



วารสาร

เกษตรพระจอมเกล้า

KING MONGKUT'S AGRICULTURAL JOURNAL

ปีที่ 37 ฉบับที่ 4

VOLUME 37 NUMBER 4

ตุลาคม – ธันวาคม 2562

SSN 2651-2203 (Online)

October – December 2019

งานวิจัย

- การประเมินปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของพืชทองพันชั่งลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 ที่เหมาะสมต่อการแปรรูป
- ผลของระยะเวลาการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพและผลผลิตของพริกระยะผลอ่อน
- การพัฒนาการพอกเมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยสำหรับเมล็ดผักกาดหอมออร์แกนิก
- การใช้เถ้าขี้เถ้าและกากตะกอนปาล์มร่วมกับมูลสัตว์ในการผลิตปุ๋ยหมัก
- ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านในกรุงเทพมหานคร
- การประเมินและคัดเลือกสายพันธุ์พืชทองเพื่อพัฒนาพืชทองสายพันธุ์แท้ที่มีสารเบต้าแคโรทีนสูง
- ความพึงพอใจของเกษตรกรรุ่นใหม่ต่อการฝึกอบรมหลักสูตรเตรียมความพร้อมสู่การเป็นผู้ประกอบการเกษตรรุ่นใหม่ ในกรุงเทพมหานคร
- การประเมินความสามารถในการทนเค็มของเชื้อพันธุกรรมมะเขือม่วงในสภาพโรงเรือน
- การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรวณไม้น้ำอณูเบียดคอนเจนซิสโดยใช้ Thidiazuron (TDZ)
- ขั้นตอนการพอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรวณไม้น้ำไวท์อณูเบียด
- ผลของเวลาเก็บเกี่ยวและฤดูกาลต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณแอนโทไซยานิน และสารฟีนอลิกทั้งหมดในดอกอัญชัน
- ศึกษาการพัฒนาผลต่อสารพฤกษเคมีบางชนิดในผลพริกมัน 'TVRC365'
- ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตโคฟีพื้นเมืองไทยภาคใต้ ภายใต้การจัดการของศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เทพา จังหวัดสงขลา
- อุตสาหกรรมยางพาราภายใต้ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน: ภาพปรากฏจากพื้นที่ปลูกยางพาราเมืองใหญ่สองทะเล
- ความพึงพอใจต่อการบริโภคอาหารคลีนของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานคร
- การพัฒนาระบบการมีส่วนร่วมของชุมชนในการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืน สุอาหารเพื่อสุขภาพในบ้านคอกช้าง ตำบลแหลมบัว อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม
- ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของเกษตรกรจังหวัดสมุทรปราการ
- ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจซื้อผักสดที่ร้านค้าในองค์การตลาดเพื่อเกษตรกร
- การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสังข์หยด อำเภอนะบอง จังหวัดสงขลา โดยใช้ปัจจัยทางกายภาพของพื้นที่ปลูกข้าวสังข์หยด จังหวัดพัทลุง

สารบัญ

- ภูวไนย ไชยชุกรู วชิรญา อิมสบาย วรลักษณ์ ประยูรมหิศร ยงยุทธ พลบั้งปะ และอัญมณี อาวชานนท์
- ปิยะณัฐ ผกามาศ จำนอง ไสมกุล สลาลีวัลย์ แน่นแน่น สมนึก ลีสุขสมบูรณ์ และคุณาธิป ไก่กา
- อุษณีย์ นรธิม และวิลาวรรณ เชื้อบุญ
- กัญจิกา ยงมณี ภัทรารัตน์ เทียมเก่า และอรพิน หนูทอง
- จงทีวัฒน์ ใจกระสัน และดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมาธิวัฒน์
- รัชชานนท์ ทองแผ่น วรลักษณ์ ประยูรมหิศร และอัญมณี อาวชานนท์
- ประวุฒิ ทศมาลี และดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมาธิวัฒน์
- ธนพงศ์ เ่งพิทักษ์กุล จำนอง ไสมกุล ปิยะณัฐ ผกามาศ รัชชานนท์ ทองแผ่น วิทยา สารคุณ และอัญมณี อาวชานนท์
- ชานนท์ กล่อมกำแหง นงนุช เลาหะวิสุทธิ และบุปผา จงพัฒน์
- อัจฉรา ศรีสว่าง นงนุช เลาหะวิสุทธิ และอัจฉรี เรืองเดช
- ธีร์ หะวานนท์ และเกียรติสุดา เหลืองวิสัย
- อรเนตร กานต์บุญญา จำนอง ไสมกุล พิมพ์ชนก สดภูมินทร์ และพรไพรินทร์ รุ่งเจริญทอง
- เกลิงศักดิ์ อังกูระศรี และวินิจ คำสังข์
- พลากร สัตยเชื้อ และปวีชญ์ พิทยาภินันท์
- ศิริจรรยา เครือวิริยะพันธ์ และกุลกัญญา ณ บ่อมเพ็ชร
- พิทักษ์พงศ์ บ่อมปราณี และนิตยา จันกา
- ชวลีวรรณ วิจิต พัฒนา สุขประเสริฐ และสุพัฒน์ ทองแก้ว
- ธีร์ธันต์ ภาสภิรมย์ พัฒนา สุขประเสริฐ และสาวิตรี รังสิภัทร์
- โชติกา รติชลิยกุล สุพรรณ กาญจนสุธรรม ณรงค์ พลธิรักษ์ แก้ว นวลฉวี และอรรณวุฒิ นารณกุลพัฒน์

หน้า

- 581
- 590
- 598
- 604
- 612
- 619
- 627
- 635
- 642
- 648
- 655
- 662
- 669
- 675
- 686
- 693
- 703
- 713
- 719
- 729

บทความ

- การตอบสนองของสารประกอบฟีนอลในพืชภายใต้สภาวะแล้ง

ช่อแก้ว อนิลบล

729

วารสารเกษตรพระจอมเกล้า

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเผยแพร่ความก้าวหน้าของวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร
2. เพื่อส่งเสริมความร่วมมือและแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นระหว่างผู้ที่อยู่ในวงการเกษตรหรือสถาบันต่าง ๆ

การส่งเรื่องลงพิมพ์

เรื่องที่จะได้แก่ บทความวิจัย บทความวิชาการที่เกี่ยวข้องกับทางการเกษตรหลักเกณฑ์และการเตรียมต้นฉบับได้ระบุไว้ตอนท้ายของวารสารพระจอมเกล้า

สำนักงาน

งานวารสารเกษตรพระจอมเกล้า
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทรศัพท์/โทรสาร : 0-2329-8524
E-mail : ajournal@kmitl.ac.th
www.tci-thaijo.org/index.php/agritechjournal/index

กำหนดการตีพิมพ์ : วารสารเกษตร

พระจอมเกล้า กำหนดตีพิมพ์ปีละ 4 ฉบับ

- ฉบับที่ 1 มกราคม – มีนาคม
- ฉบับที่ 2 เมษายน – มิถุนายน
- ฉบับที่ 3 กรกฎาคม – กันยายน
- ฉบับที่ 4 ตุลาคม – ธันวาคม

ที่ปรึกษา

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร
รองคณบดี
ผู้ช่วยคณบดี
หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
หัวหน้าภาควิชาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์
และประมง
หัวหน้าภาควิชาวนวัตกรรมสื่อสารและ
พัฒนาการเกษตร

บรรณาธิการบริหาร

- รศ. ดร. ณัฐกร สงคราม
- รศ. ดร. กนก เลิศพานิช

บรรณาธิการ

ผศ. ดร. สุกัญญา แย้มประชา

ผู้ดูแลระบบ

นายอภิสิทธิ์ แสนหล้า

กองบรรณาธิการ

- ศ. ดร. บัญชา สมบูรณ์สุข
- ศ. ดร. สุธฤดี ประเทืองวงศ์
- ศ. ดร. อังศุมาลย์ จันทร์อาทิตย์
- รศ. ดร. กานต์ สุขสุแพทย์
- รศ. ดร. กำจร หลุยยะพงศ์
- รศ. ดร. จินดา ขลิบทอง
- รศ. ดร. จุฑารัตน์ เศรษฐกุล
- รศ. ดร. ฉลอง วชิราภากร
- รศ. ดร. ชูเกียรติ หะยีสาแม
- รศ. ดร. เนาวนิตย์ สงคราม
- รศ. ดร. ปรมศ บันเทิง
- รศ. ดร. วรเดช จันทร์สร
- รศ. ดร. วรวิทย์ เทพานัติ
- รศ. ดร. ศิริชัย กัลยาณรัตน์
- ผศ. ดร. จักรมาส เลหาพนิช
- ผศ. ดร. พิศสุวรรณ เจียมสมบัติ
- ผศ. ดร. เขียวรัตน์ ศรีวรรณันท์
- ผศ. ดร. วชิระ จินตโกวิท
- ผศ. ดร. วีระณีย์ ทองศรี
- ผศ. ดร. เสาวคนธ์ เหมวงษ์
- คุณอัญชลี สุจิตตานนท์
- รศ. ดร. จำรูญ เล้าสินวัฒนา
- รศ. ดร. อัมร อินทร์สังข์
- รศ. ดร. พรหมมาศ คุณหาญจัน
- ผศ. ดร. นิตยา ผกามาต
- ผศ. ดร. อัจฉรี เรืองเดช
- ผศ. ดร. จำลอง มิตรชาวไทย
- ผศ. ดร. กัลยาณี เต็งพงศธร
- ผศ. ดร. ดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมาธิวัฒน์
- ดร. ธนัท สมณคุปต์
- ดร. สมศักดิ์ ครามชาติ
- ดร. มัลลิกา กิลลาโส

เลขานุการและงานทะเบียน

นางสาวอาชวรา คูมา

ติดต่อสอบถามรายละเอียดได้ที่

กองบรรณาธิการวารสารเกษตรพระจอมเกล้า
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520
โทรศัพท์ 096-176-3329
E-mail : ajournal@kmitl.ac.th

สำนักพิมพ์ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

- มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- ข้าราชการบำนาญ (หมู่บ้านเมืองทองธานี)
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ข้าราชการบำนาญ (หมู่บ้านชลลดา-สุวรรณภูมิ)
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- ข้าราชการบำนาญ (หมู่บ้านตำบลคลองเกลือ)
- มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ข้าราชการบำนาญ (หมู่บ้านสุขุมวิท 81)
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- มหาวิทยาลัยมหิดล
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- มหาวิทยาลัยนครพนม
- กรมส่งเสริมการเกษตร
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ข้อความและบทความในวารสารนี้เป็นความคิดเห็นของผู้เขียนโดยเฉพาะ
กองบรรณาธิการไม่มีส่วนรับผิดชอบในเนื้อหาและข้อคิดเห็นนั้น ๆ แต่อย่างใด

การประเมินปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของฟักทองพันธุ์ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 ที่เหมาะสมต่อการแปรรูป

Beta-carotene Content Evaluation of F₁ Hybrid Pumpkins for Processing

ภูวนัย ไชยชุมภู¹ วชิรญา อิมสบาย¹ วรลักษณ์ ประยูรมหิศร¹
ยงยุทธ พลับจะโปะ² และอัญมณี อวูชานนท์^{1*}

Poowanai Chaichumpoo¹, Wachiraya Imsabai¹, Woraluk Prayoonmahisorn¹,
Yongyut Plubjapoa² and Anyamanee Auvuchanon^{1*}

บทคัดย่อ

ฟักทอง (*Cucurbita moschata*) มีสารอาหารและสารเบต้าแคโรทีนที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ซึ่งสามารถนำมาผลิตเป็นผงฟักทองและเป็นส่วนประกอบในอาหารแช่แข็งได้ แต่ยังคงงานวิจัยสายพันธุ์ฟักทองไทยที่ใช้ในการแปรรูป เมื่อทำการประเมินคุณภาพผลและปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของฟักทองจำนวน 10 สายพันธุ์ ประกอบด้วยลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 7 สายพันธุ์ และพันธุ์ผสมเปิด 3 สายพันธุ์ พบว่ามีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อสด ผงฟักทอง และฟักทองแช่แข็ง อยู่ในช่วง 0.231-1.101, 0.133-0.759 และ 0.097-0.925 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ตามลำดับ ในจำนวนนี้มีฟักทอง 6 สายพันธุ์ ที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อสดสูง อยู่ระหว่าง 0.779-1.101 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม โดยสายพันธุ์ KPS-104 มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อสดสูงที่สุด คือ 1.101 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม และมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อแช่แข็งสูงที่สุดและไม่เปลี่ยนแปลงหลังผ่านการแช่แข็งไปแล้ว 6 เดือน คือ 0.925 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม จึงมีความเหมาะสมต่อการนำไปประกอบอาหารและแปรรูปฟักทองแช่แข็ง และสายพันธุ์ KAN1/007-14 มีปริมาณเบต้าแคโรทีนผลสด 0.791 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม และในผงฟักทองสูงไม่แตกต่างจากผลสด คือ 0.670 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม มีเปอร์เซ็นต์ผงแป้ง 22.47 เปอร์เซ็นต์เทียบจากน้ำหนักสด ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการแปรรูปผงฟักทอง

คำสำคัญ: ฟักทอง เบต้าแคโรทีน การแปรรูป

Abstract

Pumpkin (*Cucurbita moschata*) is a high beta-carotene vegetable. Pumpkin can be processed such as pumpkin flour and frozen pumpkin. In Thailand, there are rarely conducted researches of pumpkin for processing. Ten pumpkin lines that were seven F₁ hybrids and three open pollinated lines evaluated in flesh qualities and beta-carotene content. The result showed that flesh, pumpkin flour, and frozen pumpkin had beta-carotene content from 0.231-1.101, 0.133-0.759 and 0.097-0.925 mg/100 g FW, respectively. From ten lines, six pumpkin lines had high beta-carotene ranging from 0.779-1.101 mg/100 g FW. The KPS-104 line was the highest beta-carotene with 1.101 mg/100 g FW and it had the highest beta-carotene in frozen pumpkin with 0.925 mg/100 g FW after it was frozen for six months. Therefore, KPS-104 line was good for frozen pumpkin. KAN1/007-14 line had beta-carotene in 0.791 mg/100 g FW and there was not different compared with pumpkin flour as 0.670 mg/100 g FW. KAN1/007-14 line was the highest pumpkin flour yield 22.47% compared with flesh pumpkin and it was appropriate for pumpkin flour processing.

Keywords: pumpkin, beta-carotene, processing

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

² ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

*Corresponding author, Email: agrana@ku.ac.th

คำนำ

ฟักทอง (*Cucurbita moschata*) เป็นพืชผักที่คนไทยคุ้นเคยและนำมาบริโภคอย่างหลากหลาย ในปี 2559 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกฟักทอง 49,625 ไร่ ผลผลิตรวม 81,338 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559) การส่งออกฟักทองส่วนใหญ่เป็นไปในรูปแบบผลสด ฟักทองอุดมไปด้วยสารอาหารต่าง ๆ นอกจากนี้ ฟักทองยังมีสารเบต้าแคโรทีนสูง ในเนื้อฟักทอง สปีชีส์ *C. moschata* ปริมาณสารแคโรทีนอยด์ทั้งหมดมีสารเบต้าแคโรทีนเป็นองค์ประกอบมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณสารแคโรทีนอยด์ทั้งหมด และมีลูทีน ไลโคพีน แอลฟาแคโรทีน และซิสเบต้าแคโรทีนในปริมาณเล็กน้อย (Seo et al., 2005) เมื่อรับประทานอาหารที่มีเบต้าแคโรทีนเข้าไป ร่างกายจะเปลี่ยนเบต้าแคโรทีน 1 ไมเลกุล เป็นวิตามินเอ 2 ไมเลกุล เบต้าแคโรทีนมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ การรับประทานอาหารที่มีวิตามินเอและเบต้าแคโรทีนเป็นประจำสามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดต่อกระจกและกระจกตาเสื่อมได้ และจากการทดลองยังพบว่า การได้รับเบต้าแคโรทีนร่วมกับแคโรทีนอยด์และวิตามินอื่น ๆ สามารถป้องกันการเกิดมะเร็งได้ (Krinsky, 1994) ปณาลี กุวัตรกุลชัย (2558) ศึกษาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของฟักทอง พันธุ์การค้าและพันธุ์พื้นเมืองของไทยจำนวนทั้งหมด 29 สายพันธุ์ ใน 2 ฤดูกาล พบว่าปริมาณเบต้าแคโรทีนของฟักทองที่ปลูกในฤดูหนาวและฟักทองที่ปลูกในฤดูร้อน มีค่าระหว่าง 0.2-1.1 และ 0.1-1.0 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ตามลำดับ จำนวน ไสมกุล และคณะ (2561) ศึกษาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของฟักทอง พบว่าเชื้อพันธุ์กรรมฟักทอง 29 accessions มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนระหว่าง 0.012-0.522 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ในขณะที่ฟักทองที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ให้มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูงนั้น มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีน 0.906-0.943 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ซึ่งการวิเคราะห์ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนจากตัวอย่างพืชสามารถทำได้หลายวิธี จากการศึกษาของ ปิ่น โฉะวิทยากุล และคณะ (2560) พบว่า วิธีการของ Nagata and Yamashita (1992) สามารถวิเคราะห์ปริมาณเบต้าแคโรทีนในเนื้อฟักทองได้เทียบเท่ากับวิธีการของ Gordon and Barrett (2007) แต่มีการใช้ตัวทำละลายน้อยกว่า มีความซับซ้อนและค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่า แต่การเตรียมตัวอย่างด้วยวิธีสับเนื้อฟักทองให้ละเอียดนั้นใช้เวลานาน ดังนั้นจึงควรหาวิธีการเตรียมตัวอย่างที่ทำได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาที่นำฟักทองมาแปรรูปเป็นฟักทองผง แป้งฟักทองสำหรับประกอบอาหารและเป็นส่วนผสมในอาหาร ซึ่งเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผสมด้วยผงฟักทอง 5 เปอร์เซ็นต์ มีรูปลักษณะ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความพึงพอใจสูงสุด (Lee et al., 2002) โดนัทเค้กที่มีส่วนผสมของฟักทองผง 8 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับแป้งข้าวเจ้าได้รับการยอมรับและมีความสนใจซื้อ มากที่สุด (สุธีร์ สาตร์พันธุ์, 2553) การใช้แป้งฟักทองผสมกับแป้งสำหรับทำเบเกอรี่ทำให้ผู้บริโภค 90 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ยอมรับและมีความสนใจซื้อ โดยการใช้แป้งฟักทอง 20 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสำหรับทำบัตเทอร์เค้กและชิฟฟอนเค้ก และการใช้แป้งฟักทอง 10 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสำหรับทำแป้งแซนวิช ขนมปัง และคุกกี้ (Pongjanta et al., 2006) อีกทั้งการเพิ่มแป้งฟักทอง ผสมกับแป้งสาลีเพื่อใช้ในการทำขนมปัง ทำให้ขนมปังมีปริมาณแคโรทีนอยด์และน้ำตาลรีดิวซิงสูงขึ้น รสสัมผัสของขนมปัง ที่ผสมแป้งฟักทองดีกว่าขนมปังที่ทำจากแป้งสาลีเพียงอย่างเดียว โดยอัตราส่วนแป้งฟักทองที่เหมาะสมที่สุดคือ 10 เปอร์เซ็นต์ ของแป้งทั้งหมด (Rakcejeva et al., 2011) เป็นต้น นอกจากนี้ การแช่แข็งยังเป็นอีกวิธีในการแปรรูปผักและรักษาปริมาณ สารเบต้าแคโรทีน ในการแช่แข็งผักและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ปี พบว่าบรอกโคลีและถั่วลันเตา มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนลดลง 15.7 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงในแคร์รอต (Howard et al., 1999) จากการศึกษาข้างต้น ทำให้มีความเป็นไปได้ในการพัฒนาและส่งเสริมการใช้ฟักทองผงและแป้งฟักทองสำหรับประกอบ อาหารเป็นส่วนประกอบอาหารมากยิ่งขึ้น เพื่อรสชาติ รสสัมผัส และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ในการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาฟักทองลูกผสม F_1 hybrid ที่สามารถนำไปผลิตฟักทองผงและฟักทองแช่แข็งที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูง

วิธีการศึกษา

พันธุ์ฟักทองที่ใช้ในการทดลอง

นำผลฟักทองที่ปลูกในช่วงฤดูฝน ปี พ.ศ. 2560 จำนวน 10 สายพันธุ์ (Figure 1) ประกอบด้วย พันธุ์ลูกผสม F_1 hybrid 7 สายพันธุ์ ได้แก่ KPS-101, KPS-104, KPS-W13, KAN1/CM1, KAN1/CM2, KAN1/007-14 และ KAN1/10R และ พันธุ์ผสมเปิด 3 สายพันธุ์ ได้แก่ F_5 CH-SA-1-3-9/10, KAN1 และ CM1 จำนวนพันธุ์ละ 4 ผล เป็นจำนวนซ้ำ ทำการเก็บเกี่ยว หลังดอกบาน 5 สัปดาห์

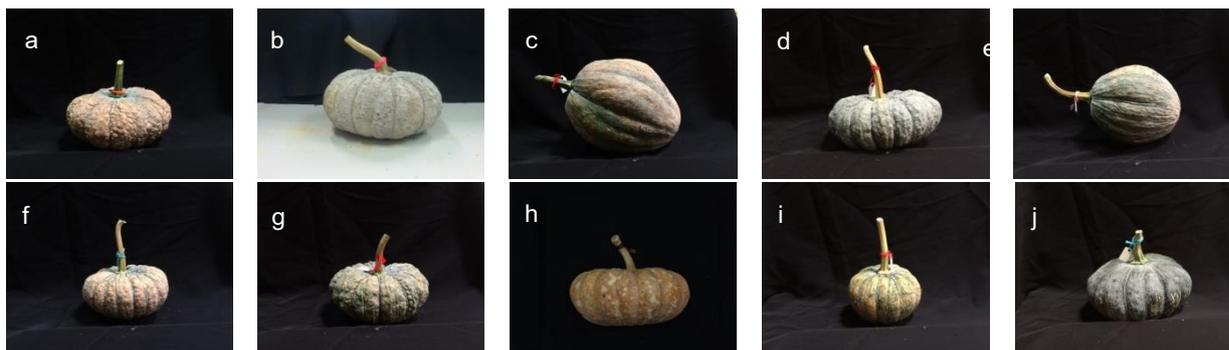


Figure 1 Morphology of 10 pumpkin lines - F₁ hybrid lines: KPS-101 (a), KPS-104 (b), KPS-W13 (c), KAN1/CM1 (d), KAN1/CM2 (e), KAN1/007-14 (f), KAN1/KPS-10R (g), open pollinated lines: F₅CH-SA-1-3-9/10 (h), KAN1 (i), CM1 (j).

การวัดคุณภาพผลฟักทอง

วัดค่าสีเนื้อ Hunter L* a* b* ความหนาเนื้อ ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TSS) จากนั้นทำการวัดน้ำหนักแห้งเนื้อฟักทองโดยชั่งเนื้อฟักทองสด 50 กรัม นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง นำฟักทองที่ได้มาเตรียมตัวอย่างโดยสับให้ละเอียด (วิธีมาตรฐาน) และหั่นเป็นลูกเต๋าทันขนาดประมาณ 1x1 ซม. จากนั้นนำเนื้อฟักทองหั่นเป็นลูกเต๋ามาแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 เดือน ส่วนการทำผงฟักทองทำโดยนำเนื้อฟักทองที่ไม่มีส่วนของเปลือกและไส้ไปอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาบดและร่อนให้เป็นผงละเอียด

การสกัดและวัดปริมาณเบต้าแคโรทีนด้วยวิธีการของ Nagata and Yamashita (1992)

ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ซึ่งวิธีมาตรฐานทำโดยนำเนื้อฟักทองสับละเอียดมาชั่งตัวอย่างละ 1 กรัม ใส่ลงใน conical tube เติมน้ำที่ละลายที่ใช้ในการสกัด ได้แก่ acetone : hexane ในอัตราส่วน 2 : 3 ตัวอย่างละ 20 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำตัวอย่างที่เติมน้ำที่ละลายแล้วไปปั่นด้วยเครื่อง homogenizer เป็นเวลา 1 นาทีหรือจนกว่าจะละเอียด เสร็จแล้วจึงปิดฝา พักไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 1 คืน แล้วจึงนำส่วนใสมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 663, 645, 505 และ 453 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงมาคำนวณหาปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ดังสมการ

$$\text{เบต้าแคโรทีน (mg/100 g FW)} = 0.216A_{663} - 1.22A_{545} - 0.304A_{505} + 0.452A_{453}$$

เนื้อฟักทองหั่นเป็นลูกเต๋ามาแช่แข็ง: ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนเช่นเดียวกับวิธีมาตรฐาน

ผงฟักทอง: ชั่งตัวอย่างผงฟักทอง 0.1 กรัม ใส่ลงใน conical tube เติมน้ำปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร แช่ทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นเติม acetone : hexane (2 : 3) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ปิดฝา แล้วนำไป vortex พักไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 1 คืน แล้วจึงนำส่วนใสมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 663, 645, 505 และ 453 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงมาคำนวณหาปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ดังสมการ

$$\text{เบต้าแคโรทีน (mg/100 g FW)} = 0.216A_{663} - 1.22A_{545} - 0.304A_{505} + 0.452A_{453}$$

แล้วนำค่าปริมาณเบต้าแคโรทีนมาคำนวณเทียบเท่าเนื้อฟักทองสด ด้วยสมการ

$$\text{เบต้าแคโรทีนในผงฟักทอง (mg/100 g FW)} = \frac{\text{ปริมาณเบต้าแคโรทีน} \times \text{เปอร์เซ็นต์แป้ง}}{\text{น้ำหนักผงฟักทอง} \times 100}$$

วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Analysis of Variance ตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ด้วยโปรแกรม PAST (PAleontological STatistics Version 3.17) เพื่อศึกษาความแตกต่างของคุณภาพผลและปริมาณสารเบต้าแคโรทีน และเปรียบเทียบปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อฟักทองจากการเตรียมตัวอย่างด้วยวิธีมาตรฐานกับเนื้อฟักทองหั่นเป็นลูกเต๋ามาแช่แข็ง และฟักทองแช่แข็ง ด้วย Paired Samples t-Test

ผลการศึกษาและวิจารณ์

คุณภาพผลของฟักทอง 10 สายพันธุ์

จากการประเมินคุณภาพผลฟักทองทั้ง 10 สายพันธุ์ พบว่า ค่าสีเนื้อ L^* a^* b^* , hue และ chroma มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) โดยค่าสี L^* มีค่าเฉลี่ย 67.1 ซึ่งเป็นค่าสีที่อยู่ในโทนสว่าง สายพันธุ์ KPS-104 มีค่าต่ำที่สุด และสายพันธุ์ CM1 มีค่าสูงที่สุด ค่าสี a^* มีค่าเฉลี่ย 15.5 ซึ่งเป็นค่าสีแดง สายพันธุ์ CM1 มีค่าต่ำที่สุด และสายพันธุ์ KPS-104 มีค่าสูงที่สุด ค่าสี b^* มีค่าเฉลี่ย 79.7 ซึ่งเป็นค่าสีเหลือง สายพันธุ์ KPS-104 มีค่าต่ำที่สุด และสายพันธุ์ KAN1 มีค่าสูงที่สุด เมื่อทำการคำนวณค่าสี hue ซึ่งเป็นค่าสีที่แท้จริง พบว่า มีค่าเฉลี่ย 79.1 โดยมีค่าระหว่าง 72.0-86.3 อยู่ในโทนสีเหลืองส้ม จนถึงสีเหลือง ($hue_{สีแดง} = 0$, $hue_{สีเหลือง} = 90$) โดยเรียงระดับโทนสีจากโทนสีเหลืองส้มจนถึงสีเหลืองได้ดังนี้ KPS-104, KPS-101, KAN1/007-14, KAN1/KPS-10R, KAN1/CM2, KPS-W13, KAN1/CM1, F₅CH-SA-1-3-9/10, KAN1 และ CM1

ความแน่นเนื้อ ความหนาเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ของฟักทองทั้ง 10 สายพันธุ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) ความแน่นเนื้อค่าเฉลี่ย 0.89 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยสายพันธุ์ KAN1/KPS-10R มีค่าต่ำที่สุดคือ 0.50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และสายพันธุ์ KAN1 มีค่าสูงที่สุดคือ 1.76 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความหนาเนื้อค่าเฉลี่ย 29.81 มิลลิเมตร โดยสายพันธุ์ KAN1/007-14 มีค่าต่ำที่สุดคือ 22.36 มิลลิเมตร และสายพันธุ์ F₅ CH-SA-1-3-9/10 มีค่าสูงที่สุดคือ 40.00 มิลลิเมตร ค่า TSS มีค่าเฉลี่ย 9.3 องศาบริกซ์ โดยสายพันธุ์ CM1 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 7.7 องศาบริกซ์ และสายพันธุ์ KPS-104 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 11.1 องศาบริกซ์

เมื่อทำการวัดเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งและเปอร์เซ็นต์ผงแป้ง พบว่า แต่ละสายพันธุ์มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ CM1 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งและเปอร์เซ็นต์ผงแป้งต่ำที่สุด ซึ่งมีค่า 12.40 และ 12.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสายพันธุ์ KAN1/007-14 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งและเปอร์เซ็นต์ผงแป้งสูงที่สุด ซึ่งมีค่า 22.18 และ 22.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1)

ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อฟักทอง ผงฟักทอง และฟักทองแช่แข็ง

ทำการประเมินปริมาณสารเบต้าแคโรทีนด้วยวิธีมาตรฐาน โดยการนำเนื้อฟักทองมาสับละเอียดแล้วจึงนำไปสกัดด้วยสารสกัด acetone : hexane (2 : 3) โดยบดละเอียดด้วยเครื่องปั่น เมื่อนำค่าดูดกลืนแสงมาคำนวณหาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของฟักทองทั้ง 10 สายพันธุ์ พบว่า ฟักทองลูกผสมมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูงกว่าพันธุ์ผสมเปิด โดยสายพันธุ์ KPS-104 และ KPS-W13 มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูงที่สุด ซึ่งมีค่าเป็น 1.101 และ 0.958 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ตามลำดับ รองลงมา คือ สายพันธุ์ KPS-101, KAN1/KPS-10R, KAN1/007-14, KAN1/CM2 และ KAN1/CM1 มีค่าเท่ากับ 0.809, 0.801, 0.791, 0.779 และ 0.478 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ตามลำดับ ส่วนฟักทองพันธุ์ผสมเปิดถูกจัดเป็นกลุ่มที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนระดับปานกลางถึงต่ำ คือ สายพันธุ์ KAN1, F₅CH-SA-1-3-9/10 และ CM1 โดยมีค่าเท่ากับ 0.463, 0.330 และ 0.231 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของปริมาณสารเบต้าแคโรทีนทั้ง 10 สายพันธุ์ มีค่าเท่ากับ 0.644 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม (Table 2)

ก่อนการนำเนื้อฟักทองไปแช่แข็ง ได้ทำการประเมินปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อฟักทองนั้นเป็นลูกเต๋าของฟักทองทั้ง 10 สายพันธุ์ โดยสายพันธุ์ KPS-104 มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูงที่สุด คือ 0.950 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ KPS-W13, KAN1/KPS-10R, KAN1/007-14 4KAN1/CM2 และ KPS-101 มีค่าเท่ากับ 0.830, 0.797, 0.789, 0.751 และ 0.722 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ตามลำดับ ส่วนฟักทองที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนระดับปานกลางถึงต่ำ คือ KAN1/CM1, KAN1 F₅CH-SA-1-3-9/10 และ CM1 โดยมีค่าเท่ากับ 0.546, 0.491, 0.325 และ 0.227 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ตามลำดับ และเนื้อฟักทองนั้นเป็นลูกเต๋ามีค่าเฉลี่ย 0.619 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม (Table 2)

Table 1 Flesh color (L^* a^* b^*), flesh firmness, flesh thickness, total soluble solid (TSS), dry weight percentage and flour percentage of 10 pumpkin lines.

Line	Flesh color					Flesh firmness (kg/cm ²)	Flesh thickness (mm)	(TSS) (°Brix)	Dry weight percentage (%)	Flour percentage (%)
	L*	a*	b*	Hue	Chroma					
KPS-101	64.9 ^{cd}	21.5 ^{ab}	79.5 ^{bcd}	74.8 ^{ef}	82.3 ^{ab}	1.27 ^b	34.84 ^{ab}	9.7 ^{abcd}	13.52 ^{cde}	14.22 ^{de}
KPS-104	59.0 ^f	23.6 ^a	72.7 ^e	72.0 ^f	76.5 ^c	1.32 ^b	27.14 ^{cde}	11.1 ^a	13.98 ^{bcd}	14.67 ^{cde}
KPS-W13	61.8 ^{def}	14.1 ^c	75.5 ^{de}	79.4 ^{cd}	76.8 ^c	1.72 ^a	32.62 ^{bc}	9.6 ^{abcd}	17.95 ^b	18.00 ^{bc}
KAN1/CM1	66.9 ^{bc}	13.6 ^c	83.6 ^a	80.8 ^{bc}	84.6 ^a	0.78 ^c	32.18 ^{bc}	8.5 ^{de}	16.29 ^{bcd}	16.11 ^{bcd}
KAN1/CM2	66.6 ^c	18.6 ^b	82.7 ^{ab}	77.4 ^{de}	84.8 ^a	0.54 ^d	25.32 ^{de}	9.9 ^{abc}	16.88 ^{bc}	18.85 ^b
KAN1/007-14	64.7 ^{cde}	21.2 ^{ab}	78.9 ^{cd}	75.0 ^{ef}	81.7 ^{ab}	0.57 ^d	22.36 ^e	10.7 ^{ab}	22.18 ^a	22.47 ^a
KAN1/KPS-10R	65.6 ^{cd}	20.6 ^{ab}	82.6 ^{abc}	76.0 ^e	85.1 ^a	0.50 ^d	29.28 ^{cd}	9.2 ^{cd}	17.18 ^b	18.46 ^b
F ₅ CH-SA-1-3-9/10	70.9 ^{ab}	11.3 ^c	78.3 ^d	81.8 ^{bc}	79.2 ^{bc}	0.60 ^d	40.00 ^a	9.4 ^{bcd}	12.93 ^{de}	14.92 ^{cde}
KAN1	71.1 ^{ab}	10.3 ^c	83.8 ^a	83.0 ^b	84.4 ^a	1.76 ^a	22.51 ^e	8.5 ^{de}	15.99 ^{bcd}	17.19 ^{bcd}
CM1	73.9 ^a	4.9 ^d	76.8 ^{de}	86.3 ^a	77.0 ^c	0.50 ^d	29.34 ^{cd}	7.7 ^e	12.40 ^e	12.42 ^e
Mean	67.1	15.5	79.7	79.1	81.4	0.89	29.81	9.3	15.86	16.72
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	4.08	15.73	3.01	2.30	2.83	8.68	11.55	9.12	13.75	13.40
LSD	3.31	2.94	2.90	2.20	2.79	0.09	4.16	1.03	2.64	2.71

Values in a column followed by different letters differ significantly at the 5% level of probability,

** highly statistic significant confidence level of 99%.

ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในผงฟักทองทั้ง 10 สายพันธุ์ พบว่า สายพันธุ์ KPS-104 มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูงที่สุด ซึ่งมีค่า 0.759 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ KAN1/007-14, KPS-W13, KAN1/KPS-10R, KAN1/CM2, KPS-101, KAN1/CM1, KAN1, F₅CH-SA-1-3-9/10 และ CM1 ซึ่งมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ โดยมีค่าเท่ากับ 0.670, 0.641, 0.563, 0.557, 0.405, 0.310, 0.307, 0.194 และ 0.133 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ตามลำดับ และผงฟักทองมีค่าเฉลี่ย 0.433 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม (Table 2) ส่วนปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในฟักทองที่ผ่านการแช่แข็งเป็นเวลา 6 เดือนของทั้ง 10 สายพันธุ์ พบว่าสายพันธุ์ KPS-104 มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูงที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.925 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ KPS-W13, KPS-101, KAN1/KPS-10R, KAN1/007-14, KAN1/CM2, KAN1, KAN1/CM1, F₅CH-SA-1-3-9/10 และ CM1 โดยมีค่าเท่ากับ 0.680, 0.651, 0.603, 0.589, 0.461, 0.349, 0.291, 0.142 และ 0.097 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ตามลำดับ และปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในฟักทองแช่แข็งมีค่าเฉลี่ย 0.447 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม (Table 2)

Table 2 Beta-carotene content in standard preparation method, diced pumpkin, pumpkin powder and frozen pumpkin of 10 pumpkin lines.

Lines	Beta-carotene content (mg/100 g of fresh weight)				Paired samples t-test		
	Standard preparation method	Diced pumpkin	Pumpkin powder	Frozen pumpkin	Standard vs. diced	Standard vs. powder	Diced vs. frozen
KPS-101	0.809 ^{bc}	0.722 ^b	0.405 ^{cd}	0.651 ^b	NS	*	NS
KPS-104	1.101 ^a	0.950 ^a	0.759 ^a	0.925 ^a	NS	NS	NS
KPS-W13	0.958 ^{ab}	0.830 ^{ab}	0.641 ^{ab}	0.680 ^b	NS	*	NS
KAN1/CM1	0.478 ^d	0.546 ^c	0.310 ^{de}	0.291 ^e	NS	*	**
KAN1/CM2	0.779 ^c	0.751 ^b	0.557 ^{bc}	0.461 ^{cd}	NS	**	**
KAN1/007-14	0.791 ^{bc}	0.789 ^b	0.670 ^{ab}	0.589 ^{bc}	NS	NS	**
KAN1/KPS-10R	0.801 ^{bc}	0.797 ^b	0.563 ^b	0.603 ^b	NS	*	*
F ₅ CH-SA-1-3-9/10	0.330 ^{de}	0.325 ^d	0.194 ^{ef}	0.142 ^f	NS	*	**
KAN1	0.463 ^d	0.491 ^d	0.307 ^{de}	0.349 ^{ed}	NS	*	NS
CM1	0.231 ^e	0.227 ^e	0.133 ^f	0.097 ^f	NS	**	**
Mean	0.644	0.619	0.433	0.447			
F-test	**	**	**	**			
CV (%)	19.64	10.22	23.07	20.02			
LSD	0.15	0.08	0.12	0.11			

Values in a column followed by different letters differ significantly at the 5% level of probability, NS: none statistic significant,

* statistic significant confidence level of 95%, ** highly statistic significant confidence level of 99%.

จากการทดลอง พบการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในผักของแปรรูปของผักของหลายสายพันธุ์ แต่มีบางสายพันธุ์ที่เมื่อถูกนำไปแปรรูปแล้วยังคงมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนไม่แตกต่างจากเนื้อผักของสด เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี Paired Samples t-Test ในผักของแต่ละสายพันธุ์ (Table 2) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่สกัดจากตัวอย่างของผักของสดและผักของแปรรูป พบว่า ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อผักของตามวิธีมาตรฐานและเนื้อผักของหั่นเป็นลูกเต๋าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อผักของวิธีมาตรฐานมีปริมาณมากกว่าผงผักของอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นสายพันธุ์ KPS-104 และ KAN1/007-14 และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อผักของหั่นเป็นลูกเต๋ากับผักของแช่แข็ง พบว่า ผักของส่วนใหญ่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นสายพันธุ์ KPS-101, KPS-104, KPS-W13 และ KAN1 ที่ไม่พบความเปลี่ยนแปลง

ค่าสหสัมพันธ์ของคุณภาพผลผักของ

เมื่อวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของคุณภาพผลทุกลักษณะ พบว่า ค่าสี L* มีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณสารเบต้าแคโรทีน นั่นคือ ผักของที่มีเนื้อสีที่บวมจะมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูง ค่าสี a* มีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่า hue และมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณสารเบต้าแคโรทีน นั่นคือ ผักของที่มีเนื้อสีเหลืองส้มจะมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูง ส่วนค่าสี b* มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่า chroma แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ลักษณะเนื้อผักของโทนสีเหลืองจึงไม่สามารถบ่งบอกถึงปริมาณสารเบต้าแคโรทีนได้ ค่า TSS เปอร์เซ็นตน้ำหนักแห้ง และเปอร์เซ็นต์ผงแห้ง มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณสารเบต้าแคโรทีน นั่นคือ เมื่อปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูงขึ้น ความหวาน น้ำหนักแห้ง และปริมาณผงแห้ง จะมากขึ้นด้วยเช่นกัน ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อผักของตามวิธีมาตรฐานมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อผักของหั่นเป็นลูกเต๋า ($r=0.955^{**}$) และผงผักของ ($r=0.918^{**}$) และปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อผักของหั่นเป็นลูกเต๋ามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในผักของแช่แข็ง ($r=0.914^{**}$) นั่นคือ ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อผักของสดที่สูงทำให้มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในผักของแปรรูปสูงด้วยเช่นกัน ในขณะที่ค่า chroma ความแน่นเนื้อ และความหนาเนื้อ ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ซึ่งผลการทดลองคล้ายคลึงกับ ปณาลี ภูวกรกุลชัย (2558) ที่พบว่าปริมาณสารเบต้าแคโรทีนมีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าสี L* มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าสี a* และ ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าสี b* และ TSS

อุทิศ สุภาพ (2555) รายงานว่า สามารถจัดระดับปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในผักทองที่สกัดตามวิธีการของ Nagata and Yamashita (1992) ได้ 3 ระดับ ได้แก่ ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนระดับสูง มีค่าระหว่าง 0.78-1.06 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ระดับปานกลาง มีค่าระหว่าง 0.63-0.76 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม และระดับต่ำ มีค่าน้อยกว่า 0.63 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม จากการทดลอง พบว่า เมื่อสกัดสารเบต้าแคโรทีนจากเนื้อผักทองตามวิธีมาตรฐานและเนื้อผักทองหั่นเป็นลูกเต๋า ผักทองส่วนใหญ่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในระดับสูงและปานกลาง แต่เมื่อทำการสกัดสารเบต้าแคโรทีนจากผงผักทอง ผักทองส่วนใหญ่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนลดลงอยู่ในระดับต่ำ ยกเว้น สายพันธุ์ KPS-104 และ KPS-W13 เนื่องจากเป็นสายพันธุ์ที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในระดับที่สูง เมื่อนำไปแปรรูปผงผักทองแล้วจึงมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนลดลงอยู่ในระดับปานกลาง แม้สายพันธุ์ KAN1/007-14 ไม่ได้มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อผักทองสดสูงที่สุด แต่มีเปอร์เซ็นต์ผงแห้งสูงที่สุด ทำให้มีปริมาณผงแห้งที่สามารถสกัดสารเบต้าแคโรทีนได้มากกว่าสายพันธุ์อื่นจึงสามารถวัดปริมาณสารเบต้าแคโรทีนได้ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเนื้อผักทองวิธีมาตรฐาน เมื่อวิเคราะห์ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในผักทองแช่แข็งหลังจากเก็บรักษาไว้นาน 6 เดือน พบว่า ผักทองส่วนใหญ่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนลดลงอยู่ในระดับต่ำ ยกเว้น สายพันธุ์ KPS-104 ยังคงมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในระดับสูง ส่วนสายพันธุ์ KPS-101 และ KPS-W13 มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในระดับปานกลาง โดยทั้งสามสายพันธุ์เป็นผักทองสายพันธุ์ที่มีสารเบต้าแคโรทีนระดับสูงก่อนการแช่แข็ง

Table 3 Correlations of flesh color (L^* a^* b^*), flesh firmness, flesh thickness, total soluble solid (TSS), dry weight percentage, flour percentage and beta-carotene content.

	a^*	b^*	Hue	Chroma	Flesh firmness	Flesh thickness	TSS	% Dry weight	% Flour	Beta-carotene content				
										Standard	Diced	Powder	Frozen	
L^*	-0.675	0.233	0.708	0.037	0.069	0.069	-0.535	-0.341	-0.304	-0.834	**	-0.842	-0.800	-0.835
	**		**				**			**	**	**	**	**
a^*		0.010	-0.992	0.292	-0.112	-0.112	0.528	0.279	0.337	0.712	0.819	0.705	0.787	
			**				**			**	**	**	**	**
b^*			0.106	0.958	-0.184	-0.184	-0.074	0.285	0.375	-0.140	-0.021	-0.080	-0.201	
				**					*					
Hue				-0.179	-0.034	0.087	-0.541	-0.245	-0.291	-0.729	**	-0.820	-0.714	-0.815
							**			**	**	**	**	**
Chroma					-0.123	-0.217	0.077	0.346	0.448	0.062	0.205	0.121	0.030	
							*	**						
Flesh firmness						-0.087	0.118	0.023	-0.024	0.307	0.252	0.173	0.377	*
Flesh thickness							-0.197	-0.428	-0.422	-0.259	-0.295	-0.392	-0.243	
							*	*				*		
TSS								0.452	0.569	0.725	0.651	0.700	0.627	
								**	**	**	**	**	**	**
% Dry weight									0.911	0.457	0.542	0.620	0.411	
									**	**	**	**	*	
% Flour										0.475	0.541	0.646	0.403	
										**	**	**	*	
Beta-carotene content (standard)											0.955	0.918	0.931	
											**	**	**	**
Beta-carotene content (diced)												0.795	0.914	
												**	**	
Beta-carotene content (powder)													0.878	**

จากการศึกษา พักทองสายพันธุ์ใหม่ที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูงมีจำนวน 6 สายพันธุ์ มี 2 สายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ผงแป้งและปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในผงพักทองสูง ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการผลิตผงพักทอง จากค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารเบต้าแคโรทีนกับเปอร์เซ็นต์ผงแป้งที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกนั้น แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการปรับปรุงพันธุ์พักทองให้มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนและเปอร์เซ็นต์ผงแป้งที่สูง เพื่อพัฒนาสายพันธุ์ที่เหมาะสมต่อการผลิตผงพักทองเพื่อสุขภาพ และสายพันธุ์ที่มีสารเบต้าแคโรทีนสูงมี 3 สายพันธุ์ที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนไม่เปลี่ยนแปลงหลังผ่านการแช่แข็งไปแล้ว 6 เดือน จึงมีความเหมาะสมต่อการนำไปเป็นส่วนประกอบในอาหารแช่แข็งที่ยังคงคุณค่าต่อสุขภาพได้เป็นเวลานาน

ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของพักทองจากการเตรียมตัวอย่างด้วยวิธีมาตรฐานและเนื้อพักทองหั่นเป็นลูกเต๋า เป็นการเตรียมตัวอย่างจากเนื้อพักทองสดที่ไม่ผ่านกระบวนการใด ๆ แตกต่างจากการเตรียมตัวอย่างผงพักทองที่ต้องผ่านกระบวนการอบ ซึ่งเป็นผลให้สารเบต้าแคโรทีนเสื่อมสภาพ เนื่องจากโมเลกุลของสารเบต้าแคโรทีนมีพันธะคู่อยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้สารเบต้าแคโรทีนทำปฏิกิริยาและเสื่อมสภาพได้ง่าย สารเบต้าแคโรทีนสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ โดยความร้อนและออกซิเจนจะทำให้เกิดปฏิกิริยาได้มากขึ้น (Pénicaud et al., 2011) ในการเตรียมตัวอย่างผงพักทองทำโดยนำเนื้อพักทองไปอบที่อุณหภูมิสูงในตู้อบลมร้อน เมื่อเนื้อพักทองได้รับความร้อนและอากาศจึงทำให้สารเบต้าแคโรทีนบางส่วนเสื่อมสภาพ โดยผงพักทองมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนเหลืออยู่ระหว่าง 49.98-82.94 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ย 65.37 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อพักทองที่เตรียมด้วยวิธีมาตรฐาน คล้ายคลึงกับการทดลองของ Yan et al. (2010) และ Alcides Oliveira et al. (2010) โดย Yan et al. (2010) รายงานว่า การอบแห้งแครอทด้วยวิธี Microwave-assisted freeze drying (MWFD) มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนไม่แตกต่างจากแครอทสด เนื่องจากเป็นวิธีที่ใช้อุณหภูมิต่ำกว่าการอบแห้งด้วยวิธี Microwave-assisted vacuum drying (MWVD) และ Microwave-enhanced spouted bed drying (MWSD) ซึ่งมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนเพียง 70 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับแครอทสด และ Alcides Oliveira et al. (2010) รายงานว่า เมื่อนำรากมันสำปะหลังไปอบที่อุณหภูมิ 120-150 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที เพื่อทำแป้งมันสำปะหลัง ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในแป้งมันสำปะหลังลดลงเฉลี่ย 50 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในรากมันสำปะหลังสด อย่างไรก็ตาม ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในผงพักทองใกล้เคียงกับการทดลองข้างต้น แม้จะใช้เวลาในการอบที่นานกว่าก็ตาม เนื่องมาจากพืชที่ใช้ทดลองแตกต่างกัน และสายพันธุ์พักทองที่นำมาศึกษามีความหลากหลายมากกว่า ในขณะที่การเก็บรักษาโดยการแช่แข็งนั้นไม่ได้ถูกแปรรูปด้วยความร้อน และตัวอย่างพักทองแช่แข็งถูกเก็บภายในถุงซิปล็อกซึ่งลดการสัมผัสกับอากาศได้ แต่การเก็บรักษาเป็นเวลานานก็ทำให้ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในพักทองแช่แข็งลดลงได้ สอดคล้องกับการทดลองของ Dutta et al. (2005) ที่พบว่าสารเบต้าแคโรทีนในแครอทแช่แข็งมีปริมาณลดลงตามจำนวนวันในการเก็บรักษาที่มากขึ้น การเก็บรักษาเป็นระยะเวลาอันยาวนานอาจจะก่อให้เกิดอนุมูลอิสระขึ้น และเกิดปฏิกิริยา autoxidation ซึ่งเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชันแบบหนึ่งที่ทำให้สารเบต้าแคโรทีนเสื่อมสภาพได้ (Pénicaud et al., 2011) แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในพักทองแช่แข็งของพักทองสายพันธุ์ KPS-101, KPS-104, KPS-W13 และ KAN1 ไม่มีความแตกต่างจากปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อพักทองหั่นเป็นลูกเต๋า จึงอาจเป็นไปได้ว่าพักทองทั้ง 4 สายพันธุ์ มีอนุมูลอิสระเกิดขึ้นน้อย หรืออาจจะมีกลไกภายในบางอย่างที่ลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ หากนำไปแปรรูปเป็นพักทองแช่แข็งหรือเป็นส่วนประกอบในอาหารแช่แข็งก็จะคงปริมาณสารเบต้าแคโรทีนไว้ได้เป็นเวลานาน นอกจากนี้ จากการทดลองสามารถประยุกต์ใช้วิธีการเตรียมตัวอย่างเนื้อพักทองหั่นเป็นลูกเต๋าที่ใช้เวลาน้อยกว่าเนื้อพักทองสับละเอียดที่เป็นวิธีมาตรฐาน โดยสามารถลดเวลาลงได้ครึ่งหนึ่งจากกรรมวิธีเดิม เนื่องจากไม่ต้องสับตัวอย่างให้ละเอียดซึ่งเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลานาน หากมีตัวอย่างจำนวนมากการเตรียมตัวอย่างโดยหั่นเป็นลูกเต๋าก็สะดวกและประหยัดเวลามากกว่าการสับละเอียด

สรุปผลการศึกษา

พักทองสายพันธุ์ KPS-104 มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อสด ผงพักทอง และพักทองแช่แข็งสูงที่สุด ซึ่งเหมาะแก่การบริโภคผลสดและแปรรูปพักทองแช่แข็ง ในขณะที่สายพันธุ์ KAN1/007-14 มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อสดและผงพักทองสูง ประกอบกับมีเปอร์เซ็นต์ผงแป้งสูง เหมาะสำหรับการบริโภคผลสดและผลิตผงพักทอง จากการทดลองมีความเป็นไปได้ในการปรับปรุงพันธุ์พักทองให้มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนและเปอร์เซ็นต์ผงแป้งสูง เพื่อพัฒนาเป็นสายพันธุ์ที่เหมาะสมต่อการผลิตผงพักทองเพื่อสุขภาพ และสามารถประยุกต์ใช้การเตรียมตัวอย่างเนื้อพักทองด้วยการหั่นเป็นลูกเต๋าแทนการสับละเอียดตามวิธีมาตรฐานได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มูลนิธิชัยพัฒนา สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และภาควิชาพืชสวน คณะศัลยกรรม กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนในการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2559. สถานการณ์การปลูกพืชของ รายจังหวัด ปี 2559. กรมส่งเสริมการเกษตร. <http://production.doae.go.th> (6 สิงหาคม 2561).
- จำนอง ไสมกุล, ธนากร ไชยศิลา, ธรธ อ่ำพล, ปณาลี ภูวกรกุลชัย, วรลักษณ์ ประยูรมหิศร และอัญมณี อาวุชานนท์. 2561. การประเมินคุณภาพผลและปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของเชื้อพันธุ์กรรมพืชของ 29 accessions. *แก่นเกษตร* 46 (1) (พิเศษ): 1424-1430.
- ปณาลี ภูวกรกุลชัย. 2558. การศึกษาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนและการประเมินความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชของด้วยเครื่องหมายดีเอ็นเอ ชนิด AFLP. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปิ่น โลหะวิทยากุล, วชิรญา อิมสบาย, ปวีณา ชื่นวาริน, ปิยณัฐ วัฒนากาศ และอัญมณี อาวุชานนท์. 2560. การศึกษาวิธีการวัดปริมาณเบต้าแคโรทีนที่เหมาะสมเพื่อการคัดเลือกพันธุ์พืชของ. *วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์* 4(1): 8-13.
- สุธีร์ สาทร์พันธุ์. 2553. การพัฒนาพืชของผงเพื่อใช้ในการผลิตโดนัทเค้ก. การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อุทิศ สุภาพ. 2555. การใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีในการหาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชของ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Alcides Oliveira, R.G., Carvalho, M.J.L., Marília Nutti, R., Carvalho, L.V.J., and W. G. Fukuda. 2010. Assessment and degradation study of total carotenoid and β -carotene in bitter yellow cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties. *African Journal of Food Science* 4(4): 148-155.
- Dutta, D., Raychaudhuri, U., and R. Chakraborty. 2005. Retention of β -carotene in frozen carrots under varying conditions of temperature and time of storage. *African Journal of Biotechnology* 4(1): 102-103.
- Howard, L.A., Wong, A.D., Perry, A.K., and B.P. Klein. 1999. β -carotene and ascorbic acid retention in fresh and processed vegetables. *Journal of Food Science* 64(5): 929-936.
- Krinsky, N.I. 1994. The biological properties of carotenoids. *Pure and Applied Chemistry* 66(5): 1003-1010.
- Lee, C.H., Cho, J.K., Lee, S.J., Koh, W., Park, W., and Kim, C.H. 2002. Enhancing β -carotene content in Asian noodles by adding pumpkin powder. *American Association of Cereal Chemists* 79 (4): 593-595.
- Nagata, M., and I. Yamashita. 1992. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. *J. Japan Soc. Food Sci. Technol* 39: 925-928.
- Pénicaud, C., Achir, N., Dhuique-Mayer, C., Dornier, M., and P. Bohuon. 2011. Degradation of β -carotene during fruit and vegetable processing or storage: reaction mechanisms and kinetic aspects: a review. *Fruits* 66: 417-440.
- Pongjanta, J., Naulbunrang, A., Kawngdang, S., Manon, T., and T. Thepjaikat. 2006. Utilization of pumpkin powder in bakery products. *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 28: 71-79.
- Rakcejeva, T., Galoburda, R., Cude, L., and E. Strautniece. 2011. Use of dried pumpkins in wheat bread production. *Procedia Food Science* 1: 441-447.
- Seo, J.S., Burri, B.J., Quan, Z. and T.R. Neidlinger. 2005. Extraction and chromatography of carotenoids from pumpkin. *Journal of Chromatography A* 1073: 371-375.
- Yan, W.Q., Zhang, M., Huang, L.L., Tang, J., Mujumdar, A.S. and J.C. Sun. 2010. Studies on different combined microwave drying of carrot pieces. *Food Science and Technology* 45: 2141-2145.

