดค่าปัจจัยต่างๆ ที่แตกต่างกันจะทำให้วัตถุภาพที่ได้มีขนาดต่างกัน หากวัตถุภาพมีขนาดใหญ่ นั้นหมายถึงภาพที่ได้จะมีความหลากหลายของข้อมูลค่อนข้างมาก ยากต่อการจำแนกให้ได้ข้อมูลภาพที่ตรงกับการใช้ประโยชน์ที่ดินเพียงด้านเดียว และผู้วิจัยยังได้วิธีใช้การสกัดข้อมูลที่ไม่ใช่พืชพรรณด้วยข้อมูลดัชนีพืชพรรณออกก่อนที่จะทำขั้นตอนการจำแนกประเภทของพืชพรรณต่อไป เพื่อเป็นการลดทอนจำนวนข้อมูลที่จะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป โดยใช้การจำแนกแบบต้นไม้ตัดสินใจจำแนกตามการกำหนดเงื่อนไขจนถึงขั้นสุดท้าย เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ตรงตามความต้องการ โดยผู้วิจัยกำหนดเงื่อนไขของค่า NDVI และค่าเฉลี่ย

วัตถุดิบของแบนด์ 4 มากำหนดช่วงอายุและชนิดของพืชพรรณ ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้การวิเคราะห์ข้อมูล และผลการจำแนกมีความถูกต้อง

สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงวัตถุ ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพได้ทั้งหมด 11,880 วัตถุภาพ ซึ่งนำมาจำแนกเป็นข้อมูลพืชพรรณได้ 8,783 วัตถุภาพ จากนั้น นำข้อมูลวัตถุภาพพืชพรรณมาจำแนกประเภทของพืชพรรณ จำแนกตามค่าเฉลี่ยของข้อมูลวัตถุภาพนั้นๆ โดยสามารถจำแนกมันสำปะหลังโรงงานในจังหวัดมหาสารคาม ซึ่งผลลัพธ์สุดท้ายอยู่ในระดับชั้นที่ 4 สามารถจำแนกพื้นที่มันสำปะหลังได้ จำนวน 2,998 วัตถุภาพ คิดเป็นพื้นที่ 2,168,112 ไร่ จากตรวจสอบข้อมูลวัตถุภาพที่ได้จากการจำแนกกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามจำนวน 60 จุด พบว่า ผลการจำแนกจากการวิเคราะห์มีจำนวน 48 จุด คิดเป็นร้อยละ 80 ซึ่งผลที่ได้จาก

การจำแนกนี้สามารถนำไปใช้ในการติดตามพื้นที่เพาะปลูกพืชมันสำปะหลังได้ และยังสามารถนำไปใช้ประกอบการคาดการณ์พื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตได้ เพื่อให้เกษตรกรได้ติดตามสถานการณ์ของการปลูกมันสำปะหลัง และหน่วยงานของรัฐสามารถนำไปติดตามและลงทะเบียนเกษตรกรได้สะดวกขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้ได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สุพรรณ กาญจนสุธรรม รศ.ดร. แก้ว นวลฉวี และดร. นฤมล อินทวิเชียร เป็นอย่างยิ่ง และได้รับกำลังใจจากพ่อแม่พี่น้องและครอบครัวด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยขอน้อมสักการะ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงยิ่งในความช่วยเหลือในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กันยา พลแสน ฉลอง วชิราภากร จันทิรา วงศ์เนตร และวรางคณา แดนสีแก้ว. 2559. การใช้กากเอทานอลหมักยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ในสูตรอาหารผสมสำเร็จต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะและกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนในโคพื้นเมือง. วารสารเกษตรพระวรุณ 13 (1) : 105-115.
- คมกฤษณ์ ศิริรมย์. 2554. การศึกษาอัตราการแพร่กระจายก๊าซมีเทนในนาข้าวจากดัชนีพีชพรรณ โดยประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM กรณีศึกษา อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม) คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- ชิดชนก ส่งศิริ ธนาวิมลรัตน์ รักธรรมานนท์ และกฤษณะ ไวยมัย. 2550. เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลบนฐานข้อมูลเชิงวัตถุ. (สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2557) Available from: URL: index.ku.ac.th/file_research/ooclassi_ncsec_6page.doc
- ฐิตาภรณ์ สาดแสงจันทร์. 2556. การจำแนกเชิงวัตถุจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม THEOS : กรณีศึกษาในบริเวณจังหวัดนนทบุรี. (สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2557) Available from: URL: <http://www.arts.chula.ac.th/~geography/Senior%20project/Titaporn%202013.pdf>
- ภนิดา สุนทรไชย เสาวลักษณ์ นิกรพิทยา และเขมิกา แสนโสม. 2556. การบริหารการเงินและความเสี่ยง กรณีกลุ่มเกษตรกรทำนาเขตจังหวัดกาฬสินธุ์และมหาสารคาม. วารสารเกษตรพระวรุณ 10 (2) : 213-220.
- วิทยา เจริญศิริ สัญญา เคนาภูมิ และภักดี โพธิ์สิงห์. 2557. ปัจจัยทางการบริหารและวัฒนธรรมองค์กรที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดมหาสารคาม. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 8(3) : 153-164.
- หยาดพิรุณ สุภรากรสกุล. 2558. ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิตของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเพชรบูรณ์. วารสารเกษตรพระวรุณ 12(2) : 90-95.
- Ataman, K., Kulick, G. and Sim, T. 2010. Teaching decision tree classification using Microsoft Excel. INFORMS Transactions on education 11(3) : 123-131.

ความต้องการการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรในจังหวัดมหาสารคาม

นราธิป ศรีพิ้ว^{1*} และภาณุพันธุ์ ประภาติกุล²

¹ภาควิชาส่งเสริมการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002

²ภาควิชาพัฒนาเศรษฐกิจการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50200

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล ปัจจัยทางเศรษฐกิจ ปัจจัยทางสังคม บางประการของเกษตรกร 2) สภาพการเลี้ยงและปัญหาในการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกร 3) ความต้องการการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกร และ 4) เปรียบเทียบความต้องการการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรที่มีลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล ปัจจัยทางเศรษฐกิจ ปัจจัยทางสังคม และสภาพการเลี้ยงโคเนื้อที่แตกต่างกัน ในการศึกษาครั้งนี้เก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนธันวาคม 2558 – มกราคม 2559 โดยมีกลุ่มตัวอย่าง 202 ราย ซึ่งเป็นเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อในจังหวัดมหาสารคาม โดยใช้แบบสัมภาษณ์ในการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม ค่าสถิติที่ใช้ คือ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับการเปรียบเทียบความต้องการใช้สถิติ ค่า t-test และค่า F-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 93% ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 54.95 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา เกษตรกรส่วนใหญ่มีอาชีพหลัก คือ ทำนา และเลี้ยงโคเนื้อเป็นอาชีพรอง มีรายได้รวมของครัวเรือนในรอบปีเฉลี่ย 64,870.30 บาท ใช้เงินทุนหมุนเวียนในการเลี้ยงโคเนื้อในรอบปีเฉลี่ย 11,024 บาท รายได้ทั้งหมดจากการเลี้ยงโคเนื้อของครัวเรือนเฉลี่ย 47,656.72 บาท และมีจำนวนแรงงานในการเลี้ยงโคเนื้อของครัวเรือนเฉลี่ย 1.69 คน เกษตรกรมีประสบการณ์ในการเลี้ยงโคเนื้อเฉลี่ย 21.2 ปี พันธุ์โคเนื้อที่นิยมเลี้ยงคือ โคเนื้อพันธุ์ลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองกับพันธุ์อเมริกันบรามันท์ สำหรับการจำหน่ายโคเนื้อเกษตรกรจะจำหน่ายให้กับพ่อค้าคนกลางที่มารับซื้อภายในหมู่บ้าน และจะจำหน่ายโคเนื้อเฉพาะเพศผู้เป็นหลัก

เกษตรกรมีความต้องการด้านความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงโคเนื้อในระดับมาก ได้แก่ 1) การปลูกหญ้าและจัดการแปลงหญ้า 2) การป้องกันโรคระบาดในโคเนื้อ 3) การถนอมพืชอาหารสัตว์ และ 4) การเลือกซื้อพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์โคเนื้อ และมีความต้องการด้านวิธีการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อในระดับมาก ได้แก่ 1) การเยี่ยมเยียนเกษตรกรเป็นรายบุคคล 2) การทัศนศึกษาดูงาน 3) การฝึกอบรมการเลี้ยงโคเนื้อ 4) การถ่ายทอดความรู้ผ่านผู้นำหมู่บ้าน 5) การจัดตั้งกลุ่มสาธิตการเลี้ยงโคเนื้อ 6) เอกสารคำแนะนำการเลี้ยงโคเนื้อ และ 7) ข่าวเกี่ยวกับการเลี้ยงโคเนื้อทางช่องทางวิทยุและโทรทัศน์ และมีความต้องการด้านการสนับสนุนในการเลี้ยงโคเนื้อในระดับมาก ได้แก่ 1) การให้บริการผสมเทียม 2) การบริการผสมพันธุ์โดยวิธีจุฬผสม 3) การจำหน่ายยากำจัดพยาธิภายในและภายนอก 4) การให้บริการฉีดวัคซีนและยาบำรุง 5) การจัดจำหน่ายแร่ธาตุอาหารเสริม 6) เมล็ดพันธุ์/ท่อนพันธุ์พืชอาหารสัตว์ 7) การจำหน่ายพ่อพันธุ์โคเนื้อแก่เกษตรกรที่ให้ความสนใจในการปรับปรุงพันธุ์ และ 8) การจำหน่ายฟางอัดฟ่อนและหญ้าแห้งอัดฟ่อนในช่วงหน้าแล้ง

ผลจากการเปรียบเทียบความต้องการการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกร จำนวน 3 ด้าน คือ ด้านความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยง ด้านวิธีการส่งเสริมการเลี้ยง และด้านการสนับสนุนในการเลี้ยง โดยจำแนกตามเพศ อายุ แรงงานในการเลี้ยง ประสบการณ์ในการเลี้ยง และจำนวนโคเนื้อ ที่แตกต่างกัน พบว่า มีความต้องการการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในบางประเด็น

คำสำคัญ : ความต้องการการส่งเสริม การเลี้ยงโคเนื้อ และจังหวัดมหาสารคาม

* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: Naratip_ex@hotmail.com

Needs for Extension of Beef Cattle Farmers in Mahasarakham province

Naratip Sripua^{1*} and Panuphan Prapatigul²

¹*Department of Agricultural Extension, Faculty of Agriculture, Khonkaen University, 40002, Thailand*

²*Department of Agricultural Economy and Development, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, 50200, Thailand*

Abstract

The objectives of this research were to study 1) the personal characteristics, economic factors and social factors of farmers 2) the situation and problems of beef cattle raising by the farmers 3) the needs for extension in beef cattle raising and 4) a comparison on the needs for extension of beef cattle farmers who were different in personal characteristics, economic and social factors and beef cattle raising situation. Data had been collected during December 2015-January 2016 with 202 samples of Beef cattle farmers in MahaSarakham Province, using an interview schedule. Data analysis was made with program. The statistics are frequency, percentage, means, maximum, minimum and standard deviation. For comparison, the needs for extension using the t-test and F-test the confidence level of 93%.

The results of the study revealed that the subjects were male with average age of 54.95 years old and held certificate of primary education. The famers had rice farming as their main occupation and beef cattle raising as secondary occupation. Total income of the average household in the year 64,870.30 baht, cash flow in beef cattle raising each year, the average of 11,024 baht. All proceeds from beef cattle, the average household 47,656.72 baht. And the labours for beef cattle raising with average of 1.69 persons. The farmers had experiences in beef cattle raising for an average of 21.2 years. The beef cattle was crossbred of Thai native cattle and American Brahman. For of the farmers sold their beef cattle to local a middleman who bought direct in the village; the popular beef cattle sold were bull.

The farmers' needs for knowledge about beef cattle were high level such as: 1) how to grow grass and pasture management, 2) how to protect epidemics in beef cattle, 3) how to preservation a forage crop and 4) how to buying bull and cow. The farmers' needs for extension of beef cattle were high level such as: 1) visit to individual beef cattle farmer, 2) the study tour, 3) the training in beef cattle raising, 4) knowledge transfer to community leaders, 5) setting a group demonstrative beef cattle raising and 6) giving guidance documents to beef cattle raising and 7) new channels, radio and television including beef cattle raising. and The farmers' needs for support in raising beef cattle were high level such as: 1)service of the Artificial Insemination (AI), 2) the providing support for breeding service by hand mating method, 3) selling anthelmintic drug and external parasitic agents, 4) service of the vaccination and the healthy drug, 5) selling of vitamin and mineral, 6) providing support for cheap grass seed, 7) selling of the bull for the interested farmer group about breeding improvement and 8) selling of the bell straw and hay during the summer

season.

The comparison on the needs for extension of beef cattle raising by farmers could be seen in 3 major aspects: the knowledge on beef cattle raising, the extension of beef cattle raising and the support for beef cattle raising. by classified selected farmers' characteristics as gender, age, the labors for beef cattle, experience in beef cattle and the number of beef cattle a different, it was found that there were statistically significant differences in some items.