วันรับบทความ (Received date) : 15 พ.ย. 61

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 28 ม.ค. 62

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 11 มิ.ย. 62

ผลของระยะเวลาการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพและผลผลิตของพริกระยะผลอ่อน

Effects of Harvesting Stage on Quality and Yield of Young Chili Fruit

ปิยะณัฐ ฎกามาศ¹ จ्ञานอง โสมกุล² สลาเลวัลย์ แน่นแพ้น¹ สมนึก ลีสุขสมบูรณ์¹ และคุณาธิป ไก่กา¹
Piyannath Pagamas¹, Chamnong Somkul², Salaleewan NaenFaen¹, Somnuek Leesuksomboon¹ and Kunathip Kaika¹

บทคัดย่อ

ปัจจุบันความนิยมรับประทานอาหารรสเผ็ดมีแนวโน้มที่ลดลง แต่ยังคงต้องการกลิ่นและรสชาติของพริกอยู่ งานวิจัยนี้จึงศึกษาลักษณะทางคุณภาพ คุณค่าทางโภชนาการ (วิตามินซีและคลอโรฟิลล์) ความเผ็ด ผลผลิต และคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการชิม เพื่อหาระยะเก็บเกี่ยวพริกระยะผลอ่อนที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยทำการทดลองในพริก 7 สายพันธุ์ คือ CA-1119, CA-319, CA-2344, CA-944-a, CA-165, CA-2419 และ CA-403 เก็บเกี่ยวพริกระยะผลอ่อนที่อายุ 7, 9, 12, 15 และ 60 (ระยะผลสุกแดง) วันหลังดอกบาน (DAA) ผลการทดลองพบว่า พริกระยะผลอ่อนทุกพันธุ์ให้น้ำหนักสด ความกว้างผล ความยาวผล และความหนาเนื้อเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการพัฒนาผลที่เพิ่มขึ้น สูงสุดที่ระยะ 60 DAA ยกเว้นในพันธุ์ CA-2419 ที่ตั้งแต่ 12 DAA ให้ความกว้างผล ความยาวผล และความหนาเนื้อไม่แตกต่างจากรยะ 60 DAA ปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นตามอายุของผลพริกที่เพิ่มขึ้นและมีค่าสูงสุดที่อายุ 60 DAA โดยพริกทั้ง 7 สายพันธุ์มีปริมาณคลอโรฟิลล์ต่ำที่สุดที่อายุ 60 DAA พริกทุกสายพันธุ์เริ่มสะสมสารแคปไซซินนอยด์ (capsaicin และ dihydrocapsaicin) เมื่ออายุ 12 DAA ยกเว้นพันธุ์ CA-2419 ที่พบสารแคปไซซินนอยด์ตั้งแต่อายุ 7 DAA ปริมาณแคปไซซินนอยด์จะเพิ่มขึ้นตามอายุของผลพริกที่เพิ่มขึ้น โดยที่ระยะ 60 DAA มีค่าสูงสุด จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าในพริกทุกพันธุ์จะมีความเหม็นเขียวลดลง ส่วนความกรอบและความชอบโดยรวมจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการพัฒนาผลที่เพิ่มขึ้น ความเผ็ดที่ระยะผลสุกมีค่าสูงสุด ผลผลิตไร่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาพัฒนาผลที่เพิ่มขึ้นและสูงสุดที่ระยะ 60 DAA ยกเว้นในพันธุ์ CA-2419 ที่ระยะ 15 DAA ให้ผลผลิตไร่ไม่แตกต่างกับระยะ 60 DAA จากการทดลองสรุปได้ว่า ระยะเก็บเกี่ยวพริกระยะผลอ่อนที่เหมาะสมคือ 15 DAA เนื่องจากมีวิตามินซีรองลงมาจากรยะ 60 DAA แต่มีความเผ็ดที่น้อยกว่าและมีคะแนนความชอบสูง

คำสำคัญ: พริกระยะผลอ่อน โภชนาการ แคปไซซิน ความเผ็ด

Abstract

Nowadays, trend of spicy taste consumption is decreasing. However, consumers have still required taste and flavor of chili. The aim of this experiment was to evaluate the quality fruit characteristic, nutritional value (vitamin C and chlorophyll content), pungency level, yield and sensory preferences in order to find out the suitable young chili stages and consumer acceptance. The experiment was conducted on 7 accessions of chili including CA-1119, CA-319, CA-2344, CA-944-a, CA-165, CA-2419 and CA-403 harvested at 7, 9, 12, 15 and 60 (fruit maturity stage) days after anthesis (DAA). The results showed that the fruit weight, fruit width, fruit length and fruit thickness of all accessions were increased with the age of the chili fruit and the highest value was found at 60 DAA, except CA-2419, the fruit size and thickness were not significantly different at 12 to 60 DAA. Every accession had the lowest chlorophyll content at 60 DAF. Chili fruits started to accumulate capsaicinoid (capsaicin and dihydrocapsaicin) from 12 DAF, except CA-2419, the capsaicinoid content was accumulated at 7 DAA. The capsaicinoids contents were increased with chili fruits development and the highest value was contained at 60 DAA. The results of sensory taste showed that the foul-smelling had decreased but the crispness and the pungency had increased with the age of chili fruits. The highest pungency level was found at fruit ripening stage. Yield/rai increased with the age of the chili fruit and showed the maximum value at 60 DAA, except CA-2419, the yield/rai at 15 DAA was not significantly different with 60 DAA. In conclusion, the appropriate harvest time of young chili fruits was 15 DAF, because vitamin C content was higher than other young chili ages, and it had less spicy and high preference score.

Keywords: chili fruits, nutrition, capsaicin, pungency

¹ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

²ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

*Corresponding author, Email: agrpnp@ku.ac.th

คำนำ

พริกเป็นพืชที่ปลูกและใช้ประโยชน์กันทั่วโลก นอกจากพริกจะเป็นเครื่องเทศที่ช่วยปรุงแต่งรสชาติอาหารให้ถูกปากแล้ว พริกยังเป็นพืชที่มีสารอาหารที่มีคุณค่าต่อร่างกายหลายชนิด แต่สารที่เป็นจุดเด่นที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของพริกมี 2 ชนิด ได้แก่ สารแคโรทีนอยด์และสารแคปไซซินนอยด์ (Govindarajan et al., 1987) สารแคโรทีนอยด์เป็นส่วนที่ทำให้พริกมีสีและมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ส่วนสารแคปไซซินนอยด์ โดยเฉพาะแคปไซซินทำให้พริกเผ็ด นอกจากนี้พริกยังเป็นแหล่งวิตามินซี วิตามินเอ และวิตามินอื่น ๆ อีกมากมาย (Grubben, 1977) พริกเป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง สามารถปลูกและเจริญเติบโตได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย อีกทั้งยังสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี แหล่งปลูกพริกที่สำคัญอยู่ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กมล เลิศรัตน์, 2550) พริกถูกนำมาใช้ประโยชน์ทั้งในรูปผลสด พริกแห้ง รวมถึงผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ซอสพริก พริกแห้ง พริกป่น พริกคอง สีสผสมอาหาร เป็นต้น ในพื้นที่ปลูกผักทั้งประเทศ พริกมีพื้นที่ปลูกมากเป็นอันดับ 1 รวบรวม 859,617 ไร่ จำนวนเกษตรกรที่ปลูกพริกมีประมาณ 125,000 ครัวเรือน ในปี 2556 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกพริกอย่างน้อย 342,398 ไร่ ผลผลิตพริก 171,725,889 ตัน (วีระ ภาคอุทัย และยาวรัตน์ ศรีวรานนท์, 2557)

พริกระยะผลอ่อนคือผลพริกที่ยังไม่พัฒนาเต็มที่ ยังคงมีสีเขียวหรือยังไม่เปลี่ยนสีไปเป็นสีแดง เช่น พริกพันธุ์ยอดสน มีการพัฒนาของผลทุกลักษณะ เช่น ขนาดผล สีผล ปริมาณวิตามินต่าง ๆ เริ่มมีการพัฒนาดังแต่อายุของผล 5 วันหลังจากดอกบาน และมีแนวโน้มในการพัฒนาเพิ่มขึ้น เมื่อผลมีอายุ 45 DAA สีผลเริ่มมีการเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีแดง ส่วนในพริกพันธุ์ปากปวนมีการพัฒนาของผลเช่นเดียวกับพันธุ์ยอดสน แต่สีผลเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีแดง เมื่อผลพริกอายุ 50 DAA (สมภาพ จีบเกาะ และคณะ, 2551) ผลพริกมีการเปลี่ยนแปลงสีผลระหว่างการพัฒนา ซึ่งใช้เป็นเกณฑ์ในการวัดการสุกแก่ของเมล็ด และจะแตกต่างกันไปตามชนิดของพันธุ์พริก (Smith et al., 1987) โดยพริกระยะผลอ่อนสามารถรับประทานสด โดยประกอบกับแหมม แหมมเนือง น้ำพริก หรือใช้ในการประกอบอาหารอื่น ๆ เช่น กะเพรา หรือยำ เป็นต้น

ความเผ็ดของพริกเป็นตัวกำหนดคุณภาพที่สำคัญของพริก ซึ่งไม่สามารถทดแทนด้วยสารอื่นได้ ความเผ็ดของพริกจะขึ้นกับพันธุ์ สภาพแวดล้อม และการดูแลรักษา (Zewdie and Bosland, 2000) ในปัจจุบันทั้งหมดที่กล่าวมาพันธุ์พริกมีผลต่อระดับความเผ็ดของพริกมากที่สุด โดยระดับความเผ็ดของพริกที่เป็นสากล สามารถแบ่งระดับความเผ็ดตามหน่วย Scoville Heat Unit (SHU) โดยความเผ็ดของพริกจะขึ้นกับปริมาณแคปไซซินนอยด์ในผลพริก (Scoville, 1912) จากพฤติกรรม การบริโภคอาหารของประชากรช่วงอายุ 15-60 ปี จำนวนมากกว่า 60,000 คนต่อปี ตั้งแต่ปี 2548-2560 พบว่าความนิยมรับประทานอาหารรสเผ็ดมีแนวโน้มลดลงคือ ปี 2548 ความนิยมบริโภครสเผ็ดของประชากรมีค่า 38.3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในปี 2552, 2556 และ 2560 พบว่ามีค่าลดลงตามลำดับ คือ 34.4, 33.0 และ 32.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ความนิยมรับประทานอาหารรสจัดและรสเค็มมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2548, 2552, 2556 และ 2560) แต่ทั้งนี้ ความต้องการกลิ่น สี และรสชาติอื่น ๆ ของพริกยังคงมีอยู่ ในปัจจุบันยังไม่มีรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าทางอาหาร และระยะการเก็บเกี่ยวพริกระยะผลอ่อนที่เหมาะสม รวมถึงการคัดเลือกพันธุ์พริกที่จะใช้ผลิตเป็นพริกระยะผลอ่อน ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การทดลองนี้จึงศึกษาลักษณะทางคุณภาพ ผลผลิต คุณค่าทางโภชนาการบางประการ ความเผ็ด และระดับความชอบของผู้บริโภค จากการทดสอบโดยการชิมพริกมันดำในระยะการพัฒนาผลที่ต่างกัน เพื่อเป็นทางเลือกแก่เกษตรกรและผู้บริโภคต่อไปในอนาคต

วิธีการศึกษา

การทดลองนี้ใช้พริกมันดำ 7 สายพันธุ์ ได้แก่ CA-1119, CA-2419, CA-2344, CA-403, CA-1119, CA-165 และ CA-944-a สายพันธุ์ละ 20 ต้น จากศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทำการเพาะเมล็ดพันธุ์พริกลงถาดหลุมขนาด 104 หลุม โดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุปลูก เมื่อต้นกล้าอายุได้ 2 สัปดาห์ จึงย้ายลงปลูกในกระถางขนาด 12 นิ้ว โดยมีวัสดุปลูกคือดินผสม (ดิน : ขี้เถ้าแกลบ : ขุยมะพร้าว : มูลวัว อัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 0.5) เมื่อเริ่มออกดอกจะเริ่มทำการผูกดอกโดยเลือกดอกที่บานเต็มที่ในวันนั้น และเก็บเกี่ยวเมื่อผลพริกอายุได้ 7, 9, 12, 15 (เป็นระยะพริกผลอ่อนที่ยังเป็นสีเขียวอยู่) เปรียบเทียบกับพริกอายุ 60 DAA (ระยะผลสุกแดง) จากนั้นนำผลผลิตที่เก็บเกี่ยวมาวัดลักษณะทางคุณภาพ คุณค่าทางโภชนาการ (วิตามินซีและคลอโรฟิลล์) ความเผ็ด ผลผลิต และคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการชิม ดังนี้

ลักษณะทางคุณภาพ

นำผลพริกในแต่ละอายุ ๗ ละ 10 ผล มาชั่งน้ำหนักสด บันทึกความกว้างและความยาวผล

คุณค่าทางโภชนาการ

ปริมาณวิตามินซี

วิเคราะห์หาวิตามินซีโดยวิธี 2,6-dichlorophenolindophenol titrimetric (AOAC, 2000) คำนวณปริมาณวิตามินซีจากสมการดังนี้

$$\text{Ascorbic acid content (mg/100 g FW)} = (A/B) \times [(20+W)/W] \times 100$$

เมื่อ A คือ ปริมาตรของ dye solution ที่ใช้ titrate กับสารละลายตัวอย่าง

B คือ ปริมาตรของ dye solution ที่ใช้ titrate กับ standard ascorbic acid (1 มิลลิกรัม ต่อ 1 มิลลิลิตร)

W คือ น้ำหนักสดของผลพริกที่นำมาใช้

ปริมาณคลอโรฟิลล์

นำตัวอย่างพืชสด 1 g มาวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ตามวิธีของ Mackinney (1941) แล้วคำนวณจากสูตร

$$\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ (}\mu\text{g/g FW)} = (0.999 \times \text{Abs}_{645}) - (0.989 \times \text{Abs}_{663})$$

ปริมาณสารแคปไซซินนอยด์และค่าดัชนีความเผ็ด (SHU)

นำผลพริกตัวอย่างไปอบในตู้อบความร้อนที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นนำผลพริกที่อบจนแห้งแล้วมาบดให้ละเอียดแล้วชั่งตัวอย่างพริกบดละเอียดน้ำหนัก 1,000 mg แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารแคปไซซินนอยด์ (แคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซิน) ด้วยเทคนิค HPLC จากนั้นคำนวณค่าดัชนีความเผ็ด (SHU) จากสมการดังนี้ (Todd et al., 1977)

$$\text{SHU} = \text{amount of capsaicin} + \text{dihydrocapsaicin (\% weight)} \times 161,000$$

ผลผลิต/ไร่

เก็บข้อมูลผลผลิตพริกแต่ละพันธุ์ในแต่ละระยะ ระยะละ 10 ต้น แล้วนำผลที่ได้มาคำนวณเป็นผลผลิต/ไร่ ดังสมการ

$$\text{ผลผลิต/ไร่ (kg)} = [\text{น้ำหนักผลสด/แปลง (g)} / 1,000 \text{ g}] \times [1,600 \text{ m}^2 / \text{พื้นที่เก็บเกี่ยว (m}^2\text{)}]$$

การทดสอบทางประสาทสัมผัส (sensory test) (ปพนวีณ์ สุทธิประสิทธิ์, มปป.)

โดยการชิมผลพริกสดและให้คะแนนความชอบของผู้ชิม 10 คน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- ความเผ็ด โดย

1 = เผ็ดน้อยมาก 2 = เผ็ดน้อย 3 = เผ็ดปานกลาง 4 = เผ็ดมาก และ 5 = เผ็ดมากที่สุด

- ความเหม็นเขียว โดย

1 = ไม่เหม็นเขียว 2 = เหม็นเขียวน้อย 3 = เหม็นเขียวปานกลาง 4 = เหม็นเขียวมาก และ 5 = เหม็นเขียวมากที่สุด

- ความกรอบ โดย

1 = กรอบน้อยมาก 2 = กรอบน้อย 3 = กรอบปานกลาง 4 = กรอบมาก และ 5 = กรอบมากที่สุด

- ความชอบโดยรวม โดย

1 = ไม่ชอบ 2 = ชอบน้อย 3 = ชอบปานกลาง 4 = ชอบมาก และ 5 = ชอบมากที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ทำการทดลอง 4 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ด้วยโปรแกรม SPSS และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการทดลองนำพริกมันดำพันธุ์ CA-1119, CA-319, CA-2344, CA-944-a, CA-165, CA-2419 และ CA-403 เก็บเกี่ยวผลพริกที่ระยะ 7, 9, 12, 15 และ 60 DAA นำไปวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซี คลอโรฟิลล์ สารแคปไซซินนอยด์ ความเผ็ด และการทดสอบความชอบ ได้ผลการทดลองดังนี้

น้ำหนักผลสด และผลผลิต

น้ำหนักผลสดของพริกทั้ง 7 พันธุ์เพิ่มขึ้นตามระยะการพัฒนากลที่เพิ่มขึ้น และมีค่าสูงสุดที่ระยะ 60 DAA (Table 1) เช่นเดียวกับผลผลิต/ไร่ ที่ผลผลิตของพริกระยะผลอ่อนที่ระยะต่าง ๆ ในทุกพันธุ์ให้ค่าต่ำกว่าการเก็บเกี่ยวที่ระยะสุกแดง ยกเว้นในพันธุ์ CA-2419 ที่การเก็บเกี่ยวพริกระยะผลอ่อนที่ระยะ 15 DAA ให้ผลผลิตต่อไร่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการเก็บเกี่ยวระยะสุกแดง มีค่าเท่ากับ 329.84 และ 346.56 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 1) ตามลำดับ

Table 1 The fruit weight and yield of chili accessions at different ages (Day after anthesis, DAA).

Var.	Fruit weight (g/fruit)					F-test	Yield (kg/rai)					F-test
	7 DAA	9 DAA	12 DAA	15 DAA	60 DAA		7 DAA	9 DAA	12 DAA	15 DAA	60 DAA	
CA-944-a	0.44 c	0.95 cb	1.50 b	1.71 b	5.77 a	**	54.77 d	117.85 c	168.30 b	191.86 b	447.75 a	**
CA-403	0.79 c	0.81 c	2.66 b	2.96 b	6.22 a	**	108.39 c	111.13 c	319.73 b	354.59 b	561.04 a	**
CA-1119	0.75 d	0.99 d	2.06 c	3.88 b	6.24 a	**	103.17 d	135.83 d	245.62 c	452.34 b	562.86 a	**
CA-2344	0.31 c	0.46 c	2.16 b	2.79 b	5.35 a	**	38.81 d	57.04 d	238.44 c	303.02 b	422.65 a	**
CA-319	0.44 c	0.47 c	0.80 c	2.05 b	5.31 a	**	64.42 c	68.81 c	105.12 c	269.37 b	526.75 a	**
CA-2419	0.79 d	0.55 d	1.93 c	2.72 b	3.80 a	**	73.70 c	105.86 c	239.32 b	329.84 a	346.56 a	**
CA-165	0.42 d	0.50 d	1.25 c	3.06 b	4.66 a	**	63.50 d	75.60 d	176.50 c	425.01 b	528.64 a	**

** = Different letters following mean values within the same row indicate significant different at the $P < 0.01$ level.

ความกว้างผล และความยาวผล

ความกว้างผล ความยาวผล และความหนาเนื้อของพริกที่ระยะพัฒนาผลต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ และมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะพัฒนาผลที่เพิ่มขึ้น มีค่าสูงสุดที่ระยะ 60 DAA ในพันธุ์ CA-165 ที่ระยะ 15 วันหลังดอกบาน ให้ความกว้างผลไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระยะ 60 DAA ส่วนในพันธุ์ CA-2419 พบว่าความกว้างผลของพริกระยะผลอ่อนที่ระยะ 12, 15 และ 60 DAA ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2) ในพันธุ์ CA-1119 ให้ความยาวผลที่ระยะ 15 และ 60 DAA ไม่แตกต่างกัน (Table 2)

Table 2 The fruit width and length of chili accessions at different ages (Day after anthesis, DAA).

Var.	Fruit width (mm)					F-test	Fruit length (mm)					F-test
	7 DAA	9 DAA	12 DAA	15 DAA	60 DAA		7 DAA	9 DAA	12 DAA	15 DAA	60 DAA	
CA-944-a	4.63 d	6.84 c	7.75 b	8.03 b	11.67 a	**	19.60 e	33.44 d	45.33 c	52.27 b	71.88 a	**
CA-403	5.62 e	6.60 d	9.36 c	11.14 b	12.52 a	**	32.04 d	33.04 d	60.13 c	77.24 b	88.04 a	**
CA-1119	5.90 e	8.04 d	9.50 c	12.17 b	13.35 a	**	28.06 d	34.67 c	55.73 b	68.67 a	72.65 a	**
CA-2344	4.46 e	5.62 d	8.91 c	10.09 b	13.79 a	**	12.59 e	21.51 d	57.69 c	68.82 b	78.12 a	**
CA-319	5.07 d	5.60 d	6.96 c	9.63 b	12.48 a	**	17.65 d	18.16 d	29.55 c	53.65 b	80.57 a	**
CA-2419	5.52 b	5.90 b	8.38 a	8.85 a	8.85 a	**	32.98 d	24.60 e	55.91 c	63.22 b	72.89 a	**
CA-165	5.20 c	5.70 c	7.34 b	10.11 a	10.70 a	**	17.40 d	20.57 d	37.67 c	61.67 b	66.11 a	**

** = Different letters following mean values within the same row indicate significant different at the $P < 0.01$ level.

จากผลการทดลองข้างต้นพบว่าพริกมันดำทุกพันธุ์ มีการพัฒนาในด้านน้ำหนักผล ความกว้างผล และความยาวผลเพิ่มขึ้นตามระยะพัฒนาผลที่เพิ่มขึ้น ให้ผลการทดลองเช่นเดียวกับในพริกพันธุ์ยอดสน (สมภพ จีบเกาะ และคณะ, 2551) พริกขี้หนูพันธุ์ตรูสี (ซูลิพร ไม้ดำ, 2554) ที่กล่าวว่า พริกมีการพัฒนาในด้านการเพิ่มขนาดผลตั้งแต่อายุได้ 5 วันหลังดอกบาน และให้ค่าสูงสุดที่ระยะผลแก่ จากนั้นขนาดผลจะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจนถึงระยะผลสุก การสุกของพริกจะแตกต่างกันไปในแต่ละชนิดและพันธุ์พริก (Smith et al., 1987) เช่นเดียวกับผลผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นตามระยะพัฒนาผลที่เพิ่มขึ้น หรือตามน้ำหนักของผลพริกที่เพิ่มขึ้น (วิลาวุธย์ ไคร์ครวญ, 2558) แต่ในพริกพันธุ์ CA-2419 พบว่าผลผลิตต่อไร่ที่ระยะ 15 DAA ไม่แตกต่างกับระยะผลสุกแดง (60 DAA) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากน้ำหนักผล ความกว้างผล ความยาวผล ความหนาเนื้อของผลที่ระยะ 15 และ 60 วันหลังดอกบาน มีค่าใกล้เคียงกัน (Table 1, 2) ทำให้ผลผลิตที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับพันธุ์อื่น ๆ ที่ขนาดและน้ำหนักของผลเมื่อสุกแดงมีค่าสูงกว่าพริกระยะผลอ่อนในทุกระยะ

ปริมาณวิตามินซี

จากการทดลองพบว่าปริมาณวิตามินซีของพริกทั้ง 7 พันธุ์ เพิ่มขึ้นตามระยะการเก็บเกี่ยวที่เพิ่มขึ้น และมีค่าสูงสุดที่ระยะ 60 DAA โดยในพันธุ์ CA-2419 มีค่าสูงสุดคือ 83.92 mg/100 g FW รองลงมาคือพันธุ์ CA-319 มีปริมาณวิตามินซี 83.66 mg/100 g FW และพันธุ์ CA-2344 มีค่าน้อยที่สุดคือ 32.73 mg/100 g FW เมื่อพิจารณาพริกระยะผลอ่อนที่ระยะ 7, 9, 12 และ 15 DAA พบว่าพันธุ์ CA-403, CA-2344, CA-2419 และ CA-165 ให้ค่าวิตามินซีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกระยะการพัฒนาผล (Table 6)

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าปริมาณวิตามินซีในพริกมันดำทั้ง 7 พันธุ์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการพัฒนาผลที่มากขึ้นแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kumar and Subba (2009) รายงานว่า พริกหยวก 17 สายพันธุ์ มีปริมาณวิตามินซีเพิ่มมากขึ้นทีละน้อยจากผลสีเขียวไปเป็นสีแดง และจะลดลงเมื่อพริกแก่ขึ้นจนเป็นผลแดงแห้ง เช่นเดียวกับรายงานวิจัยในมะเขือเทศพันธุ์ 'Cherry' และ 'Monica' ที่ปริมาณวิตามินซีในระยะผลสุกมีค่าสูงกว่าระยะผลอ่อน (Opara et al., 2012) แต่จากรายงานวิจัยพบว่าปริมาณวิตามินซีของ African eggplant (*Solanum aethiopicum* L.) ในผลอ่อนมีค่าสูงกว่าในผลสุก (Msogoya et al., 2014) การเปลี่ยนแปลงของปริมาณวิตามินซีของผลผลิตพืชสวนมีอิทธิพลมาจากหลายปัจจัยทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ได้แก่ พันธุ์ (Stevens, 1974) สภาพแวดล้อมและการเกษตรกรรม (Weston and Barth, 1997) ระยะการสุกแก่ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพผลผลิตรวมถึงปริมาณวิตามินซี (Kader, 1988)

ปริมาณคลอโรฟิลล์

จากการทดลองพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในพริกมันดำที่ระยะการพัฒนาผลต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในพริกพันธุ์ CA-403, CA-319 และ CA-165 ปริมาณคลอโรฟิลล์มีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามระยะการเก็บเกี่ยวที่มากขึ้น ในพันธุ์ CA-1119, CA-2344 และ CA-2419 ปริมาณคลอโรฟิลล์ค่อนข้างคงที่ในแต่ละระยะการพัฒนาของผล ส่วนพันธุ์ CA-944-a ปริมาณคลอโรฟิลล์มีค่าลดลงตามระยะการพัฒนาของผลที่มากขึ้น โดยพริกทั้ง 7 พันธุ์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ต่ำที่สุดที่ระยะ 60 DAA ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.01-0.04 µg/g FW (Table 3)

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในผลพริกมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไป ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความแตกต่างของพันธุ์กรรม แต่ที่ระยะ 60 DAA พริกทุกพันธุ์มีปริมาณคลอโรฟิลล์น้อยที่สุด เนื่องจากผลพริกกลายเป็นสีแดง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ซูลิพร ไม้ดำ (2554) ที่รายงานว่า ผลพริกขี้หนูพันธุ์ตรูสีในระยะเริ่มต้นหลังการผสมเกสร มีสีเขียวอ่อน และเปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้มจนถึงผลสีแดงเข้มเริ่มเหี่ยว มีการพัฒนาสีผล 6 ระยะ โดยผลสีเขียวเข้มช่วงอายุประมาณ 39 DAA เป็นสีเขียว-ส้ม ที่อายุประมาณ 42 DAA เป็นสีแดงอ่อน ที่อายุประมาณ 46 DAA เป็นสีแดง ที่อายุประมาณ 49 DAA และเป็นสีแดงเข้มเริ่มเหี่ยว ที่อายุประมาณ 52 DAA เช่นเดียวกับที่พบในพริกพันธุ์ยอดสนและพันธุ์ปากปวน (สมภพ จีบเกาะ และคณะ, 2551)

ปริมาณสารแคปไซซินนอยด์และค่าดัชนีความเผ็ด (SHU)

ปริมาณสารแคปไซซินนอยด์ (capsaicin และ dihydrocapsaicin)

จากการทดลองพบว่าปริมาณสารแคปไซซินนอยด์ในพริกทั้ง 7 สายพันธุ์เริ่มพบการสะสมของสารแคปไซซินนอยด์ในผลพริกที่ระยะ 12 DAA ยกเว้นพันธุ์ CA-2419 ที่พบตั้งแต่ระยะ 7 DAA ปริมาณสารแคปไซซินนอยด์จะเพิ่มขึ้นตามระยะเก็บเกี่ยวที่เพิ่มมากขึ้น โดยที่ระยะ 60 DAA มีค่าสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับระยะเก็บเกี่ยวอื่น ๆ โดยในพริกพันธุ์ CA-944-a, CA-403, CA-1119, CA-2344, CA-319, CA-2419 และ CA-165 มีปริมาณสารแคปไซซินนอยด์เท่ากับ 2.20, 1.14, 1.21, 0.97, 1.10, 1.56 และ 0.64 mg/g DW ตามลำดับ (Table 4)

ค่าดัชนีความเผ็ด (SHU)

จากผลการทดลองพบว่า ค่าดัชนีความเผ็ดมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารแคปไซซินนอยด์ที่พบในผลพริกทั้ง 7 สายพันธุ์ คือมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามระยะการพัฒนาของผลที่เพิ่มขึ้น และค่าดัชนีความเผ็ดของพริกทุกพันธุ์มีค่ามากที่สุดที่ระยะ 60 DAA โดยในพันธุ์ CA-944-a มีค่าสูงที่สุดคือ 33,830 SHU และในพันธุ์ CA-319 มีค่าน้อยที่สุดคือ 17,704 SHU (Table 4) สอดคล้องกับปริมาณสารแคปไซซินนอยด์ที่พบในผลพริก (Table 4)

Table 3 The vitamin C and chlorophyll contents of chili accessions at different fruit ages (Day after anthesis, DAA).

Var.	Vitamin C (mg/100 FW)					F-test	Chlorophyll (µg/g FW)					F-test
	7 DAA	9 DAA	12 DAA	15 DAA	60 DAA		7 DAA	9 DAA	12 DAA	15 DAA	60 DAA	
CA-944-a	7.57 c	6.94 c	8.51 bc	10.08 b	35.22 a	**	0.43 a	0.32 c	0.40 b	0.38 b	0.04 d	**
CA-403	6.42 b	7.59 b	7.59 b	9.30 b	52.76 a	**	0.26 c	0.30 b	0.26 c	0.46 a	0.04 d	**
CA-1119	5.24 c	7.59 cb	7.20 cb	9.82 b	68.34 a	**	0.25 a	0.29 a	0.25 a	0.27 a	0.04 b	**
CA-2344	10.21 b	12.59 b	11.13 b	14.28 b	32.73 a	**	0.19 b	0.25 a	0.19 b	0.24 a	0.04 c	**
CA-319	6.02 c	10.47 b	11.00 b	11.52 b	83.66 a	**	0.25 d	0.29 c	0.33 b	0.36 a	0.03 e	**
CA-2419	6.68 b	7.20 b	9.43 b	8.51 b	83.92 a	**	0.16 b	0.18 ab	0.18 a	0.16 b	0.01 c	**
CA-165	6.68 b	9.30 b	7.20 b	9.16 b	53.24 a	**	0.37 b	0.36 b	0.38 b	0.45 a	0.04 c	**

** = Different letters following mean values within the same row indicate significant different at the $P < 0.01$ level.

Table 4 The capsaicinoid contents (mg/g DW) and scoville heat units (SHU) of chili accessions at different fruit ages (Day after anthesis, DAA).

Var.	Capsaicinoid (mg/g DW)					F-test	SHU				
	7 DAA	9 DAA	12 DAA	15 DAA	60 DAA		7 DAA	9 DAA	12 DAA	15 DAA	60 DAA
CA-944-a	0.00 d	0.00 d	0.13 c	0.61 b	2.02 a	**	ND	ND	8,746	19,663	33,830
CA-403	0.00 d	0.00 d	0.62 c	0.89 b	1.14 a	**	ND	ND	13,219	14,374	20,433
CA-1119	0.00 d	0.00 d	0.19 c	0.21 b	1.21 a	**	ND	ND	3,566	6,235	19,441
CA-2344	0.00 d	0.00 d	0.24 c	0.39 b	0.97 a	**	ND	ND	13,345	16,831	21,304
CA-319	0.00 d	0.00 d	0.24 c	0.31 b	1.10 a	**	ND	ND	5,482	7,144	17,704
CA-2419	0.04 e	0.17 d	0.42 c	1.39 b	1.56 a	**	1,699	5,921	14,417	17,343	27,063
CA-165	0.00 d	0.00 d	0.07 c	0.20 b	0.64 a	**	ND	ND	7,969	12,450	28,492

** = Different letters following mean values within the same row indicate significant different at the $P < 0.01$ level.

ND = no-data.

จากผลการทดลองปริมาณสารแคปไซซินนอยด์และค่าดัชนีความเผ็ดในพริกมันดำ 7 สายพันธุ์ พบว่า ปริมาณสารแคปไซซินนอยด์มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะการพัฒนาของผล แตกต่างกันไปในแต่ละพันธุ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมภพ จีบเกาะ และคณะ (2551) ที่รายงานว่า ระยะการพัฒนาของผลและสารเผ็ดของพริกมีทิศทางการพัฒนาแบบ sigmoid curve คือ ปริมาณสารเผ็ดในช่วงแรกนั้นจะมีน้อยมาก และเมื่อระยะการพัฒนาของผลเพิ่มขึ้น ปริมาณสารเผ็ดก็เพิ่มขึ้น แคปไซซินนอยด์เป็นสารทุติยภูมิอาศัยน้ำตาลกลูโคสจากการสังเคราะห์แสง เป็นสารตั้งต้นที่เกิดจากปฏิกิริยา dehydration synthesis reaction เปลี่ยน vanillylamine และกรดไขมันสายสั้น ๆ ให้กลายเป็นสารแคปไซซินนอยด์ (Aza-Gonzalez et al., 2011) ทั้งนี้ปริมาณสารเผ็ดไม่ได้ขึ้นอยู่กับระยะการพัฒนาผลเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ การเขตกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แสง อุณหภูมิ และการจัดการธาตุอาหาร (Lwai et al., 1979)

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (sensory test)

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยให้ผู้ประเมินความเผ็ด ความกรอบ ความเหม็นเขียว และความชอบโดยรวม พบว่าความเผ็ดของพริกทั้ง 7 สายพันธุ์ มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะพัฒนาผลที่เพิ่มขึ้น และมีความเผ็ดสูงสุดที่ระยะ 60 DAA (ระยะสุกแดง) โดยในพันธุ์ CA-403 มีคะแนนความเผ็ดสูงสุดที่ 5 คะแนน และน้อยที่สุดในพันธุ์ CA-319 คือ 4 คะแนน (Table 5) ความกรอบของพริกในพันธุ์ CA-403, CA-1119, CA-2344, CA-319 และ CA-165 มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะพัฒนาผล

ที่เพิ่มขึ้น มีความกรอบสูงสุดที่ระยะ 60 DAA ในพันธุ์ CA-1119 และ CA-2344 มีค่าความกรอบสูงสุดที่ 3 คะแนน ส่วนพันธุ์ CA-2419 และ CA-403 ที่ระยะ 15 และ 60 DAA มีค่าความกรอบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในพันธุ์ CA-944A ที่มีค่าความกรอบสูงสุดที่ระยะ 12 วันหลังดอกบาน คือ 3 คะแนน จากนั้นค่าความกรอบจะลดลงจนถึงระยะสุกแดง (2.33) (Table 5) ความเหม็นเขียวของพริกทั้ง 7 สายพันธุ์ มีค่าลดลงตามระยะพัฒนาผลที่เพิ่มขึ้น มีค่าน้อยสุดที่ระยะ 60 DAA (Table 6) ส่วนคะแนนความชอบโดยรวม พบว่า พริกมันดำพันธุ์ CA-944A, CA-403, CA-2344, CA-319 และ CA-2419 มีความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้นตามระยะพัฒนาผลที่เพิ่มขึ้น มีค่าสูงสุดที่ระยะ 60 DAA มีค่าความชอบสูงสุดที่ 3.67 คะแนน ส่วนในพันธุ์ CA-1119 และ CA-165 มีความชอบโดยรวมสูงสุดที่ระยะ 15 DAA ทั้งนี้ในพันธุ์ CA-944A และ CA-2419 ที่ระยะ 15 และ 60 DAA มีค่าความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 6)

Table 5 Spiciness and crispness scores of chili accessions at different fruit ages (Day after anthesis, DAA).

Var.	Spiciness score					F-test	Crispness score					F-test
	7 DAA	9 DAA	12 DAA	15 DAA	60 DAA		7 DAA	9 DAA	12 DAA	15 DAA	60 DAA	
CA-944-a	1.00 d	2.00 c	2.70 cd	3.00 b	4.67 a	**	1.00 c	1.57 bc	3.00 a	2.67 ab	2.33 ab	**
CA-403	1.67 cd	1.00 d	2.33 cd	3.00 b	5.00 a	**	1.33 c	1.67 bc	2.33 b	2.67 a	2.67 a	**
CA-1119	1.00 d	1.67 cd	2.67 cb	3.00 b	4.67 a	**	1.33 c	2.00 bc	2.00 bc	2.67 b	3.00 a	**
CA-2344	1.00 d	2.00 c	2.33 cb	3.00 b	4.33 a	**	1.67 c	2.33 bc	2.67 b	2.67 b	3.00 a	**
CA-319	1.00 d	1.57 dc	2.00 c	3.00 b	4.00 a	**	1.00 c	1.00 c	1.67 bc	2.00 b	2.35 a	**
CA-2419	1.33 c	1.33 c	2.67 b	2.67 b	4.33 a	**	1.33 bc	1.00 c	2.00 b	3.00 a	3.00 a	**
CA-165	1.00 d	1.67 cd	2.67 bc	3.33 b	4.67 a	**	1.00 c	2.00 b	2.00 b	2.33 ba	2.67 a	**

** = Different letters following mean values within the same row indicate significant different at the $P < 0.01$ level.

Table 6 Foul-smelling and overall preference scores of chili accessions at different fruit ages (Day after anthesis, DAA).

Var.	Foul-smelling score					F-test	Overall preference score					F-test
	7 DAA	9 DAA	12 DAA	15 DAA	60 DAA		7 DAA	9 DAA	12 DAA	15 DAA	60 DAA	
CA-944-a	4.67 a	4.33 a	2.33 b	1.67 b	1.33 b	**	1.33 b	1.67 b	3.33 a	3.67 a	3.67 a	**
CA-403	5.00 a	4.33 a	2.33 b	1.67 b	1.33 b	**	1.67 b	1.67 b	3.00 ab	3.33 ab	3.67 a	**
CA-1119	4.33 a	4.00 a	2.67 b	2.33 b	1.00 c	**	1.00 c	1.67 bc	3.33 ab	3.67 a	3.00 ab	**
CA-2344	4.00 a	3.67 ab	3.00 b	2.00 c	1.00 d	**	1.67 d	2.00 c	2.67 bc	3.00 b	3.67 a	**
CA-319	4.00 a	3.67 a	2.67 ab	2.33 ab	1.00 b	**	1.00 d	1.67 cd	2.33 bc	3.00 ba	3.67 a	**
CA-2419	4.00 a	4.33 a	2.33 b	1.67 bc	1.00 c	**	2.33 bc	1.67 c	2.67 b	3.33 a	3.67 a	**
CA-165	4.67 a	4.67 a	2.67 b	1.33 bc	1.00 d	**	1.33 c	1.67 c	3.33 a	3.67 a	3.00 ab	**

** = Different letters following mean values within the same row indicate significant different at the $P < 0.01$ level.

จากผลการทดสอบโดยการชิมข้างต้นพบว่าพริกที่อายุ 7 และ 9 วันหลังดอกบาน มีคะแนนความชอบน้อยกว่าพริกระยะอื่น ๆ เนื่องจากเป็นระยะที่พริกยังไม่มีความเผ็ด รวมทั้งยังมีความเหม็นเขียวมาก ส่วนพริกที่อายุ 12, 15 และ 60 DAA มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันอาจเป็นเพราะพริกมีความเหม็นเขียวน้อย มีกลิ่นหอม และมีรสเผ็ดที่เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้พันธุ์ CA-2419 ที่ระยะ 15 วันหลังดอกบาน มีคะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันกับระยะ 60 DAA (3.33 และ 3.67 ตามลำดับ) เนื่องจากพริกมีความเหม็นเขียวน้อยและมีความกรอบใกล้เคียงกับระยะ 60 DAA แต่มีความเผ็ดน้อย จึงมีความเหมาะสมที่สุดที่จะผลิตเป็นพริกระยะผลอ่อน

สรุปผลการศึกษา

จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่าพริกมันดำพันธุ์ CA-2419 ที่ระยะ 15 วันหลังดอกบาน เหมาะสำหรับการผลิตเป็นพริกระยะผลอ่อน เนื่องจากมีความเผ็ดน้อย มีลักษณะคุณภาพของผลที่ดี มีคะแนนความชอบสูง และให้ผลผลิตสูงไม่แตกต่างกันกับระยะ 60 วันหลังดอกบาน

เอกสารอ้างอิง

- กมล เลิศรัตน์. 2550. การผลิต การปลูก การแปรรูป และการตลาดของพริกในประเทศไทย. *ประชาคมวิจัย*. 13: 15-20.
- สุสิทธิ์ ไม้ดำ. 2554. การพัฒนาสีผลและการสุกแก่ของผลหลังการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูพันธุ์ปุตรสี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ปพนวีณ์ สุทธิประสิทธิ์. มปป. *การควบคุมคุณภาพและการประเมินคุณภาพอาหาร*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- วิลารัตน์ ไคร์ครวญ. 2558. *วิจัยและการพัฒนาพริก*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.
- วีระ ภาคอุทัย และเยาวรัตน์ ศรีวรรณท์. 2557. พริก ปลูกอย่างไรในภาวะโลกกำลังร้อน. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- สมภพ จีบเกาะ, สังคม เตชะวงศ์เสถียร และสุชีลา เตชะวงศ์เสถียร. 2551. ระยะการพัฒนาดอกและปริมาณสารเฝ็ดของพริก. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 39: 265-268.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2548. การสำรวจพฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหารของประชากร. สำนักงานสถิติแห่งชาติ. [http://www.nso.go.th/sites/2014/Pages/สำรวจด้านสังคม/สุขภาพ/พฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหารของประชากรปี 2548 \(21 ธันวาคม 2560\)](http://www.nso.go.th/sites/2014/Pages/สำรวจด้านสังคม/สุขภาพ/พฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหารของประชากรปี%202548%20(21%20ธันวาคม%202560).).
- _____. 2552. การสำรวจพฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหารของประชากร. สำนักงานสถิติแห่งชาติ. [http://www.nso.go.th/sites/2014/Pages/สำรวจด้านสังคม/สุขภาพ/พฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหารของประชากรปี 2552 \(21 ธันวาคม 2560\)](http://www.nso.go.th/sites/2014/Pages/สำรวจด้านสังคม/สุขภาพ/พฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหารของประชากรปี%202552%20(21%20ธันวาคม%202560).).
- _____. 2556. การสำรวจพฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหารของประชากร. สำนักงานสถิติแห่งชาติ. [http://www.nso.go.th/sites/2014/Pages/สำรวจด้านสังคม/สุขภาพ/พฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหารของประชากรปี 2556 \(21 ธันวาคม 2560\)](http://www.nso.go.th/sites/2014/Pages/สำรวจด้านสังคม/สุขภาพ/พฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหารของประชากรปี%202556%20(21%20ธันวาคม%202560).).
- _____. 2560. การสำรวจพฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหารของประชากร. สำนักงานสถิติแห่งชาติ. [http://www.nso.go.th/sites/2014/Pages/สำรวจด้านสังคม/สุขภาพ/พฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหารของประชากรปี 2560 \(21 ธันวาคม 2560\)](http://www.nso.go.th/sites/2014/Pages/สำรวจด้านสังคม/สุขภาพ/พฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหารของประชากรปี%202560%20(21%20ธันวาคม%202560).).
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. *Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists*. 17th ed. Gaithersburg: Association of Official Analytical Chemists International.
- Aza-Gonzalez, C., Nunez-Palenius, H.G., and N. Ochoa-Alejo. 2011. Molecular biology of capsaicinoid biosynthesis in chili pepper (*Capsicum* spp.). *Plant Cell Report*. 30: 69-706.
- Govindarajan, V.S., Rajalakshmi, D., and N. Chand. 1987. Capsicum production, technology, chemistry and quality. Part IV. Evaluation of quality. *Critical Review in Food Science and Nutrition*. 25:185-283.
- Grubben, G. J.H. 1977. *Tropical vegetables and their genetic resources*. Rome: International Board for Plant Genetic Resources.
- Kader, A.A. 1988. Influence of preharvest and postharvest environment on nutritional composition of fruits and vegetables. *HortScience* 24: 18-32.
- Kumar, A.O., and T. Subba. 2009. Ascobic acid contents in chili peppers (*Capsicum* L.). *Science and Biological*. 47: 50-52.
- Lwai, K., Suzuki, T., and H. Fujiwake. 1979. Formation and accumulation of pungent principle of hot pepper fruits, capsaicin and its analogues, in *Capsicum annuum* var. *annuum* cv. Karayatsubusa at different growth stages after flowering. *Agricultural and Biological Chemistry* 43: 2493-2498.
- Mackinney, G. 1941. Absorption of light by chlorophyll solutions. *J Biol Chem* 140: 315-322.
- Msogoya, T.J., Majubwa, R.O., and A.P. Maerere. 2014. Effect of harvesting stages on yield and nutritional quality of African eggplant (*Solanum aethiopicum* L.) fruits. *Journal of Applied Biosciences*. 78: 6590-6599.
- Opara, U.L., M.R. Al-Ani and N.M. Al-Rahbi. 2012. Effect of fruit ripening stage on physico-chemical properties, nutritional composition and anthoxidant components of tomato (*Lycopersicon esculentum*) cultivars. *Food Bioprocess Technology* 5: 3236-3243.
- Scoville, W.L. 1912. Note on *Capsicum*. *J. Am. Pharm. Assoc.* 1: 453.
- Smith, P.G., Villalon, B., and P. Villar. 1987. Horticultural classification of peppers grown in the United states. *HortScience* 22: 11-13.
- Stevens, M.A. 1974. Varietal influence on nutritional value. In *Nutritional Qualities of Fresh Fruits and Vegetables*. P.L. White and N. Selvey, eds. pp. 87-110. New York: Futura publishing.
- Todd, P., Bensinger, M., and T. Biftu. 1977. Determination of pungency due to capsaicin by gas-liquid chromatography. *Journal of Food Science* 42: 660-665.
- Weston, L.A., and M.M. Barth. 1997. Preharvest factors affecting postharvest quality of vegetables. *HortScience* 32: 812-816.
- Zewdie, Y., and P.W. Bosland. 2000. Evaluation of genotype, environment, and genotype by environment interaction for capsaicinoids in *Capsicum annuum* L. *Euphytica* 111: 185-190.

วันรับบทความ (Received date) : 15 พ.ย. 61

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 28 ม.ค. 62

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 11 มี.ย. 62

การพัฒนาการพอกเมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยสำหรับเมล็ดผักกาดหอมออร์แกนิก

Development of Seed Pelleting with Essential Oils for Organic Lettuce Seeds

อุษณีย์ นรสีม¹ และวิลาวรรณ เชื้อบุญ^{1*}
Usanee Norahim¹ and Wilawan Chuaboon^{1*}

บทคัดย่อ

การศึกษาระดับความเข้มข้นของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช 4 ชนิด คือ เมล็ดมะรุม เมล็ดสะเดา เมล็ดเทียนดำ และโป๊ยยกั๊ก และวัสดุประสานที่เหมาะสมในการพอกเมล็ดผักกาดแก้วเพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อ *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* สายพันธุ์ T-TU021 ซึ่งเป็น seed born pathogen และเพิ่มขนาดเมล็ดด้วยการพอก วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) พบว่า สารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเทียนดำที่ระดับความเข้มข้น 0.15 และ 0.2% มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อสายพันธุ์ T-TU021 โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางการยับยั้งเฉลี่ยเท่ากับ 1.72 และ 1.81 เซนติเมตร และเมื่อนำระดับความเข้มข้นต่ำที่สุดของน้ำมันหอมระเหยจากเทียนดำที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด (0.15%) มาพอกเมล็ดพันธุ์ในวัสดุประสาน Chitosan-Lignosulphonate Polymer (CLP) พบว่ามีประสิทธิภาพสูงสุดในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้า ประกอบด้วยเปอร์เซ็นต์ความงอก 86.10% ความสูงต้น 4.07 เซนติเมตร ความยาวราก 3.18 เซนติเมตร และลดปริมาณเมล็ดเน่า (15.68%) การศึกษาวิจัยครั้งนี้สามารถใช้เป็นต้นแบบนำไปประยุกต์เพื่อปรับใช้ในการพัฒนาการพอกเมล็ดพันธุ์พืชอินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ที่มีคุณภาพในระดับอุตสาหกรรมผลิตเมล็ดต่อไป

คำสำคัญ: การเคลือบเมล็ด โรคเมล็ดพันธุ์ น้ำมันหอมระเหย ความแข็งแรงต้นกล้า

Abstract

Studies on the concentrations of four essential oils including: moringa seed, neem seed, black cumin seed, and anise seeds and an appropriate lettuce seed pelleting for plant protection against *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* T-TU021, which is a seed born pathogen and increases seed size by pelleting was performed. The experiment arranged by CRD. It was found that an extract from the essential oils at concentrations of 0.15 and 0.2% were effective in inhibiting the growth of strain T-TU021 with a diameter of inhibition zone was 1.72 and 1.81 cm, respectively. At the lowest concentration of the best available (0.15%) of black cumin, the seed pelleting in Chitosan-Lignosulphonate Polymer (CLP) binder was most effective in promoting seedling growth. The percentage of seed germination, plant/seedling height and root length were 86.10%, 4.07, and 3.18 centimeters, respectively, and rotten seeds were reduced (15.68%). The knowledge from this research could be applied as a model for deployment in developing to other organic seeds and quality industrial-scale seed production further.

Keywords: seed pelleting, seed born disease, essential oil, seedling vigor

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี 12120

*Corresponding author, Email: wchuaboon@gmail.com

บทนำ

ผักกาดแก้วหรือผักกาดหอมห่อหัวเป็นพืชที่นิยมนำมาบริโภคสดและประกอบอาหาร อีกทั้งยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ซึ่งประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน นอกจากนี้ยังมีวิตามินซี และมีสารแอนติออกซิแดนต์ (antioxidant) หลายชนิด แม้ว่าพืชประเภทนี้จะสามารถปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพในระบบการปลูกพืชไร้ดิน (hydroponics) แต่ด้วยกระแสดความต้องการบริโภคอาหารปลอดภัยหรืออาหารที่ผลิตจากระบบการผลิตพืชอินทรีย์ ทำให้ผักสลัดอินทรีย์เป็นที่ต้องการของตลาดมากกว่าผักสลัดที่ปลูกแบบไร้ดิน จากปริมาณการบริโภคผักสลัดอินทรีย์ที่เพิ่มมากขึ้น จึงทำให้เกษตรกรเร่งการผลิตเพื่อให้ทันความต้องการของตลาด ในพื้นที่ปลูกที่จำกัดจึงต้องมีการปลูกพืชอย่างต่อเนื่องซ้ำในพื้นที่เดิม ซึ่งทำให้เกิดปัญหาการสะสมและการระบาดของโรคพืชรุนแรงมากขึ้น ตลอดจนเชื้อโรคพืชบางชนิดสามารถสะสมอยู่ในเศษซากพืชได้ยาวนาน อีกทั้งบางชนิดยังสามารถถ่ายทอดไปกับเมล็ดพันธุ์ โดยเฉพาะโรคเน่าและที่เกิดจากเชื้อ *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (หรือ *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*) ซึ่งโรคเน่าและเป็นโรคที่เกิดขึ้นและมีการระบาดแพร่กระจายอย่างกว้างขวางทำให้ผลผลิตเสียหายอย่างมาก พบได้ทั้งในแปลงปลูก โรงเก็บ และในผลผลิตขณะวางจำหน่าย (ศศิธร วุฒิวณิชย์, 2561) การป้องกันกำจัดโรคเน่าและส่วนใหญ่ใช้สารเคมีทางการเกษตรเพื่อยับยั้งการแพร่ระบาดในแปลงปลูกเท่านั้น โดยวิธีดังกล่าวเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ เนื่องจากเมื่อเกิดโรคเน่าและแล้วไม่มีวิธีการใดที่มีประสิทธิภาพในการรักษาโรคดังกล่าวได้ ซึ่งวิธีการที่ดีมีประสิทธิภาพในการจัดการโรคเน่าและคือการป้องกัน และหลักการป้องกันที่ดีที่สุดคือการใช้เมล็ดที่ปราศจากการปนเปื้อนของเชื้อโรค (disease free seeds) โดยเฉพาะพืชผักที่เมล็ดพันธุ์มีราคาสูง (มยุรี ปละอุด, 2549) เช่น เมล็ดพันธุ์ผักสลัด โดยเฉพาะผักกาดแก้ว ซึ่งส่วนใหญ่นิยมเลือกใช้เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบสารเคมีกำจัดโรคพืชเพื่อป้องกันกำจัดโรคพืชที่อาจติดมากับเมล็ด ตลอดจนการป้องกันกำจัดโรคเน่าและในระยะต้นกล้า ดังนั้นเมล็ดพันธุ์ผักสลัดที่จำหน่ายทั่วไป ส่วนใหญ่เป็นเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบสารเคมีหรือสารปฏิชีวนะเพื่อป้องกันกำจัดโรคพืช ซึ่งสารเคมีหลายชนิดมีพิษตกค้างเป็นอันตรายต่อคนและสัตว์เลี้ยง ตลอดจนกระตุ้นการดื้อต่อสารเคมีของเชื้อสาเหตุโรค

เมล็ดพันธุ์ในระบบการผลิตพืชอินทรีย์เป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญ และปัจจุบันเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ในระบบการผลิตพืชอินทรีย์ส่วนใหญ่มาจากระบบการผลิตพืชแบบเคมีทั่วไป ซึ่งยังเป็นข้อยกเว้นในมาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์ที่ยังสามารถใช้เมล็ดพันธุ์จากระบบการผลิตพืชแบบเคมีได้ (สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์, 2561) แต่เมล็ดพันธุ์ที่ใช้ในระบบเกษตรอินทรีย์ไม่สามารถเคลือบด้วยสารเคมีทางการเกษตรได้ และที่สำคัญยิ่งเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดเล็กมีปัญหาต่อการปฏิบัติงานในแปลงเกษตร ทั้งนี้เพื่อลดปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการเพิ่มขนาดของเมล็ดพันธุ์โดยการพอกเมล็ดให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อสะดวกในการปฏิบัติงานในแปลงเกษตร รวมทั้งการใช้น้ำมันหอมระเหยสกัดจากพืชสามารถป้องกันกำจัดโรคพืชที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ โดยความรู้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้สามารถให้เป็นต้นแบบนำไปประยุกต์เพื่อปรับใช้ในการพัฒนาการพอกเมล็ดพันธุ์พืชอินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ที่มีคุณภาพในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

วิธีการศึกษา

การแยกเชื้อ *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* สาเหตุโรคเน่าและ

แยกเชื้อ *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* สาเหตุโรคเน่าและจากผักกาดแก้วที่แสดงอาการเน่าและ มีกลิ่นเหม็นและฉุนจัด โดยวิธี cross streak บนอาหาร Nutrient Glucose Agar (NGA) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง (30-32 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เลือกลโคไลเดี่ยวที่มีลักษณะขาว กลมมน ผิวเรียบเป็นมัน (ศศิธร วุฒิวณิชย์, 2547) และทำให้เชื้อบริสุทธิ์ โดยการ cross streak บนอาหารชุดใหม่ซ้ำ 2-3 ครั้ง แล้วจึงนำเชื้อบริสุทธิ์ดังกล่าวไปทดสอบความสามารถในการก่อให้เกิดโรคบนผักกาดแก้วด้วยการใช้ไม้จิ้มฟันหนึ่งซำเชื้อแต่ละโคไลของเชื้อที่คาดว่าเป็น *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* จากนั้นนำไปจิ้มลงบนใบผักกาด บ่มทิ้งไว้ในสภาพอุณหภูมิห้อง 24-48 ชั่วโมง และเก็บเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (วิลาวรรณ์ เชื้อบุญ, 2551) เพื่อไว้ใช้ในการทดลองต่อไป

การสกัดน้ำมันหอมระเหย

ในการทดลองนี้ใช้น้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร 4 ชนิด ได้แก่ เมล็ดมะรุม เมล็ดสะเดา เมล็ดเทียนดำ และเป็ดยักษ์ โดยนำสมุนไพรทั้งหมดมาบดให้ละเอียด แล้วทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีการกลั่น (hydro-distillation) โดยใช้อัตราส่วนสมุนไพร : น้ำ ที่ 1 (กรัม) : 10 (มิลลิลิตร) น้ำมันหอมระเหยที่ได้จะถูกแยกจากน้ำ และเก็บรักษาไว้ในขวดแก้วปิดสนิทที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ธนัท อมาตยกุล, 2554) เพื่อรอการทดสอบต่อไป

การทดสอบความสามารถของน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งเชื้อ *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design: CRD) โดยทำการคัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพืช 4 ชนิด ดังกล่าวข้างต้น ที่ระดับความเข้มข้น 0.05, 0.1, 0.15 และ 0.2% ในการยับยั้งเชื้อ *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* ในสภาพห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธี paper disc ทดสอบโดยวางแผนกระดาษที่มีสารทดสอบผสมอยู่ในอาหารเลี้ยงเชื้อ NGA ที่ผสมเชื้อ *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* (ปริมาณเชื้อประมาณ 10^8 cfu/ml) (ศศิธร วุฒิวิณิชย์, 2547) เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมใช้น้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ (negative control) และ copper hydroxide (positive control) รวม 21 กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ ดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 น้ำมันหอมระเหยมะรุม 0.05% กรรมวิธีที่ 2 น้ำมันหอมระเหยสะเดา 0.05% กรรมวิธีที่ 3 น้ำมันหอมระเหยเทียนดำ 0.05% กรรมวิธีที่ 4 น้ำมันหอมระเหยไผ่ยักษ์ 0.05% กรรมวิธีที่ 5 น้ำมันหอมระเหยมะรุม 0.1% กรรมวิธีที่ 6 น้ำมันหอมระเหยสะเดา 0.1% กรรมวิธีที่ 7 น้ำมันหอมระเหยเทียนดำ 0.1% กรรมวิธีที่ 8 น้ำมันหอมระเหยไผ่ยักษ์ 0.1% กรรมวิธีที่ 9 น้ำมันหอมระเหยมะรุม 0.15% กรรมวิธีที่ 10 น้ำมันหอมระเหยสะเดา 0.15% กรรมวิธีที่ 11 น้ำมันหอมระเหยเทียนดำ 0.15% กรรมวิธีที่ 12 น้ำมันหอมระเหยไผ่ยักษ์ 0.15% กรรมวิธีที่ 13 น้ำมันหอมระเหยมะรุม 0.2% กรรมวิธีที่ 14 น้ำมันหอมระเหยสะเดา 0.2% กรรมวิธีที่ 15 น้ำมันหอมระเหยเทียนดำ 0.2% กรรมวิธีที่ 16 น้ำมันหอมระเหยไผ่ยักษ์ 0.2% กรรมวิธีที่ 17 สารเคมี copper hydroxide 0.05% กรรมวิธีที่ 18 สารเคมี copper hydroxide 0.1% กรรมวิธีที่ 19 สารเคมี copper hydroxide 0.15% กรรมวิธีที่ 20 สารเคมี copper hydroxide 0.2% กรรมวิธีที่ 21 น้ำหนึ่งฆ่าเชื้อ

ตรวจและบันทึกผล โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง (inhibition zone) วิเคราะห์หาความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติโดย Duncan's New Multiple Range Tests (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป R เพื่อคัดเลือกชนิดของสารสกัดพืชที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคเน่าและไปศึกษาในขั้นถัดไป

การพอกเมล็ดพันธุ์

เตรียมเมล็ดพันธุ์ติดเชื้อ นำเซลล์แขวนลอยของ *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* ความเข้มข้น 10^8 cfu/ml คลุกเมล็ดพันธุ์ฝักกาดแก้ว และฝังเมล็ดพันธุ์ให้แห้งก่อนการดำเนินการขั้นตอนต่อไป

การเตรียมวัสดุประสาน วัสดุประสาน ประกอบด้วย 1) Chitosan-Lignosulphonate Polymer (CLP) นำโคโคซาน 3 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 3 กรัม ละลายใน 1 เปอร์เซ็นต์ acetic acid 10 มิลลิลิตร แล้วนำสารละลายที่ได้ไปผสมกับ 1 เปอร์เซ็นต์ sodium-lignosulphonate (sodium-lignosulphonate 1 กรัม ผสม น้ำ 100 มิลลิลิตร) ในอัตราส่วน 9 : 1 (ปิยฉัตร อัครนุชชาต และคณะ, 2553) และ 2) Gum Arabic (GA) โดยนำ GA ละลายน้ำ ให้ได้ความเข้มข้น 45% w/v (จักรพงษ์ กางโสภา และบุญมี ศิริ, 2557)

การพอกเมล็ด นำน้ำมันหอมระเหยผสมกับวัสดุประสาน CLP และ GA ให้ได้ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ตามลำดับ โดยความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยในวัสดุประสานเท่ากับความเข้มข้นต่ำสุด และมีประสิทธิภาพดีในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* จากข้อ 3 แล้วนำเมล็ดพันธุ์ฝักกาดแก้วจำนวน 1 กิโลกรัม มาคลุกกับวัสดุประสาน เปรียบเทียบด้วยการใช้ copper hydroxide จำนวน 2 กรัม ผสมลงในวัสดุประสาน CLP และ GA ให้ได้ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากนั้นพอกเมล็ดพันธุ์ด้วย pumice อัตราส่วน pumice 150 กรัม : เมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม และนำมาลดความชื้นให้เท่ากับความชื้นของเมล็ดพันธุ์ก่อนพอก (จักรพงษ์ กางโสภา และบุญมี ศิริ, 2557) วางแผนการทดลองแบบ CRD กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ กรรมวิธีประกอบด้วย กรรมวิธีที่ 1 เมล็ดฝักกาดแก้วติดเชื้อพอกด้วยน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในสารเคลือบ CLP กรรมวิธีที่ 2 เมล็ดฝักกาดแก้วติดเชื้อพอกด้วยน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในสารเคลือบ GA กรรมวิธีที่ 3 เมล็ดฝักกาดแก้วติดเชื้อพอกด้วย copper hydroxide 0.15% ในสารเคลือบ CLP กรรมวิธีที่ 4 เมล็ดฝักกาดแก้วติดเชื้อพอกด้วย copper hydroxide 0.15% ในสารเคลือบ GA กรรมวิธีที่ 5 เมล็ดฝักกาดแก้วติดเชื้อพอกด้วยน้ำหนึ่งฆ่าเชื้อในสารเคลือบ GA กรรมวิธีที่ 6 เมล็ดฝักกาดแก้วติดเชื้อพอกด้วยน้ำหนึ่งฆ่าเชื้อในสารเคลือบ CLP กรรมวิธีที่ 7 เมล็ดฝักกาดแก้วติดเชื้อและกรรมวิธีที่ 8 เมล็ดฝักกาดปกติ

ประเมินประสิทธิภาพเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการพอกด้วยน้ำมันหอมระเหย และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 3 องศาเซลเซียส) ทำการสุ่มตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษานาน 3 เดือน โดยประเมินความแข็งแรงจากดัชนีดังต่อไปนี้ การตรวจสอบอัตราการงอก การจำแนกความแข็งแรงของต้นกล้า และอัตราการเจริญเติบโตของยอดและราก เมื่อต้นกล้าอายุ 7 วัน ด้วยวิธี Blotter Method (International seed testing association, 2006)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การแยกเชื้อ *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* สาเหตุโรคเน่าและ

สามารถแยกเชื้อที่มีแนวโน้มเป็นเชื้อสาเหตุโรคเน่าและที่มีลักษณะโคโลนี กลม นูน สีเทา มันวาวเล็กน้อย (วิลาวรรณ์ เชื้อบุญ, 2551) จำนวน 27 สายพันธุ์ และเมื่อนำมาทดสอบความสามารถในการก่อให้เกิดโรคผักกาด พบว่า เชื้อสายพันธุ์ T-TU021 มีความสามารถสูงสุดในการก่อให้เกิดโรคเน่าและบนผักกาด โดยก่อให้เกิดอาการโรคเน่าและกลืนเหม็นฉุน ภายใน 24 ชั่วโมง (ศศิธร วุฒิวณิชย์, 2561)

การทดสอบความสามารถของน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งเชื้อ *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*

ความเข้มข้นของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยของเทียนดำที่ระดับความเข้มข้น 0.15 และ 0.2% มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* สายพันธุ์ T-TU021 โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางการยับยั้งเฉลี่ยเท่ากับ 1.72 และ 1.81 เซนติเมตร โดยมีประสิทธิภาพดีเทียบเท่ากับกรรมวิธีควบคุมด้วยสารเคมี copper hydroxide โดยพบว่าทุกความเข้มข้นของสารเคมี copper hydroxide ประกอบด้วย 0.05, 0.1, 0.15 และ 0.2% มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคโดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางการยับยั้งเฉลี่ยเท่ากับ 1.81, 1.85, 1.91 และ 1.94 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1) ทั้งนี้ น้ำมันหอมระเหยสามารถควบคุมโรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์และเชื้อสาเหตุโรคในดินที่ระดับความเข้มข้นน้อยกว่า 800 ppm ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันหอมระเหย โดยไม่เป็นพิษที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการงอกของเมล็ด แต่หากมีการใช้น้ำมันหอมระเหยที่ระดับความเข้มข้นมากกว่า 16,000 ppm จะส่งผลให้อัตราการงอกของเมล็ดลดลง ด้วยเหตุผลดังกล่าวการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการเคลือบเมล็ดพันธุ์ควรคำนึงถึงอัตราส่วนน้ำมันหอมระเหยที่จะนำมาใช้อย่างเหมาะสมรวมทั้งควรคำนึงถึงการป้องกันการระเหยของน้ำมันหอมระเหยด้วย (Leopold center for sustainable agriculture, 2008) โดยจากผลการทดลองพบว่า น้ำมันหอมระเหยของเทียนดำมีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคเน่าและสอดคล้องกับ Hafez (2008) ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันเทียนดำในการต้านเชื้อราที่เป็นสาเหตุโรคราน้ำค้างในแตงกวาพบว่า ใบของแตงกวาที่พ่นด้วยน้ำมันหอมระเหยเทียนดำที่ความเข้มข้น 0.5% มีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อของโรคราน้ำค้างลดลงเหลือ 7.7% เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อ 52%

Table 1 Efficacy of essential oils inhibited growth of *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* by paper disc method.

Treatment ^{1/}	Diameter of inhibition zone (cm)	Treatment ^{1/}	Diameter of inhibition zone (cm)
1	1.12±0.35 b ^{2/}	12	1.22±0.12 b
2	1.04±0.24 b	13	1.47±0.12 b
3	1.28±0.15 b	14	1.29±0.31 b
4	0.89±0.24 c	15	1.81±0.54 a
5	1.34±0.31 b	16	1.28±0.18 b
6	1.12±0.21 b	17	1.81±0.21 a
7	1.32±0.14 b	18	1.85±0.21 a
8	1.01±0.22 b	19	1.91±0.45 a
9	1.44±0.24 b	20	1.94±0.26 a
10	1.22±0.12 b	21	0±0.00 d
11	1.72±0.23 a		

^{1/} Treatment details were above described in Materials and Methods.

^{2/} Means followed by same letter in a column are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Test (P=0.05) with R program.

การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์พอกน้ำมันหอมระเหย

การตรวจสอบความแข็งแรง

หลังจากเคลือบพอกเมล็ดผักกาดด้วยน้ำมันหอมระเหยจากเทียนดำที่ระดับความเข้มข้น 0.15% ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* สายพันธุ์ T-TU021 สุ่มเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการพอกเมล็ดผักกาดแล้ว พบว่า กรรมวิธีที่ 1 เมล็ดผักกาดแก้วติดเชื้อพอกด้วยน้ำมันหอมระเหยเทียนดำ 0.15% ในสารเคลือบ CLP มีประสิทธิภาพดีในการกระตุ้นเปอร์เซ็นต์ความงอก 86.10% ลดเมล็ดเสีย 15.68% ส่งเสริมการเจริญเติบโตด้านความสูงต้นและความยาวราก เท่ากับ 4.07 และ 3.18 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยมีประสิทธิภาพดีกว่าสารเคมี copper hydroxide และดีเทียบเท่ากับเมล็ดปกติที่ไม่ติดเชื้อ โดยมีเปอร์เซ็นต์ความงอก 86.89% ลดเมล็ดเสีย 17.74% ส่งเสริมการเจริญเติบโตด้านความสูงต้นและความยาวราก เท่ากับ 3.87 และ 3.33 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 2) เช่นเดียวกับปัจจัยตร อัครนุชาต และคณะ (2553) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการเคลือบเมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยต่อเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่า การเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำมันหอมระเหยกานพลู มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเข้าทำลายของเชื้อรา *Aspergillus niger* และ *Fusarium* sp. สามารถใช้ทดแทนสารเคมีกำจัดเชื้อราได้ สอดคล้องกับรุ่งอรุณ กันธะปา (2554) ที่ได้ทำการศึกษากการเพิ่มประสิทธิภาพการเคลือบน้ำมันหอมระเหยกานพลู โหระพา สะระแหน่ และไคโตซานเพื่อควบคุมเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

Table 2 Efficacy of essential oils to enhanced growth index of plant.

Treatment ^{1/}	Seed germination (%)	Seed rot (%)	Plant height (cm)	Root length (cm)
1	86.10±2.45a ^{2/}	15.68±0.58a	4.07±0.21a	3.18±0.28a
2	82.56±5.16a	19.75±0.56a	3.83±0.25b	3.03±0.22b
3	79.12±1.45b	24.78±0.24b	3.88±0.74b	3.24±0.59a
4	78.25±7.16b	26.16±0.86b	4.12±0.34a	3.09±0.56b
5	10.00±1.25c	100.00±00c	ND ^{3/}	ND
6	8.81±1.22c	100.00±00c	ND	ND
7	8.12±0.89c	100.00±00c	ND	ND
8	86.89±6.23a	17.74±0.58a	3.87±0.24b	3.33±0.41a

^{1/} Treatment details were above in Materials and Methods 4. ^{2/} Means followed by same letter in a column are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Test (P=0.05) with R program. ^{3/} ND = not detected.

สรุปผลการศึกษา

สามารถแยกเชื้อ *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* สาเหตุโรคเน่าและได้ทั้งหมด 27 สายพันธุ์ และสายพันธุ์ T-TU021 เป็นเชื้อที่มีความรุนแรงโดยก่อให้เกิดอาการโรคเน่าและ ภายใน 24 ชั่วโมง การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อสายพันธุ์ T-TU021 พบว่า สารสกัดน้ำมันหอมระเหยของเทียนดำที่ระดับความเข้มข้น 0.15 และ 0.2% มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* สายพันธุ์ T-TU021 โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางการยับยั้งเฉลี่ยเท่ากับ 1.72 และ 1.81 เซนติเมตร และเมื่อนำความเข้มข้นต่ำที่สุดของน้ำมันหอมระเหยจากเทียนดำที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด (0.15%) มาทำการพอกเมล็ดด้วยวัสดุประสาน CLP และพอกเมล็ดพันธุ์ด้วย pumice มีประสิทธิภาพสูงสุดในการส่งเสริมการเจริญของต้นกล้าและลดปริมาณเมล็ดเน่าโดยมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้สารเคมี

เอกสารอ้างอิง

- จักรพงษ์ กางไสภา และบุญมี ศรี. 2557. อิทธิพลของการพอกเมล็ดร่วมกับสารป้องกันเชื้อราต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ยาสูบ. *แก่นเกษตร* 42(พิเศษ 1): 110-116.
- ธนัท อมาตยกุล. 2554. การยับยั้งเชื้อราโรคหัวเน่า (crown rot) และแอนแทรคโนส (anthracnose) สารสกัดจากขิง (*Zingiber officinale*) และข่า (*Alpinia galanga*) ในกล้วยหอมแบบ in vivo และ in vitro. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ การเกษตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปิยฉัตร อัครนุชาต, สุภามาศ ช่างแต่ง, ปิติพงษ์ ไตบันลือภพ, สุชาดา เวียรศิลป์ และสงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์. 2553. ผลของการเคลือบเมล็ดด้วย น้ำมันหอมระเหยต่อเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. *วารสารเกษตร* 26(1): 85-92.
- มยุรี ปละฮุด. 2549. ผลของน้ำมันหอมระเหยต่อเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105. *วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.*
- รุ่งอรุณ กันธะปา. 2554. การเพิ่มประสิทธิภาพการเคลือบน้ำมันหอมระเหยกานพลู หอระพา สะระแหน่ และโคโตซานเพื่อควบคุมเชื้อราที่ติดมากับ เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด. *วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาโรคพืช มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.*
- วิลาวรรณ เชื้อบุญ. 2551. ลักษณะและการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรียที่มีประโยชน์ ควบคุมเชื้อ *Erwinia carotovora* pv. *carotovora* สาเหตุโรคเน่าและของกะหล่ำดอก. *วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.*
- ศศิธร วุฒิวณิชย์. 2547. ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรในการยับยั้งการเจริญของ *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* เชื้อสาเหตุโรคเน่าและของผัก. *วิทยาสารก้าวหน้า* 2: 72-81.
- ศศิธร วุฒิวณิชย์. 2561. *โรคผัก 2018*. ราชบุรี: ธรรมรักษ์การพิมพ์.
- สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์. 2561. มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ มกท. ฉบับปี 2560. สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์. <http://actorganic-act-organic-stand-2/> (16 พฤศจิกายน 2561).
- Hafez, Y.M. 2008. Effectiveness of the antifungal black seed oil against powdery mildews of cucumber (*Podosphaera xanthii*) and barley (*Blumeria garminis* f.sp. *hordei*). *Acta Biologica Szegediensis* 52(1): 17-25.
- International seed testing association. 2006. ISTA Method Validation for Seed Testing. <https://www.seedtest.org/upload/cms/user/ISTAMethodValidationforSeedTesting-V1.01.pdf> (October 1, 2006).
- Leopold Center for Sustainable Agriculture. 2008. *Annual Report Leopold Center for Sustainable Agriculture 2008-2009*. Ames: Iowa State University.

วันรับบทความ (Received date) : 15 พ.ย. 61

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 28 ม.ค. 62

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 11 มิ.ย. 62

การใช้เถ้าบอยเลอร์และกากตะกอนปาล์มร่วมกับมูลสัตว์ในการผลิตปุ๋ยหมัก Combination Uses of Boiler Ash and Palm Oil Mill Sludge with Animal Manures in Compost Production

กัญฐิกา ยังมณี¹ ภัทรรัตน์ เทียมเก๋า¹ และอรพิน หนูทอง²
Kantika Youngmanee¹, Pattrarat Teamkao¹ and Orapin Nuthong²

บทคัดย่อ

ดินในประเทศไทยส่วนใหญ่มีปัญหาขาดอินทรีย์วัตถุและขาดความอุดมสมบูรณ์ เนื่องมาจากการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวติดต่อกันเป็นเวลานาน และการทำการเกษตรแบบเข้มข้น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินและส่งเสริมให้สมบัติของดินดีขึ้น ในพื้นที่ภาคใต้นิยมปลูกปาล์มน้ำมันทำให้มีของเสียประเภทอินทรีย์ที่เกิดหลังจากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มปริมาณมาก การทดลองนี้สนใจใช้เถ้าบอยเลอร์และกากตะกอนปาล์มร่วมกับมูลสัตว์ (มูลโค มูลไก่ และมูลสุกร) และพด.1 เป็นวัสดุในการผลิตปุ๋ยหมัก วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัยที่ศึกษา ปัจจัยที่ 1 คือ ชนิดของเสียที่ใช้หมักประกอบด้วย เถ้าบอยเลอร์ และกากตะกอนปาล์ม ปัจจัยที่ 2 คือ ชนิดของมูลสัตว์ ประกอบด้วย มูลโค มูลไก่ และมูลสุกร ทำการหมักเป็นระยะเวลา 45 วัน และเก็บข้อมูลสมบัติของปุ๋ยแต่ละที่รีตเมนต์ ได้แก่ พีเอช ธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ค่าการนำไฟฟ้า อินทรีย์วัตถุ อินทรีย์คาร์บอน อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ความชื้น และดัชนีการงอกของเมล็ด พบว่า ชนิดของเสียที่ใช้หมักและชนิดของมูลสัตว์ที่ใช้หมักส่งผลให้ค่าพีเอช ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ปริมาณโซเดียมแตกต่างกัน แต่ไม่ส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด อินทรีย์วัตถุ อินทรีย์คาร์บอน อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ดัชนีการงอกของเมล็ด และความชื้นให้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่รีตเมนต์ที่ดีที่สุดคือการหมักกากตะกอนปาล์ม 26.7 กิโลกรัม ร่วมกับมูลสุกร 6.7 กิโลกรัม โดยมีค่าพีเอช 6.64 (เป็นกลาง) ค่าการนำไฟฟ้า 2.53 dS/m ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 2.91% ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 3.37% ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 0.88% ปริมาณโซเดียม 0.03% อินทรีย์วัตถุ 35.15% อินทรีย์คาร์บอน 20.39% อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 7 : 1 ความชื้น 51.95% และดัชนีการงอกของเมล็ด 82.2% สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เมื่อหมักเป็นเวลา 45 วัน

คำสำคัญ: การผลิตปุ๋ยหมัก มูลสัตว์ กากตะกอนปาล์ม เถ้าบอยเลอร์ ปาล์มน้ำมัน

Abstract

In Thailand, intensive agriculture and longtime chemical fertilizer use cause in low soil fertility and organic matter. Organic fertilizer can increase soil organic matter and improves soil properties. In southern part of Thailand, oil palm cultivation is popular. High amount of organic waste was generated after the oil palm extraction process. This study interested in the use of boiler ash and palm oil sludge with manures (cattle manure, chicken manure and pig manure) and LDD.1 addition for compost production. This experiment was arranged in Factorial in Completely Randomized Design with 3 replications and 2 factors; firstly, type of wastes comprised of boiler ash and palm oil sludge, and secondly, type of manures comprised of cattle manure, chicken manure and pig manure. The composting process took 45 days. The change of pH, plant nutrients, sodium content, electrical conductivity (EC), organic matter, organic carbon, C:N ratio, moisture content and Germination Index (GI) in the composts were determined. The results showed that type of wastes and type of manures had significant effects on pH, total nitrogen, total potassium and sodium content, but not effect on EC, total phosphorus, organic matter, organic carbon, C:N ratio, moisture content and GI. From the study, treatment consisting of palm oil sludge 26.7 kg with pig manure 6.7 kg was the most suitable treatment for composting. Its compost had pH 6.64 (neutral), 2.53 dS/m EC, 2.91% total nitrogen, 3.37% total phosphorus, 0.88% total potassium, 0.03% sodium content, 35.15% organic matter, 20.39% organic carbon, 7:1 C:N ratio, 51.95% moisture content and 82.2% GI. The compost was completely degraded and can be used as organic fertilizer after 45 days of composting process.

Keywords: compost, manures, palm oil sludge, boiler ash, oil palm

¹ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

²สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7 สุราษฎร์ธานี 84160

*Corresponding author, Email: Orapinnu@hotmail.com

คำนำ

ปุ๋ยอินทรีย์ เป็นปุ๋ยที่มีอินทรีย์วัตถุ ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลินทรีย์ที่จำเป็นต่อพืชและจุลินทรีย์ในดิน สามารถปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ ชีวภาพ และทางเคมีในดินให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากสภาพพื้นที่เพาะปลูกโดยทั่วไปของประเทศไทยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จะสามารถช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินได้อีกทางหนึ่ง ปุ๋ยหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้มาจากการนำเศษวัสดุอินทรีย์มาผ่านกรรมวิธีทำให้ขึ้น สับ บด ร่อน จนแปรสภาพจากรูปเดิมและผ่านกรรมวิธีหมักอย่างสมบูรณ์ ซึ่งมีข้อดีคือ เป็นการเปลี่ยนรูปธาตุอาหารให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ช่วยลดปริมาณเชื้อก่อโรคและแมลงศัตรูพืชที่ติดมากับวัสดุ อุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรมีของเสียอินทรีย์เกิดขึ้นปริมาณมาก ตัวอย่างเช่น โรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง มีของเสียเป็นกากมันสำปะหลัง ซึ่งมีปริมาณ 18,000-24,000 ตัน/ปี (สุกัญญา จัตตพรพงษ์ และวราพันธ์ จินตณวิชัย, 2548) และโรงงานผลิตน้ำมันปาล์มเป็นโรงงานอีกประเภทหนึ่งที่มีของเสียประเภทอินทรีย์เกิดขึ้นปริมาณมาก Prasertsan and Prasertsan (1996) รายงานว่า โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในภาคใต้ 16 แห่ง มีของเสียจากปาล์มน้ำมัน 386,930 ตัน/ปี โดยแบ่งเป็นทะเลลายปาล์มเปล่า 165,830 ตัน/ปี เส้นใยและเปลือกผลปาล์ม 110,550 ตัน/ปี ในขั้นตอนของกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มพบว่า มีเส้นใยเปลือกผลปาล์มเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก โรงงานอุตสาหกรรมได้ใช้ประโยชน์จากวัสดุนี้โดยนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อนในกระบวนการต้มบอยเลอร์ (boiler) หรือหม้อต้มไอน้ำ เมื่อผ่านกระบวนการเผาไหม้แล้วเส้นใยเปลือกผลปาล์มจะกลายเป็นเถ้า ซึ่งยังคงมีปริมาณมากถึง 450 ตัน/เดือน (กาญจนาดิษฐ์น้ำมันปาล์ม, 2558) นอกจากนี้ในขั้นตอนการสกัดปาล์มน้ำมัน ยังมีกากตะกอนสลัดจ์ปาล์ม (ซีเค้ก) เหลืออยู่เป็นของเสีย ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพได้ อย่างไรก็ตามหลังจากกระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพแล้วยังมีกากตะกอนปาล์มเป็นของเสียซึ่งมีปริมาณถึง 200 ตัน/เดือน (กาญจนาดิษฐ์น้ำมันปาล์ม, 2558) การใช้ประโยชน์ของของเสียจากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน พบว่า ปุ๋ยหมักจากทะเลลายเปล่าปาล์มน้ำมันที่ผ่านการหีบและไม่ผ่านการหีบน้ำมัน และกากตะกอนดีแคนด์เตอร์ มีความเป็นไปได้ในการใช้สำหรับสวนปาล์มน้ำมันร่วมกับการเสริมปุ๋ยโพแทสเซียม (ณัฐฐาทศน์ แจ้เปี้ยว, 2558) กากสลัดจ์ปาล์มน้ำมันผสมกับซีเค้กไม่เพียงพอโดยใช้กากสลัดจ์ปาล์มน้ำมันในอัตรา 20% สามารถนำไปใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดได้และทำให้เห็ดมีผลผลิตสูงที่สุดเฉลี่ย 267.63 กรัม/ถุง (พรศิลป์ สีเผือก และคณะ, 2557) ดังนั้น หากสามารถนำเถ้าบอยเลอร์และกากตะกอนปาล์มมาใช้ประโยชน์ในการผลิตปุ๋ยหมักจะเป็นการลดของเสียที่ต้องกำจัดและเป็นการนำของเสียหมุนเวียนกลับมาใช้ประโยชน์ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้ประโยชน์จากเถ้าบอยเลอร์และกากตะกอนปาล์มในการผลิตปุ๋ยหมักร่วมกับการเติมมูลสัตว์เพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมัก

วิธีการศึกษา

วัสดุอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง

เถ้าบอยเลอร์และกากตะกอนปาล์มได้มาจากโรงงานผลิตน้ำมันปาล์มในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ส่วนมูลสัตว์ที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย มูลโค มูลไก่ไข่ และมูลสุกร ซึ่งได้มาจากเกษตรกรในจังหวัดสุราษฎร์ธานีเช่นกัน ในกระบวนการทำปุ๋ยหมักจะเติมสารเร่งซูเปอร์ พด.1 จากกรมพัฒนาที่ดิน เพื่อเร่งกระบวนการย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์ สมบัติทางเคมี และกายภาพของวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Chemical and physical properties of materials used in the study.

Properties	Type of organic materials				
	Boiler ash	Palm oil sludge	Cattle manure	Pig manure	Chicken manure
pH (1 : 2)	10.1	7.6	9.1	7.4	8.2
Total N (% N)	0.7	3.1	1.6	2.7	2.3
Total P (% P ₂ O ₅)	3.3	2.3	0.6	10.8	3.5
Total K (% K ₂ O)	2.8	0.2	3.7	1.2	2.0
Na (% Na)	0.0	0.0	0.4	0.3	0.4
EC (1 : 10) (dS/m)	1.8	0.7	6.0	3.3	6.8
Organic matter (%)	17.3	48.8	50.8	44.9	41.5
Organic carbon (%)	10.0	28.3	29.5	26.0	24.1
C:N Ratio	14 : 1	9 : 1	18 : 1	10 : 1	10 : 1
Germination index (%)	99.4	84.6	51.5	85.2	18.0
Moisture content (%)	8.1	16.5	21.3	14.8	43.8

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Factorial Experiment in Completely Randomized Design ประกอบด้วย 2 ปัจจัยที่ศึกษา ปัจจัยที่ 1 คือ ชนิดของเสีย ประกอบด้วย ถ้ำบอยเลอร์ และกากตะกอนปาล์ม ปัจจัยที่ 2 คือ ชนิดของมูลสัตว์ ประกอบด้วย มูลโค มูลไก่ และมูลสุกร เป็นจำนวนทั้งหมด 8 ทรีตเมนต์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ คิดเป็นจำนวนทั้งหมด 24 หน่วย การทดลองอัตราส่วนของปุ๋ยหมักที่ทดลองประยุกต์มาจากการผลิตปุ๋ยหมักอินทรีย์คุณภาพสูง สูตรไนโตรเจนของกรมพัฒนาที่ดิน (คู่มือการพัฒนาที่ดินสำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร, 2558) โดยทรีตเมนต์ที่ทำการทดลองมีดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 ถ้ำบอยเลอร์ 26.7 กิโลกรัม ผสมกับ มูลโค 6.7 กิโลกรัม

ทรีตเมนต์ที่ 2 ถ้ำบอยเลอร์ 26.7 กิโลกรัม ผสมกับ มูลไก่ 6.7 กิโลกรัม

ทรีตเมนต์ที่ 3 ถ้ำบอยเลอร์ 26.7 กิโลกรัม ผสมกับ มูลสุกร 6.7 กิโลกรัม

ทรีตเมนต์ที่ 4 ถ้ำบอยเลอร์ 26.7 กิโลกรัม ผสมกับ มูลโค 2.2 กิโลกรัม มูลไก่ 2.2 กิโลกรัม และมูลสุกร 2.2 กิโลกรัม

ทรีตเมนต์ที่ 5 กากตะกอนปาล์ม 26.7 กิโลกรัม ผสมกับ มูลโค 6.7 กิโลกรัม

ทรีตเมนต์ที่ 6 กากตะกอนปาล์ม 26.7 กิโลกรัม ผสมกับ มูลไก่ 6.7 กิโลกรัม

ทรีตเมนต์ที่ 7 กากตะกอนปาล์ม 26.7 กิโลกรัม ผสมกับ มูลสุกร 6.7 กิโลกรัม

ทรีตเมนต์ที่ 8 กากตะกอนปาล์ม 26.7 กิโลกรัม ผสมกับ มูลโค 2.2 กิโลกรัม มูลไก่ 2.2 กิโลกรัม

และมูลสุกร 2.2 กิโลกรัม

โดยในทุกทรีตเมนต์จะมีการเติมสารเร่งซูเปอร์พด.1 (กรมพัฒนาที่ดิน) 3.3 กรัม เพื่อเร่งการย่อยสลายของปุ๋ยหมัก

การดูแลกองปุ๋ยหมักระหว่างการทดลองทำโดยกลับกองปุ๋ยหมัก และรดน้ำให้กองปุ๋ยหมักเพื่อรักษาความชื้นหลังกลับกองปุ๋ยหมักทุก 7 วัน เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ เพื่อเพิ่มออกซิเจน ลดความร้อนในกองปุ๋ย ช่วยให้วัสดุคลุกเคล้ากัน และเพิ่มความชื้นในกองปุ๋ย

การเก็บและการเตรียมตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างปุ๋ยหลังจากทำการหมักเป็นระยะเวลา 45 วัน แบ่งตัวอย่างปุ๋ยที่เก็บได้เป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และส่วนที่ 2 นำไปผึ่งในที่ร่ม จากนั้นนำไปบดให้ละเอียดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 20 เมช สำหรับวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

หาค่า pH โดยใช้อัตราส่วนของปุ๋ยต่อน้ำเท่ากับ 1 : 2 วัดด้วย pH meter วัดค่าการนำไฟฟ้า โดยใช้อัตราส่วนของปุ๋ยต่อน้ำ 1 : 10 เขย่าด้วยเครื่องเขย่านาน 30 นาที จากนั้นกรองตัวอย่างผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการนำไฟฟ้าด้วย electrical conductivity meter วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ย โดยวิธี Kjeldahl method โดยย่อยตัวอย่างปุ๋ยด้วย H_2SO_4 เข้มข้น และ salicylic acid โดยมี potassium sulfate และ copper sulfate เป็นสารเร่งปฏิกิริยา ทำให้สารละลายเป็นต่างด้วย sodium hydroxide แล้วนำไปกลั่นดักจับแอมโมเนียที่เกิดขึ้นด้วยกรดบอริก ทำการไทเทรตสารละลายที่ได้จากการกลั่นด้วยสารละลายกรดเกลือมาตรฐาน แล้วนำปริมาณของกรดเกลือที่ใช้ในการไทเทรตมาคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดใช้วิธี Spectrophotometric Molybdovanadophosphate method ใช้กรดผสม ($HClO_4 : HNO_3$ อัตรา 1 : 1) ในการย่อยตัวอย่างเพื่อให้ฟอสฟอรัสในตัวอย่างปุ๋ยอยู่ในรูปสารละลายฟอสเฟต จากนั้นทำให้เกิดสีกับ Molybdovanadate reagent วัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วย spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส การวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ด้วยเครื่อง flame photometer โดยวัดความเข้มของแสงที่ปล่อยออกมา (intensive emission) ของตัวอย่างปุ๋ยที่ผ่านการย่อยด้วยกรดผสม เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม วิเคราะห์ปริมาณโซเดียมด้วยวิธี flame photometer โดยวัดความเข้มแสงที่ปล่อยออกมา (intensive of emission) ของตัวอย่างปุ๋ยที่ละลายน้ำ เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน วิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ประยุกต์ใช้วิธีของ Walkley and Black โดยย่อยตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ด้วยกรดซัลฟูริก แล้วทำการออกซิไดซ์อินทรีย์คาร์บอนในปุ๋ยอินทรีย์ด้วยกรดโครมิกที่มากเกินพอ จากนั้นไทเทรตกรดที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาด้วยสารละลายเฟอร์ริซซัลเฟต ผลวิเคราะห์ที่ได้จะมีค่าเป็น 77% ของอินทรีย์คาร์บอนที่มีอยู่จริง โดยปริมาณของอินทรีย์คาร์บอนจะคิดเป็น 58% ของอินทรีย์วัตถุ เมื่อเปรียบเทียบกับหาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ส่วนอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนได้จากการคำนวณปริมาณอินทรีย์คาร์บอนหารด้วยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (กรมวิชาการเกษตร, 2551)

การวิเคราะห์ปุ๋ยทางกายภาพ

วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น โดยทำการชั่งตัวอย่างปุ๋ยที่ยังไม่บด 5 กรัม ใส่ลงในปิ๊งเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ นำตัวอย่างปุ๋ยที่อบแล้วใส่โถดูดความชื้น ที่ไว้ให้เย็น แล้วชั่งน้ำหนักตัวอย่างปุ๋ยหลังอบ นำค่าที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในปุ๋ย ส่วนการวิเคราะห์การย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยหมัก ใช้วิธีการทดสอบดัชนีการออกของเมล็ด โดยสกัดตัวอย่างปุ๋ยด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน ปุ๋ย : น้ำ เท่ากับ 1 : 10 เขย่าที่ความเร็ว 180 ครั้งต่อนาที นาน 1 ชั่วโมง กรองตัวอย่างด้วยกระดาษกรอง แล้วนำสารละลายที่ได้ไปทดสอบอัตราการออกของเมล็ด กวางตุ้งในจานเพาะ (ทำ 4 ซ้ำต่อตัวอย่างปุ๋ย) โดยใช้ น้ำสกัดปุ๋ยหมักในจานเพาะจานละ 3 มิลลิลิตร บ่มเมล็ดที่เพาะที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง จากนั้นวัดความยาวราก และจำนวนเมล็ดที่งอก แล้วนำค่าไปคำนวณดัชนีการออก (กรมวิชาการเกษตร, 2551)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) แบบสองทาง และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้วิธี Tukey's Honesty Significant Difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistix เวอร์ชัน 8 (บริษัท Analytical Software ประเทศสหรัฐอเมริกา)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

สมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมัก

หลังจากกระบวนการหมัก 45 วัน พบว่า ชนิดของเสียส่งผลให้ค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ปริมาณโซเดียม ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปุ๋ยหมักที่ได้จากถั่วบอยเลอร์มีพีเอชเป็นด่างจัด (8.74) มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (2.30%) และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (11.2 : 1) สูงกว่ากากตะกอนปาล์ม ส่วนปุ๋ยหมักที่ได้จากกากตะกอนปาล์มมีค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณโซเดียม ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงกว่า ถั่วบอยเลอร์ (3.06 ds/m, 3.11%, 0.08%, 38.84% และ 22.52% ตามลำดับ) แต่ชนิดของเสียไม่ส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) จากผลการทดลองเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาหมักปุ๋ย กากตะกอนปาล์มมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากกว่าถั่วบอยเลอร์ อาจเกิดจากกระบวนการ mineralization ทำให้อัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาจากการนำไปใช้โดยจุลินทรีย์ (Yamada and Kawase, 2005) ส่วนถั่วบอยเลอร์มีค่า pH และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดมากกว่ากากตะกอนปาล์ม อาจเกิดจากสารประกอบหลักของถั่วบอยเลอร์ส่วนใหญ่ คือโพแทสเซียมคาร์บอเนตเมื่อละลายในน้ำจะทำให้เกิดโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์และคาร์บอเนตไฮดรอกไซด์ จะทำให้เกิดโพแทสเซียมคาร์บอเนตและไฮดรอกไซด์ซึ่งทำให้เป็นด่างหรือมีค่า pH มากกว่า 7 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2560) ชนิดของมูลสัตว์ส่งผลให้ค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ปริมาณโซเดียม ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปุ๋ยหมักที่ได้จากมูลวัวมีค่าพีเอชสูงที่สุด คือ 7.98 (เป็นด่าง) แต่ไม่มีความแตกต่างกับมูลสุกร และมูลโค + มูลไก่ + มูลสุกร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนมูลไก่มีค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ปริมาณโซเดียม ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงกว่ามูลสัตว์ชนิดอื่น ๆ (3.25 dS/m, 2.32%, 3.38%, 2.11%, 0.13%, 29.68% และ 17.21% ตามลำดับ) แต่ชนิดของมูลสัตว์ไม่ส่งผลให้อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) จากผลการทดลองเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาหมักปุ๋ย ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดที่แตกต่างกัน อาจเกิดจากมูลสัตว์แต่ละชนิดมีธาตุอาหารต่าง ๆ ในปริมาณที่แตกต่างกัน เมื่อเกิดกระบวนการย่อยสลายจึงมีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาในปริมาณที่แตกต่างกัน (ทัศนีย์ แก้วมรกต, 2557) ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างชนิดของเสียและมูลสัตว์ส่งผลให้ค่า pH ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด และปริมาณโซเดียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปุ๋ยหมักที่รีดเมเนตที่ 4 คือ ถั่วบอยเลอร์ผสมกับ มูลโค + มูลไก่ + มูลสุกร มีค่าพีเอชสูงที่สุด คือ 8.94 (เป็นด่างจัด) ปุ๋ยหมักที่รีดเมเนตที่ 6 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลไก่ มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณโซเดียมสูงที่สุด (3.53% และ 0.15% ตามลำดับ) ส่วนปุ๋ยหมักในรีดเมเนตที่ 2 ถั่วบอยเลอร์ผสมกับมูลไก่ มีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุด คือ 2.51% แต่ไม่มีความแตกต่างกับรีดเมเนตที่ 1 ถั่วบอยเลอร์ผสมกับมูลโคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างชนิดของเสียและมูลสัตว์ไม่ส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2)

จากผลการทดลองพบว่า ปุ๋ยหมักที่รีดเมเนตที่ 6 ภาคตะกอนปาล์มผสมกับมูลไก่ มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงที่สุด อาจเกิดจากวัสดุอินทรีย์ ภาคตะกอนปาล์ม และมูลไก่ก่อนนำมาทำการหมักปุ๋ย (Table 1) มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงส่งผลให้ปุ๋ยหมักจากวัสดุเหล่านี้มีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าที่รีดเมเนตอื่น ๆ

Table 2 Chemical properties of compost at 45 days after composting.

	Factors	pH	EC ^{al} (dS/m)	Total N (%)	Total P ₂ O ₅ (%)	Total K ₂ O (%)	Na (%)	OM ^{bl} (%)	OC ^{cl} (%)	C:N Ratio
Type of wastes	Boiler ash	8.74A	1.93B	0.97B	3.02	2.30A	0.06B	16.85B	9.77B	11.20 A
	Palm oil sludge	6.65B	3.06A	3.11A	2.84	1.39B	0.08 A	38.84A	22.52 A	7.27 B
Type of manures	Cattle manure	7.98A	.35BC	1.76B	2.09C	1.95AB	0.05C	27.68AB	16.05 AB	11.24
	Chicken manure	7.10B	3.25A	2.32A	3.38A	2.11A	0.13A	29.68A	17.21A	8.04
	Pig manure	7.92A	1.95C	2.06AB	3.38A	1.45C	0.03D	25.48B	14.78B	7.89
	Cattle manure + chicken manure + pig manure	7.76A	2.43B	2.01AB	2.87B	1.87B	0.07B	28.54A	16.55A	9.77
Type of wastes × Type of manures	T1	8.93A	1.70	0.70C	2.35	2.35A	0.04DE	17.2	10.02	14.66
	T2	7.89B	2.78	1.12 C	3.35	2.51A	0.11B	17.88	10.37	9.26
	T3	9.21A	1.38	1.20 C	3.4	2.03B	0.03E	15.81	9.17	8.78
	T4	8.94A	1.89	0.84 C	2.98	2.31AB	0.05DE	16.46	9.55	12.10
	T5	7.04C	3.01	2.82 B	1.84	1.55C	0.07CD	38.09	22.09	7.82
	T6	6.32D	3.72	3.53 A	3.40	1.71C	0.15A	41.49	24.06	6.83
	T7	6.64CD	2.53	2.91B	3.37	0.88D	0.03E	35.15	20.39	7.00
	T8	6.59CD	2.98	3.17AB	2.76	1.43C	0.09BC	40.63	23.56	7.44
Type of wastes		**	**	**	NS	**	**	**	**	**
Type of manures		**	**	**	**	**	**	**	**	NS
Type of wastes × Type of manures		**	NS	*	NS	*	**	NS	NS	NS
% CV		2.90	9.96	9.76	8.90	5.35	12.90	6.49	6.51	26.98

* Significant at $p < 0.05$, ** significant at $p < 0.01$, NS = not significant, ^{al} electrical conductivity (dS/m), ^{bl} organic matter (%), ^{cl} organic carbon (%), T1: boiler ash × cattle manure, T2: boiler ash × chicken manure, T3: boiler ash × pig manure, T4: boiler ash × cattle manure + chicken manure + pig manure, T5: palm oil sludge × cattle manure, T6: palm oil sludge × chicken manure, T7: palm oil sludge × pig manure, T8: palm oil sludge × cattle manure + chicken manure + pig manure.

สมบัติทางกายภาพของปุ๋ยหมัก

หลังจากกระบวนการหมัก 45 วัน พบว่า ชนิดของเสียส่งผลให้ปริมาณความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปุ๋ยหมักที่ได้จากภาคตะกอนปาล์มมีความชื้นสูงกว่าเถ้าบอยเลอร์ (55.95%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ชนิดของเสียไม่ส่งผลให้ดัชนีการงอกของเมล็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3) ชนิดของมูลสัตว์ส่งผลให้ความชื้น และดัชนีการงอกของเมล็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปุ๋ยหมักที่ได้จากมูลไก่มีความชื้นสูงกว่ามูลสัตว์ชนิดอื่น (50.75%) (Table 3) ส่วนมูลสุกรมีดัชนีการงอกของเมล็ดสูงที่สุด คือ 89.90% ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างชนิดของเสียและมูลสัตว์ไม่ส่งผลให้ ความชื้นและดัชนีการงอกของเมล็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3) ปริมาณความชื้นของกองปุ๋ยหมักอยู่ในช่วง 40-60% อาจเกิดจากในการหมักปุ๋ยมีการเติมน้ำทุก 7 วัน หลังการกลับกองเพื่อรักษาความชื้น ความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยความชื้นที่เหมาะสมในการทำปุ๋ยหมักควรอยู่ในช่วง 50-70% (Tom et al., 2002) (Table 3)

Table 3 Physical properties of compost at 45 days after composting.

Factors		MC ^{a/} (%)	GI ^{b/} (%)
Type of wastes	Boiler ash	42.07 B	82.29
	Palm oil sludge	55.95 A	75.35
Type of manures	Cattle manure	48.88 A	80.34 AB
	Chicken manure	50.75 A	75.9 AB
	Pig manure	45.77 A	89.90 A
	Cattle manure + chicken manure + pig manure	50.65 A	69.13 B
Type of wastes ×	T1 Boiler ash × cattle manure	42.13	85.95
	T2 Boiler ash × chicken manure	45.09	73.58
	T3 Boiler ash × pig manure	39.59	97.61
	T4 Boiler ash × cattle manure + chicken manure + pig manure	41.47	72.02
Type of manures	T5 Palm oil sludge × cattle manure	55.63	74.73
	T6 Palm oil sludge × chicken manure	56.41	78.23
	T7 Palm oil sludge × pig manure	51.95	82.20
	T8 Palm oil sludge × cattle manure + chicken manure + pig manure	59.83	66.24
Type of wastes		**	NS
Type of manures		*	*
Type of wastes × Type of manures		NS	NS
% CV		6.30	13.87

* Significant at $p < 0.05$, ** significant at $p < 0.01$, NS = not significant, ^{a/} moisture content (%), ^{b/} germination index (%).

จากการเปรียบเทียบสมบัติต่าง ๆ ของปุ๋ยหมักที่หมักได้ กับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ที่รับรองโดยกรมวิชาการเกษตร (Table 4) พบว่า เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการหมัก มี 5 ทริตเมนต์ คือ ทริตเมนต์ที่ 2 ถ้ำบอยเลอร์ผสมกับมูลไก่ ทริตเมนต์ที่ 5 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลโค ทริตเมนต์ที่ 6 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลไก่ ทริตเมนต์ที่ 7 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลสุกร ทริตเมนต์ที่ 8 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลโค + มูลไก่ + มูลสุกร ที่มีพีเอชตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (5.5-8.5) ส่วนทริตเมนต์อื่น ๆ มีพีเอชมากกว่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ อาจเกิดจากด้วยตัววัสดุที่ใช้เป็นถ้ำบอยเลอร์ซึ่งมีพีเอชที่สูงอยู่แล้ว ซึ่งอาจแก้ไขได้ โดยก่อนนำไปใช้ควรมีการเติมวัสดุที่ช่วยลดพีเอช เช่น ผงกำมะถัน ในด้านปริมาณธาตุอาหาร พบว่า เมื่อสิ้นสุดการหมัก ทริตเมนต์ที่ 1 ถ้ำบอยเลอร์ผสมกับมูลโค และทริตเมนต์ที่ 4 ถ้ำบอยเลอร์ผสมกับมูลโค + มูลไก่ + มูลสุกร เท่านั้นที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดต่ำกว่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ คือ มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด น้อยกว่า 1.0% ซึ่งอาจแก้ไขได้โดยการเติมวัสดุที่เพิ่มปริมาณไนโตรเจนในถ้ำบอยเลอร์หมัก เช่น กากกาแฟ ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงถึง 4.46% (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) ส่วนทริตเมนต์อื่น ๆ นั้นมีปริมาณไนโตรเจนตรงตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ และในทริตเมนต์ที่ 6 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลไก่ มีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุด ในด้านปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด เมื่อสิ้นสุดการหมักพบว่า ปุ๋ยหมักในทุกทริตเมนต์มีปริมาณฟอสฟอรัสตรงตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (มีปริมาณ total P_2O_5 ไม่น้อยกว่า 0.5%) โดยเฉพาะทริตเมนต์ที่ 3 ถ้ำบอยเลอร์กับมูลสุกร และ ทริตเมนต์ที่ 6 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลไก่ มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุด คือ 3.40% ในด้านปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด เมื่อสิ้นสุดการหมักพบว่า ปุ๋ยหมักในทุกทริตเมนต์มีปริมาณโพแทสเซียมตรงตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (มีปริมาณ total K_2O ไม่น้อยกว่า 0.5%) และทริตเมนต์ที่ 2 ถ้ำบอยเลอร์ผสมกับมูลไก่ มีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุด คือ 2.51% ในด้านปริมาณโซเดียม เมื่อสิ้นสุดการหมักพบว่า ปุ๋ยหมักในทุกทริตเมนต์มีปริมาณโซเดียมตรงตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร คือ ไม่เกิน 1% ทุกทริตเมนต์ ส่วนค่าการนำไฟฟ้าเมื่อสิ้นสุดการหมักพบว่า ทุกทริตเมนต์ผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร คือไม่เกิน 10 dS/m หากมีค่าการนำไฟฟ้าที่สูงกว่ามาตรฐานที่กรมวิชาการเกษตรกำหนด เมื่อเกษตรกรนำปุ๋ยหมักที่ได้ไปใช้ อาจเป็นพิษต่อพืชได้ เนื่องจากพืชแต่ละชนิดทนต่อสภาวะความเค็มที่ต่างกัน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาหมัก ทริตเมนต์ที่ 1 ถ้ำบอยเลอร์ผสมกับมูลโค ทริตเมนต์ที่ 2 ถ้ำบอยเลอร์ผสมกับมูลไก่ ทริตเมนต์ที่ 3 ถ้ำบอยเลอร์ผสมกับมูลสุกร ทริตเมนต์ที่ 4 ถ้ำบอยเลอร์ผสมกับมูลโค + มูลไก่ + มูลสุกร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำกว่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (มีปริมาณอินทรีย์วัตถุไม่ต่ำกว่า 20%) อาจต้องเพิ่มวัสดุที่มีอินทรีย์วัตถุปริมาณมาก เช่น เศษใบไม้แห้ง เศษฟางข้าวแห้ง เป็นต้น ส่วนทริตเมนต์ที่ 5 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลโค ทริตเมนต์ที่ 6 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลไก่ ทริตเมนต์ที่ 7 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลสุกร

ทรีตเมนต์ที่ 8 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลโค + มูลไก่ + มูลสุกร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร คือ ไม่ต่ำกว่า 20% ส่วนอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการหมักทุกทรีตเมนต์มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำกว่า 20 : 1 โดยผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร แสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติของการย่อยสลาย ประกอบกับวัตถุประสงค์ในการหมักกากตะกอนปาล์มมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูง อินทรีย์คาร์บอนน้อย (Table 2) จึงย่อยสลายได้ง่าย และเมื่อมีการเติมแหล่งไนโตรเจน คือ มูลสัตว์ ลงไปจึงทำให้ไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ (ทัศนีย์ แก้วมรกต, 2557) ความชื้นเป็นค่าที่บ่งบอกปริมาณน้ำในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ในการหมักปุ๋ยในการทดลองนี้ความชื้นอยู่ในช่วง 50-60% หลังจากการหมักระยะเวลา 45 วัน พบว่า ทรีตเมนต์ที่ 8 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลโค + มูลไก่ + มูลสุกร มีปริมาณความชื้นสูงกว่าทรีตเมนต์อื่นเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการหมักทุกทรีตเมนต์ไม่ผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร อาจเกิดจากในการหมักปุ๋ยในครั้งนี้มีการเติมน้ำทุก 7 วัน หลังการกลับกองเพื่อรักษาความชื้นจึงทำให้ปุ๋ยหมักมีความชื้นเกินมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ คือ มีความชื้นเกิน 30% สามารถลดความชื้นของปุ๋ยหมักได้โดยการผึ่งลมให้ปุ๋ยหมักมีความชื้นลดลง ดัชนีการงอกของเมล็ด เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักปุ๋ย ทรีตเมนต์ที่ 2 ถั่วบอยเลอร์ผสมกับมูลไก่ ทรีตเมนต์ที่ 4 ถั่วบอยเลอร์ผสมกับมูลโค + มูลไก่ + มูลสุกร ทรีตเมนต์ที่ 5 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลโค ทรีตเมนต์ที่ 6 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลไก่ และทรีตเมนต์ที่ 8 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลโค + มูลไก่ + มูลสุกร มีดัชนีการงอกของเมล็ดต่ำกว่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (ดัชนีการงอกของเมล็ดต้องมากกว่า 80%) ส่วนทรีตเมนต์ที่ 1 ถั่วบอยเลอร์ผสมกับมูลโค ทรีตเมนต์ที่ 3 ถั่วบอยเลอร์ผสมกับมูลสุกร และทรีตเมนต์ที่ 7 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลสุกร มีดัชนีการงอกของเมล็ดผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร คือ ไม่ต่ำกว่า 80%

Table 4 Compost properties in comparison with the standard value of Department of Agriculture.