Keywords: Needs for extension beef cattle raising and mahasarakham province

* Corresponding author: E-mail: Naratip_ex@hotmail.com

การเลี้ยงโคเนื้อในอดีตที่ผ่านมาเน้นเกษตรกรมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อใช้แรงงานสำหรับการทำการเกษตรเป็นหลัก ซึ่งเป็นการเลี้ยงแบบปล่อยตามธรรมชาติ และใช้ผลพลอยได้ที่ได้จากกิจกรรมทางการเกษตรที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้เป็นอาหาร ซึ่งไม่ได้เป็นการเลี้ยงโคเนื้อเพื่อเป็นการค้า แต่รูปแบบการเลี้ยงได้เปลี่ยนมาเป็นการเลี้ยงเพื่อการผลิตเนื้อโคเป็นหลักแทน เนื่องจากความต้องการบริโภคเนื้อสัตว์เพิ่มขึ้น ทั้งจากความต้องการของผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ ล้วนส่งผลทำให้ลักษณะการเลี้ยงของเกษตรกรเปลี่ยนเป็นการเลี้ยงในรูปแบบฟาร์มมากขึ้น ประกอบกับการที่รัฐบาลได้มีการกำหนดนโยบายส่งเสริมการเลี้ยง และเป็นโครงการหนึ่งในแผนปรับโครงสร้างระบบการผลิตการเกษตร ทั้งนี้โดยหวังว่าจะทำให้เป็นอาชีพที่ทำรายได้ให้เกษตรกรได้อย่างสม่ำเสมอ (กรมปศุสัตว์, 2555)

จังหวัดมหาสารคามเป็น 1 ใน 25 จังหวัดทั่วประเทศที่ได้ถูกกำหนดเป็นพื้นที่เพื่อการส่งเสริมการผลิตโคเนื้อตามประกาศของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พ.ศ.2556 ทั้งนี้เนื่องมาจากเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลในระดับประเทศ จังหวัดมหาสารคามเป็นจังหวัดที่มีจำนวนโคเนื้อมากเป็นอันดับ 10 ของประเทศ และเป็นอันดับที่ 3 ของกลุ่มจังหวัดในเขตปศุสัตว์ที่ 4 รองมาจากขอนแก่นและสกลนคร และเกี่ยวข้องกับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อ 30,766 ครอบครัวย มีมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (GPP) ไม่น้อยกว่า 250-300 ล้านบาทต่อปี อีกทั้งจังหวัดมหาสารคาม ถือเป็นจุดกึ่งกลางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สศค่ออีสาน) และเป็นแหล่งของสถาบันการศึกษาที่มีความหนาแน่นของประชากร และผู้คนสนใจในระบบการศึกษาจำนวนมาก จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาศักยภาพในด้านการผลิตอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อโคที่ต้องมีการเพิ่มด้านปริมาณการผลิตและด้านคุณภาพควบคู่กัน เพื่อเป็นการรองรับความต้องการของผู้บริโภคภายในจังหวัด (สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดมหาสารคาม, 2557) แต่ในความเป็นจริงกลับพบว่า ในปี 2556 จังหวัดมหาสารคาม มีจำนวนของโคเนื้อเพียง 112,396 ตัว ซึ่งมีจำนวนลดลงจากปี 2555 ที่มีโคเนื้อ 192,131 ตัว ซึ่งลดลงคิดเป็นร้อยละ 41.5 โดยในปี 2555 - 2557 พบว่า มีจำนวน 6 อำเภอในจังหวัดมหาสารคามที่มีจำนวนโคเนื้อลดลงอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ อำเภอบรบือ อำเภอวาปีปทุม อำเภอโกสุมพิสัย อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย

อำเภอนาเชือก และอำเภอแกลง ทั้งที่มีการดำเนินโครงการส่งเสริมการผลิตโคเนื้ออย่างต่อเนื่อง

ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าความต้องการการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรในจังหวัดมหาสารคามจึงมีความสำคัญที่จะทำการศึกษา เพื่อที่จะได้ทราบถึงสภาพการเลี้ยงโคเนื้อ ปัญหาในการเลี้ยงโคเนื้อ และความต้องการการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อที่แท้จริงของเกษตรกร ซึ่งจะนำปัญหาดังกล่าวมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการวางแผนการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อที่เหมาะสมกับสภาพการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกร และสอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาโคเนื้อของกรมปศุสัตว์ ซึ่งจะเป็นการพัฒนาการเลี้ยงโคเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา

1. ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล ปัจจัยทางเศรษฐกิจ ปัจจัยทางสังคม ของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อ
2. สภาพการเลี้ยงโคเนื้อ และปัญหาในการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกร
3. ความต้องการการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกร
4. เปรียบเทียบความต้องการการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรที่มีลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล ปัจจัยทางเศรษฐกิจ ปัจจัยทางสังคม และสภาพการเลี้ยงโคเนื้อที่แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อในจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 202 ราย ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling) จากประชากรทั้งหมด 17,439 ราย เก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือน ธันวาคม 2558- มกราคม 2559 โดยแบ่งความต้องการการส่งเสริมออกเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงโคเนื้อ 2) ด้านวิธีการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อ และ 3) ด้านการสนับสนุนในการเลี้ยงโคเนื้อ โดยแยกด้านละ 9 ประเด็นความต้องการวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป เพื่อหา

ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และในการเปรียบเทียบความต้องการใช้สถิติ ค่า t-test และ ค่า F-test โดยกำหนดค่าคะแนนความต้องการการส่งเสริมทั้ง 3 ด้าน เป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต้องการมาก ต้องการน้อย และไม่ต้องการ มีค่าคะแนนเท่ากับ 3, 2 และ 1 ตามลำดับ และใช้ค่าเฉลี่ยจัดระดับเป็นช่วงคะแนนเพื่อแปลความหมายระดับความต้องการ (บุญชม, 2532) ดังนี้ ค่าเฉลี่ย 2.34-3.00, 1.67-2.33 และ 1.00-1.66 หมายถึง มีความต้องการมาก มีความต้องการน้อย และไม่มีความต้องการ ตามลำดับ และทำการเปรียบเทียบระดับความต้องการระหว่างกลุ่มเกษตรกรโดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ เพศ อายุ แร่งงาน ในการเลี้ยงโคเนื้อ ประสพการณ์ในการเลี้ยงโคเนื้อ และจำนวนโคเนื้อของเกษตรกร ดังนี้ 1) เพศ แบ่งเป็น เพศชายและเพศหญิง 2) อายุ แบ่งเป็น อายุไม่เกิน 55 ปี อายุ 56-65 ปี และมากกว่า 65 ปีขึ้นไป 3) แร่งงานในการเลี้ยงโคเนื้อ แบ่งเป็น 1 คน และ 2 คนขึ้นไป 4) ประสพการณ์ในการเลี้ยงโคเนื้อ แบ่งเป็น 1-10 ปี 11-20 ปี และมากกว่า 20 ปีขึ้นไป และ 5) จำนวนโคเนื้อ แบ่งเป็น 1-5 ตัว และ 6 ตัว ขึ้นไป

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. ผลการวิจัย

1.1 ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล ปัจจัยทางเศรษฐกิจ ปัจจัยทางสังคมของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 54.95 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา มีอาชีพหลักคือ ทำนา และมีอาชีพรอง คือ เลี้ยงโคเนื้อ โดยครัวเรือนเกษตรกรมีรายได้รวมในรอบปีเฉลี่ย 64,870.30 บาท ใช้เงินทุนหมุนเวียนในการเลี้ยงโคเนื้อ 11,024 บาท/ครัวเรือน และมีรายได้ทั้งหมดจากการเลี้ยงโคเนื้อเฉลี่ย 47,656.72 บาท/ครัวเรือน เกษตรกรมีจำนวนแรงงานในการทำเกษตรเฉลี่ย 2.51 คน/ครัวเรือน จำนวนแรงงานที่ใช้เลี้ยงโคเนื้อเฉลี่ย 1.69 คน/ครัวเรือน และเกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 95.0 ไม่ได้เป็นสมาชิกกลุ่มผู้เลี้ยงโคเนื้อ (ตารางที่ 1)

1.2 สภาพการเลี้ยงโคเนื้อ พบว่า เกษตรกรมีประสพการณ์ในการเลี้ยงโคเนื้อเฉลี่ย 21.2 ปี และมีจำนวนโคเนื้อที่เลี้ยงไว้ในปัจจุบันเฉลี่ย 4.5 ตัว พันธุ์โคเนื้อที่เกษตรกรนิยมเลี้ยง คือ โคเนื้อพันธุ์ลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองกับพันธุ์อเมริกันบรามันท์ โดยเกษตรกรมีการฉีด

วัคซีนให้กับโคเนื้อเป็นบางครั้ง และเกษตรกรมีรูปแบบการจำหน่ายโคเนื้อแบบเหมาเป็นรายตัว ใช้วิธีการประเมินราคา ก่อนจำหน่ายจากการประเมินด้วยสายตา โดยจะจำหน่ายโคเนื้อให้กับพ่อค้าคนกลางที่มารับซื้อภายในหมู่บ้าน ซึ่งส่วนใหญ่จะจำหน่ายโคเนื้อเพศผู้ ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลในการตัดสินใจจำหน่ายโคเนื้อ คือ ต้องการเงินทุนหมุนเวียน และราคาโคเนื้อที่สูงขึ้น ปัญหาที่สำคัญในการเลี้ยงโคเนื้อ ได้แก่ ขาดเงินทุนในการเลี้ยงโคเนื้อ ขาดแม่พันธุ์โคเนื้อที่ดี ขาดความรู้ในการป้องกันโรค ขาดความรู้ในการรักษาโรคระบาดเบื้องต้น ขาดพ่อพันธุ์โคเนื้อที่ดีในการผสมพันธุ์ ขาดแคลนเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ และขาดแคลนนํ้าในการปลูกพืชอาหารสัตว์ (ตารางที่ 2)

1.3 ความต้องการการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรได้แบ่งผลการศึกษาเป็น 3 ด้าน ดังนี้ (ตารางที่ 3)

1) ด้านความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงโคเนื้อ มีจำนวนทั้งหมด 9 ประเด็น พบว่า เกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมในระดับมากจำนวน 4 ประเด็น ได้แก่ 1) การปลูกหญ้าและจัดการแปลงหญ้า 2) การป้องกันโรคระบาดในโคเนื้อ 3) การถนอมพืชอาหารสัตว์ และ 4) การเลือกซื้อพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์โคเนื้อ

2) ด้านวิธีการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อ มีจำนวนทั้งหมด 9 ประเด็น พบว่า เกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมในระดับมากจำนวน 7 ประเด็น ได้แก่ 1) การเยี่ยมเยียนเกษตรกรเป็นรายบุคคล 2) การทัศนศึกษาดูงาน 3) การฝึกอบรมการเลี้ยงโคเนื้อ 4) การถ่ายทอดความรู้ผ่านผู้นำหมู่บ้าน 5) การจัดตั้งกลุ่มสวัสดิการเลี้ยงโคเนื้อ 6) เอกสารคำแนะนำการเลี้ยงโคเนื้อ และ 7) ข่าวเกี่ยวกับการเลี้ยงโคเนื้อทางช่องทางวิทยุและโทรทัศน์

3) ด้านการสนับสนุนในการเลี้ยงโคเนื้อ มีจำนวนทั้งหมด 9 ประเด็น พบว่า เกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมในระดับมากจำนวน 8 ประเด็น ได้แก่ 1) การให้บริการผสมเทียม 2) การบริการผสมพันธุ์โดยวิธีจุฬผสม 3) การจำหน่ายยากำจัดพยาธิภายในและภายนอก 4) การให้บริการฉีดวัคซีนและยาบำรุง 5) การจัดจำหน่ายแร่ธาตุอาหารเสริม 6) เมล็ดพันธุ์/ท่อนพันธุ์พืชอาหารสัตว์ 7) การจำหน่ายพ่อพันธุ์โคเนื้อแก่เกษตรกรที่ให้ความสนใจในการปรับปรุงพันธุ์ และ 8) การจำหน่ายฟางอัดฟ่อนและหญ้าแห้งอัดฟ่อนในช่วงหน้าแล้ง

ตารางที่ 1 ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล ปัจจัยทางเศรษฐกิจ ปัจจัยทางสังคมบางประการของเกษตรกร

สภาพพื้นฐานบางประการ	จำนวน (ราย) (n = 202)	ร้อยละ
1. เพศชาย	129	63.9
2. อายุเฉลี่ย (ปี)	54.95	-
3. ระดับประถมศึกษา	124	61.4
4. อาชีพหลักทำนา	109	54.0
5. อาชีพรองเลี้ยงโคเนื้อ	176	87.1
6. รายได้รวมของครัวเรือนในรอบปีเฉลี่ย (บาท)	64,870.30	-
7. ใช้เงินทุนหมุนเวียนในการเลี้ยงโคเนื้อเฉลี่ย (บาท/ครัวเรือน)	11,042	-
8. รายได้ทั้งหมดจากการเลี้ยงโคเนื้อเฉลี่ย (บาท/ครัวเรือน)	47,656.72	-
9. แรงงานในการทำการเกษตรเฉลี่ย (คน/ครัวเรือน)	2.51	-
10. แรงงานที่ใช้เลี้ยงโคเนื้อเฉลี่ย (คน/ครัวเรือน)	1.69	-
11. ไม่ได้เป็นสมาชิกกลุ่มผู้เลี้ยงโคเนื้อ	192	95.0