Property of composts	Standard set by Department of Agriculture	Composts							
		T1 ^{a/}	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
pH (1 : 2)	5.5-8.5	8.93	7.89	9.21	8.94	7.04	6.32	6.64	6.59
Total N (% N)	≥ 1.0%	0.70	1.12	1.20	0.81	2.82	3.53	2.91	3.17
Total P (% P ₂ O ₅)	≥ 0.5%	2.35	3.35	3.40	2.98	1.84	3.40	3.37	2.76
Total K (% K ₂ O)	≥ 0.5%	2.35	2.51	2.03	2.31	1.55	1.71	0.88	1.43
Na (% Na)	< 1%	0.04	0.11	0.03	0.05	0.07	0.15	0.03	0.09
EC (1 : 10) (dS/m)	< 10 dS/m	1.70	2.78	1.38	1.89	3.01	3.72	2.53	2.98
Organic matter (%)	≥ 20%	14.54	15.34	13.16	13.87	36.70	40.14	33.56	39.34
C:N Ratio	< 20 :1	12.37	7.93	7.39	10.27	7.53	6.61	6.68	7.20
Moisture content (%)	< 30%	42.13	45.09	39.59	41.47	55.63	56.41	51.95	59.83
Germination index (%)	≥ 80%	85.95	73.58	97.61	72.02	74.73	78.23	82.20	66.24

^{a/}T1: boiler ash + cattle manure, T2: boiler ash + chicken manure, T3: boiler ash + pig manure, T4: boiler ash + cattle manure + chicken manure + pig manure, T5: oil palm sludge + cattle manure, T6: oil palm sludge + chicken manure, T7: oil palm sludge + pig manure, T8: oil palm sludge + cattle manure + chicken manure + pig manure.

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการผลิตปุ๋ยหมักจากถั่วบอยเลอร์ กากตะกอนปาล์ม ร่วมกับมูลโค มูลสุกร และมูลไก่ ได้ผลสรุปดังนี้ การผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้กากตะกอนปาล์มมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าการผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้ถั่วบอยเลอร์ ส่วนการผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้มูลไก่มีปริมาณไนโตรเจนและปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดสูงที่สุด การผลิตปุ๋ยหมักจากกากตะกอนปาล์มร่วมกับมูลไก่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าทรีตเมนต์อื่น ๆ ขณะที่การผลิตปุ๋ยหมักจากถั่วบอยเลอร์ร่วมกับมูลไก่ให้ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดสูงที่สุด การผลิตปุ๋ยหมักจากถั่วบอยเลอร์ไม่สามารถทำได้ เนื่องจากถั่วบอยเลอร์มีค่าพีเอชสูงและมีปริมาณไนโตรเจนต่ำ อีกทั้งยังมีปริมาณอินทรีย์วัตถุซึ่งทำหน้าที่สำคัญในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ ชีวภาพ และทางเคมีในดินต่ำกว่ามาตรฐานที่กรมวิชาการเกษตรกำหนด ส่วนกากตะกอนปาล์มสามารถนำมาผลิตปุ๋ยหมักได้ เนื่องจากมีปริมาณธาตุอาหารหลักตามมาตรฐานที่กรมวิชาการเกษตรกำหนด แต่มีปริมาณความชื้นสูงกว่ามาตรฐาน ซึ่งสามารถลดความชื้นได้ ดังนั้น เมื่อต้องการผลิตปุ๋ยหมัก ทรีตเมนต์ที่ 7 กากตะกอนปาล์ม 26.7 กิโลกรัม ผสมกับ มูลสุกร 6.7 กิโลกรัม เป็นทรีตเมนต์ที่เหมาะสมในการหมักมากที่สุด อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยการนำปุ๋ยหมักที่ได้ไปใช้ในการปลูกพืชในแปลงเพื่อยืนยันคุณภาพของปุ๋ยหมักแต่ละทรีตเมนต์

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนโดย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7 จังหวัดสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2551. พระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550.

กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2558. คู่มือการพัฒนาที่ดินสำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร. กรมพัฒนาที่ดิน.

http://www.idd.go.th/www/lek_web/web.jsp?id=18995 (11 มกราคม 2562).

กรมพัฒนาที่ดิน. 2560. ธาตุโพแทสเซียม (K) จากซีเมนต์. กรมพัฒนาที่ดิน. <https://www.idd.go.th/photos/a.871390189662610/992340350900926/?type=3&theater> (10 พฤศจิกายน 2561).

กาญจนดิษฐ์น้ำมันปาล์ม. 2558. ประเภทของเสียโรงงานบริษัท กาญจนดิษฐ์น้ำมันปาล์ม.

<https://www.บริษัทกาญจนดิษฐ์น้ำมันปาล์มจำกัด-203575600161787/> (10 มกราคม 2562).

ณัฐฐาทศน์ เจียเปี้ยว. 2558. การจัดการของเสียในอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน กรณีศึกษาการผลิตปุ๋ยหมักจากทะลายปาล์มน้ำมันและกากตะกอนดีแคเตอร์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ทัศนีย์ แก้วมรกต. 2557. การผลิตปุ๋ยหมักจากเศษหมแดง กระดุกโคเผาป่น และมูลแพะ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พรศิลป์ สีเผือก, ปุณพิชญ์ ผดุงมาศ, พิชยา แก้วมโน และวุฒิชัย สีเผือก. 2557. การใช้กากสลัดจ์ปาล์มน้ำมันเป็นอาหารเสริมสำหรับเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน. *ว.แก่นเกษตร* 42 (ฉบับพิเศษ): 374-379.

สุกัญญา จัตตพรพงษ์ และวราพันธุ์ จินตวิชัย. 2548. การใช้ประโยชน์เศษเหลือจากมันสำปะหลัง. นครปฐม: สถาบันสุวรรณจากกสิกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

Prasertsan, S. and P. Prasertsan. 1996. Biomass residues from palm oil mills in Thailand: An overview on quantity and potential usage. *Biomass Bioenergy*. 11: 387-395.

Tom, L.R., Hamelers, H.V.M. (Bert), Adrie, V. and S. Tiago. 2002. Moisture relationship in composting process. *Compost. Sci. Util.* 10: 286-302.

Yamada, Y. and Y. Kawase. 2005. Aerobic composting of waste activated sludge: Kinetic analysis for microbiological reaction and oxygen consumption. *Waste. Manag.* 26: 49-61.

วันรับบทความ (Received date) : 15 พ.ย. 61

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 28 ม.ค. 62

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 11 มิ.ย. 62

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านในกรุงเทพมหานคร

Factors Related to the Agricultural Extension Practice of Village Agricultural Volunteers in Bangkok

ธงทิวัฒน์ ใจกระสัน¹ และดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมาธิวัฒน์¹
Thongtiwat Chaikasan¹ and Duangkamol Panrosthip Thunmathiwat¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล ได้แก่ ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ และปัจจัยด้านสังคมของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน 2) ปัจจัยด้านความรู้ในการปฏิบัติงาน 3) การปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน 4) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านความรู้ในการปฏิบัติงานกับการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน และ 5) ปัญหาในการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน ในกรุงเทพมหานคร ใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูลจากอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านจำนวน 60 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสหสัมพันธ์พหุคูณ ผลการศึกษาพบว่าอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 50.12 ปี มีสถานภาพสมรสแล้ว มีการศึกษาที่ระดับประถมศึกษา อาชีพหลักคือเกษตรกร และไม่มีการประกอบอาชีพรอง รายได้จากการทำอาชีพในภาคการเกษตร เฉลี่ย 183,333.33 บาท/ปี รายได้จากการประกอบอาชีพนอกภาคการเกษตรเฉลี่ย 16,400.00 บาท/ปี นอกเหนือจากการเป็นอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน ไม่มีการดำรงตำแหน่งใด ๆ ในชุมชน และไม่ได้เป็นอาสาสมัครเกษตรในสาขาอื่น ๆ รวมถึงไม่ได้เป็นสมาชิกกลุ่มหรือองค์กรการเกษตร ความรู้ในการปฏิบัติงาน พบว่า ส่วนใหญ่มีความรู้อยู่ในระดับมาก ร้อยละ 56.70 การปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านโดยรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.69) เป็นการปฏิบัติงานด้านติดตามสถานการณ์การเกษตรในหมู่บ้าน และรายงานเหตุการณ์ฉุกเฉินต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 3.99) การทดสอบสมมติฐาน พบว่า ความรู้ในการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน มีความสัมพันธ์ต่อการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านมีปัญหามากที่สุด คือเกษตรกรไม่ได้รับประโยชน์จากกิจกรรมที่อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านจัดหาให้

คำสำคัญ: ปัจจัย ความสัมพันธ์ การปฏิบัติงาน อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน กรุงเทพมหานคร

Abstract

The purposes of this research were to study 1) volunteers basic personal information including economic factors and social factors of village agricultural volunteers in Bangkok 2) knowledge in the practice factor of a village agricultural volunteers 3) the performance of agricultural village volunteers 4) find the relationship between knowledge and work performance of village agricultural volunteers 5) the problems in the operation of agricultural village volunteers in the area. The data were conducted by using questionnaire from 60 volunteers. The analyzed statistical values include frequency, percentage, average, maximum, minimum, standard deviation and the correlation coefficient. The results showed that most of the farmers in the village were male with the average aged was 50.12 years. The majority of the marital status was married and the majority of the education level was primary school level. The main occupation was agricultural and most of the informant did not have secondary occupation. The average agricultural based income was 183,333.33 Baht per year. The average secondary non-agricultural based income was 16,400 Baht per year. In addition, apart from being a village volunteer, the volunteers did not participate in any other role in the community. Nor they were member of any other agricultural organizations. On assessing their knowledge for their work, the result found that most of them had high level of knowledge (56.70). The overall performance on their duties was at a high level (\bar{x} = 3.69) and on monitoring agricultural situation in the village and reporting urgent emergency to the most relevant agencies (\bar{x} = 3.99). Testing the hypothesis found that there was a correlation between the village agricultural volunteers knowledge on their operation with the statistical significance 0.05. The most significant problem to the volunteers was when farmers did not benefit from the volunteer's activities.

Keywords: factors, relationship, working, agricultural volunteer village, Bangkok

¹ภาควิชาวนวัตกรรมและการสื่อสารและพัฒนากการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

*Corresponding author, Email: Bothongti@hotmail.com

คำนำ

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์มีบทบาทหน้าที่และภารกิจครอบคลุมงานด้านการเกษตรในทุกด้าน แบ่งออกเป็น การจัดหาแหล่งน้ำและพัฒนาชลประทาน ส่งเสริมและพัฒนาเกษตรกร ส่งเสริมและพัฒนาระบบสหกรณ์ รวมทั้งกระบวนการผลิตสินค้าเกษตรกรรม และราชการอื่นที่กฎหมายกำหนดให้เป็นอำนาจหน้าที่ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หรือส่วนราชการที่สังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2545) โดยงานแต่ละด้านมีหน่วยงานภายในสังกัดรับผิดชอบดูแล เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพตามนโยบายของรัฐบาล แต่ในปัจจุบันเจ้าหน้าที่ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ที่ปฏิบัติการในพื้นที่ที่มีจำนวนลดน้อยลงทุก ๆ ปี ประกอบกับภารกิจที่ได้รับมอบหมายจากสำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ในปัจจุบันมีเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เจ้าหน้าที่ไม่สามารถดูแลเกษตรกรได้อย่างทั่วถึง เมื่อเทียบกับจำนวนเกษตรกรที่มีอยู่ทั่วประเทศ ประกอบกับภาคการเกษตรมีความหลากหลายและเกี่ยวข้องกับหลายสาขา แบ่งออกเป็น ส่วนราชการ 15 สาขา ได้แก่ สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมวิชาการเกษตร กรมประมง กรมปศุสัตว์ กรมชลประทาน กรมพัฒนาที่ดิน กรมส่งเสริมการเกษตร กรมส่งเสริมสหกรณ์ กรมตรวจบัญชีสหกรณ์ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม สำนักงานมาตรฐานสินค้าการเกษตรและอาหารแห่งชาติ กรมฝนหลวงและการบินเกษตร กรมการข้าว และกรมหม่อนไหม รัฐวิสาหกิจ 4 สาขา ได้แก่ องค์การตลาดเพื่อเกษตรกร (อ.ต.ก.) องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย องค์การสะพานปลา และการยางแห่งประเทศไทย (กยท.) องค์การมหาชน 3 สาขา ได้แก่ สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร และสำนักงานพิพิธภัณฑ์เกษตรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว จึงจำเป็นต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนโดยเฉพาะเกษตรกร ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายและเป็นผู้ที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากการพัฒนาการเกษตร (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2550)

ดังนั้นในปี พ.ศ. 2558 สำนักงานเกษตรกรุงเทพมหานครจึงได้ดำเนินการรับสมัครเกษตรกรแต่ละหมู่บ้านเพื่อคัดเลือกให้ได้หมู่บ้านละ 1 คน เรียกว่า อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน (อกม.) เพื่อทำหน้าที่ประสานความเชื่อมโยงการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรสาขาต่าง ๆ ทั้ง 16 สาขา ได้แก่ อาสาสมัครเกษตรและสหกรณ์ อาสาสมัครฝนหลวง อาสาสมัครเกษตรด้านบัญชี อาสาสมัครส่งเสริมการเกษตรอาสา ประมงอาสา หมอดินอาสา เกษตรหมู่บ้าน อาสาสมัครสหกรณ์ อาสาสมัครชลประทาน อาสาสมัครปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม อาสาสมัครชราชนาชนันนา สารวัตติเกษตรอาสา ไหมอาสา Q อาสา และอาสาพัฒนาทางพารา เป็นแกนกลางในการประสานงานให้เกิดการบูรณาการงานพัฒนาการเกษตรของหมู่บ้านตามภารกิจของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์อย่างมีประสิทธิภาพตลอดจนการได้รับการส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน (อกม.) ให้มีคุณสมบัติเป็นเกษตรกรปราชญ์ (ตามที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์เรียกขาน) (ประวิช จรด้า, 2553)

อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านในกรุงเทพมหานครมีการดำเนินงานในหลายด้าน เช่น ทำหน้าที่สำรวจและจัดเก็บข้อมูลด้านการส่งเสริมการเกษตร ร่วมจัดทำแผนพัฒนาการเกษตรหมู่บ้าน เป็นวิทยากรถ่ายทอดความรู้ด้านการเกษตร ประชาสัมพันธ์ข่าวสารเกี่ยวกับการเกษตร และช่วยเหลืองานของกรมส่งเสริมการเกษตร ซึ่งที่ผ่านมาพบว่าอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านยังมีปัญหาในการปฏิบัติหน้าที่ เช่น ไม่มีเวลาเนื่องจากติดภารกิจอื่นที่สำคัญกว่า ไม่ได้รับค่าตอบแทนหรือสวัสดิการต่าง ๆ ในการปฏิบัติงาน หน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่เห็นความสำคัญ หรือขาดความร่วมมือจากเกษตรกรและองค์กร/หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น (สมชาย ชาญณรงค์กุล, 2560)

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านในกรุงเทพมหานคร เพื่อนำผลการศึกษาไปเป็นข้อเสนอแนะต่อสำนักงานเกษตรพื้นที่กรุงเทพมหานครในการพัฒนารูปแบบการปฏิบัติงาน หรือนำไปแก้ไขปัญหาดังกล่าว ของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน (อกม.) ให้มีความสอดคล้องกับปัญหาและสถานการณ์จริง อันจะนำไปสู่การพัฒนาการเกษตรแบบมีส่วนร่วมอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วิธีการศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษาเป็นอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านในกรุงเทพมหานครจำนวน 181 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 64 คน คำนวณโดยใช้สูตร Yamane ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 0.1 และคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (สำนักงานเกษตรกรุงเทพมหานคร, 2558) แต่สามารถเก็บข้อมูลได้จำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 93.75 ซึ่งเป็นจำนวนที่ยอมรับได้ ดังที่การศึกษาของสหรัฐอเมริกา National Education Association อ้างถึงใน กันยาร์ตัน สมบัติธีระ และยุพาถาวรพิทักษ์ (2558) ได้เสนอไว้ว่า อัตราการตอบกลับแบบสอบถามที่สามารถเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรได้ต้องมากกว่าร้อยละ 90

เครื่องมือและการทดสอบเครื่องมือ

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วยคำถามแบบปลายปิด (close-ended question) และแบบปลายเปิด (open-ended question) แบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล ด้านเศรษฐกิจและสังคมของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน

ตอนที่ 2 ความรู้ในการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน

ตอนที่ 3 การปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน

ตอนที่ 4 ปัญหาในการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน

ดำเนินการทดสอบเครื่องมือโดยนำแบบสอบถามให้กับผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรง (validity) จากนั้นนำแบบสอบถามไปทำการทดสอบกับอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน จังหวัดนนทบุรี จำนวน 30 ชุด เพื่อหาความเชื่อมั่น (reliability) โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson-20) กับตัวแปรความรู้ในการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านได้ค่าความเชื่อมั่น 0.752 ตัวแปรปัญหาในการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านได้ค่าความเชื่อมั่น 0.783 และหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) กับตัวแปรการปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านได้ค่าความเชื่อมั่น 0.826 จากนั้นจึงนำแบบสอบถามไปดำเนินการเก็บข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยใช้แบบสอบถามเพื่อรวบรวมข้อมูลและนำมาหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน ผู้วิจัยได้มีขั้นตอนการเก็บข้อมูลดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับนักวิชาการเกษตรในสำนักงานเกษตรพื้นที่กรุงเทพมหานคร

2. ขอที่อยู่ของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน เพื่อจัดส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ให้กับกลุ่มตัวอย่าง เมื่อตอบ

แบบสอบถามเรียบร้อยแล้ว กลุ่มตัวอย่างจะส่งกลับมายังผู้วิจัย สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ส่งแบบสอบถามกลับมาทางไปรษณีย์ ผู้วิจัยจะโทรศัพท์ไปสัมภาษณ์โดยตรง

3. ถ้าไม่มีการตอบแบบสอบถามกลับ เริ่มโทรสัมภาษณ์อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน

4. นำแบบสอบถามมาตรวจความสมบูรณ์และความถูกต้อง แล้วนำไปดำเนินการวิเคราะห์ต่อไป โดยผ่านโปรแกรม

สำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล ได้แก่ ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ และปัจจัยด้านสังคมของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน ในกรุงเทพมหานคร วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ คือค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ด้านความรู้ในการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน วัดจากข้อคำถามถูกผิด 15 ข้อ ที่กำหนดค่าคะแนน คือ ตอบถูก 1 คะแนน ตอบผิด 0 คะแนน คะแนนเต็ม 15 คะแนน โดยผู้วิจัยแบ่งระดับความรู้เป็น 3 ระดับ คือ มีความรู้มาก มีความรู้ปานกลาง และมีความรู้น้อย ตามเกณฑ์การประเมินแบบอิงเกณฑ์ของ Bloom คือ (นงนพพร ทับทิมทวีโชค, 2556)

ตอบถูก	12-15 ข้อ	หมายถึง	ความรู้ระดับมาก
ตอบถูก	9-11 ข้อ	หมายถึง	ความรู้ระดับปานกลาง
ตอบถูก	0-8 ข้อ	หมายถึง	ความรู้ระดับน้อย

ด้านการปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน กำหนดค่า 5 ระดับ ได้แก่ ปฏิบัติงานในระดับมากที่สุด ปฏิบัติงานในระดับมาก ปฏิบัติงานในระดับปานกลาง ปฏิบัติงานในระดับน้อย ปฏิบัติงานในระดับน้อยที่สุด มีค่าคะแนนเท่ากับ 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ คือค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ประเมินแบบอิงเกณฑ์ของ (วริศรา ทรัพย์เกษม และสุพัตรา ศรีสุวรรณ, 2559) ซึ่งการแปลความหมายการปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน มีเกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูล ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	4.21-5.00	หมายถึง	การปฏิบัติงานในระดับมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	3.41-4.20	หมายถึง	การปฏิบัติงานในระดับมาก
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	2.61-3.40	หมายถึง	การปฏิบัติงานในระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	1.81-2.60	หมายถึง	การปฏิบัติงานในระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	1.00-1.80	หมายถึง	การปฏิบัติงานในระดับน้อยที่สุด

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติงานใช้การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product moment correlation : r) หรือเรียกอีกอย่างว่าสหสัมพันธ์อย่างง่าย (simple correlation) เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปรที่มีระดับการวัดอันดับภาคชั้น (interval scale) ขึ้นไป

ด้านปัญหาในการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านในกรุงเทพมหานคร โดยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ คือ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ปัจจัยส่วนบุคคล

อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านส่วนมากเป็นเพศชายร้อยละ 63.30 เพศหญิงร้อยละ 37.70 มีอายุเฉลี่ย 50.12 ปี ส่วนมากสมรสแล้วร้อยละ 75.00 โสดร้อยละ 11.70 และเป็นหม้ายร้อยละ 3.30 จบการศึกษาระดับประถมศึกษาร้อยละ 36.70 มัธยมศึกษาตอนต้นร้อยละ 18.30 และอนุปริญญา/เทียบเท่า (ปวส.) ร้อยละ 13.30 ประกอบอาชีพหลักเกษตรกรร้อยละ 98.30 ไม่ได้ประกอบอาชีพรองร้อยละ 80.00 รายได้จากภาคการเกษตรเฉลี่ย 183,333.33 บาท/ปี รายได้นอกภาคการเกษตรเฉลี่ย 16,400.00 บาท/ปี และนอกจากเป็นอาสาสมัครเกษตร กลุ่มตัวอย่างไม่ได้ดำรงตำแหน่งในชุมชนร้อยละ 71.70 และมีผู้ดำรงตำแหน่งในชุมชนร้อยละ 28.30 โดยเป็นคณะกรรมการหมู่บ้านมากที่สุดร้อยละ 26.70 ไม่มีการเป็นอาสาสมัครเกษตรสาขาอื่น ร้อยละ 63.30 และเป็นอาสาสมัครเกษตรสาขาอื่นร้อยละ 36.70 แบ่งออกเป็นประมงอาสาร้อยละ 21.70 หมอдинอาสาร้อยละ 16.70 และอาสาสมัครปศุสัตว์ร้อยละ 1.70 ไม่เป็นสมาชิกกลุ่ม/องค์กรการเกษตรร้อยละ 51.70 ส่วนที่เหลือร้อยละ 48.30 เป็นสมาชิกกลุ่ม/องค์กรการเกษตร แบ่งออกเป็นกลุ่มเกษตรกรร้อยละ 25.00 กลุ่มวิสาหกิจชุมชนร้อยละ 15.00 และสหกรณ์ในภาคการเกษตรร้อยละ 1.70

ด้านความรู้ในการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน

อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านมีความรู้ในการปฏิบัติงานระดับมาก ร้อยละ 56.70 มีความรู้ระดับปานกลาง ร้อยละ 41.73 และมีความรู้ระดับน้อย ร้อยละ 1.64 ดังแสดงในตาราง (Table 1)

Table 1 Knowledge factors related to the performance of village agricultural volunteers (n=60).

Knowledge in the practice	Frequency	Percent
High knowledge level (12-15)	34	56.70
Moderate knowledge level (9-11)	25	41.73
Low knowledge level (0-8)	1	1.64

ด้านการปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน

การปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน พบว่า อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านมีการปฏิบัติงานโดยรวมอยู่ในระดับปฏิบัติมาก ร้อยละ 56.70 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่ามีการปฏิบัติงาน ด้านติดตามสถานการณ์การเกษตรในหมู่บ้านและรายงานเหตุการณ์ฉุกเฉินเร่งด่วนต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 3.99) รองลงไปคือ ด้านร่วมกับกรรมการหมู่บ้านและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการจัดทำแผนพัฒนาหมู่บ้าน (ค่าเฉลี่ย 3.83) ถัดไปคือ ด้านประสานงานในการถ่ายทอดความรู้และแก้ไขปัญหาของเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 3.60) และด้านจัดเก็บข้อมูลพื้นฐานด้านการเกษตรของหมู่บ้าน (ค่าเฉลี่ย 3.34) ดังแสดงในตาราง (Table 2)

Table 2 Factors related to the roles of the village agricultural volunteers (n=60).

Role based compliance	\bar{X}	S.D.	Level	Rank
Track and report emergencies	3.99	0.81	High	1
Collaborate with village directors and related agencies to make village development plans	3.83	0.70	High	2
Coordinate in transferring and solving problem of farmer	3.60	0.81	High	3
Collect the basic agricultural data of village	3.34	0.77	Moderate	4
Grand mean	3.69	0.57	High	

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ กับการปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน

จากการทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยเศรษฐกิจ ปัจจัยทางสังคม และความรู้ในการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน กับการปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน พบว่า ความรู้ในการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน (X) และการปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน (Y) มีความสัมพันธ์กัน 0.309 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นความสัมพันธ์เชิงบวก แสดงว่าเมื่ออาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านมีความรู้ในการปฏิบัติงานจะสามารถปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นจึงควรมีการจัดอบรมให้ความรู้กับอาสาสมัครเกษตรอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้อาสาสมัครเกษตรสามารถปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังแสดงในตาราง (Table 3)

Table 3 The relationship between the performance of village agricultural volunteers and the knowledge factor in work performance (n=60).

	Overall performance (Y)	Knowledge in Practice (X)
Overall performance (Y)	1.000	0.309*
Knowledge in practice (X)		1.000

*Significant at the level 0.05.

ปัญหาในการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน

ปัญหาในการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน พบว่า อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านมีปัญหาสำคัญในการปฏิบัติงานด้านต่าง ๆ ดังนี้ เกษตรกรไม่ได้รับประโยชน์จากกิจกรรมที่อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านจัดหาให้มากที่สุด ร้อยละ 75.00 เกษตรกรไม่เห็นความสำคัญกับการขึ้นทะเบียน ร้อยละ 71.70 เกษตรกรต้องการความรู้ที่หลากหลาย ร้อยละ 70.00 อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านไม่มีเวลาในการปฏิบัติงาน ร้อยละ 63.30 และขาดแคลนวัสดุอุปกรณ์ในการทำงาน ร้อยละ 60.00 ดังแสดงในตาราง (Table 4)

Table 4 Problems in the operation of village agricultural volunteers (n=60).

Problems in practice	Problems		No problems	
	N	Percent	N	Percent
1. Basic storage management				
1.1 Farmers didn't see the importance of registering	43	71.70	17	28.30
1.2 The farmer brought the documents to the registration without regulation	40	66.70	20	33.30
1.3 Farmers didn't sign up in fact	30	50.00	30	50.00
2. Contact with the relevant authorities in the preparation of agricultural development				
2.1 Farmers didn't benefit from that job	45	75.00	15	25.00
2.2 Related agencies didn't see the importance of agricultural development plans	14	23.30	46	76.70
3. Knowledge and solve problems				
3.1 Farmers demand didn't match the leading support	34	56.70	26	43.30
3.2 Farmers need a variety of knowledge	42	70.00	18	30.00
3.3 Unknown speakers that can convey their knowledge	12	20.00	48	80.00
3.4 Lack of knowledge and technical research	12	20.00	48	80.00
3.5 Farmers didn't trust	26	43.30	34	56.70
4. Track and report emergencies				
4.1 Farmers didn't believe	28	46.70	32	53.30
4.2 Warnings, lack of materials and equipment to work	36	60.00	24	40.00
5. Other problems				
5.1 No time in practice	38	63.30	22	36.70
5.2 Not receive remuneration or welfare	30	50.00	30	50.00
5.3 Coordination with authorities wasn't convenient	23	38.30	37	61.70

ปัจจัยส่วนบุคคล พบว่า อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 50.12 ปี สถานภาพสมรสแล้ว จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา ประกอบอาชีพการเกษตรเป็นหลัก ไม่มีการประกอบอาชีพรอง ซึ่งสอดคล้องกับ ฉันทิตา กระทุ้มแก้ว (2557) ได้ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านในจังหวัดราชบุรี พบว่า อาสาสมัครเกษตรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 51.13 ปี ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา ทำอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก เช่นเดียวกับการศึกษาของ ชำนาญ เมืองล่อง (2555) ศึกษาวิจัยเรื่อง บทบาทอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านต่อการส่งเสริมการเกษตรในอำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่า ออกม.ส่วนใหญ่เป็นชาย จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา

ด้านความรู้ในการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน พบว่า ส่วนมากตอบถูก 12-15 ข้อ จากคำถาม 15 ข้อ ใกล้เคียงกับ กัณธิดา บุญยั้ง (2556) ที่รายงานผลการศึกษา บทบาทอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านในการส่งเสริมการเกษตรอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า เกษตรกรส่วนมากตอบถูก 10-12 ข้อ จากคำถาม 15 ข้อ

การปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน พบว่า อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านมีระดับการปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ด้านติดตามสถานการณ์การเกษตรในหมู่บ้านและรายงานเหตุการณ์ฉุกเฉินเร่งด่วนต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ จารุณี นครกัณฑ์ (2558) ได้ศึกษาเรื่อง บทบาทอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านในงานส่งเสริมการเกษตรจังหวัดสุโขทัย พบว่า ผลการปฏิบัติงานอยู่ในระดับมาก อันดับแรกคือ ติดตามสถานการณ์การเกษตรในหมู่บ้านและรายงานเหตุการณ์ฉุกเฉินเร่งด่วนต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

การทดสอบสมมติฐาน จากผลการทดสอบ พบว่า ความรู้มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน (ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05) เนื่องจากอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านที่มีความรู้ในการปฏิบัติงานสูงจะสามารถปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ได้ดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับ ผุสดี จันทร์ (2556) ได้ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านในจังหวัดนครนายก พบว่า ปัจจัยด้านความรู้ มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน (ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และ 0.01) เช่นเดียวกัน

ปัญหาในการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน มีปัญหาในเรื่องของเกษตรกรไม่ได้รับประโยชน์จากกิจกรรมที่อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านจัดทำให้ เนื่องจากบางกิจกรรมเกษตรกรสามารถหาข้อมูลได้ด้วยตนเองหรือมีความรู้ในด้านนั้นอยู่แล้ว ซึ่งไม่สอดคล้องกับ วิไล อู่อำพร (2556) ได้ศึกษาการปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านในจังหวัดอุบลราชธานี พบว่า อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านส่วนใหญ่มีปัญหาในการปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้อาจเนื่องจากว่าพื้นที่ศึกษาเป็นเขตกรุงเทพมหานคร ที่มีความสะดวกในการติดต่อสื่อสารและการเดินทางมาติดต่อกับสำนักงานเกษตรที่รับผิดชอบในพื้นที่

สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาพบว่า อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 50.12 ปี มีสถานภาพสมรส ระดับการศึกษาประถมศึกษา ประกอบอาชีพหลักคือเกษตรกรรม และไม่มีการประกอบอาชีพรอง รายได้จากอาชีพในภาคการเกษตรเฉลี่ย 183,333.33 บาท/ปี รายได้จากอาชีพนอกภาคการเกษตรเฉลี่ย 16,400.00 บาท/ปี นอกจากการเป็นอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน ส่วนใหญ่ไม่มีการดำรงตำแหน่งใด ๆ ในชุมชน และไม่ได้เป็นอาสาสมัครเกษตรในสาขาอื่น ๆ รวมถึงไม่ได้เป็นสมาชิกกลุ่ม/องค์กรการเกษตร ด้านความรู้ในการปฏิบัติงาน พบว่า ส่วนใหญ่มีความรู้ในระดับมาก ด้านการปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน พบว่า โดยรวมอยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน โดยมีการปฏิบัติงานในด้านติดตามสถานการณ์การเกษตรในหมู่บ้านและรายงานเหตุการณ์ฉุกเฉินเร่งด่วนต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมากที่สุด ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน พบว่า ความรู้ของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านและการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน มีความสัมพันธ์กัน 0.309 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นความสัมพันธ์เชิงบวก และอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านมีปัญหามากที่สุด คือ เกษตรกรไม่ได้รับประโยชน์จากกิจกรรมที่อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านจัดทำให้

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษา พบว่า ความรู้ของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านและการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน มีความสัมพันธ์กัน 0.309 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นความสัมพันธ์เชิงบวก แสดงว่าเมื่ออาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านมีความรู้ในการปฏิบัติงานจะสามารถปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นจึงควรมีการจัดอบรมให้ความรู้กับอาสาสมัครเกษตรอย่างสม่ำเสมอ

ในส่วนของปัญหาที่เกษตรกรไม่ได้รับประโยชน์จากกิจกรรมที่อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านจัดทำให้ ควรมีการแนะนำให้เกษตรกรได้รับรู้และรู้จักการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน ซึ่งจะช่วยให้เห็นความสำคัญและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมมากขึ้น โดยอาจจัดทำเป็นสื่อ เช่น คลิปวิดีโอ โปสเตอร์ หรือสิ่งอื่น ๆ เพื่อแนะนำการทำงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน นอกจากนี้การที่จะเชิญชวนให้เกษตรกรเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ จะต้องหากิจกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อตัวเกษตรกรอย่างแท้จริง หรือปรากฏประโยชน์อย่างชัดเจน เพื่อให้เกษตรกรเกิดความสนใจและให้ความร่วมมือกับอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กัญณิดา บุญยิ่ง. 2556. บทบาทอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านในการส่งเสริมการเกษตรอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- กันยารัตน์ สมบัติธีระ และยุพา ถาวรพิทักษ์. 2558. อัตราการตอบกลับแบบสอบถามและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่ออัตราตอบกลับแบบสอบถามในการรวบรวมข้อมูลของการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ในงานวิจัยด้านพยาบาลศาสตร์และสาธารณสุขศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาการระบาดและชีวะสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2550. เชื่อมโยงหน่วยงานในสังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. https://www.moac.go.th/adout-str_org. (11 กันยายน 2561).
- จารุณี นครกัณฑ์. 2558. บทบาทอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านในงานส่งเสริมจังหวัดสุโขทัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ฉันทิดา กระพุ่มแก้ว. 2557. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านในจังหวัดราชบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชำนานู เมืองลอง. 2555. บทบาทอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านต่อการส่งเสริมการเกษตรในอำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นงนพร ทับทิมทวีโชค. 2556. ความรู้ความเข้าใจและความคิดเห็นของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวกลุ่มจังหวัดอีสานตอนใต้ที่มีต่อโครงการประกันรายได้เกษตรกร. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- ประวิช จรด้า. 2553. ความเป็นมาของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน. กรมส่งเสริมการเกษตร. asakaset.doae.go.th/a/history.html (20 สิงหาคม 2561).
- ผุสดี จันท. 2556. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ของอาสาสมัครเกษตร จังหวัดนครนายก. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2545. พระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม มาตรา 18. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. https://www.moac.go.th/adout-str_org (8 กันยายน 2561).
- วิศิธา ทวีชัยเกษม และสุพิศรา ศรีสุวรรณ. 2559. ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อเทคโนโลยีการผลิตข้าวในศูนย์ข้าวชุมชน อำเภอเมืองจังหวัดสุพรรณบุรี. *ว.วิทย.เกษตร*. 48(1): 118-126.
- วิไล อู่อ่าห์. 2556. การปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านในจังหวัด อุบลราชธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สมชาย ชาญณรงค์กุล. 2560. *คู่มืออาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน (อกม.) ฉบับปรับปรุง 2560*. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร.

วันรับบทความ (Received date) : 15 พ.ย. 61

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 28 ม.ค. 62

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 11 มี.ย. 62

การประเมินและคัดเลือกสายพันธุ์ฟักทองเพื่อพัฒนาฟักทองสายพันธุ์แท้ที่มีสารเบต้าแคโรทีนสูง

Evaluation and Selection of Pumpkin for High beta-carotene Inbred line Improvement

รัชชานนท์ ทองแผ่น¹ วรลักษณ์ ประยูรมหิศร¹ และอัญมณี อาวุชานนท์^{1*}
Ratchanon Thongpan¹, Woraluk Prayoonmahisorn¹ and Anyamanee Auvuchanon^{1*}

บทคัดย่อ

ฟักทอง เป็นพืชผักที่มีสารเบต้าแคโรทีนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับพืชผักชนิดอื่น จึงทำการปรับปรุงพันธุ์เพื่อคัดเลือกฟักทองที่มีคุณภาพเนื้อที่ดีและปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูง โดยประเมินฟักทอง 30 สายพันธุ์ ประกอบด้วยสายพันธุ์ที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์ (breeding lines) จำนวน 26 สายพันธุ์ สายพันธุ์แท้ 4 สายพันธุ์ มีการวางแผนการทดลองแบบ CRD ผลการทดลองพบว่า มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อฟักทองอยู่ในช่วง 0.18-1.98 mg/100 g FW ในจำนวนนี้มีฟักทอง 14 สายพันธุ์ ที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อสดสูง อยู่ระหว่าง 1.01-1.98 mg/100 g FW โดย สายพันธุ์ RT1-K/PI 100S-5S-2S-4 และ สายพันธุ์ 007-14 มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อสดสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 1.98 และ 1.76 mg/100 g FW ตามลำดับ และฟักทองที่มีสารเบต้าแคโรทีนสูง มีของแข็งที่ละลายน้ำได้และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งสูงคือ RT14-F6T/S 61S-7S-4S 5/1 จากการวิเคราะห์ Principal Component Analysis ใช้ลักษณะของ L* a* b* ปริมาณเบต้าแคโรทีน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด และความแน่นเนื้อ ในการวิเคราะห์ความหลากหลาย แสดงให้เห็นว่าฟักทองที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์มีความหลากหลายของลักษณะคุณภาพการบริโภคและมีศักยภาพสูงที่จะนำมาพัฒนาเป็นสายพันธุ์แท้ในการปรับปรุงพันธุ์ฟักทองลูกผสมต่อไปได้

คำสำคัญ: เนื้อฟักทอง คุณภาพ ของแข็งที่ละลายน้ำได้ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง สายพันธุ์แท้

Abstract

Pumpkin is known as the vegetable that has high beta-carotene compared with other vegetable crops. Therefore, pumpkin breeding program for good flesh quality and high beta-carotene selection was set and 30 pumpkin lines including 26 breeding line and 4 inbred lines were evaluated. The experimental design was CRD. The result showed that there was beta-carotene content from 0.18-1.98 mg/100 g FW. Fourteen lines were high beta-carotene with 1.01-1.98 mg/100 g FW. The RT1-K/PI 100S-5S-2S-4 and inbred line 007-14 were the highest beta-carotene lines with beta-carotene 1.98 and 1.76 mg/100 g FW, respectively. Another line with high beta-carotene, high total soluble solid and percentage of dry weight pumpkin was RT14-F6T/S 61S-7S-4S 5/1. Principal Component Analysis based on L* a* b*, beta-carotene, dry weight, total soluble solids, and firmness traits showed that all pumpkin lines were diverse in fruit quality traits and there was high potential for inbred line improvement.

Keywords: flesh pumpkin, quality, total soluble solid, percentage of dry weight, inbred line

¹ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

*Corresponding author, Email: agrana@ku.ac.th

คำนำ

ฟักทอง จัดเป็นผักในตระกูลแตงที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศทางแถบทวีปอเมริกา ในปี 2559 กรมส่งเสริมการเกษตร รายงานว่าประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกฟักทองทั่วประเทศประมาณ 49,625 ไร่ จำนวนผู้ปลูก 11,564 พื้นที่ปลูก 67 จังหวัด มีผลผลิตประมาณ 81,338 ตัน พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดอุบลราชธานี ร้อยเอ็ด เชียงราย และแม่ฮ่องสอน ราคาขายได้ต่อกิโลกรัม 11.67 บาท ฟักทอง (*Cucurbita* spp.) เป็นผักซึ่งส่วนรับประทานได้เป็นผลเนื้อมีสีเหลือง-ส้ม มีสารต้านอนุมูล-อิสระสำคัญที่ผู้บริโภครู้จักกันดี คือ เบต้าแคโรทีน เนื้อฟักทอง *C. maxima* ดิบ 100 กรัม มีเบต้าแคโรทีน 1.4-8.4 มิลลิกรัม/100 กรัม นอกจากนี้ *C. moschata* มีแคโรทีนอยด์ 19 ชนิด ในปริมาณ 320 ไมโครกรัม/กรัม โดยมีเบต้าแคโรทีนเป็นองค์ประกอบถึงร้อยละ 74 (Murkovic et al., 2002) ประโยชน์ของเบต้าแคโรทีนคือเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ และสามารถป้องกันโรคหลอดเลือดแข็งตัวและโรคจอประสาทตาเสื่อม เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าฟักทองเป็นพืชผักที่มีสารเบต้าแคโรทีนสูง สารดังกล่าวเป็นสารที่อยู่ในกลุ่มแคโรทีนอยด์ (carotenoid) เป็นรงควัตถุ สีเหลืองถึงแดง พบมากในพืชที่มีสีเหลืองหรือสีส้ม เช่น ฟักทอง แครอท หัวผักกาดแดง และมะเขือเทศ (Challen, 1997)

ปัจจุบันผู้บริโภคหันมาใส่ใจสุขภาพกันมากขึ้นจึงเลือกรับประทานอาหารที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกาย ปัน โลหะวิทยา-กุล และคณะ (2557) ทำการศึกษาการกระจายตัวของลักษณะดังกล่าวจากประชากรรุ่น F_2 ของฟักทองพันธุ์ลูกผสมข้าวตอก-573 จำนวน 197 ต้น พบว่าปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในประชากรฟักทองรุ่น F_2 มีความสัมพันธ์กับค่า L^* , a^* ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ ค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง และค่าความแน่นเนื้อ ผลการศึกษาการกระจายตัวของสารเบต้าแคโรทีนในประชากร F_2 มีการกระจายตัวแบบไม่ปกติ เนื่องจากการคัดเลือกพันธุ์เน้นคัดลักษณะสี เนื้อเหลือง (b^*) โดยที่ไม่ได้คำนึงถึงปริมาณสารเบต้าแคโรทีน จึงส่งผลต่อค่าความดีเด่นของลูกผสมเหนือ ค่าเฉลี่ยพ่อและแม่ (mid-parent heterosis) ของลักษณะสีเนื้อ ฟักทอง L^* และ b^* แต่ลักษณะดังกล่าวไม่มีประโยชน์ต่อการนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ฟักทองให้มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่สูงได้ อุทิศ สุภาพ (2555) ทำการศึกษานิเวศวิทยาของพันธุ์ว่ามีผลต่อปริมาณสารเบต้าแคโรทีน พบว่าปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในฟักทองของไทย 14 สายพันธุ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง มีค่าเฉลี่ยของปริมาณสารเบต้าแคโรทีนอยู่ระหว่าง 0.51-0.99 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่วัดด้วยเทคนิค NIRs การวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer การวัดค่าสีด้วย colorimeter (L , a , b color space values) และการวัดสีด้วย RHS. color chart และสร้างสมการเพื่อทำนายปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อฟักทอง ปณาลี ภูวโรบลชัย (2558) ทำการศึกษาริมาณสารเบต้าแคโรทีนและคุณภาพผลผลิตของฟักทองใน 3 ฤดูกาล พบว่าในฤดูหนาวจะมีการสะสมของปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูงที่สุด รองมาคือ ฤดูฝน และฤดูร้อน ตามลำดับ ซึ่งการสะสมของปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในฟักทองจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของฟักทอง โดยจากการทดลองพบว่ามีฟักทอง 3 สายพันธุ์ จาก 15 สายพันธุ์ที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูงที่สุด ได้แก่ พันธุ์ลูกทอง ซึ่งเป็นพันธุ์ลูกผสม พันธุ์ศรีสะเกษ เป็นพันธุ์พื้นเมือง และพันธุ์ Early price เป็นพันธุ์ผสมเปิด จากการศึกษาใน 3 ฤดูกาล ฟักทองทั้ง 3 สายพันธุ์นี้มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูงทั้ง 3 ฤดูกาล แม้ว่าในฤดูร้อนจะมีค่าเฉลี่ยของปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่ต่ำกว่าฤดูกาลอื่น วิทยารณ ท้ายเมือง และคณะ (2561) ได้ทำการศึกษาปริมาณธาตุอาหารและคุณภาพผลผลิตฟักทอง 13 สายพันธุ์ ประกอบด้วย ฟักทองที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ (breeding line) 8 สายพันธุ์ ฟักทองพันธุ์การค้าของไทย 3 สายพันธุ์ และฟักทองญี่ปุ่น 2 สายพันธุ์ พบว่า ฟักทองมีค่าองค์ประกอบสี (L^* a^* และ b^*) ความแน่นเนื้อ ความหนาของเนื้อฟักทอง มีความแตกต่างกัน ($P < 0.01$) ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และน้ำหนักแห้งมีความแตกต่างกัน ($P < 0.05$) หทัยรัตน์ โชคทวีพาณิชย์ และคณะ (2561) ทำการศึกษาฟักทองพันธุ์ลูกผสมทั้งหมด 16 พันธุ์ ซึ่งเป็นพันธุ์การค้า 2 พันธุ์ และพันธุ์พื้นเมืองลูกผสม 14 พันธุ์ พบว่า กลุ่มพันธุ์ที่มีปริมาณเบต้า-แคโรทีนมากที่สุดคือ kps-104, SM16 และ f1sri8/5// kps1 มีค่าอยู่ในช่วง 0.97-1.12 มก./100 ก. และพันธุ์ f1ktone/cm2, f1ktone/ktone(or) และ f7ktone(er)-5/3 มีค่าเฉลี่ยปริมาณเบต้าแคโรทีนน้อยที่สุดคือ 0.11-0.17 มก./100 ก. และค่า a^* มีความสัมพันธ์กับปริมาณเบต้าแคโรทีน ค่ามากกว่า ค่า L^* และ ค่า b^* ซึ่งฟักทองเป็นผักที่มีคุณประโยชน์มากมายจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภค แต่ปัจจัยในการบริโภคก็มีหลายประการ ไม่ว่าจะเป็นความหวาน ความมัน สีเนื้อ รวมถึงปริมาณสารเบต้าแคโรทีน จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำข้อมูลที่ทำการศึกษามาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงพันธุ์ฟักทองเพื่อเป็นสายพันธุ์ทำให้มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูง มีรสชาติหวาน มัน และมีสีเนื้อส้ม-แดง ซึ่งตรงตามความต้องการของผู้บริโภค เพื่อสร้างลูกผสมชั่วรุ่นที่หนึ่งต่อไป

วิธีการศึกษา

พันธุ์พืชที่ใช้ในการทดลอง

พืชทองจำนวน 30 สายพันธุ์ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่พัฒนามาจากลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองจากจังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดศรีสะเกษ เป็นสายพันธุ์แท้จำนวน 10 สายพันธุ์ คือ CM2, CHM1, PI-2014, 007-14, KAN3, KPS10R, IB99S-10, IB75/79-2, IB100S-2 และ KAN1 และพันธุ์การค้า Tung จำนวน 20 สายพันธุ์ คือ RT1- RT20 (Table 1) ปลูกในช่วงฤดูฝน ช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 และเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเดือนสิงหาคม-กันยายน พ.ศ. 2560

การบันทึกข้อมูล

การวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ปลูกพืชทองสายพันธุ์ละ 10 ต้น เก็บเกี่ยวผลผลิตช่วง 4-5 สัปดาห์หลังดอกบาน

นำพืชทองจำนวน 6 ลูก/สายพันธุ์ มาวัดปริมาณสารเบต้าแคโรทีนและคุณภาพผล คือ ค่าสี $L^* a^* b^*$ วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำหนักร้าง

การวางแผนการทดลอง

1) ทำการวัดสีของตัวอย่างเนื้อพืชทอง นำพืชทองมาวัดสีเนื้อด้วยเครื่อง color reader ซึ่งมีการแสดงค่าเป็น $L^* a^*$ และ b^* โดยเครื่อง color reader รุ่น CR-10 ซึ่งแสดงค่าเป็น $L^* a^*$ และ b^* โดย L^* เป็นค่าที่แสดงถึงความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 (ดำ) ถึง 100 (สว่าง) a^* เป็นค่าที่แสดงระดับสีเขียวเป็นบวก (+) จนถึงสีแดงเป็นลบ (-) b^* เป็นค่าที่แสดงระดับสีน้ำเงินเป็นบวก (+) จนถึงสีเหลือง (-) แล้วนำค่ามาคำนวณค่า chroma และ hue angle โดย chroma (C^*) เป็นดัชนีที่บอกถึงความชัดหรือความเข้มของสี คำนวณจากการใช้ค่าสีเนื้อ a^* และ b^* โดยสมการ ($chroma (C^*) = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$) และ hue angle (h^*) เป็นค่าดัชนีที่บอกถึงระยะของสี โดยมีมุมระหว่าง 0-360 องศา ใช้สำหรับการกำหนดความแตกต่างของสีในผลไม้ที่สุกจากสีเขียวเป็นสีเหลืองหรือสีแดง โดย hue angle ($h^* = \arctangent (b^* / a^*)$)

2) ค่า Total Soluble Solid (TSS) นำตัวอย่างเนื้อพืชทองสับให้ละเอียด จากนั้นนำพืชทองไปคั้นน้ำ และนำน้ำคั้นไปวัดค่า TSS ด้วยเครื่อง digital handheld refractometer ทุกสายพันธุ์

3) การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำหนักร้าง นำตัวอย่างเนื้อพืชทองน้ำหนัก 50 กรัม จำนวน 4 ซ้ำ นำไปอบด้วยเครื่อง hot air oven ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2-3 วัน จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างไปชั่งน้ำหนักและคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักร้างโดยใช้สมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำหนักร้าง} = (\text{น้ำหนักร้าง (กรัม)} / \text{น้ำหนักรสด (กรัม)}) \times 100$$

4) การวิเคราะห์ปริมาณสารเบต้าแคโรทีน นำตัวอย่างพืชทองสับเป็นลูกเต๋า 1 กรัม ในหลอดทดลอง 1 พันธุ์ทำ 6 ซ้ำ เตรียมสารที่ใช้ในการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย acetone : hexane (2 : 3 v/v) จากนั้นนำสารที่เตรียมไว้ใส่ในหลอดทดลองจำนวน 20 มิลลิลิตร นำไปปั่นด้วยเครื่อง homogenizer จนละเอียด ดูดส่วนน้ำสีเหลืองนำไปวัดค่าดูดกลืนแสง โดยการวิเคราะห์จากค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ช่วงความยาวคลื่น 663, 645, 505 และ 453 นาโนเมตร (nm) (Nagata and Yamashita, 1992) คำนวณหาปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ดังนี้

$$\text{Beta-carotene (mg/100 g FWD)} = 0.216 A_{663} - 1.22 A_{645} - 0.304 A_{505} + 0.452 A_{453}$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลแต่ละลักษณะ มาวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย Analysis of Variance และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Least Significant Difference (LSD) จากนั้น นำค่าเฉลี่ยจากทุกลักษณะของ 30 สายพันธุ์ มาวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์และจัดกลุ่มด้วยวิธี Principal Component Analysis (PCA) บนพื้นฐานของ correlation matrix และ cluster analysis บนพื้นฐาน Standardized Euclidean Distance โดยใช้โปรแกรม PAST version 3.06

ผลการศึกษาและวิจารณ์

พืชทองที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์มาทั้ง 30 สายพันธุ์ เป็นพืชทองในกลุ่มผลเล็กจนถึงผลขนาดกลาง จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารเบต้าแคโรทีน พบว่าพืชทองสายพันธุ์ที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ได้แก่ สายพันธุ์ K/PI 100S-5S-2S และ 007-14 โดยมีค่า 1.98 และ 1.76 mg/100 g FW ตามลำดับ รองลงมา ได้แก่ สายพันธุ์ KPI-100S5S-2S, F6T/S 61S-7S-4S 5/1 และ F5KAN1 /PI2014 100S-2S โดยมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนเฉลี่ยอยู่ที่ 1.67-1.50 mg/100 g FW ส่วนสายพันธุ์ที่มี

ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนต่ำมีค่า 0.28 mg/100 g FW ได้แก่ สายพันธุ์แท้พันธุ์ CHM1 จากการศึกษาการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เป็นค่าความหวานในเนื้อพื้กของที่ผู้บริโภคยอมรับได้ต้องมีค่ามากกว่า 11 °Brix ซึ่งพบว่าพื้กของสายพันธุ์ F6T/S 61S-7S-4S 5/1 และ F6T/S 59S-10S-9S มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำสูงสุดมีค่า 18.1 °Brix รองลงมาคือ สายพันธุ์ที่มีค่า 17.2 °Brix ได้แก่ F6T/S 61S-7S-4S-1S สายพันธุ์ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำต่ำกว่าค่าที่ผู้บริโภคยอมรับมีค่า 7.5 และ 8.1 °Brix ได้แก่ F5KAN1/PI-2014 75/79-9Sx2s และ PI-2014 ตามลำดับ จากการศึกษาการวัดน้ำหนักแห้งผลพบว่า พื้กของสายพันธุ์ F5KAN1/PI2014 100S-2S มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งสูงสุดเท่ากับ 25.27% รองลงมาคือ สายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเท่ากับ 20.41 ได้แก่ F6T/S 61S-7S-1S-4S สายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งต่ำมีค่าเท่ากับ 5.0 และ 6.56 ได้แก่ สายพันธุ์ K/PI 99S-3S-3/1 และ PI-2014 ตามลำดับ ค่าสีเนื้อผลของพื้กของประกอบด้วย L* a* และ b* โดยค่า L* มีค่าอยู่ระหว่าง 69.1-47.2 ค่า a* มีค่าอยู่ระหว่าง 41.9-21.7 และค่า b* มีค่าอยู่ระหว่าง 76.3-44.3 แสดงว่าพื้กของอยู่ระหว่างช่วงสีเหลืองถึงสีเหลืองเข้ม ซึ่งสีเหลืองเป็นรงควัตถุของสารเบต้าแคโรทีน ยิ่งเนื้อพื้กของมีสีส้มมากจะยิ่งมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูง (Table 1) ซึ่ง ปณาลี ภูวกรกุลชัย (2558) รายงานไว้ว่า พื้กของพันธุ์การค้าของไทยมีค่าเฉลี่ยปริมาณเบต้าแคโรทีนโดยเฉลี่ยประมาณ 0.528 mg/100 g FW จะเห็นได้ว่าพื้กของสายพันธุ์ K/PI 100S-5S-2S และ 007-14 มีปริมาณเบต้าแคโรทีนที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยพื้กของพันธุ์การค้าถึง 3 เท่า คือ มีค่า 1.98 และ 1.76 mg/100 g FW ตามลำดับ สายพันธุ์พัฒนาเหล่านี้จึงมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นสายพันธุ์แท้เพื่อใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ในการผลิตลูกผสมต่อไปได้ ส่วนสายพันธุ์ที่มีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงและมีคุณสมบัติเด่น คือ ด้านทรงผลมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งสูงซึ่งมีผลต่อความเหนียวมันของพื้กของ เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งสูง บ่งบอกถึงปริมาณแป้งในเนื้อพื้กของ คือสายพันธุ์ F6T/S 61S-7S-4S-5/1 และ F6T/S 61S-7S-1S-4S ที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งระหว่าง 20.41 และ 25.27 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณเบต้าแคโรทีนเป็น 1.50 และ 1.29 mg/100g FW โดยมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 18.10 และ 15.60 °Brix ตามลำดับ ซึ่งแสดงถึงความหวานที่มากกว่ามาตรฐานที่ผู้บริโภครยอมรับ

ค่า chroma ของพื้กของสายพันธุ์ที่มีเบต้าแคโรทีนสูง คือ K/PI 100S-5S-2S-4 มีค่าเฉลี่ยที่ 56.00 ส่วนพื้กของทั้ง 30 สายพันธุ์ มีค่าเฉลี่ย 74.15 มีค่าระหว่าง 56.00-83.55 อย่างไรก็ตาม สายพันธุ์ที่มีเบต้าแคโรทีนสูงสายพันธุ์อื่น ๆ มีค่ามากกว่า 56.00 และแสดงว่าพันธุ์ที่มีเบต้าแคโรทีนสูงมีสีเนื้อเข้มมากกว่าพันธุ์ที่มีเบต้าแคโรทีนที่น้อย และ ค่า hue angle ถ้าค่าเข้าใกล้มุม 90 องศา สีของรงควัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเหลือง หากค่าเข้าใกล้ 180 องศา สีของรงควัตถุอยู่ในกลุ่มสีเขียว พื้กของทั้ง 30 สายพันธุ์ ส่วนใหญ่มีเนื้อเป็นสีส้ม ส้มเหลือง และเหลืองส้ม มีพื้กของสายพันธุ์แท้เพียง 2 สายพันธุ์ที่มีเนื้อสีเหลือง ได้แก่ CM2 และ CHM1 โดยทั้งสองสายพันธุ์มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่ต่ำคือ 0.43 และ 0.28 mg/100 g FW ตามลำดับ พื้กของทั้ง 30 สายพันธุ์มีค่าระหว่าง 52.97-74.05 สายพันธุ์ที่มีเบต้าแคโรทีนสูงมีสีเนื้อเป็นสีส้มและสีส้มเหลือง

เมื่อวิเคราะห์ Principal Component Analysis บนพื้นฐาน correlation matrix พบว่า PC1 แสดงความแปรปรวนของข้อมูล 41.911 เปอร์เซ็นต์ และ PC2 แสดงถึงความแปรปรวนของข้อมูลเป็น 25.093 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้ง 2 PC บวกถึงความแปรปรวนของข้อมูลคือ 67.004 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าโดย PC1 แสดงในแกน X ความแปรปรวนของลักษณะสี a* b* ค่า chroma ปริมาณเบต้าแคโรทีน และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งที่แปรผกผันกัน ส่วน PC2 ในแกน Y บ่งบอกถึงความแปรปรวนที่เกิดจากค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด ความแน่นเนื้อ ค่าสี L* และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง จากการวิเคราะห์ PCA พบว่า พื้กของ K/PI 100S-5S-2S-4 ถูกแยกออกมาจากพื้กของสายพันธุ์อื่นอย่างชัดเจน เนื่องจากมีสีเนื้อสีส้ม อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ PCA ของพื้กของทั้ง 30 สายพันธุ์นี้ พื้กของส่วนใหญ่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ เนื่องจากพื้กของแต่ละสายพันธุ์ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ให้มีความหลากหลายเพื่อเป็นทางเลือกกับผู้บริโภค โดยเฉพาะสีเนื้อและปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูง ได้แก่ สายพันธุ์ K/PI 100S-5S-2S, K/PI 99S-10S-4S, KPI-100S-5S-2S-7x9, F6T/S 61S-7S-4S 5/1 และ 007-14 ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาพื้กของพันธุ์การค้าของไทยที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูง คือพื้กของพันธุ์ลูกผสมพันธุ์การค้า ลูกทอง ที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนเท่ากับ 1.10 mg/100 g FW เป็นพันธุ์ลูกผสม ส่วนพื้กของพันธุ์ผสมเปิดที่มีเบต้าแคโรทีนสูงกว่าสายพันธุ์อื่น แต่อยู่ในระดับปานกลางเท่านั้น คือพันธุ์ K-Golden มีค่าเป็น 0.46 mg/100 g FW พบความสัมพันธ์ของปริมาณสารเบต้าแคโรทีนกับค่า L, a*, b* และ h ที่ค่า r=-0.657**, r=0.477**, r=-0.347** และ r=-0.524** ตามลำดับ ซึ่งพื้กของเนื้อสีส้มมีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูง ส่วนพื้กของที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ คือ 007-14, F6T/S 61S-7S-1S-4S และ F6T/S 61S-7S-4S 5/1 ถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันและแยกออกมาจากพื้กของทั้ง 30 สายพันธุ์ ทั้ง 4 พันธุ์มีค่าเบต้าแคโรทีนสูงและมีเนื้อสีส้ม ดังนั้น พื้กของทั้ง 4 สายพันธุ์มีคุณสมบัติที่สามารถนำเป็นเชื้อพันธุ์กรรมเพื่อปรับปรุงพันธุ์พื้กของที่ให้คุณภาพที่ดีต่อไป (Table 2, Figure1)

Table 1 Flesh color ($L^* a^* b^*$), total soluble solid (TSS; %), dry weight percentage (%DW), chroma (c) and hue angle (h) of 30 pumpkin lines.

Code	Pedigree	L	a*	b*	Color	Beta	TSS	% DW	c	h
RT1	K/PI 100S-5S-2S-4	47.20	33.70	44.70	Orange	1.98	16.10	14.89	56.00	52.97
RT15	KPI-100S-5S-2S-7x9	60.60	38.90	62.30	Orange	1.67	9.90	10.18	73.42	57.99
RT19	K/PI 99S-3S-3/1	60.70	33.50	63.70	Orange	0.49	9.00	5.00	70.95	62.25
RT11	K/PI 99S-10S-4S	53.90	33.30	60.80	Orange	1.28	13.20	10.77	69.27	61.27
RT3	K/PI 18S-5S-4S-4	59.98	32.43	65.63	Y-O	0.94	13.53	14.68	71.66	70.76
RT4	K/PI 18S-5S-4S-6	68.25	32.85	66.05	Orange	0.23	16.10	12.08	73.20	63.70
RT5	F5 K/PI 2014 43/34-1S-1S	62.20	29.60	69.10	O-Y	1.17	12.20	11.57	75.18	66.80
RT16	F5K/PI2014 43/34-1S-4S/1S	60.70	25.70	70.30	Y-O	0.91	13.80	13.47	74.81	69.88
RT7	F5K/PI2014 43/34-1S-2S-1	72.38	27.00	58.58	O-Y	0.18	11.85	8.53	64.50	65.25
RT8	F5K/PI2014 43/34-1S-2S-3	59.10	32.38	60.25	O-Y	0.87	11.90	12.63	68.58	61.61
RT12	F5KAN/PI2014 43/34-1S-3S	65.40	27.20	76.30	Y-O	0.63	11.20	9.43	81.00	70.38
RT13	F6T/S-79S-4/2-8/7-2S	59.50	38.00	63.80	Orange	0.49	13.40	10.81	74.21	59.23
RT14	F6T/S 61S-7S-4S 5/1	59.60	34.70	68.40	O-Y	1.50	18.10	25.27	76.69	63.07
RT9	F6T/S 61S-7S-4S-1S	59.40	34.10	68.90	O-Y	1.15	17.20	19.89	76.89	63.70
RT10	F6T/S 61S-7S-1S-4S	59.40	29.70	68.50	Y-O	1.29	15.60	20.41	74.62	66.53
RT17	F6T/S 79S-1S-10x79S 4/2-7-2S	62.60	34.10	70.10	O-Y	0.90	14.40	15.93	77.89	64.07
RT18	F6T/S 10x74S-4/2-7-1S	56.70	36.30	63.40	O-Y	0.63	14.90	11.62	73.03	60.23
RT6	F6T/S 59/S-10S-9S	57.80	32.20	67.90	O-Y	1.01	18.10	15.56	75.16	64.60
RT20	F6T/S 79S 10x79S 4/2-5S	58.00	37.60	64.60	Orange	0.63	14.30	13.98	74.76	59.78
RT2	F6T/S 1S-1S 10S-9S-1S	60.50	23.90	70.90	Y-O	0.72	14.60	14.21	71.66	70.76
Inbred lines	Original/pedigree									
CM2	Chiang Mai	66.70	23.00	74.80	Yellow	0.43	9.70	9.98	78.27	72.93
CHM1	Chiang Mai	69.10	21.70	75.80	Yellow	0.28	9.60	10.01	78.81	74.05
PI2014	Unknown	60.10	41.90	64.50	Orange	0.97	8.10	6.56	76.95	56.99
007-14	BK/KT	57.90	36.80	67.20	O-Y	1.76	12.40	18.40	76.55	61.31
KAN3	Kanchanaburi	62.80	38.30	70.90	O-Y	0.89	11.20	11.54	80.52	61.64
KPS10R	Srisaket	57.00	37.40	66.40	Orange	1.19	13.30	13.72	76.16	60.59
KAN1	Kanchanaburi	63.70	36.40	75.20	O-Y	1.40	8.50	17.58	83.55	64.19
IB99S-10	KAN1/PI-2014 99S-10S	61.70	39.50	66.90	Orange	1.65	9.50	13.12	77.68	59.41
IB75/79-2	KAN1/PI-2014 75/79-9Sx2s	62.20	39.50	63.50	Orange	1.27	7.50	8.34	74.78	58.19
IB100S-2	KAN1/PI2014 100S-2S	53.60	36.40	57.10	Orange	1.58	14.90	13.04	67.73	57.44
	Mean	60.62	33.27	66.22		1.00	12.80	13.11	74.15	63.39
	CV	4.65	4.88	3.17		11.47	4.84	9.23	2.66	2.35
	LSD	3.381	1.962	2.535		0.142	0.743	1.581	2.315	1.788
	F-test	**	**	**		**	**	**	**	**

O-Y = Orange-Yellow, Y-O = Yellow-Orange, ** highly statistic significant confidence level of 99%.

Table 2 Principal component analysis of 30 lines and correlation coefficients of nine traits.

PC	Eigenvalue	% Variance		Correlation coefficient						
				a*	b*	Beta	TSS	% DW	c	h
1	3.353	41.911	L	-0.420*	0.599**	-0.657**	-0.401*	-0.262	0.181	0.599**
2	2.007	25.093	a*		-0.363*	0.477**	-0.112	0.030	0.016	-0.848**
3	1.255	15.683	b*			-0.347**	-0.208	0.132	0.428*	0.731**
4	0.586	7.325	Beta				0.099	0.452**	0.1167	-0.524**
5	0.418	5.226	TSS					0.674*	0.091	-0.018
6	0.275	3.443	% DW						0.368**	0.049
7	0.063	0.789	c							0.191
8	0.042	0.531	h							-

NS = non-significantly different, * = significantly different at $P < 0.05$, ** = significantly different at $P < 0.01$.

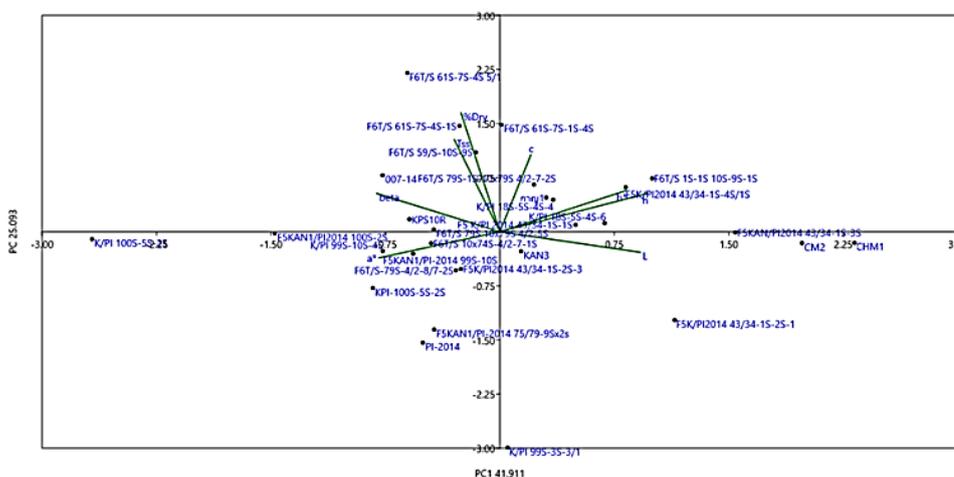


Figure 1 Principal component analysis based on correlation matrix of nine fruit quality traits.

ดังนั้นจึงใช้ข้อมูลฐานฐานวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบและคุณภาพของผลผลิตนี้จัดกลุ่มฟักทองทั้ง 30 สายพันธุ์ โดยวิเคราะห์ด้วยวิธี UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Average) บนพื้นฐานของ Standardized Euclidean Distance สามารถจัดกลุ่มฟักทองได้ 4 กลุ่ม ซึ่งฟักทองถูกจัดกลุ่มตามลักษณะปริมาณสารเบต้าแคโรทีนเป็นหลัก กล่าวคือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยฟักทอง 9 สายพันธุ์ ได้แก่ RT2-F6T/S 1S-1S 10S-9S-1S, RT3-K/PI18S-5S-4S-4, RT5-F5K/PI201443/34-1S-1S, RT6-F6T/S59S-10S-9S, RT9-F6T/S 61S-7S-4S-1S, RT10-F6T/S 61S-7S-1S-4S, RT14-F6T/S 61S-7S-4S-5/1, RT16-F5K/PI2014 43/34-1S-4S/1S และ RT17-F6T/S 79S-1S-10x79S 4/2-7-2S เป็นฟักทองที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนปานกลางจนถึงสูง กลุ่มที่ 2 มีฟักทองถูกจัดอยู่ในกลุ่มนี้ 7 สายพันธุ์ ได้แก่ F5KAN1/PI2014 100S-2S, KPS10R, RT20-F6T/S 79S 10x79S 4/2-5S, RT18-F6T/S 10X74S-4/2-7-1S, RT13-F6T/S-79S-4/2-8/7-2S, RT11-K/PI 99-10S-4S และ RT8-F5K/PI2014 43/34-1S-2S-3 กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยฟักทอง 7 สายพันธุ์ที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูงทุกพันธุ์ ได้แก่ RT15-KPI-100S-5S-2S7x9, F5KAN1/PI-2014 75/79-9Sx2S, F5KAN1/PI-2014 99S-10S, KAN1, KAN3, 007-14 และ PI-2014 มีค่าเบต้าแคโรทีน 1.17, 11.27, 16.5, 1.40, 0.89, 1.76 และ 0.97 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ กลุ่มที่ 4 ฟักทองที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนต่ำ ประกอบด้วยฟักทอง 5 สายพันธุ์ ได้แก่ RT4-K/PI 18-5S-4S-6, RT7-F5K/PI2014 43-34-1S-2S-1, RT12-F5KAN1/PI2014 43/34-1S-3S, CM2 และ CHM1 เป็นฟักทองที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนต่ำ ส่วนฟักทองที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูงที่สุด ได้แก่ RT1-K/PI 100S-5S-2S-4 และ RT19-K/PI 99S-3S-3/1 ซึ่งมีค่าเบต้าแคโรทีนปานกลางไม่ถูกจัดกลุ่ม จากการศึกษา สามารถคัดเลือกฟักทองเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ฟักทอง เพื่อเพิ่มปริมาณสารเบต้าแคโรทีนได้ 5 สายพันธุ์ คือ มีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงกว่า พัฒนาเป็นสายพันธุ์แท้ ได้แก่ RT1-K/PI 100S-5S-2S-4, RT11-K/PI 99S-10S-4S, RT14-F6T/S 61S-7S-4S 5/1, F5KAN1/PI-2014 99S-10S และ 007-14 มีค่าเบต้าแคโรทีน 1.98, 1.28, 1.50, 1.58 และ 1.76 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ

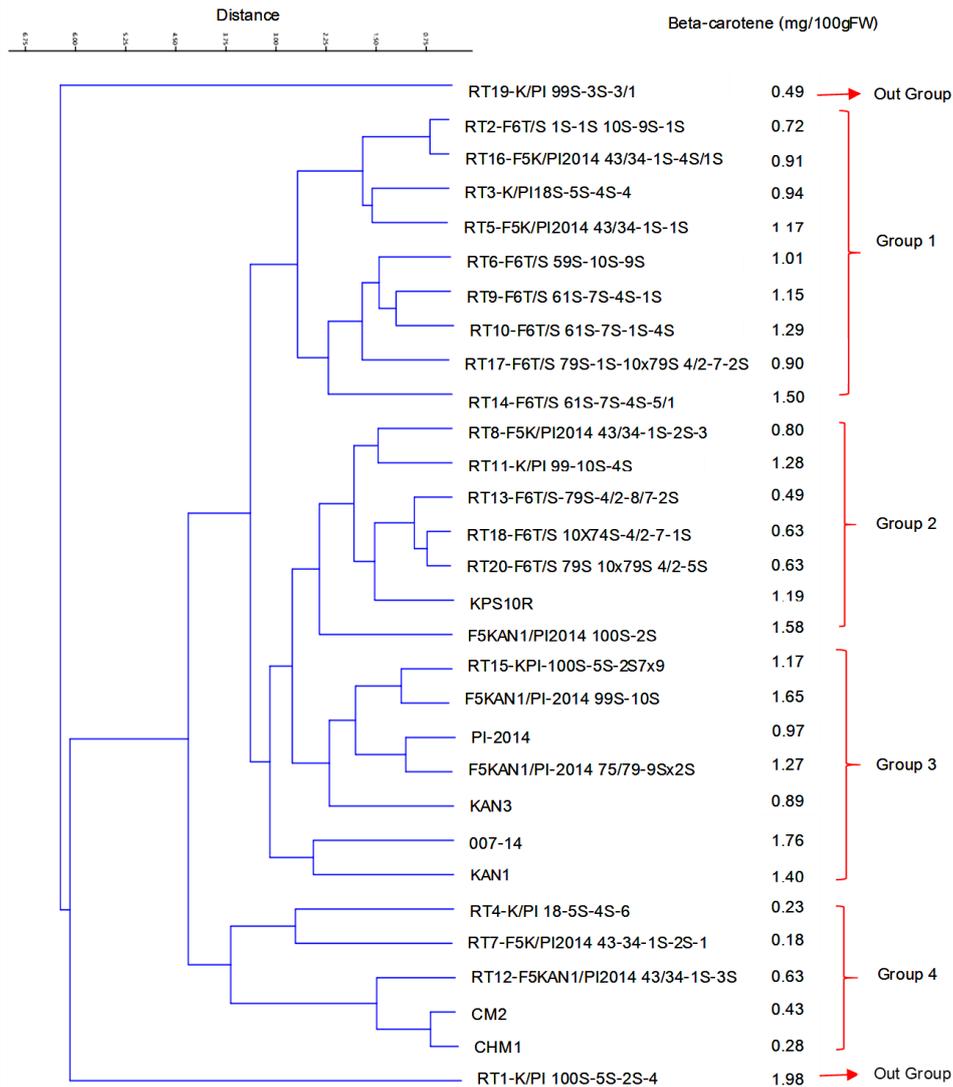


Figure 2 Cluster analysis based on Standardized Euclidean Distance and beta-carotene content.

สรุปผลการศึกษา

ฟักทองที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์มีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงกว่าค่าเฉลี่ยของฟักทองพันธุ์การค้าในประเทศไทย พัฒนาเป็นสายพันธุ์แท้ ได้แก่ RT1-K/PI 100S-5S-2S-4, RT11-K/PI 99S-10S-4S, RT14-F6T/S 61S-7S-4S 5/1, F5KAN1/PI-2014 99S-10S และ 007-14 เหมาะสำหรับการบริโภคผลสดและผลิตผงฟักทอง จากการทดลองมีความเป็นไปได้ในการปรับปรุงพันธุ์ฟักทองให้มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูงเพื่อพัฒนาเป็นสายพันธุ์ที่เหมาะสมต่อการผลิตฟักทองเพื่อสุขภาพ และสามารถพัฒนาเพื่อเป็นสายพันธุ์ปรับปรุงพันธุ์ฟักทองลูกผสมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมูลนิธิชัยพัฒนา ที่ให้ทุนสนับสนุนในการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2559. สถานการณ์การปลูกพืชของ รายจังหวัด ปี 2559. กรมส่งเสริมการเกษตร. <http://production.doae.go.th> (6 สิงหาคม 2561).
- วิภาวรรณ ท้ายเมือง, อรพินท์ สุรกิจ, ธรรมธวัช แสงงาม และอัญมณี อาวุชานนท์. 2561. ปริมาณธาตุอาหารและคุณภาพผลผลิตพืชของ 14 สายพันธุ์. *แก่นเกษตร* 46 (1) (พิเศษ): 1350-1352.
- ปณาลี ภูวกรกุลชัย. 2558. การศึกษาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของพืชของ 15 สายพันธุ์ใน 3 ฤดูกาล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปิ่น โลหะวิทยากุล, วชิรญา อิมสบาย, ปวีณา ชื่นวาริน, ปิยณัฐ ผกามาศ และอัญมณี อาวุชานนท์. 2557. การศึกษาวิธีการวัดปริมาณเบต้าแคโรทีนที่เหมาะสมเพื่อการคัดเลือกพันธุ์พืชของ. *วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์* 4 (1): 8-13.
- หทัยรัตน์ โชคทวีพานิชย์, ชลเทพ วาโย และอัญมณี อาวุชานนท์. 2561. การประเมินคุณภาพผลผลิตและเบต้า-แคโรทีนของพืชของพันธุ์ลูกผสมในชุดดินโพนพิสัย. *แก่นเกษตร* 46 (1) (พิเศษ): 1381-1386.
- อุทิศ สุภาพ. 2555. การใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีในการหาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชของ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Murkovic, M., Muellenderand, U., and H. Neuteufl. 2002. Carotenoid content in different varieties of pumpkins. *J. Food Comp. Anal.* 15: 633-638.
- Challen, J.J. 1997. Beta-carotene and other carotenoids: promises, failures and a new vision. *Ortho Molec Med.* 12: 11-19.
- Nagata, M., and I. Yamashita. 1992. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. *J. Japan Soc. Food Sci. Technol* 39: 925-928.
-

วันรับบทความ (Received date) : 15 พ.ย. 61

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 28 ม.ค. 62

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 11 มิ.ย. 62

ความพึงพอใจของเกษตรกรรุ่นใหม่ต่อการฝึกอบรมหลักสูตรเตรียมความพร้อมสู่ การเป็นผู้ประกอบการเกษตรกรรุ่นใหม่ ในกรุงเทพมหานคร

Satisfaction of Young Smart Farmer towards the New Agricultural Entrepreneurs Training Course in Bangkok

ประวุดิ ทศมาลี¹ และดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมาธิวัฒน์¹
Prawat Tassamalee¹ and Duangkamol Panrosthip Thunmathiwat¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาและเปรียบเทียบความพึงพอใจของเกษตรกรรุ่นใหม่ต่อการฝึกอบรมหลักสูตรเตรียมความพร้อมสู่การเป็นผู้ประกอบการเกษตรกรรุ่นใหม่ ในกรุงเทพมหานคร 2) ศึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะของเกษตรกรรุ่นใหม่ต่อการฝึกอบรมหลักสูตรเตรียมความพร้อมสู่การเป็นผู้ประกอบการเกษตรกรรุ่นใหม่ ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรรุ่นใหม่ที่ได้รับการอบรม จำนวน 38 ราย ร่วมกับการสนทนากลุ่ม วิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติพรรณนา และสถิติ t-test และ F-test ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรรุ่นใหม่ที่ได้รับการอบรมเป็นเพศหญิง ร้อยละ 55.3 มีอายุระหว่าง 30-39 ปี ร้อยละ 26.3 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 31.6 ประกอบอาชีพหลักเป็นเกษตรกร ร้อยละ 71.1 รายได้ต่อเดือน 5,000-10,000 บาท ร้อยละ 55.3 จำนวนปีที่ผ่านการประเมิน Young Smart Farmer 1 ปี ร้อยละ 36.8 ช่องทางการรับรู้ข่าวสารการอบรมจากเจ้าหน้าที่รัฐ ร้อยละ 68.9 ระยะทางจากที่พักมาสถานที่อบรม 20-29 กิโลเมตร ร้อยละ 47.4 เกษตรกรรุ่นใหม่มีความพึงพอใจต่อการอบรม โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.13$) เมื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจของเกษตรกรรุ่นใหม่จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล พบว่าเพศไม่มีผลต่อความพึงพอใจในภาพรวม แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าเพศมีผลต่อความพึงพอใจด้านเนื้อหาอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ส่วนปัญหาและข้อเสนอแนะ พบว่าเนื้อหาที่อบรมนำมาใช้ประกอบอาชีพได้น้อย ควรเน้นเนื้อหาที่สามารถนำมาใช้ประกอบอาชีพได้มากขึ้น ด้านกระบวนการและการให้บริการ คือ จำนวนวันอบรมมากเกินไป ควรลดระยะเวลาการอบรม

คำสำคัญ: ความพึงพอใจ การฝึกอบรม ผู้ประกอบการเกษตรกรรุ่นใหม่ เกษตรกรรุ่นใหม่

Abstract

The purposes of this research were to 1) study and compare the satisfaction of young smart farmers to the training course on preparation for new agricultural entrepreneurs in Bangkok. 2) study the problems and suggestions of new generation farmers towards the training of new generation agricultural entrepreneurs. The questionnaire was used as a tool to collect data from 38 new farmers and with focus groups technique. Data were analyzed using descriptive statistics, t-test and F-test. The results showed that most new trainees of young smart farmers were women (55.3%), aged between 30-39 years (26.3%), graduated elementary level (31.6%), the main occupation was farmers (71.1%), average monthly income was 5,000-10,000 Baht (55.3%), number of years assessed for young smart farmer was 1 year (36.8%), channels getting news and training were from state officials (68.9%), the distance from their residence to the training location was of 20-29 km (47.4%). The new farmers were satisfied with the training with the overall score of high level ($\bar{X} = 4.13$). Comparing their overall satisfaction by gender resulted in no effect. However, the gender attribute affected to content dimension with the significant level of 0.01. On problems and suggestions, study found that the course content was not applicable to the profession enough. The content could have been more practical. On the process and service, the number of training day were too long, should be reduced to the shorter training period.

Keywords: satisfaction, coaching training, entrepreneurship agriculture new generation, young smart farmers

¹ ภาควิชานวัตกรรมการสื่อสารและพัฒนาการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

*Corresponding author, Email: 58040485@kmitl.ac.th

คำนำ

ประเทศไทยกำลังก้าวเข้าสู่ภาวะสังคมผู้สูงอายุอย่างเต็มรูปแบบ โดยมีประชากรที่มีอายุมากกว่า 60 ปี ขึ้นไปร้อยละ 16 ซึ่งเป็นอันดับที่ 2 ของกลุ่มอาเซียน (พวงชมพู ประเสริฐ, 2560) แสดงให้เห็นว่าภาคเกษตรไทยกำลังเผชิญกับปัญหาสูงวัยของแรงงานเช่นเดียวกัน โดยเกษตรกรที่มีอายุ 40-60 ปี ได้เพิ่มขึ้นจาก 39% ในปี 2546 เป็น 49% ในปี 2556 และสัดส่วนของแรงงานอายุ 15-40 ปี กลับลดลงอย่างมากจาก 48% เป็น 32% ภายในช่วงเวลาเดียวกัน (โสมรัตน์ จันทร์ธนะ และคณะ, 2561) โดยปัญหาดังกล่าวควรมีการส่งเสริมให้ลูกหลานของเกษตรกรหันกลับสู่อาชีพการเกษตรที่เป็นอาชีพรากฐานของพ่อแม่ (สุวิทย์ ภูมิประเสริฐโชค, 2556) เพื่อให้มีเกษตรกรรุ่นใหม่ที่จะสามารถพัฒนาและต่อยอดอาชีพเกษตรกรในถิ่นฐานบ้านเกิดของตน

รัฐบาลจึงมีนโยบายในการพัฒนาและสร้างคนรุ่นใหม่ให้เรียนรู้เรื่องเทคโนโลยี การใช้เครื่องมือ การบริหารจัดการ และส่งเสริมการเป็นผู้ประกอบการด้านการเกษตร จึงมีการดำเนินโครงการพัฒนาผู้ประกอบการเกษตรกรรุ่นใหม่ มีการจัดอบรมหลักสูตรเตรียมความพร้อมสู่การเป็นผู้ประกอบการเกษตรกรรุ่นใหม่ จำนวนผู้เข้าอบรมจังหวัดละ 50 ราย จากการรายงานการเข้าร่วมกิจกรรมดังกล่าวของกรุงเทพมหานครพบว่า มีจำนวนผู้เข้าอบรมเพียง 38 ราย (รุ่งโรจน์ ดีลี, 2561) ซึ่งไม่ตรงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ และการอบรมเริ่มจัดขึ้นเป็นครั้งแรกในปีนี้ โดยยังไม่เคยมีผู้ใดศึกษาความพึงพอใจของผู้ที่เข้าร่วมการอบรมมาก่อน

ดังนั้น การศึกษาความพึงพอใจของเกษตรกรรุ่นใหม่ต่อการฝึกอบรมหลักสูตรเตรียมความพร้อมสู่การเป็นผู้ประกอบการเกษตรกรรุ่นใหม่ ในพื้นที่กรุงเทพมหานครประจำปี 2561 จึงเป็นสิ่งที่ควรทำ เนื่องจากความพึงพอใจของเกษตรกรรุ่นใหม่จะเป็นตัวกำหนดคุณภาพของการฝึกอบรมและความต้องการของผู้ที่เข้าร่วมการอบรม ทั้งนี้ผลของการศึกษาและข้อเสนอแนะจากการศึกษายังสามารถนำมาปรับปรุงหลักสูตรและข้อบกพร่องให้ตรงต่อความต้องการของเกษตรกร ซึ่งจะสามารถดึงดูดเกษตรกรที่ไม่เข้าร่วมการอบรมให้เกิดความสนใจและเข้ารับการอบรมในครั้งต่อไป

วิธีการศึกษา

การวิจัยเรื่องความพึงพอใจของเกษตรกรรุ่นใหม่ต่อการฝึกอบรมหลักสูตรเตรียมความพร้อมสู่การเป็นผู้ประกอบการเกษตรกรรุ่นใหม่ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ดำเนินการดังรายละเอียดต่อไปนี้

ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้คือ เกษตรกรรุ่นใหม่ที่เข้าร่วมการอบรมหลักสูตรเตรียมความพร้อมสู่การเป็นผู้ประกอบการเกษตรกรรุ่นใหม่ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2561 จำนวน 38 ราย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาและการทดสอบเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วยคำถามปลายปิด (close-ended form) และคำถามปลายเปิด (open-ended form) โดยมีการทดสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ในด้านความเที่ยงตรงของเนื้อหาข้อมูล (content validity) ผู้วิจัยได้นำแบบร่างของเครื่องมือเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสม ความชัดเจนของภาษา และเนื้อหาที่ครอบคลุมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ แล้วจึงนำไปทดสอบ (tryout) กับเกษตรกรรุ่นใหม่ que เข้าฝึกอบรมหลักสูตรเตรียมความพร้อมสู่การเป็นผู้ประกอบการเกษตรกรรุ่นใหม่ จังหวัดปทุมธานี จำนวน 30 ราย และหาค่าความเชื่อมั่น (reliability) โดยวิธีของ Cronbach (Cronbach's alpha coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.953 จึงนำแบบสอบถามไปใช้เก็บข้อมูลจริงต่อไป

การสนทนากลุ่ม (focus group) จากตัวแทนเกษตรกรที่เข้าร่วมการอบรมและเจ้าหน้าที่ผู้ดำเนินการอบรม เพื่อศึกษาข้อมูลเชิงลึก โดยมีประเด็นคำถามเรื่องปัญหาและข้อเสนอแนะในการเข้าร่วมการอบรม

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจากเกษตรกรที่เข้าร่วมการอบรมและสะดวกในการให้ข้อมูลทันทีหลังเสร็จสิ้นการอบรมในวันสุดท้าย และดำเนินการสนทนากลุ่มเพื่อศึกษาประเด็นปัญหาและข้อเสนอแนะในการเข้าร่วมการอบรม ส่วนเกษตรกรที่ไม่สะดวกในการให้ข้อมูลในขณะนั้น ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลโดยการติดต่อสอบถามทางโทรศัพท์ จนครบตามจำนวนเกษตรกรรุ่นใหม่ que เข้าร่วมการอบรมทั้งหมด

จัดสนทนากลุ่มตัวแทนเกษตรกรที่เข้าร่วมอบรม และเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบการจัดการอบรม

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล หลังจากผู้วิจัยทำการรวบรวมข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามแล้ว จึงนำข้อมูลมาประมวลผล และวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปโดยใช้ค่าสถิติอธิบายผลการวิจัยดังนี้

สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) เพื่อใช้อธิบายคุณลักษณะของเกษตรกรรุ่นใหม่ที่เข้าอบรม ได้แก่ ค่าความถี่ (frequency) ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

สถิติอนุมาน (inferential statistics) เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจของเกษตรกรรุ่นใหม่ต่อการฝึกอบรมหลักสูตรเตรียมความพร้อมสู่การเป็นผู้ประกอบการเกษตรกรรุ่นใหม่ จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ สถิติทดสอบที (t-test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One-way ANOVA) หรือ F-test วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้มาตราวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ ของลิเคิร์ต Likert (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้ 1 = น้อยที่สุด, 2 = น้อย, 3 = ปานกลาง, 4 = มาก และ 5 = มากที่สุด เกณฑ์การแปลค่า ดังนี้ ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 = ความพึงพอใจน้อยที่สุด, 1.50-2.49 = ความพึงพอใจน้อย, 2.50-3.49 = ความพึงพอใจปานกลาง, 3.50-4.49 = ความพึงพอใจมาก และ 4.50-5.00 = ความพึงพอใจมากที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา แล้วนำเสนอในรูปแบบของการพรรณนาเพื่อประกอบผลการศึกษเชิงปริมาณให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ข้อมูลพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรรุ่นใหม่ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

จากการศึกษาพบว่าเกษตรกรรุ่นใหม่ที่เข้าอบรมเป็นเพศหญิงมาก ร้อยละ 55.3 มีอายุระหว่าง 30-39 ปี ร้อยละ 26.3 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 31.6 ประกอบอาชีพหลักคือเกษตรกร ร้อยละ 71.1 มีระดับรายได้ต่อเดือนอยู่ที่ 5,000-10,000 บาท ร้อยละ 55.3 ผ่านการประเมินคุณสมบัติ Young Smart Farmer มาเป็นระยะเวลา 1 ปี ร้อยละ 36.8 รับรู้ข้อมูลข่าวสารการอบรมโดยผ่านเจ้าหน้าที่รัฐ ร้อยละ 68.9 ระยะทางจากที่พักมาถึงสถานที่อบรมอยู่ในช่วงระยะ 20-29 กิโลเมตร ร้อยละ 47.4

ความพึงพอใจของเกษตรกรรุ่นใหม่ต่อการฝึกอบรมหลักสูตรเตรียมความพร้อมสู่การเป็นผู้ประกอบการเกษตรกรรุ่นใหม่ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

จาก Table 1 พบว่า เกษตรกรรุ่นใหม่มีความพึงพอใจต่อหลักสูตรเตรียมความพร้อมสู่การเป็นผู้ประกอบการเกษตรกรรุ่นใหม่ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.13$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าระดับความพึงพอใจทุกด้านอยู่ในระดับมาก โดยเรียงลำดับของความพึงพอใจจากมากไปน้อยได้ดังนี้ ด้านสื่อและสิ่งอำนวยความสะดวก ด้านวิทยากร ด้านการรับความรู้ และนำไปใช้ในการประกอบอาชีพ ด้านกระบวนการและการให้บริการ และด้านเนื้อหา ($\bar{X} = 4.24, 4.15, 4.14, 4.09, 4.03$ ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อในด้านสื่อและสิ่งอำนวยความสะดวก พบว่าทุกข้อได้รับความพึงพอใจในระดับมาก โดยเรียงลำดับความพึงพอใจได้ดังนี้ 1) คุณภาพของเอกสารการอบรมและสื่อประกอบการถ่ายทอดมีความเหมาะสม 2) วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกอบรมมีความทันสมัยและใช้งานได้ดี 3) อาหารและเครื่องดื่มมีความเหมาะสม 4) สถานที่ฝึกอบรมมีความพร้อมและเหมาะสมในการฝึกอบรม 5) ที่ตั้งของสถานที่ฝึกอบรมมีความเหมาะสม 6) ค่ายานพาหนะที่ได้รับสำหรับการเดินทางมาฝึกอบรม ($\bar{X} = 4.47, 4.42, 4.39, 4.29, 4.26$ และ 3.37 ตามลำดับ) ด้านวิทยากร พบว่าทุกข้ออยู่ในระดับมาก เช่นเดียวกัน โดยเรียงลำดับความพึงพอใจจากมากไปน้อยได้ดังนี้ 1) วิทยากรสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ได้ดีและเหมาะสม 2) วิทยากรมีความสามารถในการตอบคำถาม 3) วิทยากรถ่ายทอดเนื้อหาวิชาได้สอดคล้องกับหลักสูตรการฝึกอบรม เปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมร่วมแสดงความคิดเห็น ตรงต่อเวลา และรักษาเวลาได้เหมาะสม 4) วิทยากรมีความรอบรู้ในหัวข้อที่บรรยาย ($\bar{X} = 4.26, 4.18, 4.13$ และ 4.05 ตามลำดับ) ด้านการรับความรู้และนำไปใช้ในการประกอบอาชีพ พบว่ามีความพึงพอใจในระดับมากทั้งหมด โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ดังนี้ 1) สามารถนำความรู้จากการฝึกอบรมไปใช้ให้คำปรึกษากับผู้อื่นได้ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่จากการอบรมมาประกอบอาชีพ 2) สามารถเพิ่มเครือข่ายภาคเกษตรและมีความเข้มแข็งมากยิ่งขึ้น 3) ได้รับความรู้ แนวคิด ทักษะ และประสบการณ์ใหม่ ๆ จากการฝึกอบรม 4) ความรู้ที่ได้รับหลังการเข้าร่วมการอบรม และสามารถพัฒนาความรู้สู่การเป็นผู้ประกอบการ 5) การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพด้านเกษตรกรรม ($\bar{X} = 4.21, 4.16, 4.13, 4.11$ และ 4.08 ตามลำดับ) ด้านกระบวนการและการให้บริการ พบว่าทุกข้ออยู่ในระดับมาก โดยเรียงลำดับความพึงพอใจจากมากไปน้อย ดังนี้ 1) การบริการของเจ้าหน้าที่ดำเนินการฝึกอบรม 2) การประชาสัมพันธ์หรือการแจ้งข่าวการอบรม และการประสานงานของเจ้าหน้าที่ดำเนินการฝึกอบรม 3) วัตถุประสงค์และเป้าหมายของการอบรมมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับการเป็นผู้ประกอบการเกษตร 4) การจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน 5) ระยะเวลาในการฝึกอบรมมีความเหมาะสม 6) การติดตามและประเมินผลหลังการอบรม ($\bar{X} = 4.34, 4.32, 4.16, 4.05, 3.87$ และ 3.63 ตามลำดับ) ด้านเนื้อหา พบว่ามีระดับความพึงพอใจในระดับมากทั้งหมด โดยเรียงลำดับจากมาก

ไปน้อย ดังนี้ 1) การพัฒนาแผนธุรกิจเกษตร/แผนการตลาด 2) การปรับปรุงสินค้าเกษตร 3) การสร้างมาตรฐานสินค้าเกษตร, การทำบัญชีรายรับ-รายจ่ายของครัวเรือน และด้านนวัตกรรมเกษตรและการวิจัยต่อยอด 4) ข้อมูลความรู้วิธีการด้านสินเชื่อ และการพัฒนาบรรจุภัณฑ์สร้างแบรนด์ 5) การเพิ่มมูลค่าสินค้าทางการเกษตร (\bar{X} = 4.13, 4.11, 4.03, 4.00 และ 3.97 ตามลำดับ)

Table 1 Satisfaction of the trainees on the preparation of new agricultural entrepreneurs.

Factor	Average	S.D.	Level
Speaker			
1. Knowledge on the topic of the lecturer	4.05	0.90	High
2. Speakers on the course content in accordance with the training course	4.13	0.66	High
3. Speakers allow the trainees to express their opinions	4.13	0.62	High
4. Speakers create a learning environment well and proper	4.26	0.55	High
5. Speakers on time and maintain a reasonable time	4.13	0.52	High
6. The speaker's ability to answer questions	4.18	0.60	High
Average	4.15	0.54	High
Process and service			
1. Publicity or announcement	4.32	0.70	High
2. Training of staff to coordinate the training of officers	4.32	0.57	High
3. The service of the staff performs the training	4.34	0.58	High
4. The duration of the training is appropriate	3.87	0.84	High
5. The purpose of the training are appropriate and consistent with the entrepreneurial agriculture	4.16	0.59	High
6. The event promotes collaborative learning	4.05	0.90	High
7. Monitoring and evaluation after the training	3.63	1.21	High
Average	4.09	0.49	High
Media and facilities			
1. The quality of the training document	4.47	0.55	High
2. The broadcast media are appropriate	4.47	0.60	High
3. Materials / equipment used in training are stylish and work well	4.42	0.55	High
4. Training facilities are available and appropriate training	4.29	0.69	High
5. The location of the training is appropriate	4.26	0.72	High
6. Food and drinks are reasonable	4.39	0.49	High
7. The vehicle had been traveling for training	3.37	0.85	High
Average	4.24	0.45	High
Content			
1. Information about how the loans	4.00	0.73	High
2. Development of agricultural business plan / marketing plan	4.13	0.77	High
3. Processing of agricultural products	4.11	0.68	High
4. The added value of agricultural products	3.97	0.67	High
5. The standardization of agricultural products	4.03	0.71	High
6. Development, packaging, branding	4.00	0.73	High
7. Bookkeeping income - expenses of the household	4.03	0.71	High
8. Innovative agricultural research and extension	4.03	0.67	High
Average	4.03	0.66	High

Table 1 (continued).

Factor	Average	S.D.	Level
Knowledge and use in the occupation			
1. The knowledge gained after attending the training	4.11	0.55	High
2. Knowledge application to agricultural professionals	4.8	0.53	High
3. You can develop your knowledge to become entrepreneurs	4.11	0.50	High
4. Networks can increase the agricultural sector and has strengthened even more	4.16	0.49	High
5. Get the knowledge, skills and experience from training	4.13	0.57	High
6. You can take the knowledge from training to consulting with others	4.21	0.52	High
Average	4.14	0.48	High
Grand average	4.13	0.41	High

เปรียบเทียบปัจจัยส่วนบุคคลที่มีผลต่อความพึงพอใจของเกษตรกรรุ่นใหม่ต่อการฝึกอบรมหลักสูตรเตรียมความพร้อมสู่การเป็นผู้ประกอบการเกษตรกรรุ่นใหม่ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

จากการศึกษา เปรียบเทียบความพึงพอใจของเกษตรกรรุ่นใหม่ต่อการฝึกอบรมหลักสูตรเตรียมความพร้อมสู่การเป็นผู้ประกอบการเกษตรกรรุ่นใหม่ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ในด้านปัจจัยส่วนบุคคล โดยจำแนกตามเพศ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของความพึงพอใจต่อการฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เมื่อพิจารณาความพึงพอใจเป็นรายด้าน จำแนกตามเพศ พบว่าเกษตรกรรุ่นใหม่ที่มีเพศแตกต่างกัน จะมีความพึงพอใจด้านเนื้อหาอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Table 2)

Table 2 Compare the satisfaction of trainees by gender.

Factor	Male		Female		T	Sig.
	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.		
1. Speaker	4.24	0.562	4.07	0.525	0.981	0.333
2. Process and service	4.18	0.577	4.02	0.408	0.985	0.331
3. Media and facilities	4.22	0.446	4.25	0.473	-0.165	0.870
4. Content	4.40	0.611	3.73	0.547	3.540	0.001**
5. Knowledge and use in the occupation	4.26	0.459	4.04	0.495	1.457	0.154
Grand mean	4.26	0.438	4.02	0.37	1.838	0.074

*0.05 level of significance, **0.01 level of significance.

เมื่อศึกษา เปรียบเทียบปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพหลัก รายได้ จำนวนปีที่ผู้เข้ารับการอบรมผ่านการประเมินคุณสมบัติ Young Smart Farmer และระยะทางจากที่พักมาสถานที่อบรม พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคลที่แตกต่างกัน ไม่ทำให้ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมหลักสูตรเตรียมความพร้อมสู่การเป็นผู้ประกอบการเกษตรกรรุ่นใหม่ ในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีความแตกต่างกัน ทั้งโดยรวมและรายด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (Table 3)

Table 3 Comparison of personal factors affecting the satisfaction of trainees.

Average personal factors	Source variance	SS	DF	F	Sig.
Age	Total	6.317	37	2.528	0.059
Education	Total	6.317	37	0.176	0.969
Main job	Total	6.317	37	0.797	0.504
Income	Total	6.317	37	0.632	0.650
Number of years the trainee passed the YSF	Total	6.317	37	0.799	0.565
Distance	Total	6.317	37	0.913	0.468

*0.05 level of significance, **0.01 level of significance.

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ปัญหาและข้อเสนอแนะของเกษตรกรรุ่นใหม่ต่อการฝึกอบรมหลักสูตรเตรียมความพร้อมสู่การเป็นผู้ประกอบการ เกษตรกรรุ่นใหม่ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร สามารถสรุปได้ 2 ประเด็น ดังนี้

1. ด้านเนื้อหา เกษตรกรรุ่นใหม่ที่ได้รับการฝึกอบรมบางส่วนได้แสดงความคิดเห็นถึงปัญหาที่พบคือ เนื้อหาการเรียน การสอนในหลักสูตรเตรียมความพร้อมสู่การเป็นผู้ประกอบการเกษตรกรใหม่นั้น ยังนำมาใช้ประกอบอาชีพได้ไม่มาก ควรเน้น เนื้อหาในการอบรมที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการประกอบอาชีพได้มากขึ้น เช่น การเขียนโครงการ เพื่อยื่นขอสนับสนุน จากภาครัฐมาใช้เป็นต้นทุนในการประกอบอาชีพ และเน้นเนื้อหาการเรียนการสอนที่ลงมือปฏิบัติมากกว่าการนั่งฟังบรรยาย เนื้อหาตามทฤษฎี เพื่อที่จะได้เข้าใจและสามารถลงมือปฏิบัติเองได้

2. ด้านกระบวนการและการให้บริการ เกษตรกรรุ่นใหม่ที่ได้รับการฝึกอบรมได้แสดงความคิดเห็นถึงปัญหาที่พบ ในประเด็นนี้ คือ ระยะเวลาในการอบรมไม่เหมาะสม ผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมสูญเสียเวลาในการทำงานมาก เนื่องจากหลักสูตร ดังกล่าวได้จัดระยะเวลาในการอบรมไว้ 2 ครั้ง ครั้งละ 4 วัน ซึ่งเป็นระยะเวลาที่นาน จึงเสนอให้ลดจำนวนวันในการอบรม ให้สั้นลง

ดังแสดงแล้วว่าความพึงพอใจของเกษตรกรรุ่นใหม่ต่อการฝึกอบรมหลักสูตรเตรียมความพร้อมสู่การเป็นผู้ประกอบการ เกษตรกรรุ่นใหม่ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาทางด้านพบว่า

1. ด้านสื่อและสิ่งอำนวยความสะดวก เกษตรกรรุ่นใหม่ที่ได้รับการฝึกอบรมมีความพึงพอใจมากในเรื่องของคุณภาพ ของเอกสารที่ใช้ประกอบการอบรมและสื่อที่ใช้ถ่ายทอดในการอบรม ทั้งนี้อาจเนื่องจากเจ้าหน้าที่ที่ดำเนินโครงการนั้นได้จัดทำ เอกสารที่ใช้ประกอบการอบรมมีความชัดเจนอ่านง่าย ตัวหนังสือมีขนาดเหมาะสมต่อวัยของผู้เข้าอบรม สื่อที่ใช้ถ่ายทอดในการ อบรมมีความทันสมัย คมชัด

2. ด้านวิทยากร เกษตรกรรุ่นใหม่ที่ได้รับการฝึกอบรมมีความพึงพอใจมากเรื่องวิทยากรสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ ได้ดีและเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับผ่องพรรณ จรัสจินดารัตน์ (2560) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การเป็นวิทยากรที่ดีและมีประสิทธิภาพ จะต้องมีการมีชั้นและสร้างบรรยากาศในการอบรมได้อย่างเหมาะสม

3. ด้านการรับความรู้และนำไปใช้ในการประกอบอาชีพ เกษตรกรรุ่นใหม่ที่ได้รับการฝึกอบรมมีความพึงพอใจมาก ในประเด็นการนำความรู้จากการฝึกอบรมไปใช้ให้คำปรึกษากับผู้อื่นได้และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่จากการอบรมมา ประกอบอาชีพ ทั้งนี้เนื่องจากคุณลักษณะของ Young Smart Farmer จะต้องมีความรู้และความสามารถที่จะนำเทคโนโลยี สมัยใหม่มาประยุกต์ใช้ และเป็นผู้นำทางการเกษตรในท้องถิ่นได้ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559) ซึ่งผู้เข้าอบรมทั้งหมดเป็นผู้ที่มีคุณลักษณะดังกล่าว จึงทำให้มีความพึงพอใจมากในเรื่องนี้

4. ด้านกระบวนการและการให้บริการ เกษตรกรรุ่นใหม่ที่ได้รับการฝึกอบรมมีความพึงพอใจมากในการบริการของ เจ้าหน้าที่ดำเนินการฝึกอบรม สอดคล้องกับผลของสำนักงานวัฒนธรรมจังหวัดหนองบัวลำภู (2555) ทำการประเมินความ พึงพอใจต่อการให้บริการของสำนักงานวัฒนธรรมจังหวัดหนองบัวลำภู ปีงบประมาณ 2555 พบว่า ด้านการให้บริการของ เจ้าหน้าที่/บุคลากร มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เนื่องจากเจ้าหน้าที่ผู้ดำเนินการฝึกอบรมมีความสนทนมนและปฏิบัติ หน้าที่อย่างเป็นกันเองกับผู้เข้าอบรม จึงทำให้ผู้เข้าอบรมมีความพึงพอใจกับการให้บริการของเจ้าหน้าที่

5. ด้านเนื้อหา เกษตรกรรุ่นใหม่ที่ได้รับการฝึกอบรมมีความพึงพอใจมากในเนื้อหาเรื่องการพัฒนาแผนธุรกิจเกษตร/ แผนการตลาด สอดคล้องกับหลักการและเหตุผลของตัวโครงการที่จะส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมให้มีความรู้ในการเป็น ผู้ประกอบการด้านการเกษตร (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2561)

การศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยส่วนบุคคลที่มีผลต่อความพึงพอใจของเกษตรกรรุ่นใหม่ต่อการฝึกอบรมหลักสูตรเตรียม ความพร้อมสู่การเป็นผู้ประกอบการรุ่นใหม่ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยการเปรียบเทียบความพึงพอใจของเกษตรกรรุ่นใหม่ ที่ได้รับการฝึกอบรมจำแนกตามเพศ พบว่า เกษตรกรรุ่นใหม่ที่ได้รับการฝึกอบรมมีความพึงพอใจต่อการฝึกอบรมโดยรวม ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า เพศชายมีความพึงใจด้านเนื้อหาสูงกว่าเพศหญิง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยของสิริฐากร ชูทรัพย์ (2556) ซึ่งรายงานผลการศึกษารื่องความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม โครงการพัฒนาอาชีพผู้สูงอายุ พบว่า ผู้เข้ารับการอบรมที่มีเพศแตกต่างกันมีความพึงพอใจต่อโครงการสร้างอาชีพเพื่อชุมชน โดยรวมและรายด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยผู้เข้ารับการอบรมเพศหญิงมีความพึงพอใจมาก กว่าผู้เข้ารับการอบรมเพศชาย ทั้งนี้อาจจะเป็นผลจากการอบรมครั้งนี้เนื้อหาหลักสูตรจะเน้นการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรม ที่ช่วยในการประกอบการอธิบายเนื้อหา ซึ่งเอื้อประโยชน์และดึงดูดความสนใจต่อเพศชายมากกว่าเพศหญิง จึงทำให้เพศชาย มีความพึงพอใจมากกว่าเพศหญิง ซึ่งสอดคล้องกับ พันธุ์ศักดิ์ อภาขจร (2561) ที่ได้กล่าวว่า งานด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรม

รวมทั้งงานช่างประเภทต่าง ๆ จะถูกผูกขาดโดยผู้ขายเป็นส่วนใหญ่ ถึงแม้ในยุคสมัยนี้ที่มีการพัฒนาเทคโนโลยีเบาขึ้นมา เช่น อิเล็กทรอนิกส์ โทรคมนาคม คอมพิวเตอร์ ฯลฯ ซึ่งไม่ต้องใช้กำลังมาก สามารถทำงานในร่มได้และไม่เป็นอุปสรรคต่อการใช้ ส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายขึ้นมาได้ก็ตาม งานเหล่านี้ก็ยังมีสัดส่วนของผู้ขายมากกว่าผู้หญิงอยู่ดี ทั้ง ๆ ที่การทำงานกับ เทคโนโลยีประเภทนี้ไม่มีเหตุผลใด ๆ ที่ต้องจำกัดว่าเป็นงานของเพศชายหรือเพศหญิง ซึ่งสรุปได้ว่าผู้ขายมักจะมีควมสนใจ เรื่องของเทคโนโลยีมากกว่าผู้หญิง

สรุปผลการศึกษา

เกษตรกรรุ่นใหม่ที่ได้รับการฝึกอบรมเป็นเพศหญิง ร้อยละ 55.3 มีอายุระหว่าง 30-39 ปี ร้อยละ 26.3 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 31.6 ประกอบอาชีพหลักเป็นเกษตรกร ร้อยละ 71.1 มีรายได้ต่อเดือนอยู่ระหว่าง 5,000-10,000 บาท ร้อยละ 55.3 จำนวนปีที่ผ่านการประเมิน Young Smart Farmer เป็นระยะเวลา 1 ปี ร้อยละ 36.8 รับรู้ข่าวสารการอบรมจากเจ้าหน้าที่รัฐ ร้อยละ 68.9 ระยะทางจากที่พักมาสถานที่อบรมอยู่ระหว่าง 20-29 กิโลเมตร ร้อยละ 47.4 เกษตรกรรุ่นใหม่ที่ได้รับการฝึกอบรมมีความพึงพอใจต่อหลักสูตรเตรียมความพร้อมสู่การเป็นผู้ประกอบการเกษตรกรรุ่นใหม่ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.13$) เมื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจของเกษตรกรรุ่นใหม่ที่ได้รับการฝึกอบรมจำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล พบว่าเพศที่แตกต่างกันไม่ทำให้ความพึงพอใจในภาพรวมต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าเพศที่แตกต่างกัน มีความพึงพอใจด้านเนื้อหาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ส่วนปัจจัยส่วนบุคคลอื่น ๆ ของเกษตรกรรุ่นใหม่ที่ได้รับการฝึกอบรม ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพหลัก รายได้ จำนวนปีที่ผ่านการประเมิน Young Smart Farmer ระยะทางจากที่พักมาสถานที่อบรม ไม่มีความแตกต่างกันของความพึงพอใจต่อหลักสูตรเตรียมความพร้อมสู่การเป็นผู้ประกอบการรุ่นใหม่ทั้งโดยรวมและรายด้าน สำหรับปัญหาและข้อเสนอแนะของผู้เข้าอบรม พบว่า เนื้อหาที่จัดอบรมนำมาประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพได้น้อย จึงควรปรับปรุงเนื้อหาที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการประกอบอาชีพได้มากกว่านี้ ด้านกระบวนการและการให้บริการ มีปัญหาคือ ระยะเวลาในการอบรมมากเกินไป ผู้เข้าอบรมได้เสนอแนะให้ลดระยะเวลาการอบรมให้น้อยกว่าเดิม

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการศึกษา ถึงแม้ว่าเกษตรกรรุ่นใหม่ที่จะเข้าอบรมจะมีความพึงพอใจต่อหลักสูตรเตรียมความพร้อมสู่การเป็นผู้ประกอบการเกษตรกรรุ่นใหม่อยู่ในระดับมากก็ตาม แต่บางประเด็น เช่น การประชาสัมพันธ์ที่มีความถี่น้อยและด้านเนื้อหาในหลักสูตร ที่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าด้านอื่น ๆ ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะจากการศึกษาดังนี้

1. ควรเพิ่มช่องทางการประชาสัมพันธ์การจัดการอบรมให้มากกว่าเดิม และมีความหลากหลายของสื่อ/ช่องทางประชาสัมพันธ์ เพราะจากผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรรุ่นใหม่ที่ได้รับการอบรมในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีเพียง 38 ราย จากเป้าหมายจำนวนผู้เข้ารับการอบรมทั้งหมด 50 ราย ส่วนใหญ่ได้รับข่าวสารการอบรมจากทางเจ้าหน้าที่ แต่ได้รับข้อมูลข่าวสารการอบรมจากช่องทางอื่นน้อยมาก นอกจากนั้นผู้รับผิดชอบในการจัดอบรมควรทำความเข้าใจกับกลุ่มเป้าหมายและมีการประชาสัมพันธ์ให้มีความถี่มากขึ้น มีระยะเวลาการแจ้งข้อมูลข่าวสารที่นานกว่าเดิม

2. ปรับเนื้อหาในหลักสูตรการอบรมให้สอดคล้องกับความต้องการของเกษตรกรหรือผู้เข้าอบรมมากขึ้น บางประเด็นไม่จำเป็นต้องอบรมเนื้อหาตั้งแต่พื้นฐาน เพราะเกษตรกรมีความรู้พื้นฐานบ้างแล้ว ซึ่งจะช่วยให้จำนวนวันในการจัดอบรมลดลงด้วย ผู้รับผิดชอบการอบรมควรทำการศึกษาความต้องการของกลุ่มเป้าหมายก่อนจัดหลักสูตรการอบรม เพื่อนำข้อมูลมาสร้างหรือพัฒนาหลักสูตรให้มีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้เข้าอบรม สามารถนำไปใช้งานได้

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2559. *Young Smart Farmer อนาคตและทิศทางการเกษตรกรไทย*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2561. คู่มือการดำเนินงานโครงการพัฒนาผู้ประกอบการเกษตรรุ่นใหม่. กรมส่งเสริมการเกษตร. <http://www.bangkok.doae.go.th/ag/thainiyom/manal1.pdf> (2 สิงหาคม 2561).
- บุญชม ศรีสะอาด. 2545. ประเมินโครงการ. <https://www.gotoknow.org/posts/253663> (31 ตุลาคม 2561).
- ผ่องพรรณ จรัสจินดารัตน์. 2560. การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมรูปแบบของระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. <https://tci-thaijo.org> (25 พฤศจิกายน 2561).
- พวงชมพู ประเสริฐ. 2560. ผู้สูงอายุไทย อันดับ 2 ในอาเซียน. คมชัดลึก. <http://www.komchadluek.net/news/edu-health/270595> (26 กันยายน 2561).
- พันธ์ศักดิ์ อาภาขจร. 2561. ผู้หญิงไม่เก่งเทคโนโลยี: ความจริงคนละมุม. สำนักข่าวอิศรา. <https://www.isranews.org/isranews/69742-woman69742.html> (2 สิงหาคม 2561).
- รุ่งโรจน์ ดีลี. 2561. นักวิชาการส่งเสริมการเกษตรปฏิบัติการ. สัมภาษณ์. 10 กันยายน 2561.
- สำนักงานวัฒนธรรมจังหวัดหนองบัวลำภู. 2555. การประเมินความพึงพอใจต่อการให้บริการของสำนักงานวัฒนธรรม จังหวัดหนองบัวลำภู. ปีงบประมาณ 2555. สำนักงานวัฒนธรรมจังหวัดหนองบัวลำภู. <https://www.mculture.go.th/nongbualamphu/images/vichakan.doc>. (25 พฤศจิกายน 2561).
- สิฏฐากร ชูทรัพย์. 2556. ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมโครงการพัฒนาอาชีพสู่ชุมชน. *วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ* 16: 215-224.
- สุวิทย์ ภูมิประเสริฐโชค. 2556. เกษตรกรรุ่นใหม่กับการเกษตรในยุคหน้า. สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. <https://www.trf.or.th/research-digest/1063-2013-12-07-03-28-52> (4 กันยายน 2561).
- โสมาตรมี จันทร์รัตน์ วิษณุ อรรถวานิช และบุญธิดา เสงี่ยมเนตร. 2561. จุลทรรศน์ภาคเกษตรไทยผ่านข้อมูลทะเบียนเกษตรกรและสำมะโนเกษตร. สถาบันวิจัยเศรษฐกิจป๋วย อึ๊งภากรณ์. <https://www.pier.or.th>. (10 พฤศจิกายน 2561).