1.4 การเปรียบเทียบความต้องการการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อ โดยจำแนกตาม เพศ อายุ แรงงานในการเลี้ยงโคเนื้อ ประสบการณ์ในการเลี้ยงโคเนื้อ และจำนวนโคเนื้อ สรุปได้ว่าเกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในบางประเด็นที่สำคัญ ได้แก่ การปลูกหญ้าและจัดการแปลงหญ้า โดยเกษตรกรเพศชายที่มีประสบการณ์การเลี้ยง 11-20 ปี และมีจำนวนโคเนื้อ 6 ตัว มีระดับความต้องการการส่งเสริมมากกว่ากลุ่มอื่น ในเรื่องการฝึกอบรมการเลี้ยงโคเนื้อ เกษตรกรอายุไม่เกิน 55 ปี และอายุ 56-65 ปีที่มีประสบการณ์การเลี้ยง 1-10 ปี และมีประสบการณ์การเลี้ยง 11-20 ปี มีระดับความต้องการในการส่งเสริมมากกว่าเกษตรกรกลุ่มอื่น ในเรื่องการถ่ายทอดความรู้ผ่านผู้นำหมู่บ้าน เกษตรกรอายุไม่เกิน 55 ปี ที่มีจำนวนแรงงานในการเลี้ยงโคเนื้อ 1 คน มีระดับความต้องการการส่งเสริมมากกว่ากลุ่มอื่น ในเรื่องการจัดตั้งกลุ่มสาธิตการเลี้ยงโคเนื้อ เกษตรกรเพศชายที่มีจำนวนแรงงานในการเลี้ยงโคเนื้อ 1 คน มีระดับความต้องการการส่งเสริมมากกว่าเกษตรกรกลุ่มอื่น และในเรื่องการสนับสนุนให้มีการจำหน่ายพ่อพันธุ์โคเนื้อแก่เกษตรกรที่ให้ความสนใจในการปรับปรุงพันธุ์ เกษตรกรอายุ 55-65 ปี ที่มีแรงงานในการเลี้ยงโคเนื้อ 1 คน มีความต้องการสนับสนุนในเรื่องดังกล่าวมากกว่ากลุ่มอื่น

2. วิจัยนผลการวิจัย

2.1 ด้านความต้องการการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อ พบว่า เกษตรกรมีความต้องการความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงโคเนื้อในระดับมากในประเด็นวิธีการปลูกหญ้าและจัดการแปลงหญ้า วิธีการป้องกันโรคระบาดในโคเนื้อ วิธีการถนอมพืชอาหารสัตว์ การเลือกซื้อพ่อพันธุ์แม่พันธุ์โคเนื้อ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของอดุลย์ (2549) ที่พบว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อในจังหวัดหนองบัวลำภูมีความต้องการความรู้ในระดับมากในเรื่องวิธีการปลูกและจัดการแปลงหญ้า การทำหญ้าแห้งอัดฟ่อน วิธีการเลือกซื้อโคแม่พันธุ์ วิธีการเลือกซื้อโคพ่อพันธุ์ และการเลือกใช้อายูรเวทโรคสำหรับสัตว์ ทั้งนี้เนื่องจากยังขาดความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงโคเนื้ออยู่ หากได้รับความรู้ในประเด็นที่กล่าวมาแล้วจะสามารถนำความรู้เพื่อไปปรับปรุงแก้ไขวิธีการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรให้ดีขึ้น จนสามารถพัฒนารูปแบบการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรได้

2.2 ด้านความต้องการด้านวิธีการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อ พบว่า เกษตรกรมีความต้องการในระดับมากในประเด็นการเยี่ยมเยียนเกษตรกรเป็นรายบุคคล การทัศนศึกษาดูงาน การฝึกอบรมการเลี้ยงโคเนื้อ การถ่ายทอดความรู้ผ่านผู้นำหมู่บ้าน การจัดตั้งกลุ่มสาธิตการเลี้ยงโคเนื้อ แจกเอกสารคำแนะนำการเลี้ยงโคเนื้อ และข่าวทางช่องทาง

ตารางที่ 2 สภาพการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกร

สภาพการเลี้ยงโคเนื้อ	จำนวน (ราย) n = 202	ร้อยละ
1. ประสบการณ์การเลี้ยงโคเนื้อเฉลี่ย (ปี)	21.2	-
2. จำนวนโคเนื้อ (ตัว)	4.5	-
3. เลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม	142	70.3
4. ฉีดวัคซีนให้กับโคเนื้อเป็นบางครั้ง	109	54.0
5. จำหน่ายแบบเหมาเป็นรายตัว	198	98.0
6. ประเมินราคาด้วยสายตา	198	98.0
7. จำหน่ายให้กับพ่อค้าคนกลาง	153	75.7
8. จำหน่ายโคเนื้อเพศผู้	176	87.1

ตารางที่ 3 ความต้องการการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกร

ความต้องการ	Mean (n = 202)	S.D.	ระดับความต้องการ
1. ด้านความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงโคเนื้อ			
1.1 การปลูกหญ้าและจัดการแปลงหญ้า	2.82	0.48	มาก
1.2 การป้องกันโรคระบาดในโคเนื้อ	2.72	0.48	มาก
1.3 การถนอมพืชอาหารสัตว์	2.69	0.51	มาก
1.4 การเลือกซื้อพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์โคเนื้อ	2.62	0.53	มาก
2. ด้านวิธีการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อ			
2.1 การเยี่ยมเยียนเกษตรกรเป็นรายบุคคล	2.79	0.42	มาก
2.2 การทัศนศึกษาดูงาน	2.53	0.69	มาก
2.3 การฝึกอบรมการเลี้ยงโคเนื้อ	2.50	0.58	มาก
2.4 การถ่ายทอดความรู้ผ่านผู้นำหมู่บ้าน	2.49	0.52	มาก
2.5 การจัดตั้งกลุ่มสวัสดิการเลี้ยงโคเนื้อ	2.49	0.55	มาก
2.6 เอกสารคำแนะนำการเลี้ยงโคเนื้อ	2.46	0.60	มาก
2.7 ข่าวเกี่ยวกับการเลี้ยงโคเนื้อทางช่องทางวิทยุและโทรทัศน์	2.43	0.53	มาก
3. ด้านการสนับสนุนในการเลี้ยงโคเนื้อ			
3.1 การให้บริการผสมเทียม	2.89	0.33	มาก
3.2 การบริการผสมพันธุ์โดยวิธีจุฬผสม	2.80	0.44	มาก
3.3 การจำหน่ายยากำจัดพยาธิภายในและภายนอก	2.65	0.52	มาก
3.4 การให้บริการฉีดวัคซีนและยาบำรุง	2.63	0.53	มาก
3.5 การจัดจำหน่ายแร่ธาตุอาหารเสริม	2.53	0.54	มาก
3.6 เมล็ดพันธุ์/ท่อนพันธุ์พืชอาหารสัตว์	2.53	0.55	มาก
3.7 การจำหน่ายพ่อพันธุ์โคเนื้อแก่เกษตรกรที่ให้ความสนใจในการปรับปรุงพันธุ์	2.52	0.53	มาก
3.8 การจำหน่ายฟางอัดฟ่อนและหญ้าแห้งอัดฟ่อนในช่วงหน้าแล้ง	2.48	0.56	มาก

วิทยุและโทรทัศน์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของภคฤา (2554) ที่ทำการศึกษาความต้องการได้รับการส่งเสริมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อในอำเภอพล จังหวัดขอนแก่น พบว่าเจ้าหน้าที่ส่งเสริมของกรมปศุสัตว์ ควรให้การส่งเสริมให้ตรงตามความต้องการของเกษตรกรโดยเน้นในเรื่อง การเยี่ยมเยียนเกษตรกรเป็นรายบุคคล การฝึกอบรมการเลี้ยงโคเนื้อ การถ่ายทอดความรู้ผ่านผู้นำหมู่บ้าน การส่งเสริมโดยการจัดตั้งกลุ่มโคเนื้อสาธิต ซึ่งจะส่งผลให้เกษตรกรมีการพัฒนาการเลี้ยงโคเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 ด้านการสนับสนุนในการเลี้ยงโคเนื้อ พบว่าเกษตรกรมีความต้องการในระดับมากในประเด็น การให้บริการผสมเทียมในราคาเหมาะสม การบริการผสมพันธุ์โดยวิธีผสมในราคาที่เหมาะสม การจำหน่ายยาแก้พยาธิภายในและภายนอกในราคาที่เหมาะสม การให้บริการฉีดวัคซีนและยาบำรุงในราคาที่เหมาะสม การจัดจำหน่ายแร่ธาตุอาหารเสริมในราคาที่เหมาะสม การสนับสนุนเมล็ดพันธุ์/ท่อนพันธุ์พืชอาหารสัตว์ในราคาที่เหมาะสม การจำหน่ายพ่อพันธุ์โคเนื้อแก่เกษตรกรที่ให้ความสนใจในการปรับปรุงพันธุ์ และการจำหน่ายฟางอัดฟ่อนและหญ้าแห้งอัดฟ่อนราคาเหมาะสมในช่วงฤดูแล้ง ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ยังขาดปัจจัยในการเลี้ยงโคเนื้อ และมีความต้องการที่จะได้รับการสนับสนุนปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ในการเลี้ยงโคเนื้อจากภาครัฐ เพื่อนำปัจจัยดังกล่าวมาปรับใช้กับรูปแบบการเลี้ยงโคเนื้อของตนเอง อีกทั้งยังเป็นการช่วยลดต้นทุนในการเลี้ยงโคเนื้อ ซึ่งจะช่วยให้การเลี้ยงโคเนื้อให้ดีขึ้น จนสามารถยึดเป็นอาชีพที่สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของภัทรพงศ์ (2556) ที่รายงานว่าเกษตรกรในจังหวัดอุดรธานีมีความต้องการการสนับสนุนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การสนับสนุนพ่อพันธุ์โคเนื้อ การสนับสนุนการฉีดวัคซีนป้องกันโรคในโคเนื้อ การสนับสนุนการถ่ายพยาธิภายในและภายนอกแก่โคเนื้อ การสนับสนุนแร่ธาตุก้อนและการสนับสนุนการฉีดยาบำรุงแก่โคเนื้อ

สรุปผลการวิจัย

จากภาพรวมเกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมด้านความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงโคเนื้อ และมีความต้องการด้านวิธีการส่งเสริมในหลายประเด็น อีกทั้งยังต้องการการสนับสนุนปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ในการเลี้ยงโคเนื้อจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อจะได้นำความรู้ และปัจจัยปีที่ 14 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2560

ดังกล่าวมาปรับใช้กับรูปแบบการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรให้มีความเหมาะสม ซึ่งจากการเปรียบเทียบความต้องการการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรที่มีลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล ปัจจัยทางเศรษฐกิจ ปัจจัยทางสังคม และสภาพการเลี้ยงโคเนื้อที่แตกต่างกัน พบว่ามีระดับความต้องการการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเข้ามาส่งเสริมและสนับสนุนทั้งในด้านความรู้ วิธีการส่งเสริม และสนับสนุนปัจจัยที่ใช้ในการเลี้ยงโคเนื้อ ดังที่ได้กล่าวมาในข้างต้น โดยมุ่งเน้นไปที่เกษตรกรกลุ่มเพศชาย อายุไม่เกิน 55 ปี และ 56-65 ปี ที่มีแรงงานในการเลี้ยงโคเนื้อ 1 คน มีประสบการณ์ในการเลี้ยงโคเนื้อ 1-10 ปี และ 11-20 ปี ที่มีจำนวนโคเนื้อ 6 ตัวขึ้นไป ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความต้องการการส่งเสริมมากกว่ากลุ่มอื่น เพื่อที่จะช่วยกระตุ้นให้เกษตรกรพัฒนารูปแบบการเลี้ยงโคเนื้อให้ดีขึ้น มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน ซึ่งจะนำไปสู่การเลี้ยงโคเนื้อที่มีมาตรฐานมากยิ่งขึ้นจนสามารถเป็นอาชีพที่สร้างรายได้ให้กับครัวเรือนของเกษตรกร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสำนักงานปศุสัตว์จังหวัดมหาสารคาม ที่ได้ให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ในการศึกษา และขอขอบพระคุณเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อในจังหวัดมหาสารคาม ที่ได้เสียสละเวลาในการให้ข้อมูลและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บข้อมูลในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2555. แผนยุทธศาสตร์กรมปศุสัตว์. (สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2556) Available From: URL: http://www.planning.dld.go.th/th/images/stories/section-5/2556/policy_03.pdf.
- กฤษฎา เจริญมูล. 2554. ความต้องการได้รับการส่งเสริมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อในอำเภอลพ จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2532. วิธีการทางสถิติสำหรับงานวิจัย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เจริญผล.
- ภัทรพงศ์ แสนศาลา. 2556. ความต้องการการส่งเสริมการผลิตและการตลาดโคเนื้อของเกษตรกรในจังหวัดอุดรธานี. วารสารเกษตรพระวรุณ 10(2) : 203 – 211.
- สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดมหาสารคาม. 2557. โครงการพัฒนาระบบโคเนื้อเพื่อสร้างอาหารปลอดภัย. (สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2557) Available From: URL: <http://www.pvlo-msk.dld.go.th/pvlomsk2013/images/stories/techno/23-12-57.pdf>
- อดุลย์ พูนศิริวินิชย์. 2549. ความต้องการการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรในจังหวัดหนองบัวลำภู. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในลุ่มน้ำชีตอนกลาง
กรณีศึกษาบริเวณจังหวัดมหาสารคาม

ยุวดี อินสำราญ* สุภัทรา จินางกุล ถวิล แสนตรง สมสงวน ปัสสาโก จักรพันธ์ ศรีวงษา และอรุณรัตน์ อุทัยคู

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มหาสารคาม 44000

บทคัดย่อ

การศึกษาชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชบริเวณลุ่มน้ำชีตอนกลาง จังหวัดมหาสารคาม โดยเก็บตัวอย่าง
ทุกๆ สองเดือน ในระหว่าง มกราคม 2558 ถึง มกราคม พ.ศ. 2559 จำนวน 6 สถานี ทั้งหมด 6 ครั้ง โดยใช้ถุงกรองแพลงก์
ตอนขนาด 20 ไมโครเมตร จากผลการศึกษาพบ 4 Divisions และ 36 Genera คือ Division Chlorophyta (13 genera),
Division Bacillariophyta (12 genera), Division Cyanophyta (6 genera), Division Euglenophyta (5 genera) และ
ชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่อยู่ใน Division Chlorophyta แพลงก์ตอนพืชที่เป็นสกุลเด่น คือ สกุล
Scenedesmus sp. และ *Pediastrum* sp. เดือนธันวาคม พบชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชมากที่สุดในทุกสถานี

คำสำคัญ : ชนิด ความหนาแน่น แพลงก์ตอนพืช และลุ่มน้ำชีตอนกลาง

*ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: Insumran_y@hotmail.com

Species and Density of Phytoplankton in Area at the Middle Chi River : A Case Study of Maha Sarakham Province

Yuwadee Insumran^{*} Supattra jeenagkoon Tawin Santrong Somsagan Patsago
Jackaphan Sriwongsa and Arunrat Uthaiku

Faculty of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Maha Sarakham 44000, Thailand.

Abstract

Species and density of phytoplankton in the Middle Chi River of Maha Sarakham Province were investigated. The phytoplankton samples were collected at six stations from January 2015 to January 2016, using 20 µm mesh size plankton net. A total of 4 divisions including Chlorophyta (13 genera); Bacillariophyta (12 genera); Cyanophyta (6 genera) and Euglenophyta (5 genera) were found. Chlorophyta was the highest percentage abundance and specie density. Dominant phytoplankton were *Scenedesmus* sp. and *Pediastrum* sp. Species and density of phytoplankton were the highest found in December.

Keywords: Species, Density, Phytoplankton and The Middle Chi River

* Corresponding author: E-mail: Insumran_y@hotmail.com

แพลงก์ตอนพืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญและถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นของห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศทางน้ำ และยังมีบทบาทสำคัญในการแลกเปลี่ยนทางเคมีระหว่างบรรยากาศและน้ำโดยควบคุมวัฏจักรของแก๊สออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นประโยชน์แก่แหล่งน้ำและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ประโยชน์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของแพลงก์ตอนพืช คือ การใช้เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพน้ำในระบบนิเวศน้ำจืดที่มีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดสามารถเจริญในน้ำที่มีคุณภาพต่างกันแพลงก์ตอนพืชที่พบในระบบนิเวศที่มีความเหมาะสมในการใช้เป็นสิ่งมีชีวิตสำหรับติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำได้ ซึ่งปัจจุบันการศึกษาสำรวจ รวบรวมและข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายยังไม่แพร่หลายเท่าที่ควร โดยเฉพาะด้านอนุกรมวิธานซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่จะเลยมิได้ส่วนใหญ่การวินิจฉัยมักทำได้ในระดับจีสเท่านั้นไม่สามารถศึกษาจนถึงระดับสปีชีส์ ทำให้การนำสาหร่ายแต่ละชนิดไปใช้ประโยชน์ทางด้านต่างๆ ไม่สมบูรณ์ การศึกษาความหลากหลายโดยเน้นการวินิจฉัยในระดับสปีชีส์รวมถึงการศึกษาการกระจายของแพลงก์ตอนพืช จะทำให้สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์สูงสุดจากทรัพยากรที่มีอยู่ จังหวัดมหาสารคามเป็นเขตภูมิภาคหนึ่งที่มีแม่น้ำชี ซึ่งเป็นแม่น้ำสายหลักสายหนึ่งของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือไหลผ่าน (Aengwanich, 1998) ดังนั้นบริเวณโดยรอบแม่น้ำชีจึงจัดเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่สำคัญที่สุดในเขตภูมิภาคนี้ โดยเกษตรกรสามารถยึดเป็นอาชีพหลักและอาชีพเสริมและสร้างรายได้เป็นอย่างดี เดิมทีเกษตรกรทำการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อนำมาประกอบอาหารภายในครัวเรือนเท่านั้น แต่ในปัจจุบันสังคมและเศรษฐกิจด้านการประมงมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ทำให้มีความต้องการผลผลิตสัตว์น้ำมากขึ้น เกษตรกรจึงหันมาทำการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในเชิงพาณิชย์มากยิ่งขึ้น ซึ่งการเลี้ยงสัตว์น้ำสามารถทำได้หลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ โดยรูปแบบที่ได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบันคือ การเลี้ยงปลาในกระชัง เป็นการเลี้ยงสัตว์น้ำในภาชนะที่โปร่งน้ำสามารถลอดผ่านได้ กระชังจะลอยหรือแขวนอยู่ในแหล่งน้ำ อาหารที่ให้จะเป็นอาหารสำเร็จรูป และปลานิลจะได้รับอาหารธรรมชาติจากสิ่งมีชีวิตที่ลอยอยู่ในแหล่งน้ำที่

นอกเหนือจากการให้อาหารสำเร็จรูป คือ สิ่งมีชีวิตในกลุ่มแพลงก์ตอนพืชที่ลอยลอยอยู่ในน้ำที่ลอดเข้ามาในกระชัง และการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชก็ได้รับสารอาหารสำเร็จรูปจากการเลี้ยงปลานิล ส่งผลให้แพลงก์ตอนพืชมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ซึ่งแพลงก์ตอนพืชมีบทบาทสำคัญในการเป็นผู้ผลิตขั้นต้นในห่วงโซ่อาหาร (Round, 1973) และเป็นอาหารธรรมชาติที่สำคัญของผู้บริโภคลำดับที่สูงขึ้นไป เช่น ปลาและสัตว์น้ำเศรษฐกิจอื่นๆ ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น อีกทั้งยังใช้เป็นดัชนีบ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์และคุณภาพของแหล่งน้ำนั้นๆ (Jarenwatanaporn, 2012) การศึกษารังนี้จึงเป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งเป็นอาหารธรรมชาติและเป็นห่วงโซ่แรกของระบบนิเวศ ข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ในการวางแผนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

การสำรวจเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชบริเวณลุ่มน้ำชีตอนกลาง เขตจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 6 สถานี (Figure 1) ดังนี้

1.1 สถานีที่ S01 หมู่บ้านกอก ตำบลหนองบัว อำเภอกุสุมาลย์ (16°20.869" N 102°57.770" E) สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป มีการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง จำนวนมากทั้งสองฝั่งของแม่น้ำชี น้ำมีลักษณะใสมีสีเหลือง มีกลิ่นคาวของอาหารที่ใช้ บริเวณริมฝั่งทำเกษตรกรรม

1.2 สถานีที่ S02 หมู่บ้านเลิงใต้ ตำบลเลิงใต้ อำเภอกุสุมาลย์ (16°12.941" N 103°07.864" E) สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป มีการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง น้ำมีลักษณะใสมีสีเหลือง มีกลิ่นของอาหารที่ใช้ เลี้ยงปลาบริเวณริมฝั่งมีการปลูกผัก

1.3 สถานีที่ S03 หมู่บ้านท่าขอนยาง ตำบลท่าขอนยาง อำเภอเมือง (16°13.965" N 103°16.124" E) สภาพแวดล้อมโดยทั่วไปเป็นบริเวณที่แม่น้ำชีติดอยู่กับชุมชนขนาดใหญ่มีทั้งหอพัก อพาร์ทเมนต์ คอนโดมีเนียม ร้านอาหาร และมหาวิทยาลัยมหาสารคาม บางจุดจะมีท่อน้ำทิ้งจากชุมชนปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำชีโดยตรง น้ำมีลักษณะใสมีสีน้ำตาลเหลือง ไม่มีกลิ่น

1.4 สถานีที่ S04 หมู่บ้านเกิง ตำบลเกิง อำเภอเมือง (16°13.003" N 103°20.438" E) สภาพแวดล้อม

โดยทั่วไปเป็นแหล่งติดกับชุมชน น้ำมีลักษณะใสมีสีน้ำตาล เหลือง บริเวณริมฝั่งมีหญ้าปกคลุมทั้งสองข้าง มีการเลี้ยงเป็ด ยังพบเห็นมีการประมงพื้นบ้าน เช่น การลากอวน ทอดแห เป็นต้น

1.5 สถานีที่ S05 หมู่บ้านม่วง ตำบลลาดพัฒนา อำเภอเมือง (16°14.017" N 103°25.846" E) สภาพแวดล้อมโดยทั่วไปมีการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง น้ำมีลักษณะสีน้ำตาลเหลือง ไม่มีกลิ่น บริเวณริมฝั่งแม่น้ำมีการ

ปลูกผัก ประชาชนบริเวณนี้มีสถานีสูบน้ำ ด้วยไฟฟ้า ซึ่งใช้ประโยชน์จากแม่น้ำชีในด้านการเกษตรกรรม

1.6 สถานีที่ S06 หมู่บ้านท่าตูม ตำบลท่าตูม อำเภอเมือง (16°10.888" N 103°27.131" E) สภาพแวดล้อมโดยทั่วไปน้ำมีลักษณะใสมีสีน้ำตาลเหลือง ไม่มีกลิ่น บริเวณริมฝั่งแม่น้ำไม่มีการเลี้ยงปลาในกระชัง แต่มีการเลี้ยงปลาปล่อยตามธรรมชาติใกล้บริเวณวัดท่าตูม

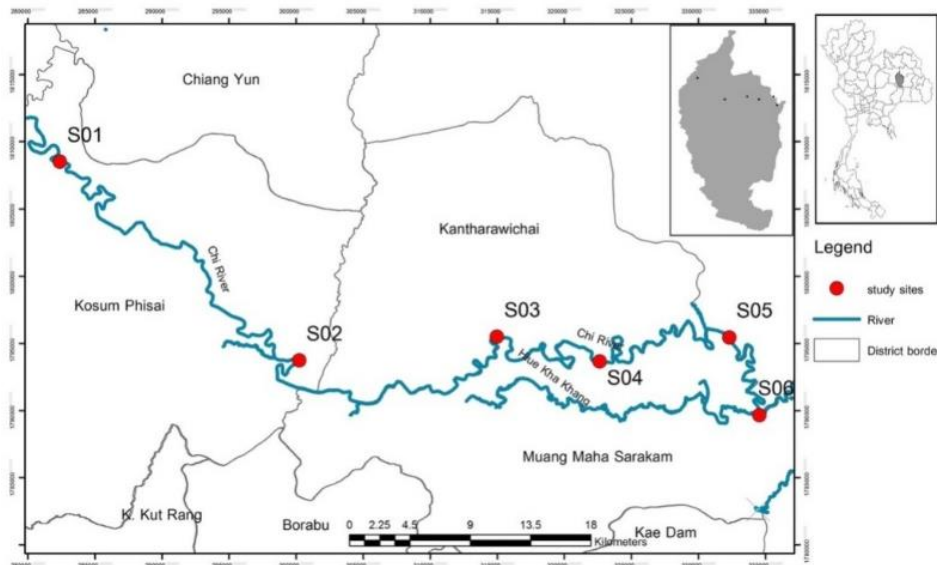


Figure 1 Sampling site stations area at the middle Chi river, Maha Sarakham Province

โดยในแต่ละสถานีจะเก็บตัวอย่างทุกๆ 2 เดือน รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 12 เดือน รวมการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 6 ครั้ง โดยการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 (ฤดูหนาว) เก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 (ฤดูร้อน) เก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 (ฤดูร้อน) เก็บตัวอย่างครั้งที่ 4 เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 (ฤดูฝน) เก็บตัวอย่างครั้งที่ 5 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 (ฤดูหนาว) เก็บตัวอย่างครั้งที่ 6 เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 (ฤดูหนาว) เวลาที่เก็บตัวอย่างน้ำและแพลงก์ตอนพืช ตั้งแต่ 09.00-15.00 น.

2. ทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช โดยใช้ถุงแพลงก์ตอนขนาดตา 20 ไมโครเมตร ลากในแนวตั้งแนวราบและเฉียงกับผิวน้ำ ที่ระดับความลึกประมาณ 0-30 เซนติเมตร กรองสาหร่ายจากตัวอย่างน้ำ 10 ลิตร ให้ได้น้ำ 100 มิลลิลิตร นำน้ำตัวอย่างที่ได้ใส่ลงในขวดพลาสติกที่

เตรียมไว้ เติมน้ำยา Lugol's solution (อัตรา 1:100) พร้อมทั้งติดป้ายชื่อบอกข้อมูลที่สำคัญ

3. การศึกษาชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช นำตัวอย่างน้ำที่ทำการเก็บมาศึกษาชนิดของแพลงก์ตอนพืช ในห้องปฏิบัติการภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและตรวจวิเคราะห์จัดจำแนกสกุลของแพลงก์ตอนพืช โดยอ้างอิงจากเอกสารที่ใช้ในการจำแนกชนิดของแพลงก์ตอนพืช Lewmanomont (1984), Peerapompisal (2006), Wongrat (1999) และ Bold and Wynne (1985) ศึกษาชนิดของแพลงก์ตอนพืช ในห้องปฏิบัติการภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง โดยใช้สไลด์นับแพลงก์ตอน (Sedgewick-Rafter Counting chamber) ขนาดความจุ 1 มิลลิเมตร (Wongrat and Boonyapiwat, 2003) ทำการนับจำนวนตัวอย่างละ 3 ซ้ำ จากนั้นนำไปคำนวณเพื่อหาปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่พบ (เซลล์ต่อลิตร; cells/L)

4. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านเคมี ค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ pH meter (Schott- Gerate CG 840) วัดปริมาณคาร์บอนอินทรีย์โดยใช้ TOC Analyzer ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ โดยวิธี Azide modification ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์สารที่มีอยู่ในน้ำ ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน โดยวิธี Indophenol method และปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส โดยวิธี Stannous chloride (Boyd and Tucker, 1992)

5. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของจำนวนชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืช ตลอดจนปัจจัยคุณภาพน้ำทางเคมี

ผลการวิจัย

จากการศึกษาชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ของลำน้ำชีตอนกลางในเขต

จังหวัดมหาสารคาม ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ.2558 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2559 พบสาหร่ายทั้งหมด 4 Divisions และ 36 Genera คือ Division Chlorophyta (13 genera), Division Bacillariophyta (12 genera) Division Cyanophyta (6 genera) และ Division Euglenophyta (5 genera) ดัง Table 1 โดยมีปริมาณแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบมากที่สุด คือ *Scenedesmus* sp. รองลงมา คือ *Pediastrum* sp. ดัง Figure 2 โดยชนิดที่มีความหนาแน่นมากที่สุด คือ *Aulacoseira* sp. ปริมาณ 2.109×10^4 เซลล์ต่อลิตร และ *Chlorella* sp. ปริมาณ 1.494×10^4 เซลล์ต่อลิตร ดัง Table 1 และ 2 สถานที่ที่พบแพลงก์ตอนมากที่สุด คือ สถานที่ที่ 6 รองลงมา คือ สถานที่ที่ 5 และ 1 ตามลำดับ

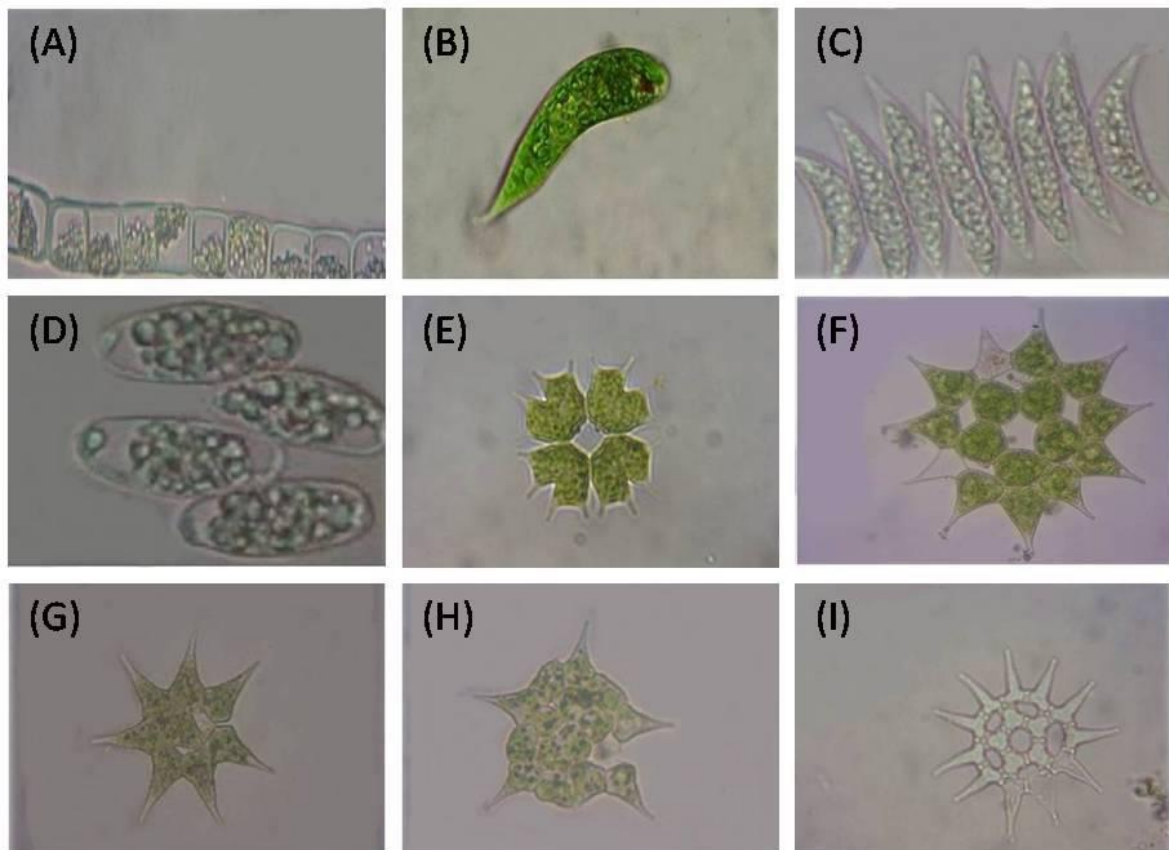


Figure 2 Dominant of genus at the middle Chi river, Maha Sarakham Province

(A) *Ulothrix* sp.

(B) *Euglena* sp.

(C) *Scenedesmus* sp.

(D) *Scenedesmus* sp.

(E) *Pediastrum* sp.

(F) *Pediastrum* sp.

(G) *Pediastrum* sp.

(H) *Pediastrum* sp.

(I) *Pediastrum* sp.

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2560

วารสารเกษตรพระวรุณ 117

Table 1 Number of plankton at the middle Chi river, Maha Sarakham Province, Stations S01 - S03 (-: absent).

Sampling points		S01				S02				S03			
Season	Summer	Rainy	Winter		Summer	Rainy	Winter		Summer	Rainy	Winter		
	cells/ml			%	cells/ ml			%	cells/ ml			%	
Division Cyanophyta													
<i>Lyngbya</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	7	75	15	8.34	
<i>Microcystis</i>	-	-	-	-	-	2	50	1.39	-	-	-	-	
<i>Oscillatoria</i>	50	214	12	6.42	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Rhizoclonium</i>	492	-	-	11.44	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Ulothrix sp.</i>	64	750	63	20.40	100	50	44	5.19	3	10	58	6.10	
	606	964	75	38.26	100	52	94	6.58	10	85	73	14.44	
Division Chlorophyta													
<i>Actinastrum</i>	-	-	-	-	3	25	20	1.28	-	-	1	0.09	
<i>Chlorella</i>	112	115	2	5.32	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Closterium</i>	-	67	11	1.81	4	30	48	2.19	2	-	5	0.60	
<i>Eudorina</i>	-	-	-	-	-	767	29	21.29	-	-	-	-	
<i>Monoraphidium</i>	1	5	-	0.14	18	8	2	0.76	100	89	8	16.94	
<i>Nephrocytium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Nitella</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8	4	1.72	
<i>Pandorina</i>	-	-	-	-	-	372	47	11.21	-	-	-	-	
<i>Pediastrum</i>	32	291	80	9.36	11	222	16	6.66	24	92	52	14.45	
<i>Rhizoclonium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-	3	3.01	
<i>Scenedesmus</i>	67	268	93	9.95	43	304	33	10.17	2	51	15	5.85	
<i>Spirogyra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	380	33.27	
	212	746	186	26.58	79	1728	195	53.56	175	240	468	75.93	
Division Euglenophyta													
<i>Anisonnema</i>	-	132	3	3.14	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Euglena</i>	3	88	9	2.33	4	94	82	4.82	3	20	9	2.75	
<i>Heteronema</i>	20	139	2	3.74	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Phacus</i>	-	-	26	0.61	-	27	12	1.04	-	-	4	0.34	
	23	359	40	9.82	4	121	94	5.86	3	20	13	3.09	

Table 1 Number of plankton at the middle Chi river, Maha Sarakham Province, Stations S01 - S03 (-: absent).

Sampling points		S01				S02				S03			
Season	Summer	Rainy	Winter	%	Summer	Rainy	Winter	%	Summer	Rainy	Winter	%	
		cells/ml			cells/ ml				cells/ ml				
Division Bacillariophyta													
<i>Aulacoseira</i>		-	455	364	19.04	50	1178	7	33.04	-	-	-	-
<i>Gyrosigma</i>		-	-	-	-	-	-	25	0.67	-	-	-	-
<i>Navicula</i>		9	15	60	1.95	2	-	9	0.29	-	-	-	-
<i>Surirella</i>		5	165	17	4.35	-	-	-	-	-	9	34	3.7
<i>Synedra</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	28	2.84
		14	635	441	25.34	52	1178	41	34.00	14	62	76	6.54
total		855	2704	742	100	235	3079	424	100	202	407	630	100

Table 1 Number of plankton at the middle Chi river, Maha Sarakham Province, Stations S04 - S06 (-: absent).

Sampling points		S01				S02				S03			
Season	Summer	Rainy	Winter		Summer	Rainy	Winter		Summer	Rainy	Winter		
	cells/ml		%		cells/ ml		%		cells/ ml		%		
Division Cyanophyta													
<i>Nostoc</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	20	25	55	3.36	
<i>Oscillatoria</i>	20	2	6	7.62	-	-	-	-	-	-	-	-	
	20	2	6	7.62	-	-	-	-	20	25	55	3.36	
Division Chlorophyta													
<i>Actinastrum</i>	-	-	-	-	-	-	6	0.58	6	9	2	0.57	
<i>Chlorella</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	302	950	13	42.52	
<i>Closterium</i>	-	-	14	3.78	-	-	10	0.96	7	27	7	1.38	
<i>Coelastrum</i>	2	2	4	2.17	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Eudorina</i>	-	-	-	-	-	-	5	0.48	-	-	-	-	
<i>Monoraphidium</i>	20	8	3	8.45	237	168	7	39.50	721	79	3	26.98	
<i>Nephrocytium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	0.08	
<i>Pandorina</i>	-	-	45	12.35	-	-	10	0.96	1	20	16	1.24	
<i>Pediastrum</i>	1	-	21	5.97	6	20	13	3.74	-	20	14	1.14	
<i>Scenedesmus</i>	1	24	27	14.20	-	-	-	-	3	67	20	3.03	
<i>Spirogyra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	24	34	114	46.92	243	188	51	46.22	1041	1173	75	76.94	

Table 1 Number of plankton at the middle Chi river, Maha Sarakham Province, Stations S04 - S06 (-: absent).