วันรับบทความ (Received date) : 15 พ.ย. 61

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 28 ม.ค. 62

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 11 มี.ย. 62

การประเมินความสามารถในการทนเค็มของเชื้อพันธุกรรมมะเขือม่วงในสภาพโรงเรือน Evaluation of Salinity Tolerance of Eggplant Germplasm under Greenhouse Conditions

ธนพงศ์ เก่าพิทักษ์กุล² จำนวนง โสมกุล³ ปิยะณัฐ ฝักมาศ¹ รัชชานนท์ ทองแผ่น¹
วิทยา สารคุณ¹ และอัญมณี อารุชานนท์¹

Tanapong Ngoapitakkul², Jumnong Somkul³, Piyanath Pagamas¹, Ratchanon Thongpan¹,
Wittaya Sarakhun¹ and Anyamanee Auvuchanon¹

บทคัดย่อ

ทำการประเมินเชื้อพันธุกรรมมะเขือม่วง จำนวน 20 สายพันธุ์ ที่รวบรวมโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และพันธุ์การค้าจำนวน 4 สายพันธุ์ ในสภาพโรงเรือน ในช่วงระดับความเค็มที่แตกต่างกัน คือ $2 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ (ไม่ผสมเกลือ) $4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ และ $6 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ พบว่า มะเขือทุกสายพันธุ์เจริญเติบโตได้ดีในทุกระดับความเค็ม ซึ่งสามารถคัดเลือกมะเขือที่ให้ผลผลิตได้ทุกระดับความเข้มข้นเกลือ ทั้งหมด 7 สายพันธุ์ ได้แก่ KM, KK, SM-267, SM-298, SM-065, SM-244 และ SM-131 และมะเขือที่ให้ผลผลิตได้ที่ความเค็มระดับ $4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ จำนวน 5 สายพันธุ์ คือ SM-172, SM-570, SM-371, SM-603 และ SM-232 การประเมินลักษณะทางสัณฐานวิทยาของมะเขือที่นำมาศึกษา พบว่า สีของดอกนั้นมี 2 สี คือ สีขาวและสีม่วง รูปทรงผลมี 5 แบบ คือ ผลกลมแบน ผลยาว ผลกลม ผลเรียว และผลรูปไข่ การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สามารถคัดเลือกเชื้อพันธุกรรมมะเขือมาใช้ในการพัฒนาพันธุ์ทนเค็มเพื่อปลูกในพื้นที่ดินเค็มต่อไป

คำสำคัญ: การติดผล สีดอก รูปทรงผล ความเค็ม

Abstract

Purple eggplant germplasms collected by the Tropical Vegetable Research Center, Kasetsart University were evaluated. There were 20 germplasm accessions and 4 commercial varieties at different salinity levels, as $2 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ (no salt), $4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ and $6 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$. All accessions could be grown at all salinity levels. Seven accessions, including KM, KK, SM-267, SM-298, SM-065, SM-244 and SM-131 showed fruit setting at all salinity levels and the accessions SM-172, SM-570, SM-371, SM-603 and SM-232 could be produced fruit at $4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$. The morphology traits were evaluated as flower color and fruit shape. The flower were two colors: leg color that were purple and white. There were five fruit shapes; flatten, long, round, narrow-long and ovate. We could select eggplant for saline soil tolerance in eggplant breeding program.

Keywords: fruit setting, flower color, fruit shape, salinity

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

² คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

³ ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

*Corresponding author, Email: agrana@ku.ac.th

คำนำ

มะเขือ (eggplant) จัดเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย โดยมีการปลูกเพื่อนำมาบริโภคและส่งออกทั้งที่เป็นผลสดและเมล็ดพันธุ์ โดยกรมส่งเสริมการเกษตร (2560) รายงานว่าพื้นที่ในการเพาะปลูกมะเขือม่วงในปี 2559 มีพื้นที่ทั้งหมด 796 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 11 จังหวัดในประเทศไทย โดยมีผลผลิตรวม 1,305 ตัน ซึ่งจังหวัดที่ปลูกมะเขือม่วงมากที่สุดได้แก่ เชียงใหม่ เพชรบูรณ์ และลำปาง แบ่งพื้นที่ออกเป็น 461, 84 และ 72 ไร่ ตามลำดับ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559) ในปี 2559 มีการส่งออกมะเขือม่วงในประเภทผลสดทั้งหมด 10,293 กิโลกรัม เป็นมูลค่า 985,391 บาท (กรมวิชาการเกษตร, 2559) ราคาขาย 12.79 บาท/กิโลกรัม และส่งออกเมล็ดพันธุ์ไปยังต่างประเทศทั้งหมด 7,940 กิโลกรัม เป็นมูลค่า 33.59 ล้านบาท สำหรับสายพันธุ์ของมะเขือม่วงที่นิยมปลูกและขายในตลาด ได้แก่ พันธุ์ผลกลมหรือผลรีรูปไข่ และพันธุ์ที่ผลอมยาว ซึ่งในผลของมะเขือม่วงยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ทั้งโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และแคลเซียม เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีสารพฤกษเคมีที่สำคัญช่วยป้องกันโรคมะเร็ง ป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ และโรคต่าง ๆ อีกมากมาย (Igarashi et al., 1993) ซึ่งสารเหล่านั้น คือ สารฟีนอลิก และแอนโทไซยานิน เป็นต้น โดยผลขนาดเล็กจะมีการสะสมปริมาณฟีนอลิก และแอนโทไซยานินในปริมาณที่มาก และจะลดน้อยลงเมื่อผลมีขนาดใหญ่ขึ้นหรือใกล้ระยะสุกแก่

ดินเค็ม (saline soil) เป็นดินที่ได้รับอิทธิพลจากความเค็มของเกลือ ซึ่งทำให้เกิดปัญหาในการใช้สอยที่ดินและการจัดการดินในด้านการเกษตรและสภาพแวดล้อม โดยทั่วไปเกลือที่พบในดินเค็มที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชนั้น คือ เกลือโซเดียม ซึ่งเป็นสารประกอบของโซเดียมและคลอไรด์ ในประเทศไทยมีพื้นที่ที่เป็นดินเค็มอยู่ประมาณ 19.7 ล้านไร่ โดยจะพบได้ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และพื้นที่ชายทะเล (สมศรี อรุณินท์, 2550) โดยในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ที่เป็นดินเค็มอยู่ 17.8 ล้านไร่ ซึ่งจะเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำท่วมได้ในฤดูฝน สืบเนื่องจากการที่มีคราบเกลือชั้นอยู่บนผิวดินไม่สม่ำเสมอ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับฤดูกาลด้วย (พิชัย วิชัยดิษฐ์, 2540) ภาคกลางมีพื้นที่ที่เป็นดินเค็มอยู่ประมาณ 1.13 ล้านไร่ โดยสาเหตุของดินเค็มในภาคกลางนั้นมาจากพื้นที่ในบริเวณนี้เคยเป็นพื้นที่ที่มีการท่วมของน้ำทะเล ทำให้เกิดการทับถมของตะกอนจากน้ำทะเล ซึ่งระดับความเค็มของดินนั้นขึ้นอยู่กับความลึกของตะกอนจากน้ำทะเลและลักษณะดินของพื้นที่นั้น ๆ โดยผลกระทบที่พืชได้รับคือ ผลผลิตของพืชจะลดลง และยังมีผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตของพืช พืชบางชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในดินมีระดับความเค็มที่มากกว่า $2 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ พืชบางชนิดสามารถทนเค็มในระดับความเค็มที่ $4-8 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ แต่เมื่อระดับความเค็มที่ $16 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ พืชทุกชนิดจะแสดงอาการอย่างรุนแรง ซึ่งสามารถแบ่งพืชตามระดับความเค็มได้เป็น 2 กลุ่มได้แก่ 1) พืชทนเค็ม (halophyte) หมายถึง พืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในที่ที่มีระดับของเกลือในปริมาณสูง ซึ่งพืชเหล่านี้สามารถปรับตัวได้อย่างรวดเร็วในช่วงที่มีการเจริญเติบโต 2) พืชไม่ทนเค็ม (glycophyte หรือ non-halophyte) หมายถึง พืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในที่ที่ไม่มีเกลือ (nonsaline habitat) เมื่อพืชได้รับผลกระทบจากระดับความเค็ม พืชจะแสดงอาการคล้ายกับอาการของพืชที่ขาดน้ำ (Flower et al., 1977) อัญญาณี อาวุชานนท์ และคณะ (2561) รายงานว่า มะเขือสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่มีความเค็ม $4-6 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ แต่ยังขาดการศึกษาการให้ผลผลิตของมะเขือที่ปลูกในความเค็มในระดับต่าง ๆ ซึ่งการศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการติดผลของมะเขือที่ปลูกในสภาพความเค็มในโรงเรือน โดยทำการศึกษาในเชื้อพันธุ์กรรมมะเขือม่วงที่เก็บรวบรวมโดยศูนย์พัฒนาพืชผักเขตร้อนและพันธุ์การค้าบางสายพันธุ์

วิธีการศึกษา

ศึกษาเชื้อพันธุ์กรรมของมะเขือ จากศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จำนวน 20 สายพันธุ์ และพันธุ์การค้าเปรียบเทียบจำนวน 4 พันธุ์ ดำเนินการปลูกระหว่างเดือนสิงหาคม-พฤศจิกายน 2561 ในสภาพโรงเรือน ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยการนำต้นกล้ามะเขือที่มีอายุ 30 วันหลังจากเพาะเมล็ด จำนวน 24 สายพันธุ์ มาปลูกในกระถางขนาด 10 นิ้ว โดยมีทรายร่อนล้างน้ำเป็นวัสดุปลูก จากนั้นทำการแบ่งมะเขือแต่ละสายพันธุ์ออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 กระถาง กระถางละ 1 ต้น โดยแต่ละกลุ่มมีระดับความเข้มข้นของเกลือแตกต่างกัน ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ไม่ใส่เกลือ มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ที่ $2 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$, กลุ่มที่ 2 มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ที่ $4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ และกลุ่มที่ 3 มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ที่ $6 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ทำการรดสารละลายธาตุอาหาร A ประกอบด้วย $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ และ Fe-EDTA และสารละลายธาตุอาหาร B ประกอบด้วย KNO_3 , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , $\text{MnSO}_4\cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ และ $\text{NaMoO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ความเข้มข้น 0.25 เท่า ในอัตราส่วนสารละลายธาตุอาหาร 250 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 50 ลิตร ผสมกับเกลือ (NaCl) ตามระดับค่าการนำไฟฟ้าที่ความเข้มข้น $4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ และ $6 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ รดสารละลายธาตุอาหารปริมาณ 250 มิลลิลิตรในระยะแรก แล้วเพิ่มปริมาณสารละลายธาตุอาหารตามความเหมาะสม โดยดูจากการเจริญเติบโตและการติดผลของมะเขือ จากนั้นทำการ tag ดอกที่บานทุกสายพันธุ์ ทำการประเมินและคัดเลือกการให้ผลผลิต สีดอก รูปทรงผล และสีผลของแต่ละสายพันธุ์ในระยะ

เก็บเกี่ยวที่ 12 15 และ 18 วัน หลังดอกบาน เนื่องจากเป็นระยะการบริโภค และทำการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของมะเขือในสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตครบทุกระยะการเก็บเกี่ยวของกลุ่มที่จัดไว้ตามระดับความเค็มที่ต่างกัน

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการศึกษา พบว่ามะเขือที่สามารถให้ผลผลิตได้ทุกระดับความเข้มข้น มีทั้งหมด 7 สายพันธุ์ ได้แก่ KM, KK, SM-298, SM-065, SM-244, SM-267 และ SM-131 ส่วนในสายพันธุ์อื่น ๆ นั้นยังสามารถให้ผลผลิตได้แต่น้อย และมีบางสายพันธุ์ไม่ติดผลแต่ต้นสามารถเจริญเติบโตได้ดี ได้แก่ TG, SM-262, SM-556, SM-269, SM-020, SM-005, SM-618, SM-113, SM-049 และ SM-467 (Table 1) ซึ่งเป็นผลมาจากความเค็ม โดยสามารถประเมินลักษณะทางสัณฐานวิทยาของมะเขือ 24 สายพันธุ์ จากลักษณะของสีดอกและรูปทรงผล ซึ่งพบว่า สีของดอกนั้นมี 2 สี คือ สีขาว ได้แก่ KK, SM-065, SM-005, SM-131 และสีม่วง ได้แก่ FL, CM, TG, SM-262, SM-267, SM-298, SM-172, SM-269, SM-556, SM-229, SM-570, SM-371, SM-020, SM-603, SM-232, SM-618, SM-244, SM-113, SM-049 และ SM-467 (Figure 1) ส่วนรูปทรงผลมี 5 แบบ คือ ผลกลมแบน ได้แก่ SM-603 และ SM-005 ผลยาว ได้แก่ FL, TG, SM-262, SM-267, SM-269, SM-113, SM-049 และ SM-467 ผลกลม ได้แก่ CM, KK, SM-298, SM-556, SM-229, SM-371, SM-020, SM-232, SM-065 และ SM-618 ผลเรียวยาว ได้แก่ SM-244 และผลรูปไข่ ได้แก่ SM-172, SM-570 และ SM-131 (Figure 2) นอกจากนี้ยังมีการประเมินจากระยะการเก็บเกี่ยว (maturity stage) ใน 3 ระยะ คือ 12, 15 และ 18 วันหลังดอกบาน พบว่า ผลที่ได้จากกลุ่มที่ไม่มีเกลือผสมอยู่ ($2 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) มีคุณลักษณะของผลผลิตดีกว่ากลุ่มที่มีเกลือผสมอยู่ ($4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ และ $6 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) (Figure 8) การเจริญเติบโตของต้นมะเขือเมื่อผ่านไป 6 สัปดาห์นั้น มีการเจริญเติบโตที่เห็นได้ชัดว่า มะเขือที่ให้สารละลายธาตุอาหารที่ไม่มีเกลือผสมอยู่นั้น มีความแข็งแรง ขนาดทรงพุ่ม และมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า ต้นที่ให้สารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือผสมอยู่ที่ระดับความเค็ม $4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ และ $6 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ซึ่งมีความแข็งแรง ขนาดทรงพุ่ม และมีการเจริญเติบโตที่น้อยกว่า (Figure 3) หลังจากผ่านไป 8 สัปดาห์ทำการตัดแต่งมะเขือทุกสายพันธุ์ ทำให้เกิดการแตกต้นใหม่ เพื่อใช้ในการเก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่อไป โดยพบว่าต้นมะเขือที่อยู่ในกลุ่มที่ไม่มีเกลือผสมอยู่ ($2 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) ยังสามารถแตกตายอดใหม่ได้และมีการเจริญเติบโตปกติ ส่วนต้นมะเขือที่อยู่ในกลุ่มที่มีเกลือผสมอยู่ ($4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ และ $6 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) มีการแตกตายอดใหม่น้อยมาก และมีการดูดน้ำได้น้อย (Figure 4) ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากการปลูกมะเขือในสภาพที่มีเกลือผสมอยู่ ทำให้เนื้อเยื่อของลำต้นได้รับความเสียหาย เนื่องจากความเป็นพิษของเกลือ เมื่อทำการตัดแต่งกิ่งแล้วมะเขือจึงฟื้นตัวได้ยากและช้ากว่ามะเขือที่ปลูกในสภาพที่ไม่มีเกลือ ซึ่งเป็นผลมาจากเกลือที่มีผลต่อการพัฒนาของ vascular tissue และ parenchymatous tissue ที่อยู่บริเวณ cortex และ pith มีขนาดเล็ก (Hayward and Long, 1941) เมื่อทำการล้างรากเพื่อตรวจสอบราก พบว่า รากที่อยู่ในชุดที่รดสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือผสมอยู่นั้นอยู่ในสภาพที่เสียหาย โดยความเสียหายจะเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของเกลือที่ผสมอยู่ในสารละลายธาตุอาหารที่นำมารด (Figure 5)

นอกจากนี้ใบของมะเขือม่วงมีความเขียวของใบเฉลี่ยในแต่ละทริตเมนต์ อยู่ในช่วง 42-61 SPAD unit ในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ค่าความเขียวของใบเฉลี่ยในแต่ละทริตเมนต์จะมีค่าลดลงเล็กน้อย ซึ่งอยู่ในช่วง 36-58 SPAD unit, 38-56 SPAD unit และ 36-54 SPAD unit ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ในทุก 2 สัปดาห์ที่มีการประเมินความเขียวใบ ไม่พบอิทธิพลของเกลือต่อความเขียวของใบมะเขือ ซึ่งใบมะเขือที่ปลูกที่ความเค็ม 2, 4 และ $6 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ มีความเขียวใบที่ใกล้เคียงกัน (Figure 6) งานวิจัยของ สมศรี อรุณินท์ (2540) กล่าวว่า มะเขือเป็นพืชที่สามารถทนเค็มได้ดีที่ระดับค่าการนำไฟฟ้า $2 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ โดยมะเขือจะมีการแสดงอาการของการทนเค็ม ใบจะมีสีเขียวเข้มกว่ามะเขือที่ไม่ได้รับเกลือ เนื่องจากมะเขือจะปรับตัวให้ใบมีคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้น และมี cuticle หนาขึ้นเพื่อลดการคายน้ำ ซึ่งการปลูกมะเขือในสภาพโรงเรือนไม่เหมาะกับมะเขือบางสายพันธุ์ เช่น พันธุ์การคำ FL, TG, SM-262, SM-269, SM-556, SM-020, SM-005, SM-618, SM-113, SM-049 และ SM-467 แม้จะมีการเจริญเติบโตของต้นที่ดีมาก แต่จำนวนผลที่ได้ก็น้อยมากและไม่สมบูรณ์ โดยเฉพาะ SM-6-18 ที่เป็นพันธุ์ที่ทนทานต่อสภาพร้อนและแล้งได้ดี (อนุชิต คำสุข และคณะ, 2561) เมื่อปลูกในสภาพโรงเรือนจึงอาจไม่เหมาะสมต่อการพัฒนาของผลมะเขือได้ จากการศึกษาครั้งนี้สามารถคัดเลือกมะเขือที่ให้ผลผลิตเมื่อปลูกในสภาพความเค็มที่ระดับ $4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ได้คือ SM-172, SM-570, SM-371, SM-603 และ SM-232 ส่วนมะเขือที่ให้ผลผลิตได้เมื่อปลูกที่ความเค็มระดับ 4-6 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ คือ พันธุ์การคำ CM และ KK และเชื้อพันธุ์กรรม SM-267, SM-298, SM-065, SM-244 และ SM-131



Figure 1 Eggplant flower color (a) white (b) purple.



Figure 2 Eggplant fruit shape (a) flatten (b) long (c) round (d) narrow-long (e) ovate.

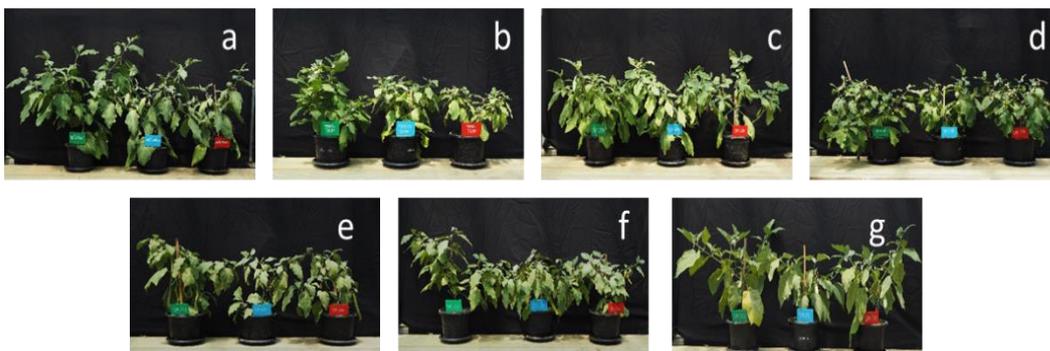


Figure 3 Seven eggplant accessions; KM (a), KK (b), SM-298 (c), SM-065 (d), SM-244 (e), SM-267 (f) and SM-131 (g) treated with electrical conductivity of 2, 4 and 6 dSm^{-1} at 8 weeks.

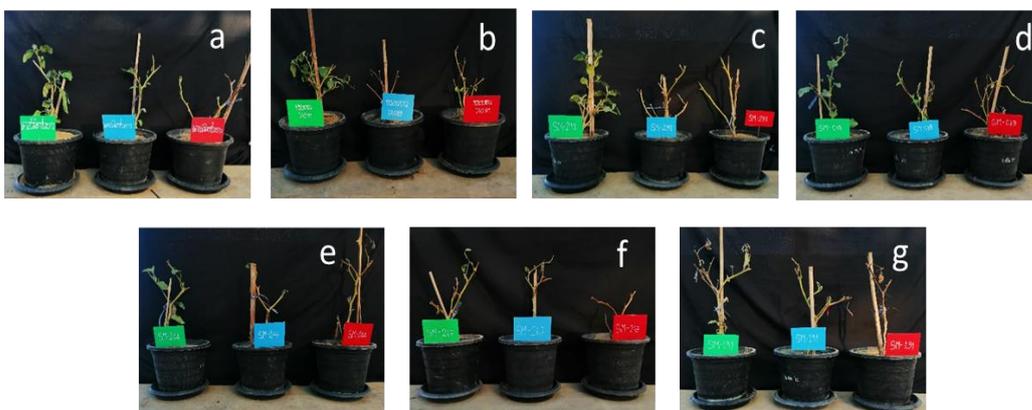


Figure 4 Seven eggplant accessions; KM (a), KK (b), SM-298 (c), SM-065 (d), SM-244 (e), SM-267 (f) and SM-131 (g) treated with electrical conductivity of 2, 4 and 6 dSm^{-1} at 4 weeks after pruning.

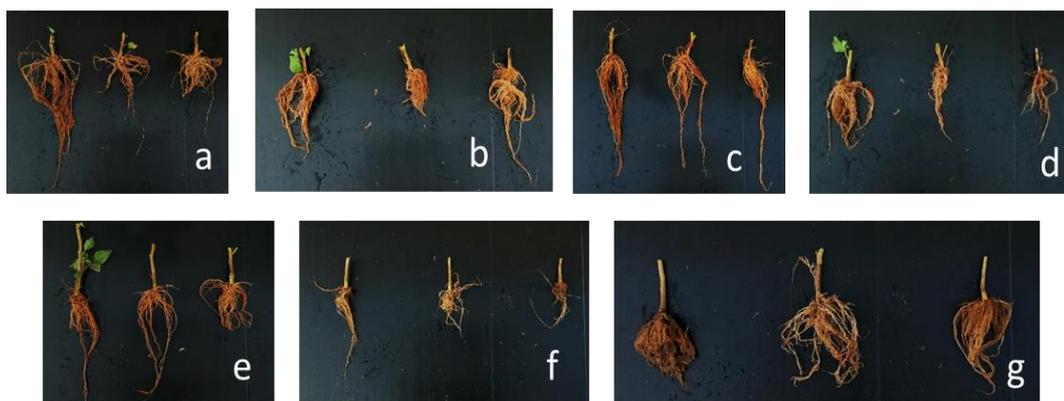


Figure 5 Root system of seven eggplant accessions in 2, 4 and 6 dSm⁻¹ at 4 weeks after pruning KM (a), KK (b), SM-298 (c), SM-065 (d), SM-244 (e), SM-267 (f) and SM-131(g).



Figure 6 SPAD value of leaf in 2, 4 and 6 dS/m at 2, 4, 6 and 8 week of 24 eggplant accessions.



Figure 7 Fruit shape of seven eggplant accessions KM (a), KK (b), SM-298 (c), SM-065 (d), SM-244 (e), SM-267 (f) and SM-131 (g).

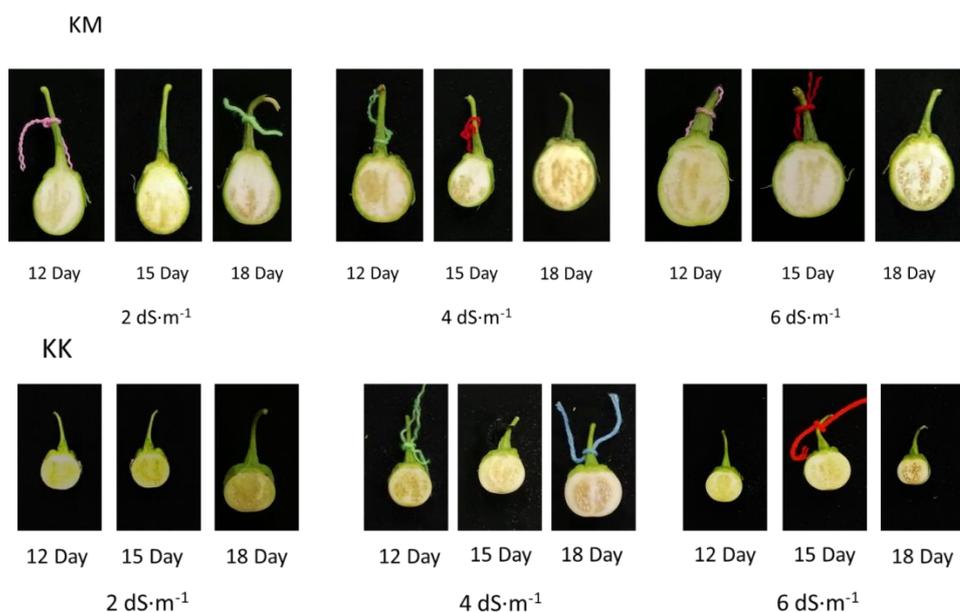


Figure 8 Maturity stage of eggplant accessions KM and KK.

Table 1 Morphology characteristic of flowering and fruit setting at 12, 15 and 18 days after pollination.

No.	Variety	Flower color	Fruit shape	Fruit setting		
				2 dS/m	4 dS/m	6 dS/m
1	FL	Purple	Elongated	-	-	-
2	KM	Purple	Round	/	/	/
3	KK	White	Round	/	/	/
4	TG	Purple	Elongated	-	-	-
5	SM-262	Purple	Elongated	-	-	-
6	SM-267	Purple	Elongated	/	/	/
7	SM-298	Purple	Round	/	/	/
8	SM-172	Purple	Oval	/	/	-
9	SM-269	Purple	Elongated	-	-	-
10	SM-556	Purple	Round	-	-	-
11	SM-229	Purple	Round	/	-	-
12	SM-570	Purple	Oval	/	/	-
13	SM-371	Purple	Round	/	/	-
14	SM-020	Purple	Round	-	-	-
15	SM-603	Purple	Flat round	/	/	-
16	SM232	Purple	Round	/	/	-
17	SM-065	White	Round	/	/	/
18	SM-005	White	Flat round	-	-	-
19	SM-618	Purple	Round	-	-	-
20	SM-244	Purple	Long ovate	/	/	/
21	SM-131	White	Oval	/	/	/
22	SM-113	Purple	Elongated	-	-	-
23	SM-049	Purple	Elongated	-	-	-
24	SM-467	Purple	Elongated	-	-	-

สรุปผลการศึกษา

จากการประเมินเชื้อพันธุกรรมมะเขือม่วงที่สามารถทนเค็มในสภาพโรงเรือน พบว่า มีมะเขือที่สามารถให้ผลผลิตได้ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ 2 dSm^{-1} , 4 dSm^{-1} และ 6 dSm^{-1} ทั้งหมด 7 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์การค้า CM และ KK และเชื้อพันธุกรรม SM-267, SM-298, SM-065, SM-244 และ SM-131 ซึ่งสามารถนำมะเขือเหล่านี้ไปใช้เป็นเชื้อพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์มะเขือเพื่อให้มีความสามารถในการทนต่อสภาพดินเค็มในอนาคตได้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.) และ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2559. ข้อมูลการส่งผักสดไปต่างประเทศ. กรมส่งเสริมการเกษตร.
<http://www.doa.go.th/ard/FileUpload/export/5.4.2/Vegetable59.pdf> (ตุลาคม 2561).
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2560. มะเขือม่วง. กรมส่งเสริมการเกษตร. <http://www.agriinfo.doae.go.th/year60/plant/roitor/veget/67.pdf> (ตุลาคม 2561).
- พิชัย วิชัยดิษฐ์. 2540. การอ่านและการใช้แผนที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ใน *เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องดินเค็ม กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน*. น. 174 -176. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.
- สมศรี อรุณินท์. 2540. *ดินเค็มในประเทศไทย*. น. 251. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.
- อัษฎมณี อาวุชานนท์, ปัญจรัตน์ แซ่ตัน, ปิยะฉัตร ฝกามาศ และธรรช อำพล. 2561. การประเมินศักยภาพในการทนเค็มของมะเขือพันธุ์การค้า 11 พันธุ์ในสภาพโรงเรือน. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ* 1 (1) : 57-68.
- อนุชิต คำสุข, จันทอง โสมกุล, ปิยะฉัตร ฝกามาศ, วรลักษณ์ ประยูรมหิศร และอัษฎมณี อาวุชานนท์. 2561. การประเมินลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อพันธุกรรมมะเขือเพื่อคัดเลือกลักษณะทนร้อน. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า* 36 (พิเศษ): 76-82.
- Flower, T.J., Troke, P.E., and A.R. Yeo. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 28: 89-121.
- Hayward, H.E., and E.M. Long. 1941. Anatomical and physiological response of the tomato to varying concentrations of sodium chloride, sodium sulphate and nutrient solution. *Botan. Gaz.* 102: 437-462.

วันรับบทความ (Received date) : 15 พ.ย. 61

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 28 ม.ค. 62

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 11 มิ.ย. 62

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำอณูเบียดคอนเจนซิสโดยใช้ Thidiazuron (TDZ)

Micropropagation of *Anubias congensis* by using Thidiazuron (TDZ)

ชานนท์ กล่อมกำแหง¹ นงนุช เลาะห์วิสุทธิ¹ และบุปผา จงพัฒน์¹
Chanon Klomkamhaeng¹, Nongnuch Laohavisuti¹ and Buppha Jongput¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ Thidiazuron (TDZ) ต่อการชักนำให้เกิดยอดและการพัฒนาของชิ้นเนื้อเยื่อตายอดของพรรณไม้น้ำอณูเบียดคอนเจนซิส (*Anubias congensis*) โดยใช้ความเข้มข้นของ TDZ 5 ระดับ ได้แก่ 0, 2, 4, 6 และ 8 mg/L เติมนลงในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าอาหารที่เติม TDZ ความเข้มข้น 2 mg/L ชักนำให้เกิดยอดและใบมากที่สุด ($P < 0.05$) ซึ่งจำนวนยอดเฉลี่ย (5.40 ยอด/ชิ้นเนื้อเยื่อ) และจำนวนใบเฉลี่ย (7.30 ใบ/ชิ้นเนื้อเยื่อ) และในอาหารที่เติม TDZ มีการเกิดรากน้อยกว่าชุดการทดลองที่ไม่เติม TDZ ($P < 0.05$) ส่วนความยาวยอดไม่มีความแตกต่างระหว่างชุดการทดลอง ($P > 0.05$) อาหารที่เติม TDZ ทุกความเข้มข้นชักนำให้เกิดยอดอ่อนขนาดเล็กจำนวนมาก (multiple shoots) 100 เปอร์เซ็นต์ อาหารที่เติม TDZ 4, 6 และ 8 mg/L มีเส้นผ่านศูนย์กลางของ multiple shoots มากกว่าอาหารที่เติม TDZ 0 และ 2 mg/L ($P < 0.05$) น้ำหนัก multiple shoots ของชิ้นเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารที่เติม TDZ 2, 4 และ 8 mg/L มีน้ำหนักมากที่สุด ($P < 0.05$) การใช้ TDZ ความเข้มข้นที่ 2 mg/L เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตในการชักนำให้เกิดจำนวนยอดมากที่สุดสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้นอณูเบียดคอนเจนซิส

คำสำคัญ: การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ อณูเบียดคอนเจนซิส สารควบคุมการเจริญเติบโต ไทเดี่ยซุรอน

Abstract

This research aims to study the effect of Thidiazuron (TDZ) on growth and induction of protocorm in *Anubias congensis*, with using TDZ 5 concentrations 0, 2, 4, 6 and 8 mg/L, added to MS semi-solid medium (Murashige and Skoog, 1962) for 6 weeks. Media supplemented with 2 mg/L TDZ induced the highest number of shoots and number of leaves at 5.40 shoots/explants and 7.30±0.58 leaves/explants. All medium supplemented with 2, 4 6 and 8 mg/L TDZ induced number of roots lower than that control. There was no difference significantly among treatments in shoot length ($P > 0.05$). All treatments supplemented with 2-8 mg/L induced multiple shoots at 100%. Medium added with 4, 6 and 8 mg/L TDZ were increased diameter of multiple shoots higher than that with 2 mg/L TDZ and control. The maximum fresh weight of multiple shoots (1.08, 0.89 and 0.84 gram/explants) in *A. congensis* was obtained on medium containing 2, 4 and 8 mg/L TDZ, respectively ($P < 0.05$). Using 2 mg/L TDZ as a growth regulator induced the highest number of shoots in *A. congensis* micropropagation.

Keywords: micropropagation, *Anubias congensis*, plant growth regulators, Thidiazuron (TDZ)

¹หลักสูตรวิทยาศาสตรจารย์ประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

*Corresponding author, Email: nongnuch.la@kmitl.ac.th

คำนำ

ต้นอนุเบียสคอนเจนซิส (*Anubias congensis*) เป็นพรรณไม้น้ำที่จัดอยู่ในวงศ์ Araceae มีถิ่นกำเนิดบริเวณเขตร้อนในทวีปแอฟริกาจัดเป็นพืชมีดอกใบเลี้ยงคู่ เป็นพืชล้มลุกอายุหลายปี มีลำต้นจริงเป็นเหง้า (rhizome) เจริญอยู่ใต้ดิน และแทงยอดขึ้นมาบนดิน มีใบแตกออกจากโคนต้น มีดอกขนาดเล็ก ไม่มีก้านดอกออกรวมกันเป็นช่อแบบ spadix มีกาบประดับคล้ายใบมีสีน้ำตาลหรือขาว (Hiscock, 2003) ต้นอนุเบียสคอนเจนซิสเป็นพรรณไม้น้ำสวยงามในสกุลอนุเบียสที่มีการส่งออกเป็นอันดับต้น ๆ ของประเทศไทย (กลุ่มบริการส่งออกสินค้าเกษตร, 2559) แต่พรรณไม้น้ำสกุลนี้มีการเจริญเติบโตช้า ในแต่ละปีจะเกิดใบใหม่ขึ้น 8-10 ใบ และขยายพันธุ์โดยการแยกหน่อตัดโรโซม (วันเพ็ญ และกาญจนวี, 2543) ดังนั้นการนำเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมาใช้ในการขยายพันธุ์เพื่อให้ได้ต้นพันธุ์จำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับการเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น สารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulator) เป็นสารที่นำมาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตหรือให้ผลผลิตนอกฤดูกาลได้ (พีรเดช ทองอำไพ, 2529) สารควบคุมการเจริญเติบโตที่นิยมใช้ในกลุ่มไซโตไคนิน (cytokinins) ซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีบทบาทชักนำการแบ่งเซลล์และเกิดยอดแต่ยับยั้งการเกิดราก (Pierik, 1989) เช่น Zeatin, 6-isopentenyladenine (ZiP), benzyladenine (BA) และ 6-furfurylamino-purine (kinetin) ปัจจุบันพบว่า มีสารที่ออกฤทธิ์คล้ายกับกลุ่มไซโตไคนิน คือ thidiazuron (TDZ) หรือ N-phenyl-N'-1,2,3-thidiazol-5-ylurea มีสูตรเคมีคือ $C_9H_8N_4OS$ มีลักษณะเป็นผลึกสีเหลืองอ่อน (light-yellow-crystal) มีมวลโมเลกุล (MW) เท่ากับ 220.2 g/mol มีจุดหลอมเหลวที่ 213 องศาเซลเซียส และละลายได้ดีในเอทานอล (ethanol) หรือตัวทำละลายอื่น ๆ เช่น อะซีโตน เบนซีน (Murthy et al., 1998) ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่า BA (Mok et al., 1982) โดยเป็นสารในกลุ่มของฟีนิลยูเรีย (phenylureas) (Fosket, 1994; Sutter, 1996) ซึ่งสารชนิดนี้ให้ผลได้หลายรูปแบบ เช่น สามารถชักนำให้เกิดการแตกกอของกล้วยไม้ได้ ส่งเสริมให้เกิดการสร้าง protocorm like bodies (PLBs) ในกล้วยไม้หลายสกุล ทำให้เกิดเนื้อเยื่อพืชต้นเล็ก ๆ จำนวนมาก เช่น ในกล้วยไม้สกุล *Cattleya* (Pierik and Steegmans, 1972) ทำให้ใบผ่ายหลุดร่วงก่อนเก็บเกี่ยว (Huetteman and Preece, 1993) *Phaseolus lunatus* L. พันธุ์ Kingston เป็นไม้เนื้อแข็งใช้ TDZ ความเข้มข้นต่ำกว่าสารในกลุ่มไซโตไคนินชนิดอื่น ๆ ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพิ่มมากขึ้น (Mok et al., 1982) แต่การใช้มีข้อจำกัดคือต้องคำนึงถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดจำนวนยอดที่ออกขึ้นอย่างรวดเร็ว (นพดล จรัสสัมฤทธิ์, 2537; รังสฤษดิ์ กาวิฑีระ, 2540)

ดังนั้นการศึกษาหาความเข้มข้นของ TDZ ที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดยอดและการพัฒนาของขึ้นเนื้อเยื่อตายอดของต้นอนุเบียสคอนเจนซิส เพื่อใช้เป็นการเพิ่มต้นพันธุ์ปลอดเชื้อให้ได้ปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของตลาดและยังเป็นแนวทางการใช้ TDZ กับพรรณไม้น้ำในสกุลอนุเบียสชนิดอื่น

วิธีการศึกษา

พรรณไม้น้ำที่ใช้ในการทดลอง

นำต้นอนุเบียสคอนเจนซิสส่วนตายอดจากห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง มาเลี้ยงในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) ร่วมกับ benzyladenine (BA) 5 mg/L เป็นเวลา 4 สัปดาห์เพื่อทำการเพิ่มจำนวนของพืชที่ใช้ทำการทดลอง จากนั้นทำการตัดส่วนตายอดมาเลี้ยงบนอาหารที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโต เพาะเลี้ยงในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ให้ความเข้มแสง 2,500 ลักซ์ ช่วงการให้แสง 12 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ในสภาวะปลอดเชื้อ หลังจาก 4 สัปดาห์ คัดเลือกเนื้อเยื่อที่มีขนาดใกล้เคียงกันนำไปใช้ในการทดลอง

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยปัจจัยที่ศึกษาคือความเข้มข้นของ TDZ 5 ระดับ ได้แก่ 0, 2, 4, 6 และ 8 mg/L ที่เติมลงไปในการอาหารสูตร MS แต่ละชุดการทดลองละ 20 ข้ำ ข้ำละ 1 ขวด ในแต่ละข้ำใช้ขึ้นเนื้อเยื่อ 1 ชิ้น ดังนี้

- ชุดการทดลองที่ 1 อาหารสูตร MS ร่วมกับ TDZ 0 mg/L
- ชุดการทดลองที่ 2 อาหารสูตร MS ร่วมกับ TDZ 2 mg/L
- ชุดการทดลองที่ 3 อาหารสูตร MS ร่วมกับ TDZ 4 mg/L
- ชุดการทดลองที่ 4 อาหารสูตร MS ร่วมกับ TDZ 6 mg/L
- ชุดการทดลองที่ 5 อาหารสูตร MS ร่วมกับ TDZ 8 mg/L

การเตรียมอาหารทดลอง

ทำการเตรียมอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ร่วมกับ TDZ 5 ระดับ ได้แก่ 0, 2, 4, 6 และ 8 mg/L โดยใช้น้ำตาล 30 g/L และ Murashige and Skoog basal medium 4.33 g/L แล้วเติมสารอินทรีย์ (glycine, nicotinic, pyridoxine, thiamine) และ inositol เข้มข้น 1,000 เท่า อย่างละ 1 ml/L แล้วจึงเติมสาร TDZ จากเข้มข้น 250 mg/L โดยหาปริมาณที่ใช้ในแต่ละระดับความเข้มข้นด้วยสูตร $C_1V_1 = C_2V_2$ หลังจากนั้นนำส่วนประกอบดังกล่าวมาผสมให้ละลายเข้ากันแล้วจึงปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 L โดยใช้กระบอกตวงขนาด 1,000 ml และนำไปปรับ pH 5.60 ด้วย HCl หรือ NaOH 10 เปอร์เซ็นต์ แล้วเติม gellan gum 2 g/L หลอมด้วยเตาไมโครเวฟ เป็นเวลา 8 นาที เมื่อละลายหมดจึงเทใส่ขวดเพาะเลี้ยง ขนาด 8 ออนซ์ ปิดฝาขวดให้สนิท นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ด้วยหม้อนึ่งความดัน

ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้นอนุเบียสคอนเจนซิส

ทำความสะอาดภายในตู้ปลอดเชื้อ (laminar flow) ก่อนการใช้งานโดยใช้ด่างทับทิม ($KMnO_4$) ผสมกับฟอร์มาลีน เพื่อให้เกิดเป็นไอระเหยของฟอร์มาลีนแล้วทิ้งไว้ 2-3 วัน จึงใช้แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ มาเช็ดทำความสะอาดภายใน และเปิด UV ก่อนใช้งานตู้ 30 นาที และเช็ดทำความสะอาดก่อนใช้อีกครั้ง หลังจากนั้นเตรียมอุปกรณ์ในการตัดเนื้อเยื่อเข้าตู้ปลอดเชื้อ ซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแห้ง (dry heat) ได้แก่ มีดสำหรับตัดเนื้อเยื่อ ฟอर्सิป (forceps) งานแก้วรองรับตัดเนื้อเยื่อ (petri dish) จากนั้นเริ่มทำการตัดเนื้อเยื่อส่วนตายออกภายในตู้ปลอดเชื้อที่ทำความสะอาดแล้ว โดยตัดให้เนื้อเยื่อมีขนาดเฉลี่ยเท่ากัน 5-6 มม. คีบเนื้อเยื่อแบบสุ่มลงปลูกบนอาหารแต่ละสูตร โดยเลี้ยงชิ้นส่วนต้นอนุเบียสคอนเจนซิสบนอาหารจำนวน 1 ชิ้นต่ออาหาร 1 ขวด แล้วนำเนื้อเยื่อไปเลี้ยงในห้องที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 2,500 ลักซ์ ช่วงการให้แสงวันละ 12 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 6 สัปดาห์

การบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นอนุเบียสคอนเจนซิสทุกสัปดาห์ ได้แก่ ความสูงต้นโดยวัดจากใบที่สูงที่สุดจนถึงโคนต้น เส้นผ่านศูนย์กลางโดยวัดจากจุดที่มีความกว้างมากที่สุดด้วยเวอร์เนียร์ จำนวนใบ จำนวนราก และจำนวนยอด ทำการนับจำนวนใบ ราก และยอดที่เกิดขึ้นในแต่ละสัปดาห์โดยนับสะสมในทุกสัปดาห์ การวัดการเกิดแคลลัสหรือ multiple shoots บันทึกภาพด้วยกล้องถ่ายภาพยี่ห้อ Canon G7X ในทุกสัปดาห์ และนำบันทึกของ multiple shoots โดยใช้เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ซึ่งทำการชั่งในสัปดาห์ที่ 6 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่าง

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ความเข้มข้นของ TDZ ต่อการเจริญเติบโตของต้นอนุเบียสคอนเจนซิส

จากการทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของต้นอนุเบียสคอนเจนซิสในสภาพปลอดเชื้อด้วยอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติม TDZ ที่ความเข้มข้น 0, 2, 4, 6 และ 8 mg/L เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้นต่างกัน ส่งผลต่อจำนวนยอด จำนวนใบ และจำนวนราก มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ยกเว้นความยาวยอด ($P > 0.05$) การชักนำให้เกิดยอดของชิ้นเนื้อเยื่อ พบว่าที่ความเข้มข้น 2 mg/L ทำให้เกิดจำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุด (5.40 ± 0.39 ยอด/ชิ้นเนื้อเยื่อ) ซึ่งมากกว่าความเข้มข้น 4, 6, 8 และ 0 mg/L ($P < 0.05$) มีค่าเฉลี่ย 3.65 ± 0.42 , 3.10 ± 0.32 , 3.20 ± 0.37 และ 1.15 ± 0.08 ยอด/ชิ้นเนื้อเยื่อ ตามลำดับ จำนวนของใบที่เกิดขึ้น พบว่าที่ความเข้มข้น 2 mg/L มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด (7.30 ± 0.58 ใบ/ชิ้นเนื้อเยื่อ) ซึ่งมากกว่าความเข้มข้น 4, 6, 8 และ 0 mg/L ($P < 0.05$) มีค่าเฉลี่ย 4.5 ± 0.37 , 5.15 ± 0.42 , 4.75 ± 0.51 และ 3.60 ± 0.27 ใบ/ชิ้นเนื้อเยื่อ ตามลำดับ ในอาหารที่ไม่เติม TDZ มีการเกิดรากมากกว่าชุดการทดลองที่เติม TDZ ($P < 0.05$) (Table 1) ซึ่ง TDZ เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชกลุ่มไซโทไคนินที่มีคุณสมบัติช่วยให้เกิดการแบ่งเซลล์ เพิ่มขนาดเซลล์ กระตุ้นการแตกตาข้าง ส่งเสริมการสร้างยอดและเกิดต้นใหม่ รวมถึงกระตุ้นการทำงานของโปรตีนและเอนไซม์ในเนื้อเยื่อพืช จึงส่งเสริมการเจริญได้ดี อย่างไรก็ตามพืชในวงศ์ Araceae แต่ละชนิดตอบสนองต่อความเข้มข้นของ TDZ ดังงานทดลองของ Murthy et al. (1998) พบว่า TDZ ที่ความเข้มข้นต่ำมีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดได้โดยตรง ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Jo et al. (2008) โดยใช้ความเข้มข้น TDZ 0.1-1 mg/L ในการเพิ่มจำนวนยอดของ *Alocasia amazonica* การใช้สาร TDZ ความเข้มข้นต่ำ 0.11 mg/L ในต้นกุหลาบพันปี 2 ชนิด (*Rhododendron sichotense* Pojark. และ *R. catawbiense* cv. Grandiflorum) ทำให้เกิดยอดที่มีลักษณะเป็นกอขนาดเล็ก (Yulianna et al., 2016) ในงานวิจัยของ พัทธนันท์ เย็นใส และพจมาลย์ สุรนิลพงศ์ (2557) ซึ่งกล่าวว่า TDZ ความเข้มข้น 0.1 mg/L ใน *Musa sapientum* L. (AAB group) ทำให้เกิดยอดมากกว่าที่ความเข้มข้น 0.5 mg/L และความยาวยอดลดลงเมื่อในอาหารเติม TDZ 0.5 mg/L และในงานวิจัยของ

ปิยะวดี เจริญวัฒน์ และคณะ (2559) กล่าวว่าที่ระดับความเข้มข้นของ TDZ 2 และ 3 mg/L ในต้นอโกลนีมา (*Aglaonema modestum*) พันธุ์ช้างแดงและพันธุ์อุ้มฉิม ส่งผลให้เกิดยอด 100 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับรายงานของ Lin et al. (1997) ว่า TDZ ชักนำให้เกิดยอดใน *Alstroemeria* L. ซึ่งทำให้เกิดการพัฒนาของจำนวนยอดได้มากและพัฒนาของยอดได้อย่างรวดเร็ว

Table 1 The number of shoots, leaves, roots and shoot length in *A. congensis* on MS semi-solid medium containing different levels of TDZ for 6 weeks.

Concentration (mg/L)	Number of shoots per explant	Number of leaves per explant	Number of roots per explant	Shoot length (mm)
0 (control)	1.15±0.08 ^c	3.60±0.27 ^c	7.38±0.63 ^a	22.60±1.52
2	5.40±0.39 ^a	7.30±0.58 ^a	0.50±0.29 ^b	21.92±1.28
4	3.65±0.42 ^b	4.50±0.37 ^{bc}	0.50±0.09 ^b	20.98±1.25
6	3.10±0.32 ^b	5.15±0.42 ^b	0.20±0.09 ^b	18.08±0.95
8	3.20±0.37 ^b	4.75±0.51 ^{bc}	0.00±0.00 ^b	20.12±0.77
F-test	*	*	*	Ns

NS = non-significant difference ($P>0.05$) * = significant difference ($P<0.05$), means \pm SD values within a column followed by the different letters were significantly at $P<0.05$ according to DMRT.