Sampling points	S01				S02				S03			
Season	Summer	Rainy	Winter		Summer	Rainy	Winter		Summer	Rainy	Winter	
	cells/ml			%	cells/ ml			%	cells/ ml			%
Division Euglenophyta												
<i>Euglena</i>	-	-	12	3.26	-	-	27	2.58	-	8	35	1.45
<i>Heteronema</i>	-	-	3	0.82	-	13	9	2.11	-	-	-	-
<i>Trachelomonas</i>	-	-	-	-	22	173	11	19.75	22	33	1	1.88
	-	-	15	4.08	22	186	47	24.44	22	41	36	3.33
Division Bacillariophyta												
<i>Aulacoseira</i>	-	-	21	5.72	-	-	28	2.68	-	-	6	0.20
<i>Brachysira.</i>	-	-	-	-	6	-	8	1.34	-	-	-	-
<i>Cocconeis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	135	-	3	4.64
<i>Encyonema</i>	-	-	-	-	2	10	12	2.30	-	-	-	-
<i>Gyrosigma.</i>	-	-	13	3.54	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mayamaea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	7	3	-	0.34
<i>Navicula</i>	2	1	15	4.9	17	-	12	2.78	2	2	10	0.47
<i>Pinnularia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	188	-	6.39
<i>Pseudonitzschia</i>	-	-	-	-	-	-	17	1.63	-	-	-	-
<i>Surirella</i>	-	-	34	9.26	-	-	23	2.21	-	-	5	0.17
<i>Synedra</i>	-	-	23	6.26	-	-	-	-	-	-	15	0.50
	2	1	106	29.68	25	10	100	12.94	146	193	39	12.71
total	59	46	262	100	447	384	212	100	1253	1496	226	100

ผลการศึกษาค่าปัจจัยแวดล้อมของน้ำ พบว่าน้ำในแม่น้ำชีที่ไหลผ่านจังหวัดมหาสารคามมีปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำมีค่าเฉลี่ย $86.99 \pm 10.75\%$ โดยที่สถานีที่ S03 หมู่บ้านท่าขอนยาง ตำบลท่าขอนยาง อำเภอเมือง เป็นสถานีที่มีปริมาณสารอินทรีย์ต่ำ ส่วนสถานีอื่นพบว่ามีปริมาณสารอินทรีย์สูง ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย 8.07 ± 1.12 มีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย 6.13 ± 1.56 mg/L มีค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์สารที่มีอยู่ในน้ำ 3.09 ± 0.92 mg/L ปริมาณแอมโมเนีย 0.71 ± 0.17 mg/L และออร์โทฟอสเฟตในน้ำเฉลี่ย 0.24 ± 0.10 mg/L (Table 2)

วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการศึกษาแพลงก์ตอนพืชของลำน้ำชีในเขตจังหวัดมหาสารคาม พบแพลงก์ตอนพืชใน Division Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta และ Bacillariophyta ในขณะที่แพลงก์ตอนพืชใน Division Chlorophyta เป็นกลุ่มที่มีปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือ Division Bacillariophyta โดยแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบ คือ สกุล *Pediastrum* sp. และ *Scenedesmus* sp. ซึ่งเป็นชนิดที่สามารถพบได้ในทุกสถานีและในทุกครั้งของการเก็บตัวอย่าง เป็นแพลงก์ตอนพืชที่บอกคุณภาพต่างๆ ของแหล่งน้ำ และมีการปนเปื้อนของปริมาณธาตุอาหารสูง และจัดกลุ่มแพลงก์ตอนที่ไม่สามารถสร้างสารพิษ หรือก่อให้เกิดโทษโดยตรงต่อสัตว์น้ำ (Peerapornpisal, 2006;

Thaimuangphol *et al.*, 2016) ชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชสูง พบในสถานที่ที่มีการเลี้ยงปลานิลทั้ง 3 สถานี คือ สถานีที่ 1, 2 และ สถานีที่ 5 สาเหตุเนื่องจากสารอาหารที่เกิดจากการเลี้ยงปลานิล ส่งผลให้แพลงก์ตอนพืชมีการเจริญเติบโตและพบว่าการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4 เดือนกรกฎาคม 2558 มีปริมาณความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชมากที่สุดในทุกสถานีเก็บตัวอย่าง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา Thaimuangphol *et al.* (2016) ที่ทำการศึกษารอบประกอบชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชบริเวณกระชังเลี้ยงปลานิลในกลุ่มน้ำชีตอนกลาง กรณีศึกษาบริเวณจังหวัดมหาสารคาม ในการเพิ่มขึ้นของสาหร่ายตามช่วงเดือนกรกฎาคมนี้ได้รับ

อิทธิพลจากหลายปัจจัย ได้แก่ ระดับน้ำที่ลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วงฤดูแล้งทำให้ปริมาณธาตุอาหารในแหล่งน้ำมีความเข้มข้นสูง เนื่องจากในฤดูแล้งมีสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่ถูกพัดพาในช่วงฤดูฝนและตกตะกอนทับถม จะเกิดการย่อยสลายและปลดปล่อยธาตุอาหารเข้าสู่มวลน้ำ นอกจากนี้ อาหารที่หลงเหลือจากการให้อาหารปลานิลในกระชังยังสามารถเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของปริมาณธาตุอาหารภายในแหล่งน้ำ ที่อาจส่งผลให้เกิดการเพิ่มจำนวนขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว (Chuapoe huk, 1999; Nakmee *et al.*, 2011)) โดยจะเห็นได้ชัดเจนจากผลการศึกษาในเดือนมีนาคม ที่ระดับน้ำในแม่น้ำชีมีระดับค่อนข้างต่ำ น้ำมีการไหลเวียนน้อย และพบว่าแพลงก์ตอนพืชมีปริมาณเพิ่มขึ้น

Table 2 Physical-chemical properties of water quality in aquaculture area at the middle Chi river Maha Sarakham Province

Parameters	Stations							Surface water standards (4)
	SO1	SO2	SO3	SO4	SO5	SO6		
Total Organic Carbon(%)	96.61±11.80	96.72±13.05	56.84±9.77	88.91±10.00	91.07±9.36	91.82±10.51	86.99±10.75	
pH	7.72±0.98	7.92±1.07	7.97±1.09	8.22±1.13	8.30±1.17	8.28±1.27	8.07±1.12	5-9
DO (mg/L)	4.59±2.27	5.63±1.76	6.20±1.22	6.51±1.28	6.67±1.25	7.18±1.58	6.13±1.56	2
BOD (mg/L)	3.83±1.08	3.69±1.30	2.89±0.57	3.37±0.57	2.52±0.99	2.24±1.01	3.09±0.92	4.0
NH ₃ -N(mg/L)	0.71±0.22	0.72±0.20	0.74±0.17	0.64±0.21	0.54±0.14	0.46±0.10	0.71±0.17	0.5
PO ₄ ^{-P} (mg/L)	0.32±0.06	0.24±0.10	0.24±0.12	0.21±0.13	0.20±0.10	0.22±0.10	0.24±0.10	

คุณภาพน้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน คุณภาพน้ำผิวดิน เป็นประเภทที่ 4 เมื่อใช้ค่า BOD เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ตามมาตรฐาน ปริมาณสารอินทรีย์สูงทุกสถานียกเว้นสถานีที่ SO₃ เนื่องจากการที่สถานีมีปริมาณสารอินทรีย์สูง ค่าแอมโมเนีย และค่าออร์โทฟอสเฟตมีค่าสูงมีคุณภาพน้ำไม่ดี (Eutrophic status) เนื่องจากมีปริมาณสารอาหาร มีสาเหตุมาจากการปนเปื้อนของสิ่งปฏิกูลต่างๆ เนื่องจากการเลี้ยงปลากระชัง และการเพาะปลูกพืชและปล่อยน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน การเลี้ยงสัตว์ใกล้แม่น้ำ รวมถึงการชะล้างหน้าดินส่งผลให้ปริมาณสารอินทรีย์สูง ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ เป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของประเทศไทยประเภทที่ 4 ซึ่งเป็นมาตรฐานของแหล่งน้ำผิวดินที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภทแต่สามารถอุปโภค ซึ่งประชาชนจะนำมาบริโภคได้ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน และสามารถนำมาใช้ทางอุตสาหกรรมได้ (Notification of the National Environmental Board, 1994)

จากการวิจัยครั้งนี้ พบว่าบริเวณที่มีกระชังเลี้ยงปลานิล หรือที่มีเกษตรกรรวม พบว่ามีความหนาแน่นชนิดของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการเลี้ยงปลานิลในกระชังบริเวณลำนํ้าตามธรรมชาติ ให้มีความเหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของแหล่งน้ำตามช่วงฤดูกาล พัฒนาการเลี้ยงปลาให้มีความยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ของลำนํ้าชีในเขตจังหวัดมหาสารคาม ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึง เดือน มกราคม พ.ศ. 2559 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 4 Division และ 36 genera คือ Division Cyanophyta (6 genera), Division Chlorophyta (13 genera), Division Euglenophyta (5 genera) และ Division Bacillariophyta (12 genera) สาหร่ายสกุลเด่นที่ พบ คือ *Scenedesmus* sp. และ *Pediastrum* sp. มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่พบประเภทที่ 4 ซึ่งเป็นมาตรฐานของแหล่งน้ำผิวดินที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภทแต่สามารถอุปโภคได้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับเงินสนับสนุนจากสภาวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ได้จัดสรรงบประมาณในการสนับสนุนงานวิจัยนี้ และขอบคุณสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่สนับสนุนงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Aengwanich, W., Chinrasri, T. and Chinrasri, O. 1998. Ichthyofauna and taxonomy of the Chi River's Fish in Mahasarakham Province. Mahasarakham : Mahasarakham university.
- Bold, H. C. and Wynne, M. J. 1985. Introduction to the algae: structure and reproduction. 6th ed. New Jersey : Prentice-Hall. 706 p.
- Boyd, C.E. and Tucker, C.S. 1992. Water quality and soil analyses for aquaculture. Alabama agriculture experiment station, Auburn University, Alabama: USA. 183 p.
- Chuapoehek, W. 1999. Nutrition and feeding of aquatic animal. Bangkok : Kasetsart university Press. 225 p.
- Jarenwatanaporn, J. 2012. Diversity of phytoplankton In seagrass beds at Ko Yao Yai, Phangnga ProvinceKKU Science Journal 40(1) : 111-120.
- Lewmanomont, K. 1984. Algae. Bangkok : Department of Biology, Faculty of Fisheries Kasetsart University press. 343 p.
- Nakmee, N., Pakmarth, A., Srikanrayaniwat, P., Ngamnikunchalin, D., Tipnoppakun, A. and Sangyoka, S. 2011. Impact of fish in cage to water quality in Nan river, Phitsanulok province. Rajabhat Journal of Sciences, Humanities and Social Sciences 12(2) : 18-31.
- Notification of the National Environmental Board, No. 8, B.E. 2537.1994. Issued under the Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act B.E.2535 (1992) published in the Royal Government Gazette, Vol. 111, Part 16, dated February 24, B.E. 2537 (1994). [Accessed August 5, 2015]. Available from: URL:http://www.pcd.go.th/info_serv/en_reg_std_water05.html.
- Peerapornpisal, Y. 2006. Phycology. Chiang Mai : Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai University: 528 p.
- Round, F.E. 1973. The Biology of the algae. 2nd ed. London : Edward Arnold Limited. 278 p.
- Thaimuangphol, W., Kasamesiri, P., Rodmongkoldee, M., Panchan, R. and Simdee, S. 2016. Species composition and density of phytoplankton in Nile tilapia floating cage area at the middle Chi river: A case study of Mahasarakham province. The Journal of Science and Technology Mahasarakham University 9 : 440-452.
- Wongrat, L. 1999. Phytoplankton. Bangkok : Department of Biology, Faculty of Fisheries Kasetsart University Press. 851 p.
- Wongrat, L. and Boonyapiwat, S. 2003. Manual of sampling and analytical methods of plankton. Bangkok : Kasetsart university press. 270 p.

Concentration of Polyunsaturated Fatty Acid of Rice Bran Oil by Urea Complexation–A Response Surface Approach

Pornpisanu Thammapat^{1*} and Sirithon Siriamornpun²

¹*Food Technology Program, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Mahasarakham University, Mahasarakham 44000, Thailand.*

²*Research Unit of Process and Product Development of Functional Foods, Department of Food Technology and Nutrition, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Mahasarakham 44150, Thailand.*

Abstract

The processes for the concentration of fatty acids in the production of polyunsaturated fatty acids (PUFA) have become very important because of the beneficial properties of these substances to human health and in functional foods. Optimization of the concentrating conditions of Polyunsaturated fatty acid (PUFA) extracted from rice bran oil was studied to obtain maximum concentration. The crude rice bran oil was extracted from the KDML105 rice bran variety, and the extracted oil was used as fresh crude oil. The PUFA was concentrated by the urea complexation method. A hexagonal rotatable design was applied to examine the effects of crystallization temperature and urea-to-fatty acid ratio on the total content of PUFA (Y). We investigated the changes of different crystallization temperatures (-10, 0 and 10°C) and urea-to-fatty acid ratios (2:1, 3:1 and 4:1, w/w) on the total PUFA content. The second order polynomial regression model for response was employed to generate the response surfaces. Under the optimum conditions of -7.2°C and a urea-to-fatty acid ratio of 2.91 (w/w), the total concentration of PUFA could be increased by up to 77.48% was obtained.

Keywords : Polyunsaturated Fatty Acids, Rice Bran Oil Concentrate and Urea Inclusion

*Corresponding author: E-mail: Thammapat.p@gmail.com

Introduction

Rice is the most important cereal product in Asia and is the most overwhelming staple food in most populations of this region (Wadsworth, 1992; Van Hoed *et al.*, 2006). It is grown in more than 100 countries, and there are around 18,000 varieties that count for about 25% of the world's food grain production (Hernandez *et al.*, 2000). Rice processing or milling produces several streams of material, including husks, milled rice, and bran. The bran is the hard outer layer of rice consisting of aleurone and pericarp. Rice bran, a by-product of rice milling industry is an indispensable, less expensive abundantly available as soft and fluffy off-white powdery material, during the milling period (Satter *et al.*, 2014). The utilization of commercial rice bran and its potential food values are recognized, and it has recently been increased with the development of highly promising processes and products (Rosniyana *et al.*, 2007). Recently, the use of rice bran is gaining importance in many studies due to the fact that, during the processing of whole rice, large amounts of the grain's outer layers are removed, raising the concentration of nutrients in the bran and rendering it into an important source of nutrients for the food industry and human consumption (Imsanguan *et al.*, 2008; Lilitchan *et al.*, 2008).