ความเข้มข้นของ TDZ ต่อการพัฒนาของชิ้นเนื้อเยื่อตายอดของต้นอโกลนีมา

จากการทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของต้นอโกลนีมาในสภาพปลอดเชื้อด้วยอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติม TDZ ที่ความเข้มข้น 0, 2, 4, 6 และ 8 mg/L เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า เริ่มมีการพัฒนาของชิ้นเนื้อเยื่อของต้นอโกลนีมาเป็น multiple shoots ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 ในทุกชุดการทดลองที่ได้รับ TDZ ยกเว้นชุดควบคุม (Figure 1) ลักษณะชิ้นเนื้อเยื่อมีลักษณะเป็นกระจุก จำนวนยอดขนาดเล็กจำนวนมาก ใบเรียวยาวขนาดเล็กแต่ใบไม่คลี่ออก ชิ้นเนื้อเยื่อเกาะกันแน่น มีสีเขียวอ่อน และเหลืองอมขาว (Figure 2) ชิ้นเนื้อเยื่อที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เติม TDZ ทุกความเข้มข้น สามารถชักนำให้เกิด multiple shoots ได้ 100% แต่ชุดการทดลองที่ไม่เติม TDZ ไม่เกิด multiple shoots ($P<0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำ multiple shoots ชั่งน้ำหนักและวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง พบว่าเส้นผ่านศูนย์กลาง multiple shoots ของชิ้นเนื้อเยื่อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยความเข้มข้นของ TDZ 4, 6 และ 8 mg/L ชักนำให้เกิด multiple shoots มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 12.51±0.67, 12.61±0.91 และ 12.46±0.69 กรัม/ชิ้นเนื้อเยื่อ ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าที่ความเข้มข้น 0 และ 2 mg/L อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) น้ำหนัก multiple shoots ของชิ้นเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารที่ความเข้มข้น TDZ ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ระหว่างชุดการทดลอง น้ำหนัก multiple shoots ของชิ้นเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารที่ TDZ 2, 4 และ 8 mg/L ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และความเข้มข้นที่ 4, 6 และ 8 mg/L ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (Table 2) โดยระดับความเข้มข้นที่ใช้สูงกว่าในงานวิจัยของ Mariani et al. (2011) กล่าวว่าความเข้มข้นต่ำของ TDZ ที่ชักนำให้เกิดยอดในวงศ์ Araceae ได้คือ 0.1-1.5 mg/L ซึ่งลักษณะปกติ ไม่สอดคล้องกับรายงานของ Dewir et al. (2006) ได้ทดลองในพืชวงศ์ Araceae ที่ระดับความเข้มข้น 0-1.77 mg/L ส่งผลให้เกิดความผิดปกติของยอดในทุกๆระดับความเข้มข้น โดยยอดมีลักษณะบวม มีใบที่แคบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Han and Park (2008) ได้ทำการทดลองใน *Philodendron cannifolium* ที่ระดับความเข้มข้น 0-0.99 mg/L เกิดความผิดปกติในทุกๆการทดลองที่มีการเติม TDZ ได้แก่ การบวม เกิดแคลลัสที่มีลักษณะอัดแน่นบนบริเวณฐานของยอด ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง และเกิดการตายของเซลล์ เช่นเดียวกับรายงานของ El-Mahrouk et al. (2016) ได้ทดลองใน *Aglaonema* 'Valentine' ที่ระดับความเข้มข้น 2 mg/L ส่งผลให้เกิดการบวมบริเวณฐานของยอด และการเจริญเติบโตผิดปกติ

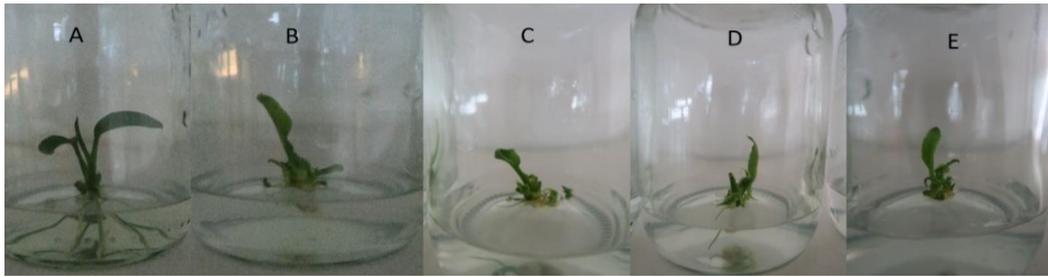


Figure 1 *A. congensis* on MS semi-solid medium containing different levels of TDZ which containing TDZ, A: 0 (control), B: 2, C: 4, D: 6 and E: 8 mg/L for 3 weeks.

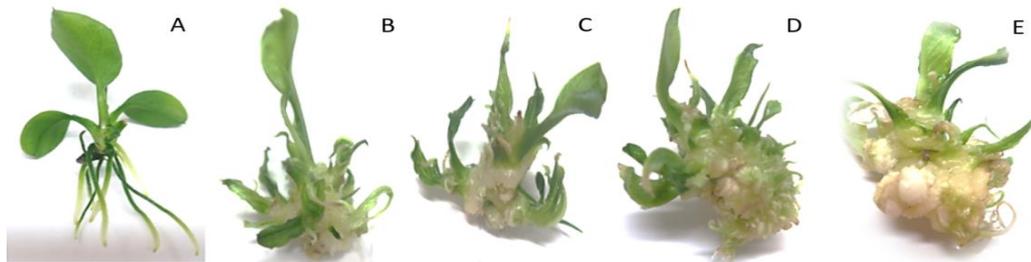


Figure 2 *A. congensis* on MS semi-solid medium containing different levels of TDZ, A: 0 (control), B: 2, C: 4, D: 6 and E: 8 mg/L for 6 weeks.

Table 2 The percentage explants forming, diameter and weight of multiple shoots in *A. congensis* on MS semi-solid medium containing different levels of TDZ for 6 weeks.

Concentration (mg/L)	Diameter of multiple shoots (mm)	Weight of multiple shoots (gram/tissue)	% Explants forming multiple shoots
0 (control)	4.47±0.17 ^c	0.32±0.03 ^c	0±0.00 ^b
2	9.88±0.37 ^b	1.08±0.10 ^a	100±0.00 ^a
4	12.61±0.91 ^a	0.89±0.10 ^{ab}	100±0.00 ^a
6	12.51±0.67 ^a	0.63±0.00 ^b	100±0.00 ^a
8	12.46±0.69 ^a	0.84±0.11 ^{ab}	100±0.00 ^a
F-test	*	*	*

* = Significant difference ($P < 0.05$), means \pm SD values within a column followed by the different letters were significantly at $P < 0.05$ according to DMRT.

สรุปผลการศึกษา

จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้นอนุเบียสคอนเจนซิสบนอาหารกึ่งแข็ง MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 2 mg/L เป็นความเข้มข้นที่สามารถชักนำให้เกิด multiple shoots 100% หลังจากการเพาะเลี้ยงได้ 3 สัปดาห์ เกิดจำนวนยอดและใบเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 5.40 ยอด/ชิ้นเนื้อเยื่อ และ 7.30±0.58 ใบ/ชิ้น ดังนั้นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากชิ้นเนื้อเยื่อตายอดของต้นอนุเบียสคอนเจนซิส ควรใช้ TDZ ที่ความเข้มข้น 2 mg/L ในอาหารกึ่งแข็ง MS

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มบริการส่งออกสินค้าเกษตร. 2559. ข้อมูลการส่งออกต้นไม้ไม้ (รายชนิด) ไปต่างประเทศ ปี 2555-2558 (เฉพาะที่มีใบรับรองสุขอนามัยพืช). กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.
- นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2537. ฮอริโมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. น. 124. กรุงเทพฯ: รั้วเขียว.
- ปิยะวดี เจริญวัฒน์, รุ่งโรจน์ วัฒนะจิตเสรี และพีรวัส ภูณาประเสริฐ. 2559. ผลของ BA และ TDZ ต่อการพัฒนายอดกอโกลนีมาพันธุ์ข้างแดงและพันธุ์อัญมณีในสภาพปลอดเชื้อ. *วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์* 3: 63-69.
- พีรเดช ทองอำไพ. 2529. ฮอริโมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. น. 196. กรุงเทพฯ: ไดนามิคการพิมพ์.
- พัชรัตน์ เย็นใส และพจนมาลย์ สุรนิลพงศ์. 2557. ผลของ benzyladenine และ thidiazuron ต่อการชักนำยอดรวมของกล้วยข้างในสภาพปลอดเชื้อ. *วารสารแก่นเกษตร* 42: 157-161.
- รังษุณี กาวิตี. 2540. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช หลักการและเทคนิค. น. 219. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Dewir, Y.H., Chakrabarty, D. Hahn, E.J., and K.Y. Paek. 2006. A simple method for mass propagation of *Spathiphyllum cannifolium* using an airlift bioreactor. *In Vitro Cellular & Developmental Biology Plant* 42: 291-297.
- El-Mahrouk, M.E., Dewir, Y.H., and Y. Naidoo. 2016. Micropropagation and genetic fidelity of the regenerants of *Aglaonema* 'Valentine' using randomly amplified polymorphic DNA. *HortScience* 51: 398-402.
- Fosket, D.E. 1994. *Plant Growth and Development*. pp. 580. New York: Academic Press.
- Han, B.H., and B.M. Park. 2008. In vitro micropropagation of *Philodendron cannifolium*. *Plant Biotechnology Reports* 35: 203-208.
- Huetteman, C.A., and J. E. Preece. 1993. Thidiazuron a potent cytokinin for woody plant tissue culture. *Plant Cell Tissue Organ Culture* 33: 105-119.
- Hiscock, P. 2003. *Encyclopedia of Aquarium Plants*. pp. 205. New York: Barron's Educational Series.
- Jo, E.A., Murthy, H.N., Hahn, E.J., and K.Y. Paek. 2008. Micropropagation of *Alocasia amazonica* using semisolid and liquid cultures. *In Vitro Cellular & Developmental Biology Plant* 44: 26-38.
- Lin, H.S., De-Jeu, M.J., and E. Jaebson. 1997. Direct shoot regeneration from excised leaf explant of in vitro grown seeding of *Alstroemeria* L. *Plant Cell Reports* 16: 770-774.
- Murashige, T., and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures. *Physiology Plant* 15: 473-497.
- Mok, M.C.Mok., D.W.S., Armstrong, D.J., Shudo, K., Isogai, Y., and T. Okamoto. 1982. Cytokinin activity of N-phenyl-N'-1,2,3-thiadiazol-5-ylurea (TDZ). *Phytochemistry* 21: 1509-1511.
- Murthy, B.N.S., Murch, S.J., and P.K. Saxena. 1998. Review thidiazuron a potent regulator of in vitro plant morphogenesis. *In Vitro Cellular & Developmental Biology Plant* 34: 267-275.
- Mariani, T.S., Fitriani, A., Silva, J.A.T., Wicaksono, A., and T.F. Chia. 2011. Micropropagation of *Aglaonema* using axillary shoot explants. *International Journal of Basic & Applied Sciences* 11: 27-30.
- Pierik, R. L. M. and H. H. M. Steegmans. 1972. The effect of 6-benzylaminopurine on growth and development of *cattleya* seedlings grown from unripe seed. *Zeitschrift fur Pflanzenphysiologie* 68: 228-234.
- Pierik, R. L. M. 1989. *In Vitro Culture of Higher Plants*. pp. 344. Netherland: Martinus Nijhoff Publishers.
- Sutter, E. G. 1996. General laboratory requirements medium and sterilization methods, pp. 11-25. In *Plant Tissue Culture Concepts and Laboratory Exercises*. R. N. Trigiano and D. J. Gray, ed. pp. 472. Florida: CRC Press.
- Yulianna, G.Z., Tatyana, V.P., and I.N. Tatyana. 2016. Effects of thidiazuron on in vitro morphogenic response of *Rhododendron sichotense* Pojark. and *Rhododendron catawbiense* cv. Grandiflorum leaf explants. *In Vitro Cellular & Developmental Biology Plant* 52: 56-63.

วันรับบทความ (Received date) : 15 พ.ย. 61

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 28 ม.ค. 62

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 11 มี.ย. 62

ขั้นตอนการฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำไวท์อโนเบียส

The Optimum Sterilization Procedures on Micropropagation of *Anubias* sp. 'White'

อัจฉรา ศรีสว่าง¹ นงนุช เลหาวิสุทธิ¹ และอัจฉรี เรืองเดช¹

Achara Srisawang¹, Nongnuch Laohavisuti¹ and Uscharee Ruangdej¹

บทคัดย่อ

พรรณไม้น้ำไวท์อโนเบียส (*Anubias* sp. 'White') เป็นสายพันธุ์ใหม่ที่เกิดจากการกลายพันธุ์ ลักษณะเด่นคือแผ่นใบสีเขียว เส้นกลางใบและลำต้นสีเขียว แต่ขยายพันธุ์ช้า เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นวิธีการเพิ่มจำนวนต้นพันธุ์ในระยะเวลาสั้น ขั้นตอนการฟอกฆ่าเชื้อเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญที่สุดในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช จากการทดลองนำชิ้นส่วนตายอดของต้นไวท์อโนเบียสฟอกฆ่าเชื้อด้วยชนิด ความเข้มข้น และระยะเวลาของสารฟอกฆ่าเชื้อที่ต่างกัน 7 ชุดการทดลอง หลังจากนั้นนำไปเลี้ยงบนอาหาร MS เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ต้นไวท์อโนเบียสที่ฟอกฆ่าเชื้อด้วยชนิด ความเข้มข้น และระยะเวลาของสารฟอกฆ่าเชื้อที่ต่างกัน มีเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ อัตราการตาย อัตราการรอด และการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กระบวนการฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมสำหรับต้นไวท์อโนเบียส คือ 0.1% $HgCl_2$ นาน 20 นาที มีอัตราการรอดสูง 90 เปอร์เซ็นต์ ด้านการเติบโต มีความสูง 2.20 ± 0.95 มิลลิเมตรต่อชิ้นเนื้อเยื่อ จำนวนต้น 1.26 ± 1.19 ต้นต่อชิ้นเนื้อเยื่อ จำนวนใบ 0.63 ± 0.68 ใบต่อชิ้นเนื้อเยื่อ และ ราก 1.26 ± 1.04 รากต่อชิ้นเนื้อเยื่อ

คำสำคัญ: สารฟอกฆ่าเชื้อ การฟอกฆ่าเชื้อ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พรรณไม้น้ำไวท์อโนเบียส

Abstract

Anubias sp. "White" is a new variety from mutation which is slow growth. The leaf blades have white or lighter yellow-greenish and stem is green. Tissue culture technique is the method for increasing number of plantlets. This experiment aimed to examine the effects of type, concentration and duration of disinfectants surface sterilization of *Anubias* sp. 'White' on survived and growth explants. The procedures of surface sterilization were conducted 7 treatments and cultured in MS media for 4 weeks. There was significantly different all treatments in the percentage of contaminated, dead, survived explants and growth performance on MS media for 4 weeks ($P < 0.05$). It was also found that the optimal sterilization procedure in *Anubias* sp. 'White' was 0.1% $HgCl_2$ for 20 minutes. The shoot, leaves and roots numbers shoot length and survival rate were and 1.26 ± 1.19 , 0.63 ± 0.68 and 1.26 ± 1.04 no./explant, 2.20 ± 0.95 mm. and 90%, respectively after cultured in MS media for 4 weeks.

Keywords: disinfectants, surface sterilization, *In Vitro*, *Anubias* sp. 'White'

¹ หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

*Corresponding author, Email: nongnuch.la@kmitl.ac.th

คำนำ

พรรณไม้น้ำหลายชนิดถูกนำมาเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์เพื่อนำมาจัดตกแต่งตู้คล้ายจัดสวนใต้น้ำ สายพันธุ์พรรณไม้น้ำที่นิยมนำมาใช้มีหลากหลายรูปแบบ และสีที่สวยงาม หรือลักษณะใบที่แตกต่างจากสายพันธุ์ดั้งเดิม มีความทนทานปลูกประดับอยู่ในตู้ได้เป็นเวลานาน พรรณไม้น้ำที่มีมูลค่าการส่งออกมากที่สุด คือ พรรณไม้น้ำในสกุลอนูเบียส (*Anubias* spp.) ซึ่งอยู่ในครอบครัว Araceae (ปณิธาน ทองแกมแก้ว และจักรกฤษณ์ พจนศิลป์, 2559) พรรณไม้น้ำไวท์อนูเบียส (*Anubias* sp. 'White') เป็นพรรณไม้น้ำสวยงามชนิดใหม่ เกิดจากการกลายพันธุ์หรือปรับปรุงพันธุ์ ลักษณะเด่น คือมีแผ่นใบสีเขียว เนื่องจากไม่มีคลอโรฟิลล์ ใบเป็นรูปหัวใจ เส้นกลางใบและลำต้นสีเขียว ลำต้นสูง 5-7 เซนติเมตร จากลักษณะเด่นดังกล่าวทำให้ต้นไวท์อนูเบียสได้รับความนิยมและเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ แต่ข้อจำกัดของต้นไวท์อนูเบียสก็คือขยายพันธุ์ได้ค่อนข้างช้าในสภาพแวดล้อมภายนอก ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในการผลิตต้นพันธุ์ไวท์อนูเบียส โดยวิธีการเพิ่มจำนวนในระยะเวลายาวขึ้น ใช้วิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ซึ่งขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชคือขบวนการจัดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย หรือเชื้อรา ทั้งภายในและภายนอกต้น โดยปราศจากการทำลายเนื้อเยื่อพืชด้วยการใช้สารเคมีฟอกฆ่าเชื้อ กระบวนการฟอกฆ่าเชื้อจึงมีความสำคัญต่อความสำเร็จของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแต่ละชนิด เพื่อให้ได้ต้นพันธุ์ปลอดเชื้อที่สำคัญ คือ ชนิดสารเคมี ความเข้มข้น และระยะเวลาในการฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนกับพืชแต่ละชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งพรรณไม้น้ำเป็นพืชที่ทำให้ปลอดเชื้อค่อนข้างยาก การใช้ชนิดของสารฟอกฆ่าเชื้อ ความเข้มข้น และระยะเวลาในแต่ละพืช รายงานการศึกษาการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) ที่ได้ผลดี ได้แก่ การฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวของผลหญ้าชะเงาเต่า (*Thalassia hemprichii*) (กฤติยา ธรุนนท์ และคณะ, 2557) ส่วนข้อของต้นหัวข่าเวียน (*Dioscurea birmanica*) (อรอุมา สองศรี และคณะ, 2555) ชิ้นส่วนกาบใบของขมิ้นชันในหลอดทดลอง (ปริญา สุคนธ์รัตน์ และคณะ, 2558) การฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนของหัวว่านสีทิว (*Hippeastrum johnsonii* Bury.) (ภพแก้ว พุทธิรักษ์ และคณะ, 2554) พรรณไม้น้ำ ได้แก่ ดาวน้อย (*Pogostemon helferi*) (ทิพวรรณ มหาวรรณ และคณะ, 2555) ส่วนการใช้สารละลาย mercuric chloride ที่ได้ผลดี ได้แก่ เฟิร์นสกุลกนกนารี (*Selaginella* sp.) (ปวีณา ภูมิสุธาพล และคณะ, 2561) การใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) ในการฟอกครั้งที่ 1 แล้วนำไปฟอกครั้งที่ 2 ด้วยสารละลาย Mercuric chloride ได้แก่ พรรณไม้น้ำชูเชป (*Bucephalandra* sp.) ของ (นงนุช เลหาะวิสุทธิ และคณะ, 2560) และ ไบพาย (*Cyrtocoryne affinis* Hook.f, 1983) (กาญจนาวี พงษ์ฉวี และคณะ, 2554) ดังนั้นการศึกษาระบบการที่เหมาะสมในการฟอกฆ่าเชื้อสำหรับพรรณไม้น้ำไวท์อนูเบียสที่ไม่มีผลกระทบต่อต้นพันธุ์ และยังเป็นต้นแบบการใช้สารฟอกฆ่าเชื้อของพรรณไม้น้ำที่ได้มาจากการกลายพันธุ์หรือปรับปรุงพันธุ์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาวิธีการสร้างต้นพันธุ์ปลอดเชื้อให้ได้ปริมาณเพียงพอต่อตลาด

วิธีการศึกษา

พรรณไม้น้ำที่ใช้ในการทดลอง

พรรณไม้น้ำไวท์อนูเบียส (*Anubias* sp. 'White') จากระบบปลูก Deep Flow Technique (DFT) นำมาจากโรงเรียนพรรณไม้น้ำหลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design; CRD) โดยเลือกใช้ชนิดปริมาณและความเข้มข้นของสารฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวตามรายงานวิจัยของ นงนุช เลหาะวิสุทธิ และคณะ (2560) ประกอบด้วย 7 ชุดการทดลองใช้ต้นไวท์อนูเบียสแต่ละชุดการทดลอง 20 ต้น (replication) ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ฟอกฆ่าเชื้อครั้งเดียวด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 5 เปอร์เซ็นต์ นาน 20 นาที (5% NaOCl นาน 20 นาที)

ชุดการทดลองที่ 2 ฟอกฆ่าเชื้อครั้งเดียวด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 20 นาที (10% NaOCl นาน 20 นาที)

ชุดการทดลองที่ 3 ฟอกฆ่าเชื้อครั้งเดียวด้วยเมอคิวริกคลอไรด์ 0.1 เปอร์เซ็นต์ นาน 20 นาที (0.1% HgCl₂ นาน 20 นาที)

ชุดการทดลองที่ 4 ฟอกฆ่าเชื้อครั้งเดียวด้วยเมอคิวริกคลอไรด์ 0.2 เปอร์เซ็นต์ นาน 20 นาที (0.2% HgCl₂ นาน 20 นาที)

- ชุดการทดลองที่ 5 ฟอกฆ่าเชื้อครั้งที่ 1 ด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 20 นาที
(10% NaOCl นาน 20 นาที)
ฟอกฆ่าเชื้อครั้งที่ 2 ด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 5 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 นาที
(5% NaOCl นาน 10 นาที)
- ชุดการทดลองที่ 6 ฟอกฆ่าเชื้อครั้งที่ 1 ด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 20 นาที
(10% NaOCl นาน 20 นาที)
ฟอกฆ่าเชื้อครั้งที่ 2 ด้วยเมอคิวริกคลอไรด์ 0.1 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 นาที
(0.1% HgCl₂ นาน 10 นาที)
- ชุดการทดลองที่ 7 ฟอกฆ่าเชื้อครั้งที่ 1 ด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 20 นาที
(10% NaOCl นาน 20 นาที)
ฟอกฆ่าเชื้อครั้งที่ 2 ด้วยเมอคิวริกคลอไรด์ 0.2 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 นาที
(0.2% HgCl₂ นาน 10 นาที)

วิธีการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นเนื้อเยื่อไตของหนูเบีส

1. นำต้นของพรรณไม้ไน้ไตของหนูเบีส จากระบบปลูก Deep Flow Technique (DFT) ออกจากกระถางและวัสดุปลูก จำนวน 140 ต้น ใช้ชุดการทดลองละ 20 ต้น นำส่วนลำต้นมาตัดใบและก้านใบออก ตัดเนื้อเยื่อที่ไม่สะอาดทิ้งมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่น ตัดลำต้นของพรรณไม้ไน้ไตของหนูเบีสเป็นชิ้นประมาณ 3 เซนติเมตร แล้วนำไตของหนูเบีสเป็นชิ้นประมาณ 3 เซนติเมตร ไปฟอกฆ่าเชื้อตามชุดการทดลองทั้ง 7 ชุดการทดลอง โดยมีสารเติมสารลดแรงตึงผิวของน้ำ คือ tween-20 จำนวน 2 หยด ต่อสารละลาย 100 มิลลิลิตร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการฟอกฆ่าเชื้อ

โดยชุดการทดลองที่ 1 และ 2 เป็นการฟอกฆ่าเชื้อครั้งเดียว ใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ 5 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นาน 20 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นที่นิ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ครั้งละ 5 นาที สำหรับการฟอกฆ่าเชื้อ

ชุดการทดลองที่ 3 และ 4 ทำการฟอกฆ่าเชื้อครั้งเดียวเหมือนชุดการทดลองที่ 1 และ 2 แต่ใช้สารฟอกที่ต่างกัน คือ ใช้เมอคิวริกคลอไรด์ 0.1 เปอร์เซ็นต์ และ 0.2 เปอร์เซ็นต์ นาน 20 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง ครั้งละ 5 นาที และ ชุดการทดลองที่ 5 ถึง 7 ทำการฟอกฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง

ชุดการทดลองที่ 5 ฟอกฆ่าเชื้อครั้งที่ 1 ด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 20 นาที ฟอกฆ่าเชื้อครั้งที่ 2 ด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 5 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นที่นิ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ครั้งละ 5 นาที

ชุดการทดลองที่ 6 ฟอกฆ่าเชื้อครั้งที่ 1 ด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 20 นาที ฟอกฆ่าเชื้อครั้งที่ 2 ด้วยเมอคิวริกคลอไรด์ 0.1 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นที่นิ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ครั้งละ 5 นาที

ชุดการทดลองที่ 7 ฟอกฆ่าเชื้อครั้งที่ 1 ด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 20 นาที ฟอกฆ่าเชื้อครั้งที่ 2 ด้วยเมอคิวริกคลอไรด์ 0.2 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นที่นิ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ครั้งละ 5 นาที

2. ใช้มีดผ่าตัดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ตัดรอยแผลบริเวณที่สัมผัสกับสารฟอกฆ่าเชื้อ หรือส่วนที่เซลล์ถูกทำลายทิ้งไป จากนั้นตัดชิ้นส่วนพรรณไม้ไน้ไตของหนูเบีสขนาด 1-2 เซนติเมตร นำมาเลี้ยงในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) ที่ไม่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต และนำขวดเพาะเลี้ยงไปวางบนชั้นเลี้ยงเนื้อเยื่อในห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 2,500 ลักซ์ ช่วงการให้แสง 12 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์

การบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

บันทึกข้อมูลขึ้นเนื้อเยื่อโดยการสังเกตการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ของต้นไน้ไตของหนูเบีส (contaminate) ทุก ๆ สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ และ เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ อัตราการรอด ความสูง จำนวนต้น จำนวนใบ และจำนวนราก รวมทั้ง ถ่ายภาพการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อทุก ๆ สัปดาห์ นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการทดลองนำชิ้นส่วนตายอดของต้นไวท์อูเบียส (*Anubias* sp. 'White') ฟอกฆ่าเชื้อด้วยชนิด ปริมาณ และระยะเวลาของสารฟอกฆ่าเชื้อที่ต่างกัน 7 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1-4 ฟอกฆ่าเชื้อครั้งเดียว คือ 5% NaOCl นาน 20 นาที, 10% NaOCl นาน 20 นาที, 0.1% HgCl₂ นาน 20 นาที และ 0.2% HgCl₂ นาน 20 นาที ตามลำดับ ชุดการทดลองที่ 5-7 ฟอกฆ่าเชื้อสองครั้ง ได้แก่ 10% NaOCl นาน 20 นาที + 5% NaOCl นาน 10 นาที, 10% NaOCl นาน 20 นาที + 0.1% HgCl₂ นาน 10 นาที และ 10% NaOCl นาน 20 นาที + 0.2% HgCl₂ นาน 10 นาที ตามลำดับ หลังจากนั้นนำไปเลี้ยงบนอาหาร MS เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ชุดการทดลองที่ฟอกฆ่าเชื้อเพียงครั้งเดียว 0.2% HgCl₂ นาน 20 นาที ทำให้ต้นไวท์อูเบียสมีอัตราการรอดถึง 95.00±22.36% ซึ่งมีค่าอัตราการรอดมากที่สุดกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ และมีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.05) รองลงมาคือชุดการทดลองที่มีการฟอกฆ่าเชื้อเพียงครั้งเดียวโดยใช้ 0.1% HgCl₂ นาน 20 นาที และชุดการทดลองที่มีการฟอกสองครั้งโดยใช้ 10% NaOCl นาน 20 นาที + 0.1% HgCl₂ นาน 10 นาที และ 10% NaOCl นาน 20 นาที + 0.2% HgCl₂ นาน 10 นาที มีอัตราการรอดอยู่ที่ 90.00±30.77%, 85.00±36.63% และ 85.00±36.63% ตามลำดับ จากการทดลองแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าชุดการทดลองที่ฟอกฆ่าเชื้อด้วย HgCl₂ นั้นพบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์น้อยมาก แต่อย่างไรก็ตามการใช้ HgCl₂ ที่ปริมาณหรือความเข้มข้นที่สูงร่วมกับการใช้ระยะเวลาที่ฟอกฆ่าเชื่อนานทำให้มีการปนเปื้อนน้อยแต่พบว่ามีอัตราการตายของเนื้อเยื่อจากการใช้ HgCl₂ เนื่องจากสารเคมีชนิดนี้เป็นยาฆ่าเชื้อโรค (disinfectants) ในเนื้อไม้และพวกผัก (Budavari, 1989) มีรายงานวิจัยของ Worthing and Walker (1983) ว่าในประเทศแคนาดาใช้ HgCl₂ ในการป้องกันและฆ่าเชื้อโรคพืชโดยใช้เป็นยากำจัดเชื้อราในหญ้า Badoni and Chauhan (2010) รายงานว่าในการฟอกฆ่าเชื้อมันฝรั่ง *Solanum tuberosum* cv. โดยการใช้ HgCl₂ ทำให้มีการปนเปื้อนจุลินทรีย์น้อยกว่าการฟอกฆ่าเชื้อด้วย NaOCl (ประศาสตร์ เกื้อมณี, 2538) การใช้ HgCl₂ ที่ความเข้มข้นประมาณ 0.1-1.0% ระยะเวลา 2-10 นาที ในการทำความสะอาดตัวอย่างเนื้อเยื่อพืชที่จะนำมาฟอกฆ่าเชื้อในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อให้ปราศจากเชื้อราและแบคทีเรีย แต่จากการทดลองของนนุช เลาหะวิสุทธิ และคณะ (2560) พบว่าการฟอกฆ่าเชื้อพรรณไม้น้ำบวบที่ใช้ 10% NaOCl นาน 20 นาที ครั้งที่ 2 ใช้ 0.1-0.2 % HgCl₂ นาน 10 นาที ได้ผลดีที่สุด เมื่อนำมาเลี้ยงในอาหาร MS เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่ามีอัตราการรอด 90% และไม่มีการปนเปื้อนจากเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา และ กาญจนรี พงษ์ฉวี และคณะ (2554) ทดลองฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวชิ้นส่วนตายอดของใบพาย (*C. affinis*) ด้วยการฟอกฆ่าเชื้อครั้งที่ 1 ใช้ NaOCl 2% นาน 15 นาที ครั้งที่ 2 ใช้ HgCl₂ 1% นาน 20 นาที ทำให้เนื้อเยื่อของใบพาย (*C. affinis*) มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เพียง 15% และมีการเกิดต้นใหม่ที่ปลอดเชื้อ 85% เนื่องจากไวท์อูเบียส บวบ และใบพายเป็นพรรณไม้น้ำเหมือนกัน แต่ขั้นตอนการใช้สารฟอกฆ่าเชื้อขึ้นอยู่กับชนิดและชิ้นเนื้อเยื่อของพรรณไม้น้ำที่นำมาฟอกฆ่าเชื้อ รวมถึงประเภท ความเข้มข้น และระยะเวลาของสารฟอกฆ่าเชื้อที่นำมาใช้ จึงทำให้ชิ้นเนื้อเยื่อมีอัตราการปนเปื้อนของจุลินทรีย์น้อยและมีอัตราการรอดสูง

Table 1 Percent of contaminated explants, dead explants and survived explants after sterilization using various concentrations of sterilizing agents for different durations and cultured on MS semi-solid medium for 4 weeks in *Anubias* sp. 'White'.

Treatments	% Contamination explants	% Dead explants	% Survived explants
5% NaOCl for 20 min	45.00±51.04 ^b	0.00±0.00 ^a	55.00±51.04 ^b
10% NaOCl for 20 min	100.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^c
0.1% HgCl ₂ for 20 min	10.00±30.77 ^a	0.00±0.00 ^a	90.00±30.77 ^a
0.2% HgCl ₂ for 20 min	0.00±0.00 ^a	5.00±22.36 ^{ab}	95.00±22.36 ^a
10% NaOCl for 20 min + 5% NaOCl for 10 min	100.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^c
10% NaOCl for 20 min + 0.1% HgCl ₂ for 10 min	15.00±36.63 ^a	0.00±0.00 ^a	85.00±36.63 ^a
10% NaOCl for 20 min + 0.2% HgCl ₂ for 10 min	0.00±0.00 ^a	15.00±36.63 ^b	85.00±36.63 ^a

Means ±SD values within a column followed by the different letters were significantly at P<0.05 according to DMRT.

การฟอกฆ่าเชื้อไวทอนูเบียสด้วย 0.2% $HgCl_2$ ทำให้ไวทอนูเบียสมีอัตราการรอดสูงถึง 95% และไม่พบการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ 100% มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (Figure 1) ซึ่งประสิทธิภาพในการฟอกฆ่าเชื้อพรรณไม้น้ำยังขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง นอกจากชนิด ความเข้มข้นของสาร และระยะเวลาแล้ว ชนิดของเนื้อเยื่อนั้นมีความสำคัญเช่นกัน เช่น ถ้าชิ้นส่วนพืชหนาและแข็งมากอาจใช้สารฟอกฆ่าเชื้อที่มีความเข้มข้นสูงและแช่ไว้เป็นเวลานาน ในทางกลับกันถ้าชิ้นส่วนพืชบางและเนื้อเยื่อของพืชที่อ่อนมาก ต้องใช้ปริมาณและความเข้มข้นของสาร รวมถึงลดระยะเวลาการในฟอกที่น้อยลง (บุญยืน กิจวิจารณ์, 2547) ดังนั้นจึงควรเลือกชนิด และปริมาณความเข้มข้นของสาร รวมทั้งระยะเวลาในการฟอกฆ่าเชื้อให้เหมาะสมต่อชิ้นส่วนของพืชด้วย

เมื่อนำเนื้อเยื่อส่วนตายอดของไวทอนูเบียสมาทำการฟอกฆ่าเชื้อโดยใช้ชนิดและปริมาณสารฟอกฆ่าเชื้อที่แตกต่างกัน 7 ชุดการทดลอง แล้วนำไปเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ด้านการเจริญเติบโต พบว่าชุดการทดลองที่ฟอกฆ่าเชื้อเพียงครั้งเดียวด้วย 0.1% $HgCl_2$ นาน 20 นาที ทำให้ความสูงและจำนวนต้นอ่อนของต้นไวทอนูเบียสมากที่สุด 2.20 ± 0.95 เซนติเมตร และ 1.26 ± 1.19 ต้น/ชิ้นเนื้อเยื่อ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชุดการทดลองที่มีการฟอกฆ่าเชื้อเพียงครั้งเดียวที่มีการใช้ 0.2% $HgCl_2$ นาน 20 นาที และชุดการทดลองที่มีการฟอกสองครั้ง โดยครั้งแรกใช้ 10% NaOCl นาน 20 นาที + 0.1% $HgCl_2$ นาน 10 นาที มีความสูงอยู่ที่ 2.03 ± 0.97 , 1.83 ± 1.36 มิลลิเมตร และ 1.11 ± 1.24 , 1.16 ± 1.57 ต้น/ชิ้นเนื้อเยื่อ ตามลำดับ รองลงมาคือชุดการทดลองที่ครั้งแรกใช้ 10% NaOCl นาน 20 นาที + 0.2% $HgCl_2$ นาน 10 นาที ความสูงและจำนวนต้นอยู่ที่ 1.18 ± 0.73 เซนติเมตร และ 0.58 ± 0.83 ต้น/ชิ้นเนื้อเยื่อ จำนวนใบและรากพบว่าชุดการทดลองที่ใช้ 0.2% $HgCl_2$ นาน 20 นาที จำนวนใบและรากมากที่สุดคือ 0.74 ± 0.56 ใบ/ชิ้นเนื้อเยื่อ และ 1.26 ± 1.04 ราก/ชิ้นเนื้อเยื่อ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) กับชุดการทดลองที่มีการฟอกฆ่าเชื้อเพียงครั้งเดียวโดยการ ใช้ 0.1% $HgCl_2$ นาน 20 นาที และชุดการทดลองที่มีการฟอกสองครั้งโดยครั้งแรกใช้ 10% NaOCl นาน 20 นาที + 0.1% $HgCl_2$ นาน 10 นาที กับชุดการทดลองที่ใช้ 10% NaOCl นาน 20 นาที + 0.2% $HgCl_2$ นาน 10 นาที มีจำนวนใบอยู่ที่ 0.63 ± 0.68 , 0.47 ± 0.69 และ 0.47 ± 0.69 ใบ/ชิ้นเนื้อเยื่อ และจำนวนรากอยู่ที่ 1.26 ± 1.04 , 1.16 ± 1.42 และ 1.05 ± 1.22 ราก/ชิ้นเนื้อเยื่อ ตามลำดับ (Table 2 and 3)

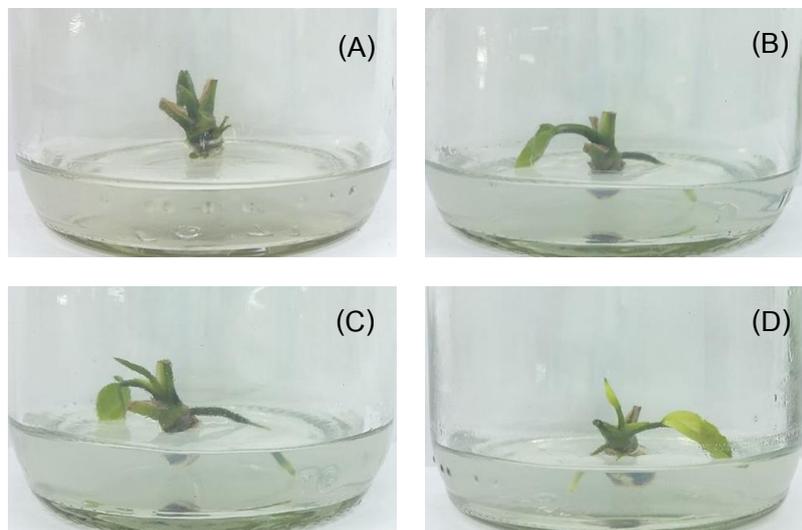


Figure 1 *Anubias* sp. 'White' after surface sterilization 0.1% $HgCl_2$ and cultured on MS semi-solid medium for (A) 1 (B) 2 (C) 3 and (D) 4 Weeks.

Table 2 Shoots number and shoot length of *Anubias* sp.'White' cultured on MS semi-solid medium for 4 weeks.

Treatments	Shoot length (mm)	Shoots number (no./plant)
5% NaOCl for 20 min	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^c
10% NaOCl for 20 min	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^c
0.1% HgCl ₂ for 20 min	2.20±0.95 ^a	1.26±1.19 ^a
0.2% HgCl ₂ for 20 min	2.03±0.97 ^a	1.11±1.24 ^{ab}
10% NaOCl for 20 min + 5% NaOCl for 10 min	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^c
10% NaOCl for 20 min + 0.1% HgCl ₂ for 10 min	1.83±1.36 ^a	1.16±1.57 ^{ab}
10% NaOCl for 20 min + 0.2% HgCl ₂ for 10 min	1.18±0.73 ^b	0.58±0.83 ^{bc}

Means ± SD values within a column followed by the different letters were significantly at P<0.05 according to DMRT.

Table 3 Leaves and roots number of *Anubias* sp.'White' cultured on MS semi-solid medium for 4 weeks.

Treatments	Leaves (no./plant)	Roots (no./plant)
5% NaOCl for 20 min	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b
10% NaOCl for 20 min	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b
0.1% HgCl ₂ for 20 min	0.63±0.68 ^a	1.26±1.04 ^a
0.2% HgCl ₂ for 20 min	0.74±0.56 ^a	1.26±1.04 ^a
10% NaOCl for 20 min+5% NaOCl for 10 min	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b
10% NaOCl for 20 min+ 0.1% HgCl ₂ for 10 min	0.47±0.69 ^a	1.16±1.42 ^a
10% NaOCl for 20 min +0.2% HgCl ₂ for 10 min	0.47±0.69 ^a	1.05±1.22 ^a

Means ± SD values within a column followed by the different letters were significantly at P<0.05 according to DMRT.

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาชนิด ปริมาณ และระยะเวลาของสารฟอกฆ่าเชื้อที่ให้อัตราการรอดสูงที่สุดของชิ้นเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำไวท์อโนเบียส ได้แก่ การฟอกฆ่าเชื้อ 1 ครั้ง คือ การใช้ 0.2% HgCl₂ นาน 20 นาที และ 0.1% HgCl₂ นาน 20 นาที มีอัตราการรอด 90-95% ส่วนการฟอกฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง คือการใช้ 10% NaOCl นาน 20 นาที + 0.1% HgCl₂ นาน 10 นาที และการใช้ 10% NaOCl นาน 20 นาที + 0.2% HgCl₂ นาน 10 นาที มีอัตราการรอด 85% และขั้นตอนการฟอกฆ่าเชื้อที่ไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของชิ้นเนื้อเยื่อต้นไวท์อโนเบียสหลังการเลี้ยงในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS เป็นเวลา 4 สัปดาห์ คือการใช้ 0.1% HgCl₂ นาน 20 นาที 0.2% HgCl₂ นาน 20 นาที และ 10% NaOCl นาน 20 นาที + 0.1% HgCl₂ นาน 10 นาที ดังนั้นการใช้ 0.1% HgCl₂ นาน 20 นาที เป็นกระบวนการที่เหมาะสมต่อการฟอกฆ่าเชื้อต้นไวท์อโนเบียส เมื่อมีการคำนึงถึงต้นทุนของสารฟอกฆ่าเชื้อ และไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นพันธุ์ของต้นไวท์อโนเบียส

เอกสารอ้างอิง

- กฤติยา ธรรณพ์, จันทนา ไพโรบูรณ์, ศุพร เปรมปรีดิ์ และชัชวี แก้วสุวลิต. 2557. การฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวของผลหูกน้ำทะเล *Thalassia hemprichii* (Ehrenberg) Aschro. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52*. น. 114-121. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- กาญจนา พิษขจี, รัฐภัทร์ ประดิษฐ์สรรพ, วรณดา พิพัฒน์เจริญชัย และวารุณีเย์ คันทอง. 2554. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำ *Cryptocoryne affinis* Hook.f. 1893. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดกรมประมง.
- ทิพวรรณ มหาวรรณ, ชัชวี แก้วสุวลิต และกาญจนา พิษขจี. 2555. ผลของโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaOCl) ที่มีผลต่อการฟอกดาวน์น้อย *Pogoostemon helferi* Hook f. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50*. น. 375-383. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นงนุช เลหาะวิสุทธิ, อัจฉรี เรืองเดช, สมเกียรติ สีสนอง และสมชาย หวังวิบูลย์กิจ. 2560. ผลของสารฟอกฆ่าเชื้อและสารควบคุมการเจริญเติบโตในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำใบเขป *Bucephandra* sp. *ว.เกษตรพระจอมเกล้า* 35 (2): 95-103.
- ภพแก้ว พุทธิรักษ์, วารุณีเย์ และมณฑล สงวนเสริมศรี. 2554. การขยายพันธุ์ว่านสี่ทิศโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ. *ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี* 19(1): 18-23.

- ปณิธาน ทองแกมแก้ว และจักรกฤษณ์ พจนศิริ. 2559. การวิเคราะห์ธุรกิจการผลิตพรรณไม้้นำเพื่อการส่งออก. ว. *เศรษฐศาสตร์รามคำแหง* 2 (2): 2408-2643.
- ประศาสตร์ เกื้อมณี. 2538. *เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช*. น. 158. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ปริญญา สุคนธ์รัตน์, ทศนี ชาวเนียม และสมปอง เตชะโต. 2558. การทำให้ชิ้นส่วนปลอดเชื้อและการชักนำแคลลัสจากชิ้นส่วนกาบใบของขมิ้นชันในหลอดทดลอง. ว. *พืชศาสตร์สงขลานครินทร์* 2(2): 36-40.
- ปวีณา ภูมิสุธาพล, สุนิสา สายสืบ และสุภาภรณ์ รอดประดิษฐ์. 2561. การศึกษาการฟอกฆ่าเชื้อและการชักนำให้เกิดแคลลัสในกนกนารี. ว. *วิทย์. กษ.* 49(1) (พิเศษ): 270-272.
- บุญยืน กิจวิจารณ์. 2547. *เทคโนโลยีเบื้องต้นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเพื่อพัฒนาพืช*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อรอุมา สองศรี, ยาวพา จิระเกียรติกุล, ภาณุภาค ฤทธิไชย และอรุณพร อัฐรัตน์. 2555. การฟอกกำจัดเชื้อชิ้นส่วน *Dioscorea birmanica* เพื่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. ว. *วิทย์. กษ.* 43(2) (พิเศษ): 637-640.
- Badoni, A. and J.S. Chauhan. 2010. *In Vitro* sterilization protocol for micropropagation of *Solanum tuberosum* cv. 'Kufri Himalini'. *Academia Arena* 2(4): 57-63.
- Budavari, S. 1989. *The Merck Index: An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biological*. New Jersey: Merck & Co..
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A resived medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiology Plant* 15: 473-497.
- Worthing, C.R., and S.B. Walker (eds.). 1983. *The Pesticide Manual: A World Compendium*. 7th ed. Croydon: British Crop Protection Council.

วันรับบทความ (Received date) : 15 พ.ย. 61

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 28 ม.ค. 62

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 11 มิ.ย. 62

ผลของเวลาเก็บเกี่ยวและฤดูกาลต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ
ปริมาณแอนโทไซยานิน และสารฟีนอลิกทั้งหมดในดอกอัญชัน
Effect of Harvest Time and Season on Antioxidant Activity,
Anthocyanin and Total Phenolic Content of Butterfly Pea Flower

ธีร์ หะวานนท์¹ และเกียรตินิศา เหลืองวิลัย¹
Tee Havananda¹ and Kietsuda Leungwilai¹

บทคัดย่อ

อัญชัน (*Clitoria ternatea* L.) เป็นพืชที่มีสรรพคุณทางยาและเป็นพืชให้สีที่มีการใช้ประโยชน์อยู่ในหลายประเทศ มีการศึกษาศักยภาพและการใช้ประโยชน์ของสารทุติยภูมิที่สกัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของอัญชันอย่างกว้างขวาง แต่การพัฒนาพันธุ์ให้มีคุณสมบัติทางพฤกษเคมีที่ดีขึ้นนั้นยังมีอยู่อย่างจำกัด การศึกษาคุณลักษณะทางพฤกษเคมีในเชื้อพันธุกรรมอัญชันจะทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการจัดการและใช้ประโยชน์ของเชื้อพันธุกรรมในการพัฒนาพันธุ์ต่อไป คุณสมบัติทางพฤกษเคมีในพืชอาจมีความผันแปรเนื่องจากสภาพแวดล้อม ซึ่งยังมีการศึกษากันน้อยในอัญชัน จึงทำการศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบว่าช่วงเวลาของวันและฤดูกาลในการเก็บเกี่ยวมีผลต่อคุณสมบัติทางพฤกษเคมีในดอกอัญชัน โดยศึกษากับเชื้อพันธุกรรมอัญชันจำนวน 14 หมายเลข เก็บเกี่ยวดอกใน 3 ช่วงเวลาของวัน คือ เช้า 8:00-9:00 น. กลางวัน 12:00-13:00 น. และบ่าย 16:00-17:00 น. ใน 2 ฤดู คือฤดูร้อน ระหว่างเดือนเมษายน-พฤษภาคม และฤดูฝน เดือนสิงหาคม 2560 พบว่า ช่วงเวลาของวันมีผลต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (FRAP assay) โดยดอกที่เก็บเกี่ยวในช่วงเช้ามืดมีค่า FRAP สูงที่สุด ใกล้เคียงกับช่วงบ่าย แต่มากกว่าช่วงกลางวัน พบอิทธิพลร่วมของช่วงเวลาของวันและฤดูกาลต่อฤทธิ์กำจัดอนุมูลอิสระ (DPPH assay) โดยดอกอัญชันที่เก็บเกี่ยวในช่วงบ่ายในฤดูร้อนมีค่า DPPH สูงที่สุด แตกต่างจากดอกที่เก็บเกี่ยวในช่วงกลางวันในฤดูเดียวกันที่มีค่า DPPH ต่ำที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณสารฟีนอลิกและปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในดอกอัญชันที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีมากกว่าที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน

คำสำคัญ: ดอกไม้สีม่วง ช่วงเวลาของวัน เชื้อพันธุกรรม พฤกษเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

Butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) is known for its medicinal properties and as a natural colorant in several countries. Potential and uses of several secondary metabolites extracted from the plant are widely studied; however, improvement of this species for better phytochemical properties is still limited. Phytochemical characterization of butterfly pea germplasm would provide important information for management and utilization of the germplasm for such breeding purpose. Environment may affect phytochemical properties, the matter of which has not been much studied in the species. This study aimed to investigate whether harvest time in a day and season affect phytochemical properties of butterfly pea flowers. Fourteen accessions of butterfly pea germplasm were studied. Their flowers were collected in three different times of the day, i.e., in the morning (8-9 am), in the midday (12-1 pm), and in the afternoon (4-5 pm), in summer (April and May, 2017) and rainy (August, 2017) seasons. The result showed that time in a day affected the ferric reducing antioxidant power (FRAP assay). Flower harvested in the morning had significantly higher FRAP value than those harvested in the midday. Interaction between harvest time of day and harvest season was found affecting DPPH radical scavenging assay (DPPH). The flowers collected in the afternoon in summer had the highest DPPH value, whereas those harvested in the midday in summer had the lowest value. Flowers harvested in rainy season had higher total phenolic content and total anthocyanin content than those harvested in the summer.

Keywords: purple flower, time of day, germplasm, phytochemistry, free radical scavenging activity

¹ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

*Corresponding author, Email: tee.h@ku.ac.th

คำนำ

อัญชัน (*Clitoria ternatea* L.) เป็นพืชที่ทุกส่วนถูกนำมาใช้ประโยชน์ในเชิงสมุนไพรอย่างหลากหลาย ปรากฏอยู่ในตำรายาอายุรเวท (Ayurvedic medicine) เช่น ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้และความจำ เป็นยาคลายเครียด คลายกล้ามเนื้อ ต้านเบาหวาน ฯลฯ นอกจากนั้นยังใช้เป็นสีธรรมชาติสำหรับผสมอาหาร ให้สีน้ำเงินอมม่วงจากดอก (Mukherjee et al., 2008) ในประเทศไทย มีการใช้ประโยชน์จากดอกเป็นหลัก ทั้งเพื่อใช้สี และสกัดเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางต่าง ๆ และปลูกเป็นไม้ประดับด้วย ความเป็นประโยชน์ทางยาของอัญชันทำให้มีการศึกษาถึงศักยภาพ ประสิทธิภาพ และการนำไปใช้ประโยชน์ของอัญชันและสารสกัดจากอัญชันอย่างกว้างขวาง (Kamkaen and Wilkinson, 2009; Nair et al., 2015; Chusak et al., 2018) กระนั้นก็ตาม การปรับปรุงพันธุ์อัญชันเพื่อให้มีสารสำคัญสูงยังมีอยู่อย่างจำกัด (จรัญ ดิษฐไชยวงศ์ และคณะ, 2559)

อัญชันมีการกระจายพันธุ์ไปในเขตร้อนทั่วโลก เป็นพืชเลื้อยพัน อายุหลายปี จัดอยู่ในวงศ์ Leguminosae มีใบประกอบแบบขนนกปลายคี่ มี 5-7 ใบย่อย ดอกเดี่ยวหรือออกเป็นคู่ มีทั้งดอกกลาและดอกช้อน ดอกกลาลักษณะแบบดอกถั่ว มี 5 กลีบ เป็นกลีบ standard 1 กลีบ ขนาดใหญ่ที่สุด กลีบ wing 2 กลีบ อยู่ด้านข้างถัดเข้ามาจากกลีบ standard และกลีบ keel 2 กลีบ ขนาดเล็กที่สุด เชื่อมติดกันอยู่ชั้นในติดกับวงเกสรเพศผู้ที่มีเกสรเพศผู้จำนวน 10 อัน 9 อันเชื่อมติดกันที่โคนก้านชู อีก 1 อันอยู่อิสระ ดอกช้อน มี 5 กลีบ เรียงเวียนกัน มีรูปร่างลักษณะคล้ายกลีบ standard ในดอกกลา มีขนาดใกล้เคียงกันทั้ง 5 กลีบ เกสรเพศผู้ 10 อัน ไม่เชื่อมติดกัน อัญชันส่วนใหญ่มีกลีบดอกสีม่วงเข้มหรือน้ำเงินเข้มอมม่วง และพบที่มีดอกสีม่วง สีม่วงอ่อน สีฟ้า และสีขาวด้วย ผลอัญชันเป็นฝักแบน สีเขียว เมื่อแก่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนหรือเข้มแห้ง แตกดีดเมล็ดดอก มีประมาณ 8-11 เมล็ด/ฝัก (Fantz, 1977; Cook et al., 2005)

ส่วนต่าง ๆ ของอัญชันมีสารทุติยภูมิ (secondary metabolites) อยู่หลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารในกลุ่มฟีนอล เช่น แอนโทไซยานิน ที่พบในดอกอัญชัน ยกเว้นที่มีกลีบดอกสีขาว (Terahara et al., 1996; Kazuma et al., 2003) แอนโทไซยานินเป็นสารที่ให้สีแดง น้ำเงิน หรือม่วงกับส่วนกลีบดอก ผล และลำต้นพืช อีกทั้งยังมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Mlodzinska, 2009) นอกจากนี้ยังมีสารในกลุ่มฟีนอลิกอีกหลายชนิด ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระด้วยเช่นกัน (Mukherjee et al., 2008) สารประกอบฟีนอลิกในพืชมักเกิดขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความเครียดทางสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิต่ำ ความเข้มแสงสูง สภาพขาดธาตุอาหารในดิน เป็นต้น (Lattanzio, 2013) การที่อัญชันมีการสะสมสารประกอบฟีนอลิกที่แตกต่างกันทั้งชนิดและปริมาณ (Kazuma et al., 2003; Makasana et al., 2016) อาจเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้อัญชันสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน และมีการกระจายพันธุ์อาศัยในพื้นที่ต่าง ๆ กันทั่วโลก

ฤดูกาลและช่วงเวลาของวันอาจส่งผลต่อคุณสมบัติทางพฤกษเคมีในพืช สารสกัดจากส่วนเหนือดินของ clary sage (*Salvia sclarea*) ที่ถูกเก็บเกี่ยวจากช่วงเวลาของวันและปีที่ต่างกัน มีปริมาณฟีนอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกัน (Tulukcu et al., 2009) ปริมาณโพลีฟีนอลรวมและแอนโทไซยานินของกลีบกุหลาบสดที่เก็บเกี่ยวต่างฤดูกาล (ปี) กัน มีค่าแตกต่างกัน ซึ่งอาจเป็นเพราะความแตกต่างของสภาพแวดล้อมในการปลูกและการเจริญเติบโตของกุหลาบและระยะสุ่มบูรณ์ของกลีบดอก (Cendrowski et al., 2009) ในลาเวนเดอร์ ช่วงเวลาของวันที่ทำการเก็บเกี่ยว มีผลต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในดอก และมีผลต่อกิจกรรมและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของทั้งใบ ต้น และดอก (Yalcin et al., 2017) ดังนั้นนอกเหนือจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาแล้ว ความหลากหลายและความผันแปรของคุณสมบัติทางพฤกษเคมีเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการศึกษาและประเมินเชื้อพันธุกรรม เพื่อการจัดการ การเลือกใช้ประโยชน์ และการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์อัญชัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์เพื่อให้มีคุณสมบัติทางพฤกษเคมีที่ดีขึ้น จึงทำการศึกษานี้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบว่าช่วงเวลาของวันและฤดูกาลในการเก็บเกี่ยวอัญชันมีผลต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในดอกอัญชันของเชื้อพันธุกรรมอัญชันที่รวบรวมไว้อย่างไร

อุปกรณ์และวิธีการ

พืชทดลอง

อัญชันที่ใช้ในการศึกษานี้ จำนวน 14 หมายเลข จาก 9 ประเทศ (Table 1) เป็นส่วนหนึ่งของชุดเชื้อพันธุกรรมอัญชันรวบรวมของ USDA-Agricultural Research Service (ARS) National Plant Germplasm System (NPGS) ที่ถูกเก็บรักษาและฟื้นฟูที่ Plant Genetic Resources Conservation Unit, Griffin, Georgia, USA (PGRCU) นำเมล็ดที่ได้รับจาก PGRCU มาขัดด้วยกระดาษทราย แล้วแช่น้ำไว้ประมาณ 24 ชม. ก่อนเพาะในถาดหลุมโดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะกล้า หลังจากเพาะเมล็ด 1-3 สัปดาห์ ย้ายกล้าปลูกลงในกระถางขนาด 15 ซม. โดยใช้ดินผสมกับ แกลบดิบ และถ่านแกลบ ในอัตราส่วนเท่า ๆ กัน เป็นวัสดุปลูก รดน้ำทุกวันเว้นวัน หลังจากนั้น 2 เดือน ย้ายต้นอัญชันลงปลูกในวงซีเมนต์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 ซม. ลึก 50 ซม. มีดินร่วนเป็นวัสดุปลูก ให้น้ำสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ปลูกและดูแลรักษา ณ แปลงทดลอง 1 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม เก็บดอกอัญชันสำหรับวิเคราะห์ลักษณะทางพฤกษเคมี 3 ช่วงเวลาของวัน คือ 1) ช่วงเช้า 8:00-9:00 น. 2) ช่วงกลางวัน 12:00-13:00 น. และ 3) ช่วงบ่าย 16:00-17:00 น.