Rice bran is an incredible source of vitamins, minerals, amino acids, essential fatty acids, dietary fiber and more than 100 antioxidant nutrients that helps to fight against disease and promote to good health (Malekean *et al.*, 2000). Rice bran products have been widely used in food, agricultural and cosmetic industries. With the advent of biomedical research, scientists have unlocked important pharmacological and physiological properties within constituents of

rice bran, supporting a role for these products in health maintenance and disease prevention (Jariwalla, 2001). In the earlier times, rice bran was used as either fertilizer or animal feed. But these days, it is used for extraction of oil namely rice bran oil (Hammond, 1994; Van Hoed *et al.*, 2006). The most successful countries producing rice bran oil are in India and Thailand (Sharma *et al.*, 2015).

Rice bran oil is composed of 4% unsaponifiables, 2-4% free fatty acids and 88-89% neutral lipids. The unsaponifiable fraction is a complex mixture of naturally occurring antioxidant compounds such as vitamin E and γ -oryzanol. Rice bran oil has several unique properties that render its suitability for niche markets like nutraceutical and pharmaceutical industries. Rice bran oil has been in high demand for pharmaceutical and dietetic purposes. However, rice bran oil is unattractive because it contains substantial amounts of undesirable saturated fatty acids (SFA). It has been reported that polyunsaturated fatty acids (PUFA) concentrates devoid of more saturated fatty acids are preferred to rice bran oil. They, at the lowest possible amount, supply the daily intake of total lipid (Haagsma *et al.*, 1982). Therefore, consumption of appropriate amounts of PUFA needs to be considered. In production of highly concentrated PUFA components, separation of essential fatty acids is difficult. Rice bran oil is a complex mixture of fatty acids with varying chain lengths and instauration degrees. Therefore, commercial production of rice bran oil concentrates with high percentages of PUFA is now a main concern for researchers in this area

The available methods to produce PUFA concentrate includes supercritical fluid extraction, urea complexation, molecule distillation, freezing crystallization, lipase concentration, silver ion

complexation and high performance liquid chromatography (Medina *et al.* 1998; Liu *et al.*, 2006; Corrêa *et al.*, 2008; Chakraborty and Raj, 2009). However, Urea complexation is the most simple and the most efficient technique for obtaining PUFA concentration in the form of free fatty acids. For elimination of fatty acids, urea complexation is a good established technique (Homayooni *et al.*, 2014). The main application of the urea complexation method is the separation of SFA and mono-unsaturated fatty acids (MUFA) from PUFA (Medina *et al.*, 1998; Wanasundara and Shahidi, 1999; Liu *et al.*, 2006).

Urea complexation is favoured because the complexation depends upon the configuration due to presence of multiple bonds rather than the physical properties of the molecules, such as melting point or solubility. Pure urea crystallizes in a tightly packed tetragonal structure with channels of 5.67 Å in diameter. SFA, whose straight chain molecules, form hexagonal crystal with urea in 8-12 Å channel diameter. However, monoenes are more readily complexed as compared to dienes, which in turn, are more readily complexed than trienes. Urea complexes formation depends on the degree of unsaturation of the fatty acids (Medina *et al.*, 1998; Wanasundara and Shahidi, 1999; Liu *et al.*, 2006). However, a literature search revealed no information on the fatty acid composition of rice bran oil purified by urea complexation. This research has contributed to advances in the implementation of the technological processing of PUFA concentrate. Urea complexation of rice bran oil was carried out to concentrate PUFA of oil. Variables such as crystallization temperature (X_1 , °C) and urea-to-fatty acid ratio (X_2 , w/w) were studied collectively in order to optimize the conditions to obtain a maximum concentration of PUFA. Moreover, this study shows model

equations that predict the PUFA concentrate of rice bran oil based on crystallization temperature and urea-to-fatty acid ratio.

Materials and Methods

1. Materials

Rice bran of *Oryza sativa* L., cultivar KDML105 was collected from the Roi-Et Agricultural and Food Products, Co, Ltd., Roi-Et Province, Thailand. Prior to conducting the experiment, rice bran was stored at -20°C. The extraction, refining (R) and bleaching (B) of the oil were carried out according to the recommended procedures for commercial oil (Sunarya *et al.*, 1996). The rice bran oil was stored under nitrogen at -25°C in an amber glass container until used. Fatty acid methyl esters were purchased from either Fluka (Buchs, Switzerland) or Sigma (St. Louis, USA). The other solvents and reagents used in the gas chromatography analysis were purchased from Merck (Darmstadt, Germany). All other chemicals used in this study were of analytical grade.

2. Preparation of free fatty acids from rice bran oil

The preparation of free fatty acids from rice bran oil took place according to the following procedure. Rice bran oil (175 g) was treated with 200 ppm butylated hydroxytoluene (BHT) before saponification with a mixture of KOH (40.25 g), distilled water (77 ml) and 95% aqueous ethanol (462 ml). The saponification was operated at 62±2°C for 1 h under nitrogen. Distilled water (350 ml) was added to the soap and then acidified with 6 N hydrochloric acid to release the free fatty acids. The mixture was

transferred to a separating funnel and the liberated fatty acids were extracted into 350 ml hexane. The hexane layer was washed with distilled water and dried over anhydrous sodium sulphate. Solvent was removed in a rotator evaporator at 40°C under vacuum to recover free fatty acids which were then stored under nitrogen at -25°C in dark amber glass containers until used in the urea complexation.

3. Preparation of rice bran oil concentrates by urea complexation

The separation of rice bran oil concentrates from the hydrolyzed fatty acid mixture of parboiled rice bran oil was carried out by urea-fatty acid adduct formation according to the following procedure. Free fatty acid (300 g) was mixed with 20% (w/v) urea in 95% aqueous ethanol and then heated at 60-70°C, with stirring, until the whole mixture turned into a clear homogeneous solution. Two variables we evaluated were crystallization temperature (X_1), and urea-to-fatty acid ratio (X_2). The urea-to-fatty acid ratio was changed by using different amounts of urea (2:1, 3:1 and 4:1 w/w). Initially, the urea-fatty acid adduct was allowed to crystallize at -10°C, -5°C, 0°C, 5°C and 10°C for 8 hrs. The crystals formed (urea-fatty acid adducts are also referred to as the urea complexing fraction) were separated from the liquid (non-urea complexing fraction) by filtration under suction using a Buchner funnel lined with a No.1 Whatman filter paper. The filtrate was diluted with an equal volume of water and acidified to pH 4-5 with 6 N HCl; an equal volume of hexane

was subsequently added. The mixture was stirred thoroughly for 1 h and then transferred to a separating funnel. The hexane layer, containing liberated fatty acids, was separated from the aqueous layer containing urea. The hexane phase was washed out with distilled water (2x150 ml) to remove any remaining urea and then dried over anhydrous sodium sulfate, and the solvent was removed in a rotator evaporator at 40°C under vacuum.

4. Gas chromatography (GC) analysis

Free fatty acids were transformed into the corresponding methyl esters. In detail, 3 ml of HCl-methanol reagent and 1 ml of toluene reagent were added to the 100 mg of extracted lipid samples, and they were then heated at 70°C for 2 h. Fatty acid methyl esters were extracted in 2 ml of hexane, and stored at -25°C before chemical analysis. The fatty acid methyl esters were analyzed by a Shimadzu (GC-2014) gas chromatography with a flame ionization detector (FID). The esters were separated on a 60 m x 0.25 mm i.d. wall-coated open tubular fused silica capillary column coated with DB-WAX. Column injector and detector temperatures were 250 and 270°C, respectively. The carrier gas was nitrogen flowing at 1.27 ml/min. The temperature program was 150-180°C at 20°C/min, then from 180°C to 220°C at 2.5°C/min, held at 220°C for 3 min, then from 220°C to 230°C at 10°C/min, held at 230°C for 3 min and from 230°C to 235°C at 5.0°C/min, held at 235°C for 10 min (Thammapat *et al.*, 2010). Individual methyl esters were identified against the retention time of standard methyl

esters. Fatty acid composition was calculated by the following formulae.

Fatty acid composition = area under each peak/total areas of all fatty acids appearing in the chromatogram x 100

5. Optimization procedure for production of PUFA concentration by urea complexation of rice bran oil

In this study, the hexagonal rotatable design (Gacula and Singh, 1984) was employed to study the total content of PUFA (Y variable) by urea complexation of rice bran oil. The crystallization temperature (X_1) and urea-to-fatty acid ratio (X_2) were independent variables employed to optimize Y variable. The level of variables for the development of the model is represented in Table 1. Triplicate reactions were carried out at all designed points except at the central point (0,0) where four replications were performed to allow the estimation of the 'pure error'. All experiments were carried out in a randomized order to minimize the effect of unexplained variability in the observed responses due to extraneous factors. A quadratic polynomial regression model was assumed for predicting individual Y variable. The model proposed for each response of Y is:

$$Y = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + \sum \beta_{ii} X_i^2 + \sum \sum \beta_{ij} X_i X_j$$

In this model, β_0 , β_i , β_{ii} and β_{ij} were intercept, linear, quadratic and interaction regression coefficient terms, respectively, and X_i and X_j were independent variables. The Design-

Expert was used to analyze the data of urea complexation by fitting all the data to suitable regression models. Response surfaces were developed using the fitted quadratic polynomial equations obtained from the response surface regression (RSREG) analysis by holding the independent variables with the least effect on the response at a constant value and by changing the levels of the other variables.

Results and Discussion

1. Fatty acid composition of rice bran oil

The compositions of fatty acids of rice bran oil are shown in Table 2 and Figure 1. The predominant fatty acids of rice bran were MUFA (59.75%), followed by PUFA (38.35%) and SFA (1.89%). The stearic acid (C18:0) was the major SFA, while oleic acid (C18:1) and linoleic acid (18:2) were the major MUFA and PUFA, respectively. These results are in agreement with previous studies on fatty acids of RD-6 rice, a popular glutinous rice cultivar for consumption in the North and Northeast of Thailand (Thammapat *et al.*, 2016). The major contributors to n-3 PUFA was 18:3 while 18:2 was found to be the major n-6 PUFA. Similar results were observed in other rice, such as RD-6 (Thammapat *et al.*, 2015; Thammapat *et al.*, 2016), Koshihikari, Kyeema and Doongara (Zhou *et al.*, 2002).

Table 1 Variables used for hexagonal rotatable design

Coded- variable levels		Natural-variable levels	
Z ₁	Z ₂	X ₁ (Crystallization Temperature, °C)	X ₂ (Urea-to-fatty acid ratio, w/w)
1.00	0.00	10.0	3.00
0.50	0.87	5.0	3.87
0.50	-0.87	5.0	2.13
-0.50	0.87	-5.0	3.87
-0.50	-0.87	-5.0	2.13
-1.00	0.00	-10.0	3.00
0.00	0.00	0.0	3.00

Table 2 Fatty acid compositions (% total fatty acids) of rice bran oil

Fatty acids	Fatty acid content (%)
C14:0	0.36±0.09
C16:0	0.51±0.11
C16:1 n-9	25.21±0.59
C18:0	1.02±0.18
C18:1 n-9	34.54±0.52
C18:2 n-6	35.10±1.67
C18:3 n-3	2.07±0.16
C20:3 n-6	0.41±0.13
C20:4 n-6	0.77±0.13

Mean values ± standard deviation of determinations for triplicate samples.

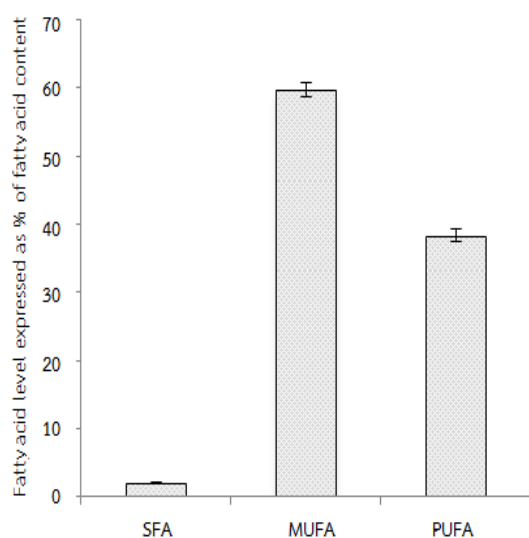


Figure 1 Fatty acid level of total fatty acid of rice bran oil

2. Concentration of PUFA of rice bran oil

Experimental values obtained for responses: The total content of PUFA of rice bran oil for ten design points are given in Table 3. The maximum increase of PUFA content was 73.56% in the non-urea complexed fraction, which was obtained at crystallization temperature of -5°C and urea-to-fatty acid ratio of 3.87. Fractionation results showed a total reduction in SFA and MUFA. The highest reduction was observed at the -5°C. Complete removal of SFA and MUFA by urea complexation may be impossible since some of the SFA and MUFA do not

complex with urea during crystallization (Homayooni *et al.*, 2014).

The urea-to-fatty acid ratio and crystallization temperature were the most influential variables affecting the degree of PUFA concentration. Generally, enrichment of PUFA in concentrate and liquid recovery yield varied inversely with the decreasing crystallization temperature as well as with the increasing urea-to-fatty acid ratio (Liu *et al.*, 2006). At low temperatures, fatty acids had a greater tendency to form urea compounds than at high temperatures, and the urea-to-fatty acid ratio could be used to segregate or isolate the fatty acids by their degree of unsaturation. Hasnisa and Jumat (2014) have reported similar results for the urea complexation experiment conducted on soybean oil. Crystallization of fatty acids in the presence of urea occurs at lower temperatures depending on the degree of the unsaturated fatty acids. The complexation limit depends on the urea-to fatty acid ratio and crystallization temperature. It can be concluded that lower crystallization temperature derived low percentage of PUFA. This is related to the crystallization of fatty acids at a suitable temperature depending on the required degree of complex concentration.

In our present study, it was observed that the urea-to fatty acid ratio and crystallization temperature, both of which are strongly related, are the most influential variables affecting the degree of PUFA concentration. The variation in PUFA content with the urea-to-fatty acid ratio is different when

the crystallization temperature is low, then when it is high (Medina *et al.*, 1998).

3. Analysis of model

Optimization of processing conditions, such as urea-to-fatty acid ratio (X_1) and crystallization (X_2), to maximize the PUFA content in rice bran oil by urea complexation was determined. The multiple regression coefficients obtained by employing a least square technique to predict a quadratic polynomial model for the PUFA content (Y) is summarized in Table 4. Multiple regression equations were generated relating the response variable to coded levels of the independent variables. Multiple regression coefficients were determined to predict quadratic polynomial models for PUFA content of rice bran oil. Analysis of variance (ANOVA) showed that the selected quadratic models adequately represented the data obtained for PUFA content. Examination of these coefficients with the t-test, for the PUFA content, indicated that linear and quadratic term of urea-to-fatty acid and crystallization temperature were highly significant ($P < 0.01$), whereas the interaction term of quadratic term of urea-to-fatty acid and crystallization temperature was also significant ($P < 0.05$). These results suggested that the linear and quadratic terms of urea-to-fatty acid and crystallization temperature may be the primarily determining factors for PUFA content. The coefficients of independent variables determined for the quadratic polynomial models (Table 4) for the PUFA content (Y) of rice bran oil is given below:

$$Y = 56.06 - 10.25Z$$

These results show that the models predicted for Y were adequate as indicated by error analysis that showed non-significant lack-

of-fit ($P > 0.05$). The adjusted correlation coefficient for the determination (R^2) of the PUFA content was 0.96.

Table 3 Hexagonal rotatable design arrangement and response for PUFA of rice bran oil

Variable levels		Response (Y)
X_1 (Crystallization Temperature, °C)	X_2 (Urea-to-fatty acid ratio, w/w)	PUFA (%)
10.0	3.00	52.14±0.35
5.0	3.87	60.71±0.18
5.0	2.13	59.94±0.12
-5.0	3.87	73.56±0.42
-5.0	2.13	68.35±0.15
-10.0	3.00	72.25±0.30
0.0	3.00	56.80±0.09
0.0	3.00	56.32±0.46
0.0	3.00	55.75±0.24
0.0	3.00	55.35±0.40

Table 4 Regression coefficients of predicted quadratic polynomial model for response variable

Variables	Coefficients (β)
	Y (%)
Intercept	56.06
<i>Linear</i>	
Z_1	-10.25**
Z_2	1.73**
<i>Quadratic</i>	
Z_{11}	6.14**
Z_{22}	10.73**
<i>Interaction</i>	
Z_{12}	-2.56*
R^2	0.99

Y: the PUFA content

** $P < 0.01$ highly significant, and * $P < 0.05$ significant

4. Optimization of process conditions to maximize content of the PUFA of rice bran oil

Two variables were given the fitted model were we chose it as the axis for the response surface plots. The linear, quadratic and interaction terms in second order polynomial were used to generate a three-dimensional response surface graph. The response surface for the PUFA content is given in Figure 2. The results of canonical response surfaces were given in Table 5. The stationary points for the PUFA content of rice bran oil by urea complexation predicted a maximum increase of 78.90% at the urea-to-fatty acid ratio of 2.91 and crystallization temperature of -7.2°C . The result of the three-dimensional response surface indicated that the PUFA content would be increased with low temperature and high urea-to-fatty acid ratio.

Previous studies have reported different variable processing conditions for producing cereal oil concentrates. For example, Hasnisa and Jumat (2014) have reported that the content of PUFA was highest at the crystallization temperature of 4°C , urea-to-fatty acid ratio of 3 and crystallization time of 24 h. Our study used a lower crystallization temperature than those used in these studies, because of the higher long chain MUFA content in rice bran oil. It would be difficult to remove those fatty acids from the mixture as they were included in the urea crystals (Medina *et al.*, 1998). Accordingly, the specific crystallization temperature of any individual cereal oil should be determined. The

crystallization temperature also depends on the degree of concentration desired (Shahidi and Wanasundara, 1998).

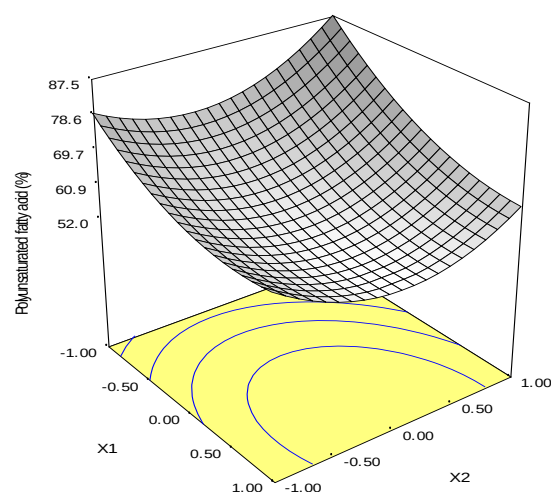


Figure 2 Response surface for the effect of crystallization temperature and urea-to-fatty acid ratio on the content of PUFA of rice bran oil concentrates.

The adequacy of the models predicted was examined by performing independent experiments at the optimal conditions for increased PUFA content by urea complexation conditions. Verification results revealed that the predicted values from this model was reasonably close to the observed one (Table 5), indicating that the model is suitable for the prediction of the study response. Our developed process has added nutritional value to rice bran oil with respect to bioactive substance.

Conclusion

The processing parameters were found to be: a crystallization temperature of -7.2°C and urea-to-fatty acid ratio of 2.91. We selected

Table 5 Predicted and observed values for response variable in urea complexation experiment of rice bran oil

Response variable	Critical values of independent variables		Stationary point	Predicted value (%)	Observed value ^a (%)
	Crystallization	Urea-to-fatty			
	temperature (°C)	acid ratio (w/w)			
Total PUFA content (%)	-7.20	2.91	Maximum	78.90	77.48±1.14

^a Mean values ± standard deviation of determinations for triplicate samples

these conditions in order to achieve the highest levels of the PUFA content of rice bran oil. Under these conditions, the PUFA content could be increased up to 77.48%. The urea complexation process at low temperature and high urea-to-fatty acid ratio was demonstrated to be a feasible method for the increase of PUFA content in rice bran oil concentrates. Our finding suggests that urea complexation could be considered as a very effective method for concentrating PUFA from rice bran oil leading to a potential use for the application in the food and pharmaceutical industries.

Acknowledgements

The authors would like to thank the Roi-Et Agricultural and Food Products, Co, Ltd. for granting permission to carry out this study and providing the facilities and materials to conduct the research. We gratefully thank Dr. Colin Wrigley, Adjunct Professor at University of Queensland, Australia, for language revision. Thanks also to the laboratory equipment center, Mahasarakham University for providing GC instruments.

References

- Chakraborty, K. and Raj, R. P. 2009. Selective enrichment of n-3 polyunsaturated fatty acids with C18-C20 acyl chain length from sardine oil using *Pseudomonas fluorescens* MTCC 2421 lipase. *Food Chemistry* 114 : 142-150.
- Corrêa, A. P. A., Peixoto, C. A., Gonçalves, L. A. G., and Cabral, F. A. 2008. Fractionation of fish oil with supercritical carbon dioxide. *Journal Food Engineering* 88 : 381-387.
- Gacula, M. C. and Singh, J. 1984. *Statistical Methods in Food and Consumer Research*. New York : Academic Press, Inc., pp. 214-272.
- Haagsma, N., Gent, C. M., Luten, J. B., Jong, R. W. and Doorn, E. 1982. Preparation of an ω -3 fatty acid concentrate from cod liver oil. *The Journal of the American Oil Chemists' Society* 59 : 117-118.
- Hammond, N. 1994. Functional & nutritional characteristics of rice bran extracts. *Cereal foods world* 39 : 752-754.
- Hasnisa, H. and Jumat, S. 2014. Preparation of concentrated polyunsaturated fatty acids (PUFA) from soybean oil. *Journal of tropical agriculture and food science* 42(2) : 149-155.
- Hernandez, N., Rodriguez-Alegria, M. E., Gonzalez, F. and Lopez-Munguia, A. 2000. Enzymatic treatment of rice bran to improve processing. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 77 : 177-180.
- Homayooni, B., Sahari, M. A. and Barzegar, M. 2014. Concentrations of omega-3 fatty acids from rainbow sardine fish oil by various methods. *International Food Research Journal* 21(2) : 743-748.
- Imsanguan, P., Roaysubtawee, A., Borirak, R., Pongamphai, S. Douglas, S. and Douglas, P. L. 2008. Extraction of α -tocopherol and γ -oryzanol from rice bran. *Food Science and Technology* 41(8) : 1417-1424.
- Jariwalla, R. J. 2001. *Rice-bran products: Phytonutrients with potential applications in preventive and clinical medicine*. California : Bioscience Ediprint INC. 17-26.
- Lilitchan, S., Tangprawwat, C., Aryasuk, K., Krisnangkura, S., Chokmoh, S. and Krisnangkura, K. 2008. Partial extraction method for the rapid analysis of total lipids and γ -oryzanol contents in rice bran. *Food Chemistry* 106(2) : 752-759.
- Liu, S., Zhang, C., Hong, P. and Ji, H. 2006. Concentration of docosahexaenoic acid (DHA) and eicosapentaenoic acid (EPA) of tuna oil by urea complexation : optimization of process parameters. *Journal of Food Engineering* 73 : 203-209.
- Malekian, F., Rao, R. M., Prinyawiwatkul, W., Marshall, W. E., Windhauser, M. and Ahmedna, M. 2000. Lipase and lipoxygenase activity, functionality, and nutrient losses in rice bran during storage. *Bulletin Number 870* : 1-69.
- Medina, A. R., Grima, E. M., Giménez, A. G. and González, M. J. I. 1998. Downstream processing of algal polyunsaturated fatty acids. *Biotechnology Advances* 3 : 517-580.

- Rosniyana, A., Hashifah, M. A., and Norin, S. A. S. 2007. The physico-chemical properties and nutritional composition of rice bran produced at different milling degrees of rice. *Journal of tropical agriculture and food science* 35 : 99-105.
- Satter, M. A., Ara, H., Jabin, S. A., Abedin, N., Azad, A. K., Hossain, A., and Ara, U. 2014. Nutritional composition and stabilization of local variety rice bran BRRI-28. *International Journal of Science and Technology* 3(5) : 306-313.
- Shahidi, F., and Wanasundara, U.N. 1998. Omega-3 fatty acid concentrates: nutritional aspects and production technologies. *Trends in Food Science & Technology* 9 : 230-240.
- Sharma, R., Srivastava, T. and Saxena, D.C. 2015. Studies on rice bran and its benefits- A review. *Journal of Engineering Research and Applications* 5 : 107-112.
- Sunarya, H. Hole, M. and Taylor, K. D. A. 1996. Methods of extraction composition and stability of vitamin A and other components in dogfish (*Squalus acanthias*) liver oil. *Food Chemistry* 55(3) : 215-220.
- Thammapat, P., Raviyan, P. and Siriamornpun, S. 2010. Proximate and fatty acids composition of the muscles and viscera of Asian catfish (*Pangasius bocourti*). *Food Chemistry* 122 : 223-227.
- Thammapat, P., Meeso, N. and Siriamornpun, S. 2015. Effects of NaCl and soaking temperature on the phenolic compounds, α -tocopherol, γ -oryzanol and fatty acids of glutinous rice. *Food Chemistry* 175 : 218-224.
- Thammapat, P., Meeso, N. and Siriamornpun, S. 2016. Effects of the traditional method and an alternative parboiling process on the fatty acids, vitamin E, γ -oryzanol and phenolic acids of glutinous rice. *Food Chemistry* 194 : 230-236.
- Van Hoed, V., Depaemelaere, G., Ayala, J. V., Santiwattana, P., Verhé, R. and Greyt, W.D. 2006. Influence of chemical refining on the major & minor components of rice bran oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 83(4) : 315-321.
- Wadsworth, J. I. 1992. Rice. In: Hui, Y. H., ed. *Encyclopedia of Food Science and Technology*, 4th ed., New York : John Wiley and sons. pp. 264-279.
- Wanasundara, U.N. and Shahidi, F. 1999. Concentration of omega 3-polyunsaturated fatty acids of seal blubber oil by urea complexation: optimization of reaction conditions. *Food Chemistry* 65 : 41-49.
- Zhou, Z., Blanchard, C., Heliwell, S. and Robardsa, K. 2002. Fatty acid composition of three rice varieties following storage. *Journal of Cereal Science* 1 : 1-9.