ใน 2 ฤดูกาล คือ 1) ฤดูร้อน อุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุด/ต่ำสุด 35.1/25.7°C เก็บเกี่ยวระหว่างเดือน เมษายน-พฤษภาคม 2560 และ 2) ฤดูฝน อุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุด/ต่ำสุด 34.3/24.9°C เก็บเกี่ยวในเดือนสิงหาคม 2560

Table 1 Butterfly pea germplasm and their origin and petal color included in this study.

Accession no. ^{1/}	Collection location	Petal color
PI 164250	Brazil, Sao Paulo	Dark purplish blue
PI 209315	Virgin Islands (U.S.)	Dark purplish blue
PI 209592	Cuba	Dark blue
PI 226265	Kenya	Light purplish blue
PI 227163	Sudan	Dark purplish blue
PI 258379	Taiwan	Purple
PI 283232	Sierra Leone	Dark purplish blue
PI 283235	Kenya	Dark purplish blue
PI 283236	Cuba	Dark purplish blue
PI 311506	Brazil, Ceara	Dark purplish blue
PI 322365	Brazil, Sao Paulo	Dark purplish blue
PI 322366	Brazil, Sao Paulo	Dark purplish blue
PI 451721	Mexico, Baja Norte	Dark purplish blue
PI 538311	Dominican Republic	Dark blue

^{1/} PI number and collection location are according to ARS-USDA NPGS (<https://npgsweb.arsgrin.gov/gringlobal/search.aspx>).

การวิเคราะห์ลักษณะทางพฤกษเคมี

กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระโดยรวม

วิเคราะห์กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระโดยรวม โดยวิธีการ The Ferric-Reducing Antioxidant Power (FRAP) assay (Benzie and Strain, 1996) ซึ่งดัดแปลงจาก Benzie and Strain (1996) ดังนี้ เตรียม stock solution 300 mM acetate buffer ($3.1 \text{ g C}_2\text{H}_3\text{NaO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ และ $16 \text{ ml C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) ปรับ pH เท่ากับ 3.6 ต่อมาเตรียมสารละลาย TPTZ (2, 4, 6-tripyridyl-s-triazine) ความเข้มข้น 10 mM ใน HCl ความเข้มข้น 40 mM และสารละลาย $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ความเข้มข้น 20 mM โดยเตรียม working solution (Ferric Reducing Ability of Plasma; FRAP) ใช้ acetate buffer ปริมาตร 25 ml สารละลาย TPTZ ปริมาตร 2.5 ml และสารละลาย $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ปริมาตร 2.5 ml นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37°C โดยใช้เครื่อง incubator (polar 1000C, Contherm, New Zealand) เริ่มการวิเคราะห์โดยใช้น้ำคั้นอัญชันปริมาตร 100 μl ทำปฏิกิริยากับสารละลาย 2,700 μl ของสาร FRAP ในที่มีดเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นตัวอย่างจะเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำเงินเข้ม นำไปวัดสารสี (ferrous tripyridyltriazine complex) ที่เกิดขึ้นโดยใช้ spectrophotometer (Spectronic 20 Genesys, Spectronic Instruments, U.S.A.) ที่ความยาวคลื่น 593 nm เตรียมกราฟมาตรฐานโดยใช้ Trolox ที่ความเข้มข้น 0.08-2.5 mg mL^{-1} หรือ 0.3125-10.00 mM ในหน่วย Trolox equivalent antioxidant capacity หรือ TEAC; $\text{mg TEAC g}^{-1} \text{FW}$

การทดสอบฤทธิ์กำจัดอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH)

โดยดัดแปลงวิธีการของ Brand-Williams et al. (1995) ดังนี้ เตรียมน้ำคั้นดอกอัญชัน ปริมาตร 100 μL ผสมกับ สารละลาย DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil) เข้มข้น 0.004% ในเมทานอล ปริมาตร 1900 μL ผสม และนำไปเก็บในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย spectrophotometer (Spectronic 20 Genesys, Spectronic Instruments, USA) ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เทียบกับค่าการดูดกลืนแสงของ blank (ซึ่งไม่เติมสารละลาย DPPH) และค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุมที่ไม่เติมน้ำคั้นดอกอัญชัน ซึ่งทำการทดลองในทำนองเดียวกัน สำหรับสารมาตรฐาน เตรียมกราฟมาตรฐานโดยใช้ Trolox ที่ความเข้มข้น 0.08-2.5 mg mL^{-1} หรือ 0.3125-10.00 mM ในหน่วย Trolox Equivalent Antioxidant Capacity หรือ TEAC; $\text{mg TEAC g}^{-1} \text{FW}$

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด

โดยดัดแปลงวิธีของ Wrolstad (1976) และ Lee et al. (2005) ดังนี้ นำน้ำคั้นดอกอัญชันแบ่งเป็น 2 หลอด ปริมาตรหลอดละ 1,000 μl โดยหลอดแรกนำไปผสมกับสารละลายเจือจาง 5 เท่า ด้วยบัฟเฟอร์ pH 1.0 ของ 0.2 N KCl และ 0.2 N HCl ปริมาตร 2,900 μl ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 15 นาที ส่วนหลอดที่สองนำไปผสมกับบัฟเฟอร์ pH 4.5 ที่ประกอบด้วย 1 M CH_3COONa ใน 1 N HCl ปริมาตร 2,900 μl ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 15 นาที ก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ค่า pH 2 ระดับคือ pH 1.0 และ 4.5 โดยวัดการดูดกลืนแสง (A) ที่ความยาวคลื่น 520 และ 700 นาโนเมตร แล้วคำนวณปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดจากสูตร

$$\text{การดูดกลืนแสง (A)} = [(A_{520} - A_{700})_{\text{pH}1.0} - (A_{520} - A_{700})_{\text{pH}4.5}]$$

$$\text{ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (mg L}^{-1}\text{)} = A \times \text{MW} \times \text{DF} \times 10^3 / \epsilon \times L$$

เมื่อ A = absorbance, MW = molecular weight of delphinidin-3-glucoside equivalent = 500.8 g mol^{-1} , DF = dilution factor, ϵ = molar extinction coefficient of delphinidin-3-glucoside = 29,000 $\text{L mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$, L = length path of the cuvette (cm)

การวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด

วิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดโดยใช้ Folin-Ciocalteu method (Swain and Hillis, 1959) ซึ่งดัดแปลงของ Swain and Hillis (1959) และ Kaisoon et al. (2011) ดังนี้ ใช้น้ำคั้นดอกอัญชันปริมาตร 100 μl เติมน้ำ Folin-Ciocalteu reagent ความเข้มข้น 0.17 M (ที่เจือจางด้วยน้ำกลั่น 10 เท่า) ปริมาตร 2,250 μl ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่อง Vortex (Vortex-2 genie, U.S.A.) ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยา 5 นาที จากนั้นเติม Na_2CO_3 ความเข้มข้น 0.12 M ปริมาตร 2,250 μl ผสมให้เข้ากัน นำสารละลายวางไว้ในที่มืด ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1.30 ชั่วโมง โดยเขย่าทุก ๆ 30 นาที วัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 725 nm โดยใช้เครื่อง spectrophotometer (Spectronic 20 Genesys, Spectronic Instruments, U.S.A.) ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดจะแสดงเทียบกับกราฟมาตรฐานของ gallic acid ในหน่วย $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ของน้ำหนักสด

วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Randomized Complete Block Design (Factorial in RCBD) มี 2 ปัจจัย คือ ช่วงเวลาของวัน มี 3 ช่วงเวลา และฤดูกาล มี 2 ฤดูกาล ในหน่วยทดลอง 14 บล็อก (accession) วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's HSD test ที่ $P < 0.05$ โดยใช้โปรแกรม SPSS version 19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์ลักษณะทางพฤกษเคมีของดอกอัญชันจากเชื้อพันธุ์กรรม 14 หมายเลข พบว่า กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระโดยรวมที่ศึกษาด้วยวิธี FRAP ในดอกอัญชันที่เก็บเกี่ยวในทั้ง 2 ฤดูกาล มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ดอกที่เก็บเกี่ยวต่างช่วงเวลาของวัน มีค่า FRAP ที่แตกต่างกัน โดยการเก็บเกี่ยวในช่วงเช้าให้ค่า FRAP สูงที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากการเก็บเกี่ยวในช่วงกลางวัน และใกล้เคียงกับช่วงบ่าย (Table 2) ในขณะเดียวกันพบว่า ดอกอัญชันของเชื้อพันธุ์กรรมที่ศึกษา มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยรวมที่ศึกษาด้วยวิธี DPPH ที่แตกต่างกัน เป็นผลร่วมจากช่วงเวลาของวันและฤดูกาลที่เก็บเกี่ยว (Table 2) โดยดอกที่เก็บเกี่ยวในช่วงบ่ายในฤดูร้อน มีค่า DPPH เฉลี่ยสูงที่สุด คือ 21.37 $\text{mg TEAC g}^{-1} \text{FW}$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากค่า DPPH เฉลี่ย ในดอกที่เก็บเกี่ยวในช่วงกลางวัน ในฤดูร้อน ที่มีค่าน้อยที่สุด และดอกที่เก็บเกี่ยวในช่วงเช้าของทั้งฤดูร้อนและฤดูฝน มีค่า 13.97, 16.28 และ 16.25 $\text{mg TEAC g}^{-1} \text{FW}$ ตามลำดับ ดอกที่เก็บเกี่ยวในช่วงกลางวันและบ่าย ในฤดูฝน มีค่า DPPH เฉลี่ย 19.50 และ 20.31 $\text{mg TEAC g}^{-1} \text{FW}$ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าในดอกที่เก็บเกี่ยวในช่วงกลางวัน ในฤดูร้อน อย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน (Figure 1) ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของพืชอาจมาจากพันธุกรรม สภาพแวดล้อม การเก็บรักษาหลังเก็บเกี่ยว ซึ่งมีผลต่อการสร้าง สะสม หรือการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Lachman et al., 2009; Li et al., 2012) ความผันแปรของเชื้อพันธุ์กรรมที่ไม่มีนัยสำคัญต่อค่า FRAP และ DPPH ในการศึกษาครั้งนี้ อาจชี้ให้เห็นว่าพันธุกรรมไม่ใช่ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ แม้ว่าเชื้อพันธุ์กรรมจะมีที่มาจากหลายประเทศ ด้วยการปลูกดูแลรักษาและการปฏิบัติหลังเก็บเกี่ยวที่เหมือนกัน ปัจจัยที่มีผลต่อค่า FRAP และ DPPH จึงน่าจะเป็นที่สภาพแวดล้อมในช่วงเวลาหรือฤดูกาลเก็บเกี่ยวที่ต่างกัน

Table 2 Antioxidant activities (FRAP and DPPH), total anthocyanin content, total phenolic content in butterfly pea flowers harvested at different times of day and seasons.

Factor	Treatment	FRAP ^{1/}	DPPH	TAC ^{1/}	TPC ^{1/}
		(mg TEAC g ⁻¹ FW)	(mg TEAC g ⁻¹ FW)	(mg 100 g ⁻¹ FW)	(mg GAE g ⁻¹ FW)
Harvest time of the day	8-9 am	28.29a	16.51	17.89a	41.79a
	12-1 pm	18.47b	17.89	22.87a	40.37a
	4-5 pm	23.32ab	20.84	19.77a	43.48a
Season	Summer	21.67a	17.20	11.69b	30.26b
	Rainy	24.85a	18.85	28.12a	55.00a
Source of variation		P-value			
Germplasm (block)		0.070	0.394	0.000	0.106
Harvest time of the day (A)		0.017	0.000	0.532	0.710
Season (B)		0.261	0.041	0.000	0.000
A x B		0.736	0.003	0.292	0.131

^{1/} Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Tukey's HSD test.

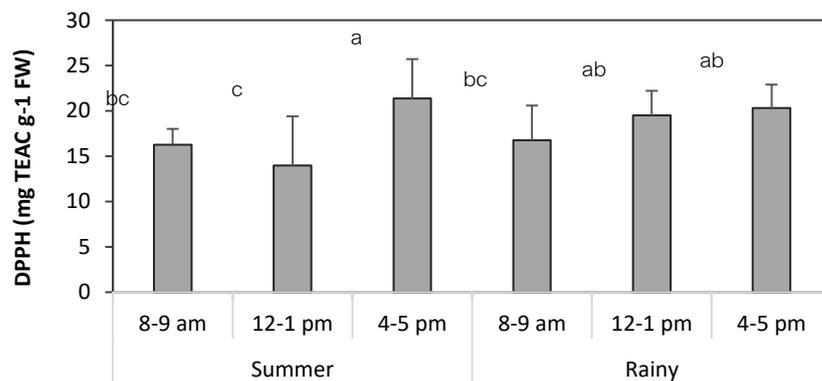


Figure 1 The DPPH scavenging activity (DPPH assay) in butterfly pea flowers harvested at different times of day and seasons. DPPH values with the same letter above the bars are not significantly different at 5% level by Tukey's HSD test.

สำหรับปริมาณแอนโทไซยานินรวม ซึ่งเป็นกลุ่มสารที่ให้สีแดง น้ำเงิน หรือม่วงกับส่วนกลีบดอก ผล และลำต้นพืช (Mlodzinska, 2009) รวมทั้งในดอกอัญชัน (Terahara et al., 1996; Kazuma et al., 2003) พบว่าดอกอัญชันของเชื้อพันธุกรรมที่ศึกษาที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝน มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่าดอกที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างดอกที่เก็บเกี่ยวในช่วงเวลาของวันที่ต่างกัน และไม่พบอิทธิพลร่วมของช่วงเวลาของวันและฤดูกาลที่เก็บเกี่ยว (Table 2) มีปัจจัยหลายประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์แอนโทไซยานินในพืช ความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิ อาจมีผลต่อปริมาณแอนโทไซยานิน (Mlodzinska, 2009) ในช่วงเดือนพฤษภาคมและเดือนสิงหาคม 2560 อุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุด/ต่ำสุด วัดได้ที่สถานีตรวจอากาศ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน เท่ากับ 35.1/25.7°C และ 34.3/24.9°C ตามลำดับ ปริมาณแอนโทไซยานิน (cyanidin และ pelargonidin) ในดอก morning glory มีมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิ 3 วันก่อนดอกบาน และความเข้มของแสง ultraviolet 5 วันก่อนดอกบานมากขึ้น (Lu et al., 2009) ในเนื้อหุ้มเมล็ดของทับทิม การสะสมของแอนโทไซยานินต่างชนิดกัน ตอบสนองต่ออุณหภูมิตามธรรมชาติต่างกัน โดยทั่วไป cyanidins จะเป็นแอนโทไซยานินที่มีปริมาณมากที่สุด แต่ในช่วงฤดูหนาวกลับพบว่า เนื้อหุ้มเมล็ดของทับทิมจะมีอัตราสะสม delphinidins สูงกว่า cyanidins (Borochoy-Neori et al., 2011) แอนโทไซยานินที่พบในดอกอัญชัน ได้แก่ tematins ซึ่งเป็นแอนโทไซยานินหลักที่ให้สีน้ำเงินในดอกอัญชัน และ delphinidins ซึ่งพบในดอกสีฟ้าอ่อน (Kazuma et al., 2003) ยังไม่ทราบแน่ชัดว่า tematins ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิหรือไม่ อย่างไร ปริมาณแอนโทไซยานินรวมในดอกอัญชัน ซึ่งประกอบด้วยชนิดต่าง ๆ ของ

แอนโทไซยานิน 2 กลุ่มข้างต้น เป็นสัดส่วนกับชนิดสีของกลีบดอกที่แตกต่างกันในอัญชันสายพันธุ์ต่าง ๆ (Kazuma et al., 2003) เชื้อพันธุกรรมอัญชันที่ศึกษา ส่วนใหญ่มีดอกสีน้ำเงินเข้มอมม่วง แต่มีบางหมายเลขที่มีชนิดสีต่างไป เช่น สีฟ้าอ่อนอมม่วง และสีม่วง (Table 1) จึงทำให้พบความผันแปรของเชื้อพันธุกรรมที่ศึกษาในการวิเคราะห์ความแปรปรวน

นอกจากฤดูกาลในการเก็บเกี่ยวจะมีผลต่อปริมาณแอนโทไซยานินในดอกอัญชันที่ศึกษาแล้ว ยังมีผลต่อปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดด้วย โดยพบว่าดอกอัญชันที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝน มีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดเฉลี่ยสูงกว่าที่พบในดอกที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนอย่างมีนัยสำคัญ โดยไม่พบความแตกต่างระหว่างดอกที่เก็บเกี่ยวในช่วงเวลาของวันที่ต่างกัน และไม่พบอิทธิพลร่วมของช่วงเวลาของวันและฤดูกาลที่เก็บเกี่ยว (Table 2) ปัจจัยที่มีผลต่อความผันแปรของปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดที่พบนี้ อาจจะเป็นไปในทำนองเดียวกับปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น

สรุปผลการศึกษา

ลักษณะทางพฤกษเคมีต่าง ๆ ในดอกของเชื้อพันธุกรรมอัญชันที่ศึกษา มีความผันแปรได้จากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเวลาเก็บเกี่ยว ช่วงเวลาของวันมีผลต่อกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระโดยรวม (FRAP) ในขณะที่ฤดูกาลมีผลต่อปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในดอกอัญชัน และทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพลร่วมต่อฤทธิ์กำจัดอนุมูลอิสระ (DPPH) โดยรวมดอกอัญชันที่ศึกษามีคุณสมบัติทางพฤกษเคมีต่าง ๆ เหล่านี้ที่ดีในช่วงบ่ายของวันในฤดูฝน การประเมินลักษณะเหล่านี้เพื่อเป็นข้อมูลของเชื้อพันธุกรรมอัญชัน จึงควรทำในช่วงเวลาเดียวกันเพื่อลดความผันแปรที่อาจเกิดจากปัจจัยข้างต้นนี้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคุณกมลวรรณ แสงสร้อย คุณปัทมวรรณ อนุสรพรพงศ์ และคุณศุภพจี จันทร์เมือง สำหรับความช่วยเหลือในห้องปฏิบัติการ และขอขอบคุณ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน สำหรับสถานที่ดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จรัญ ดิษฐไชยวงศ์, เสี่ยงยม แจ่มจำริญ, สุภาภรณ์ สาชาติ, ศรีสุดา ไททอง และมัลลิกา รักษ์ธรรม. 2559. การคัดเลือกและเปรียบเทียบพันธุ์อัญชัน. กรมวิชาการเกษตร. <http://www.doa.go.th/research/showthread.php?tid=2361> (28 พฤศจิกายน 2561).
- Benzie, I.F.F. and J.J. Strain. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal. Biochem* 239: 70-76.
- Borochoy-Neori, H., Judeinstein, S., Harari, M., Bar-Ya'akov, I., Patil, B.S., Lurie, S., and D. Holland. 2011. Climate effects on anthocyanin accumulation and composition in the pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit arils. *J. Agric. Food Chem* 59: 5325-5334.
- Brand-Williams, W., Cuvelier M.E.m and C. Berset. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss. Technol.* 28: 25-30.
- Cendrowski, A., Scibisz, I., Mitek, M., Kieliszek, M., and J. Kolniak-Ostek. 2017. Profile of the phenolic compounds of *Rosa rugosa* Petals. *J. of Food Qual.* <https://doi.org/10.1155/2017/7941347> (September 26, 2018).
- Chusak, C., Thilavech, T., Henry, C.J., and S. Adisakwattana. 2018. Acute effect of *Clitoria ternatea* flower beverage on glycemic response and antioxidant capacity in healthy subjects: a randomized crossover trial. *BMC Complement Altern. Med.* 18: 6.
- Cook, B.G., Pengelly, B.C., Brown, S.D., Donnelly, J.L., Eagles, D.A., Franco, M.A., Hanson, J., Mullen, B.F., Partridge, I.J., Peters, M., and R. Schultze-Kraft. 2005. Tropical Forages: an interactive selection tool, [CD-ROM], CSIRO, DPI&F(Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia. <http://www.tropicalforages.info>. (September 26, 2018).
- Fantz, P.R. 1977. A monograph of the genus *Clitoria* (Leguminosae: Glycineae) (Doctoral dissertation). <https://archive.org/stream/monographofgenus00fant#page/n0/mode/2up> (September 26, 2018).
- Kaisoon, O., Siriamornpun, S., Weerapreeyakul, N., and N. Meeso. 2011. Phenolic compounds and antioxidant activities of edible flowers from Thailand. *J. Funct. Foods* 3: 88-99.
- Kamkaen, N., and J.M. Wilkinson. 2009. The Antioxidant activity of *Clitoria ternatea* flower petal extracts and eye gel. *Phytother. Res.* 23: 1624-1625.
- Kazuma K., Noda, N., and M. Suzuki. 2003. Flavonoid composition related to petal color in different lines of *Clitoria ternatea*. *Phytochemistry* 64: 1133-1139.
- Lachman, J., Šulc, M., Faitová, K., and V. Pivec. 2009. Major factors influencing antioxidant contents and antioxidant activity in grapes and wines. *Int. J. Wine Res.* 1: 101-121.

- Lattanzio, V. 2013. Phenolic compounds: Introduction. pp. 1543-1580. In K.G. Ramawat and J-M. Mérillon, eds. *Natural Products*. Berlin: Springer-Verlag.
- Lee, J., Durst, R.W., and R.E. Wrolstad. 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *J. AOAC Int.* 88: 1269-1278.
- Li, H., Tsao, R., and Z. Deng. 2012. Factors affecting the antioxidant potential and health benefits of plant foods. *Can. J. Plant Sci.* 92: 1101-1111.
- Lu, Y., Du, J., Tang, J., Wang, F., Zhang, J., Huang, J., Liang, W., and L. Wang. 2009. Environmental regulation of floral anthocyanin synthesis in *Ipomoea purpurea*. *Molecular Ecology* 18: 3857-3871.
- Makasana, J., Pillai, V., Sharma, A., Dholakiya, B.Z., Gajbhiye, N.A., and R. Saravanan. 2016. Effect of seed treatment on germination and flavonoids diversity in accessions of butterfly pea (*Clitoria ternatea*). *Indian J. Agr. Sci.* 86(12): 1553-1558.
- Mlodzinska, E. 2009. Survey of plant pigments: Molecular and environmental determinants of plant colors. *Acta Biol. Cracov. Bot.* 51: 7-16.
- Mukherjee, P.K., Kumar, V., Kumar, N.S., and M. Heinrich. 2008. The Ayurvedic medicine *Clitoria ternatea* - From traditional use to scientific assessment. *J. Ethnopharmacol.* 120: 291-301.
- Nair, V., Bang, W.Y., Schreckinger, E., Andarwulan, N. and L. Cisneros-Zevallos. 2015. Protective role of ternatin anthocyanins and quercetin glycosides from butterfly pea (*Clitoria ternatea* Leguminosae) blue flower petals against lipopolysaccharide (LPS)-induced inflammation in macrophage cells. *J. Agric. Food Chem.* 63: 6355-6365.
- Swain, T. and W.E. Hillis. 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. - The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.* 10(1): 63-68.
- Terahara, N., Oda, M., Matsui, T., Osajima, Y., Saito, N., Toki, K., and T. Honda. 1996. Five new anthocyanins, ternatins A3, B4, B3, B2, and D2, from *Clitoria ternatea* flowers. *J. Nat. Prod.* 59: 139-144.
- Tulukcu, E., Sagdic, O., Albayrak, S., Ekici, L., and H. Yetim. 2009. Effect of collection time on biological activity of Clary sage (*Salvia sclarea*). *J. Appl. Bot. Food Qual.* 83(1): 44-49.
- Wrolstad, R.E. 1976. *Color and pigment analyses in fruit products*. Stations Bull. pp. 621. Agricultural Experiment Station. Corvallis: Oregon State University.
- Yalcin, H., Kavuncuoğlu, H., Tulukcu, E., and Z. Eroğlu. 2017. The effect of harvest time on the bioactive properties and volatile components of lavender (*Lavandula officinalis*). *Qual. Assur. Saf. Crop.* 9: 275-283.

วันรับบทความ (Received date) : 15 พ.ย. 61

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 28 ม.ค. 62

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 11 มี.ย. 62

ศึกษาการพัฒนาผลต่อสารพฤกษเคมีบางชนิดในผลพริกมัน 'TVRC365' Study Fruit Development on Some Phytochemical in Pepper 'TVRC365'

อรเนตร กานต์บุญญา¹ จันทอง โสมกุล² พิมพชนก สดภูมินทร์¹ และพรไพรินทร์ รุ่งเจริญทอง¹
Oranate Kanboonya¹, Jumnong Somkul², Pimchanok Satapoomin¹ and Pornpairin Rungcharoenthong¹

บทคัดย่อ

ศึกษาการพัฒนาผลของพริกต่อปริมาณพฤกษเคมีบางประการในผลพริกมัน 'TVRC365' เนื่องจากปัจจุบันมีผู้นิยมบริโภคทั้งในระยะผลเขียวและผลแดง ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาผลในแต่ละระยะต่อปริมาณพฤกษเคมี โดยการปลูกพริกมันในกระถาง 12 นิ้ว ทำการผูกดอกในวันที่ดอกบาน และเก็บเกี่ยวผลพริกที่อายุ 7, 10, 14, 21, 28, 35, 42, 49 และ 53 วันหลังดอกบาน บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของผล เช่น น้ำหนักสด ความยาว ความกว้าง ความหนาเนื้อ ความแน่นเนื้อ และวิเคราะห์ปริมาณสารพฤกษเคมี คือ คลอโรฟิลล์ เบต้าแคโรทีน ไลโคปีน วิตามินซี สารประกอบฟีนอล และฤทธิ์การต้านออกซิเดชันร้อยละ 50 (EC₅₀) พบว่า การเจริญเติบโตของผลพริกมันเพิ่มมากขึ้น มีน้ำหนัก ความยาว ความกว้าง ความหนาเนื้อ และความแน่นเนื้อที่เพิ่มขึ้น ตามอายุผลจนถึง 42 วันหลังดอกบาน โดยที่ผลอายุ 49 วันหลังดอกบานเป็นระยะบริบูรณ์ที่มีการเจริญเติบโตสูงสุด รวมถึงมีการเปลี่ยนสีผลจากสีเขียวเป็นสีแดง นอกจากนี้เมื่อพิจารณาปริมาณพฤกษเคมีในช่วงการพัฒนาของผล พบว่าเมื่อผลอายุ 42 วันหลังดอกบานมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงและลดลงเมื่อผลอายุรวม 49 วันหลังดอกบาน แต่ผกผันกับปริมาณเบต้าแคโรทีนและไลโคปีนที่เพิ่มขึ้นที่ 49 วันหลังดอกบาน ส่วนสารประกอบฟีนอลและ EC₅₀ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและสูงที่สุดเมื่อผลอายุ 49 วันหลังดอกบาน

คำสำคัญ: เบต้าแคโรทีน ไลโคปีน วิตามินซี สารประกอบฟีนอล ฤทธิ์การต้านออกซิเดชันร้อยละ 50

Abstract

Study fruit developments on some phytochemical properties in pepper 'TVRC365' was performed according to consumer prefers in both green and red pepper for utilization. The objective of this study fruit development in each stage on phytochemical content was investigated. Pepper 'TVRC365' plants were transplanted in potted 12 inch. Flowering at anthesis date were tag. Pepper fruits were harvested at 7, 10, 14, 21, 28, 35, 42, 49 and 53 day after anthesis (DAA). Fruit weight, fruit length, fruit diameter, fruit thickness and fruit firmness were examined. Phytochemical analysis such as chlorophyll, beta-carotene, lycopene, vitamin C, total soluble phenol and antioxidant activity 50% effective concentration (EC₅₀) were analyzed. It was found that weight, length, diameter, thickness and fruit firmness followed by fruit age until 42 DAA. After that at 49 DAA had maximum growth and green fruit color exchanged from green to red seen to be maturity stage. Nevertheless, phytochemical during fruit development chlorophyll content showed that increased until 42 DAA and decreased after that, inversely with beta carotene and lycopene content increased at 49 DAA. However, total soluble phenol and EC₅₀ trended to increase and reached maximum at 49 DAA.

Keywords: beta carotene, lycopene, vitamin C, total soluble phenol, EC₅₀

¹ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

² คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

*Corresponding author, Email: faaspr@ku.ac.th

คำนำ

พริก (*Capsicum annuum* L.) อยู่ในวงศ์ Solanaceae มีถิ่นกำเนิดในแถบร้อนของทวีปอเมริกา เช่น เม็กซิโก และอเมริกาใต้ พริกเป็นพืชผักเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย มีพื้นที่ปลูก 859,617 ไร่ ผลผลิตพริก 171,722,889 ตัน ผลผลิตร้อยละ 60 เป็นพริกชี้หนุผลใหญ่ รองลงมาคือพริกชี้หนุผลเล็ก (27%) และพริกใหญ่ (9%) (วีระ ภาคอุทัย และเยาวรัตน์ ศรีวรรณท์, 2557) ซึ่งพริกผลใหญ่ได้รับความต้องการของตลาดและผู้บริโภคสูง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทั้งด้านการแพทย์ ด้านอาหาร ทั้งการบริโภคผลสด และแปรรูปเพื่อเพิ่มรสอาหาร เช่น พริกคอง พริกแกง พริกป่น และเครื่องแกง เป็นต้น (Poulos, 1993) เนื่องจากพริกเป็นพืชที่อุดมไปด้วยสารพฤกษเคมี เช่น วิตามินซี วิตามินเอ แคปไซซิน เหล็ก โยอาหาร คลอโรฟิลล์ ไลโคปีน เบต้าแคโรทีน สารประกอบฟีนอล และสารต้านอนุมูลอิสระ (Grubben, 1977) สอดคล้องกับการศึกษาปริมาณสารพฤกษเคมีในสารสกัดพริกหวาน พริกเผ็ด และพริกชี้หนุ พบว่า พริกหวานมีสารประกอบฟีนอลและสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าพริกเผ็ดและพริกชี้หนุ แต่พริกชี้หนุมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์สูงกว่าพริกสายพันธุ์อื่น ๆ (Abdul Rahim and Mat, 2012) เช่นเดียวกับการศึกษาในพริกหวานสีแดง เหลือง และเขียว พบว่าพริกหวานสีแดงมีปริมาณสารประกอบฟีนอล วิตามินซี และสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าพริกหวานสีเหลืองและสีเหลือง ขณะที่พริกหวานสีเหลืองมีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงกว่าสีอื่น ๆ (Zhang and Hamazu, 2003) นอกจากนี้จากรายงานของ Vera-Guzmán et al. (2011) พบว่าพริกสายพันธุ์ท้องถิ่นของเม็กซิโก *C. annuum* มีปริมาณวิตามินซี สารประกอบฟีนอล ฟลาโวนอยด์ และแคปไซซินสูงกว่าสายพันธุ์ *C. pubescens* Ruiz & Pav. ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลและสารต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ซึ่งพริกมันบางช่วงเป็นสินค้าที่ขี้ดักขะทางภูมิศาสตร์ที่มีลักษณะเด่น เป็นพันธุ์ผสมปล่อย ผลแก่สีแดงสด มันวาว รสไม่เผ็ด มีกลิ่นเฉพาะตัว เหมาะที่จะนำไปใช้ประโยชน์ ทั้งผลสดและแห้ง (ไชยรัตน์ สัมฉุน, 2558) นอกจากนี้จากการศึกษาพริกหวานสีแดง พบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลและเปอร์เซ็นต์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระมากกว่าพริกหวานสีเขียว (Saidu and Garba, 2011) แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อมูลการพัฒนาผลต่อปริมาณพฤกษเคมีบางประการของพริกมัน ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาผลในแต่ละระยะต่อปริมาณพฤกษเคมี เพื่อเป็นทางเลือกในการบริโภคหรือนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคต

วิธีการศึกษา

ทำการเพาะเมล็ดพริกมัน พันธุ์ TVRC365 ในถาดเพาะกล้า และทำการย้ายปลูกลงในกระถางขนาด 12 นิ้ว เมื่อกล้าอายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ด จำนวน 48 กระถาง ดูแล ใส่ปุ๋ย รดน้ำ และป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามวิธีของเกษตรกร (ขวัญชนก สระทองฮ่อม, 2554) เมื่อดอกพริกบานจะทำการผูกดอกและเก็บเกี่ยวผลพริกที่อายุ 7, 10, 14, 21, 28, 35, 42, 49 และ 53 วัน หลังดอกบาน โดยสุ่มเก็บพริก 48 ผลต่ออายุการเก็บเกี่ยว นำมาบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของผล คือ น้ำหนักสด ความยาว ความกว้าง ความหนาเนื้อ ความแน่นเนื้อด้วย penetrometer โดยใช้หัวแบบทรงกระบอก มีหน่วยเป็น กิโลปาสคาล (kPa) = ค่าที่อ่านได้ (กิโลกรัม) × 9.807 (นิวตัน) ต่อพื้นที่หัวกด (ตารางเมตร) และวิเคราะห์ปริมาณสารพฤกษเคมีของผลพริกเมื่อผลมีอายุ 10, 14, 21, 28, 35, 42, 49 และ 53 วันหลังดอกบาน เช่น คลอโรฟิลล์รวม คลอโรฟิลล์-เอ คลอโรฟิลล์-บี เบต้าแคโรทีน ไลโคปีน วิตามินซี สารประกอบฟีนอล และฤทธิ์ต้านออกซิเดชันร้อยละ 50 ดังนี้

การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ นำตัวอย่างพืช 1 กรัม มาบดในโถงให้ละเอียด เติมสารละลาย acetone ความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 20 มิลลิลิตร กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 นำมาวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น UV-1800 ที่ความยาวคลื่น 645 และ 663 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ คลอโรฟิลล์-บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมด จากสูตรของ Arnon (1949) โดยมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกรัม (เนื้อเยื่อ)

$$\text{คลอโรฟิลล์ทั้งหมด} = [20.2 (A_{663}) + 8.02 (A_{645})] \times (V/1,000 \times W)$$

$$\text{คลอโรฟิลล์-เอ} = [12.7 (A_{663}) - 2.69 (A_{645})] \times (V/1,000 \times W)$$

$$\text{คลอโรฟิลล์-บี} = [22.9 (A_{663}) - 4.68 (A_{645})] \times (V/1,000 \times W)$$

เมื่อ V = ปริมาตรของสารละลายที่ตรวจวัดคลอโรฟิลล์ (ml)

W = น้ำหนักตัวอย่างที่ชั่ง (g)

การวิเคราะห์ปริมาณเบต้าแคโรทีนและไลโคปีน นำตัวอย่างพืช 1 กรัม มาบดในโถงให้ละเอียด เติมน้ำสารละลาย acetone : hexane สัดส่วน 2 : 3 ปริมาตร 20 มิลลิลิตร นำไปกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 นำมาวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 663, 645, 505 และ 453 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณเบต้าแคโรทีนและไลโคปีนจากสูตรของ Nagata and Yamashita (1992) โดยมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร

$$\text{เบต้าแคโรทีน} = 0.216 (A_{663}) - 1.22 (A_{645}) - 0.304 (A_{505}) + 0.452 (A_{453})$$

$$\text{ไลโคปีน} = -0.0458 (A_{663}) + 0.0204 (A_{645}) + 0.372 (A_{505}) - 0.0806 (A_{453})$$

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอล (Singleton et al., 1999) นำตัวอย่างพืช 1 กรัม มาบดในโถงให้ละเอียด สกัดตัวอย่างพืชด้วย 20% methanol ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที นำสารละลายใสส่วนบนมาใช้วิเคราะห์ปริมาณ 50 ไมโครลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent ความเข้มข้น 0.2 มิลลาร์ ปริมาตร 250 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 8 นาที เติมน้ำสารละลาย 20% Na_2CO_3 ปริมาตร 750 ไมโครลิตร และเติมน้ำกลั่น 950 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร สร้างกราฟสารละลายมาตรฐานโดยใช้ gallic acid ความเข้มข้น 0, 10, 25, 50 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีหน่วยเป็น มิลลิกรัม gallic acid equivalent (GAE) ต่อกรัม น้ำหนักสด

การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี (Li et al., 2012) นำตัวอย่างพืช 1 กรัม มาบดในโถงให้ละเอียด เติมน้ำ 5% trichloroacetic acid (TCA) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที นำสารละลายใสส่วนบนปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติมน้ำสารละลาย ethanol ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เติมน้ำสารละลาย 0.4% phosphoric acid-ethanol ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เติมน้ำ 0.5% 1,10 phenanthroline-ethanol ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมน้ำ 0.03% ferric chloride ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร นำมาวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 534 นาโนเมตร สร้างกราฟสารละลายมาตรฐานโดยใช้ ascorbic acid ความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

การวิเคราะห์หาฤทธิ์การต้านออกซิเดชัน ด้วยวิธี DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) assay ดัดแปลงจาก Brand-williams et al. (1995) ซึ่งตัวอย่างพืช 1 กรัม บดให้ละเอียดด้วยไนโตรเจนเหลว และสกัดตัวอย่างพืชด้วย absolute ethanol ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที นำสารละลายใสส่วนบนมาปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร เตรียมสารละลายตัวอย่างพืชให้ได้ความเข้มข้น 0, 1,000, 2,000, 3,000, 4,000 และ 5,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เตรียมสารละลายตัวอย่างพืชที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ ที่เตรียม ปริมาตร 1.9 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง จากนั้นเติมน้ำสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 100 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์การออกฤทธิ์กำจัดอนุมูลอิสระ จากสมการ

$$\text{Radical scavenging (\%)} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$$

เมื่อ A_0 คือค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของชุดควบคุม และ A_1 คือค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารตัวอย่างผสมกับ DPPH (Molyneux, 2004) จากนั้นนำค่า % radical scavenging ที่ได้ในแต่ละความเข้มข้นมาสร้างกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างพืช และ % radical scavenging และหาค่า 50% effective concentration (EC_{50}) หรือค่าความเข้มข้นหรือค่าประสิทธิภาพของสารที่ใช้ในการต้านออกซิเดชันได้ร้อยละ 50 โดยใช้ trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) และ ascorbic acid ความเข้มข้น 0, 5, 10, 15 และ 20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นสารละลายมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จำนวน 4 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ R Program (R-language and environment for statistical computing graphics) เวอร์ชัน 3.4.3

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การพัฒนาของผลพริกมัน พบว่าผลพริกมีการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นเมื่ออายุวันหลังดอกบานเพิ่มขึ้น เช่น น้ำหนักผล ความยาว ความกว้าง ความหนาเนื้อ และความแน่นเนื้อในแต่ละระยะที่เก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกันทางสถิติ คือเมื่อผลมีอายุวันที่ยาวขึ้นจะมีน้ำหนักมากขึ้น โดยน้ำหนักจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 7-21 วันหลังดอกบาน หลังจากนั้นมีความนิ่งเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และคงที่ในช่วง 49 และ 53 วันหลังดอกบาน มีน้ำหนักผลสูงที่สุดคือ 10.71 และ 10.99 กรัมต่อผล ตามลำดับ (Table 1) เช่นเดียวกันกับความยาวและความกว้างของผลพริกที่เพิ่มขึ้นในช่วง 7-21 วัน หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย โดยพบว่าที่ 49 วันหลังดอกบาน มีความยาวและความกว้างผลมากที่สุด 10.44 และ 1.79 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับความหนาเนื้อ พบว่าในวันที่ 21 วันหลังดอกบาน มีความหนาเนื้อมากที่สุดคือ 0.28 เซนติเมตร และอายุวันที่ยาวขึ้นส่งผลให้ค่าความแน่นเนื้อเพิ่มมากขึ้น และเมื่อประเมินความแน่นเนื้อ พบว่า อายุที่เพิ่มขึ้นความแน่นเนื้อเพิ่มสูงขึ้น โดยที่ 53 วันหลังดอกบาน มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 1.71 กิโลปาสคาล จากการศึกษาการพัฒนาผลพริกแสดงว่า พริกมันมีการแก่ทางสรีรวิทยาที่อายุผล 49 วันหลังดอกบาน เนื่องจากมีน้ำหนักและขนาดผลสูง รวมถึงลักษณะของสีผลเริ่มมีการเปลี่ยนจากสีเขียวเข้มเป็นสีแดง (Figure 1) แสดงว่าการพัฒนาผลในช่วงแรกจะมีการแบ่งเซลล์ การสะสมอาหารเพิ่มขึ้น จึงมีขนาดและน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในช่วง 7-21 วันหลังดอกบาน หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในช่วงอายุผล 28-42 วัน และคงที่ช่วงอายุผล 49-53 วันหลังดอกบาน แสดงว่าผลพริกอยู่ในระยะบิรูรณ์ (maturation) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในพริกขี้หนูพันธุ์พบว่ามีการแก่ทางสรีรวิทยาเมื่อมีการเปลี่ยนสีผลเป็นสีส้ม หรืออายุผล 38 วันหลังดอกบาน (พงษ์ศักดิ์ มาณสุวิงศ์ และคณะ, 2554) เช่นเดียวกับ Sbrussi et al. (2014) พบว่าการเก็บเกี่ยวผลโห่งโห่งฝรั่งที่ระยะสุกแก่เต็มที่ เมื่อเปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลฟางข้าวผลสีเหลืองใส ส่งผลให้มีความยาว ความกว้าง และน้ำหนักแห้งของผลมากที่สุด

เมื่อพิจารณาปริมาณสารพฤกษเคมีในผลพริกมันในแต่ละระยะการเจริญเติบโต พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ และเบต้าแคโรทีนมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด คลอโรฟิลล์-เอ คลอโรฟิลล์-บี มีปริมาณมากเมื่อช่วงอายุ 10-42 วันหลังดอกบาน หลังจากนั้นปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง (Table 2) ซึ่งผกผันกับปริมาณเบต้าแคโรทีน โดยที่อายุ 10-42 วัน มีปริมาณเบต้าแคโรทีน 0.099-0.397 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิกรัม ซึ่งน้อยกว่าที่อายุ 49-53 วันหลังดอกบาน มีปริมาณเบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้นเป็น 0.512-0.468 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิกรัม แสดงว่าพริกจะมีเบต้าแคโรทีนสูง เมื่อเริ่มมีการเปลี่ยนสีผลจากเขียวเป็นแดง สอดคล้องกับ Ha et al. (2007) กล่าวว่าในผลพริกเมื่อสุกแก่จะพบปริมาณสารกลุ่มแคโรทีนอยด์มากกว่าช่วงผลอ่อน

Table 1 Fruit growth and development in pepper 'TVRC365' at different day after anthesis.

DAA	Fruit weight (g/fruit)	Fruit length (cm)	Fruit diameter (cm)	Fruit thickness (cm)	Fruit firmness (kPa)
7	0.47e	1.41g	0.51f	0.06d	1.46cd
10	1.32e	3.99f	0.81e	0.10d	1.50bc
14	5.40d	7.71e	1.32d	0.17bc	1.31d
21	6.99c	8.55cd	1.49c	0.28a	1.43cd
28	7.49c	8.12de	1.51c	0.17c	1.58abc
35	8.72b	9.32bc	1.56c	0.18bc	1.45cd
42	9.39b	9.49b	1.66b	0.20b	1.56abc
49	10.71a	10.44a	1.79a	0.21b	1.68ab
53	10.99a	9.16bc	1.57c	0.19bc	1.71a
CV. (%)	13.19	8.37	5.13	15.60	10.10
F-test	**	**	**	**	**

Means followed by the same letters are not statistically different from each other according to DMRT. ** = Significant at 0.01 probability.



Figure 1 Fruit development in pepper 'TVRC 365' at different day after anthesis.

นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาปริมาณสารไลโคปีน วิตามินซี สารประกอบฟีนอล และ EC_{50} พบว่าที่อายุ 10-42 วันหลังดอกบาน มีปริมาณสารไลโคปีนน้อยกว่าในช่วงอายุ 49-53 วันหลังดอกบาน (Table 3) เมื่อพิจารณาปริมาณวิตามินซี ช่วงแรกของการพัฒนาผลมีค่าสูงที่ 10 และลดลงที่อายุ 14-21 วันหลังดอกบาน และมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น หลัง 28 วันหลังดอกบาน โดยที่อายุ 35 และ 53 วันหลังดอกบาน พบปริมาณวิตามินซี 6.770 และ 6.495 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ เช่นเดียวกับปริมาณสารประกอบฟีนอล เมื่อพริกอยู่ในระยะบรรจบที่ 49 วันหลังดอกบาน มีปริมาณสารประกอบฟีนอล 56.588 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และมากที่สุดที่ 49 วันหลังดอกบาน ซึ่งสอดคล้องกับฤทธิ์การต้านออกซิเดชันร้อยละ 50 พบว่าที่ 49 วันหลังดอกบาน มีค่า EC_{50} น้อยที่สุด คือ 2.705 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งแสดงให้เห็นถึงฤทธิ์การต้านออกซิเดชันร้อยละ 50 ที่มากขึ้น เมื่อพริกมีอายุมากขึ้นปริมาณสารเหล่านี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยมีค่าสูงสุดที่อายุ 49 วันหลังดอกบาน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Bae et al. (2014) พบว่าในพริกแก่มีปริมาณวิตามินซี และสารประกอบฟีนอลมากกว่าในพริกอ่อน และมีผลสอดคล้องกับฤทธิ์การต้านออกซิเดชันร้อยละ 50 เมื่อปริมาณวิตามินซีและสารประกอบฟีนอลเพิ่มสูงขึ้น จะมีผลทำให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มสูงขึ้น รวมถึงเบต้าแคโรทีน ไลโคปีน และวิตามินซี โดยมีผลทำให้ EC_{50} ที่ลดลง แสดงให้เห็นถึงการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มากขึ้น ดังรายงานในพริกสายพันธุ์ Cili Padi Rangup ที่พบในประเทศมาเลเซีย มีปริมาณสารประกอบฟีนอล ฟลาโวนอยด์ และแคโรทีนอยด์สูง ส่งผลให้มีสารต้านอนุมูลอิสระสูงเช่นกัน (Alama et al., 2018) นอกจากนี้ในพริกหวานสีแดงมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าพริกหวานสีส้ม สีเหลือง สีเขียว ตามลำดับ และไม่พบสารต้านอนุมูลอิสระในพริกหวานสีขาว (Matsufuji et al., 2007) แต่อย่างไรก็ตามปริมาณพฤกษเคมีในพริกพันธุ์ต่าง ๆ อาจแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมการปลูกและการจัดการแปลงปลูก ดังนั้นการใช้ประโยชน์จากพริกในระยะพัฒนาผลแตกต่างกันมีผลต่อปริมาณพฤกษเคมีแตกต่างกันออกไป เช่น พริกในระยะผลเขียวมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูง แต่ปริมาณสารประกอบฟีนอลและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่าพริกที่มีการพัฒนาผลเต็มที่และเริ่มเปลี่ยนเป็นสีแดง

Table 2 Total chlorophyll, chlorophyll a, chlorophyll b and beta-carotene on fruit in pepper 'TVRC 365' at different day after anthesis.

DAA	Total chlorophyll (mg/g FW)	Chlorophyll a (mg/g FW)	Chlorophyll b (mg/g FW)	Beta-carotene (mg/100 ml)
10	0.327b	0.230b	0.096ab	0.394b
14	0.392a	0.272a	0.119a	0.378b
21	0.324b	0.227b	0.098ab	0.397b
28	0.287c	0.199c	0.089b	0.099d
35	0.339b	0.232b	0.107ab	0.143cd
42	0.387a	0.263a	0.124a	0.202c
49	0.018d	0.009d	0.010c	0.512a
53	0.008d	0.004d	0.004c	0.468ab
CV. (%)	8.43	8.69	7.99	19.61
F-test	**	**	**	**

Means followed by the same letters are not statistically different from each other according to DMRT. ** = Significant at 0.01 probability.

Table 3 Lycopene, vitamin C contents, total soluble phenol and EC₅₀ on fruit in pepper 'TVRC 365' at different day after anthesis.

DAA	Lycopene (mg/100 ml)	Vitamin C contents (mg/g FW)	Total soluble phenol (mg/g FW)	EC ₅₀ (mg/ml)
10	0.394b	1.195d	34.411c	44.475a
14	0.378b	0.828de	24.980d	44.661a
21	0.397b	0.278e	25.411d	34.395b
28	0.099d	4.470bc	25.323d	10.978c
35	0.143d	6.770a	27.000d	6.654d
42	0.202c	3.757c	34.029c	9.530cd
49	0.512a	5.311b	56.588a	2.705e
53	0.468a	6.495a	45.911b	11.463c
CV. (%)	40.09	9.86	7.16	6.62
F-test	**	**	**	**

Means followed by the same letters are not statistically different from each other according to DMRT. ** = Significant at 0.01 probability.

สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาของผลพริกมัน TVRC365 ต่อปริมาณพฤษเคมี พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ มีค่าสูงในช่วงผลอายุ 10-42 วัน หลังดอกบาน และลดลงเมื่อผลอายุ 49-53 วันหลังดอกบานเมื่อพริกเข้าระยะบรรจบรูป ซึ่งผูกพันกับปริมาณเบต้าแคโรทีนและไลโคปีนที่เพิ่มสูงเมื่อผลอายุ 49 วันหลังดอกบาน เช่นเดียวกับสารประกอบฟีนอลมากที่สุด จึงส่งผลให้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง โดยมีค่า EC₅₀ ต่ำ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการทำวิจัยของบุคลากรโครงการจัดตั้งภาควิชาพฤกษศาสตร์ และทุนสนับสนุนการทำวิจัยของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- ขวัญชนก สระทองบัว. 2554. การพัฒนาการจัดการการผลิตพริกของเกษตรกรในตำบลบ้านยาง อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม. ใน มสธ. วิจัย ประจำปี 2554. น. 405-416. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ไชยรัตน์ สัมจุน. 2558. บางช้าง TVRC365 พันพริกในตำนานสมัย ร 2. ไทยรัฐออนไลน์. <http://www.thairath.co.th/content/506522>, 15. (มีนาคม 2561).
- พงษ์ศักดิ์ มานสุวิวงศ์, วัลลภ สันติประชา และขวัญจิตร์ สันติประชา. 2554. การพัฒนาของสีผล เมล็ดและการสุกแก่ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูสวน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 29(1): 26-35.
- วีระ ภาคอุทัย และเยาวรัตน์ ศรีวรรณ. 2557. พริก ปลูกอย่างไรในภาวะโลกกำลังร้อน. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- Abdul Rahim, R. and I. Mat. 2012. Phytochemical contents of *Capsicum frutescens* (chili padi), *Capsicum annuum* (chili pepper) and *Capsicum annuum* (bell pepper) aqueous extracts. *IPCBE*. 40: 164-167.
- Alama, A., Syazwaniea, N.F., Mahmoda, N.H., Badaluddina, N.A., 'Ain Mustafab, K., Alias, N., Aslanic, F., and M. Asaduzzaman Prophan. 2018. Evaluation of antioxidant compounds, antioxidant activities and capsaicinoid compounds of chili (*Capsicum* sp.) germplasm available in Malaysia. *JARMAP*. 1-9.
- Arnon, D.I. 1949. Copper enzyme in isolated chloroplast, polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol*. 24: 1-15.
- Bae, H., Jayaprakasha, G.K., Crosby, K., Yoo, K.S., Leskova, D.I., Jifon, J. and B.S. Patil. 2014. Ascorbic acid, capsaicinoid, and flavonoid aglycone concentrations as a function of fruit maturity stage in greenhouse-grown peppers. *J. Food Composition and Analysis* 33: 195-202.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., and C. Berset. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT Food Sci. Technol.* 28 (1): 25-30.
- Grubben, G.J.H. 1977. *Tropical vegetables and their genetic resources*. Rome: International Board for Plant Genetic Resources.

- Ha, S-H., Kim, J-B., Park, J-S., Lee, S-W., and K-J. Cho. 2007. A comparison of the carotenoid accumulation in *Capsicum* varieties that show different ripening colours: deletion of the capsanthin-capsorubin synthase gene is not a prerequisite for the formation of a yellow pepper. *J. Exp. Bot.* 58(12): 3135-3144.
- Li, H., C. Tang, Z. Xu, X. Liu and X. Han. 2012. Effects of different light sources on the growth of non-heading Chinese cabbage (*Bressica campestris* L.). *J. Agric. Sci.* 4(4): 262-273.
- Matsufuji, H., Ishikawa, K., Nunomura, O., Chino, M., and M. Takeda. 2007. Anti-oxidant content of different coloured sweet peppers, white, green, yellow, orange and red (*Capsicum annuum* L.). *JFST.* 42: 1482-1488.
- Molyneux, P. 2004. The use of the free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarinn Journal of Science and Technology* 25: 211-219.
- Nagata, M. and I. Yamashita. 1992. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. *J. Japan. Soc. Food Sci. Technol.* 39(10): 925-928.
- Poulos, J.M. 1993. Pepper Breeding. In *Breeding of solanaceous and cole crops*. Chadha M.L, A.K.M. Amzad Hossain and M.Hossain (eds). pp. 85-121. Tainan: The World Vegetable Center.
- Saidu, A.N. and R. Garba. 2011. Antioxidant activity and phytochemical screening of five species of capsicum fruits. *IRJBB.* 1(9): 237-241.
- Sbrussi, C.A.G., Zucareli, C., Prando, A.M., Almeida, B.V., and B. Silva. 2014. Maturation stages of fruit development and physiological seed quality in *Physalis peruviana*. *Rev. Ciênc. Agron.* 45(3): 543-549.
- Singleton, V.L., Orthofer, R. and R.M. Lamuela-Ravenros. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.* 299: 152-178.
- Vera-Guzmán, A.M., Chávez-Servia, J.L., Carrillo-Rodríguez, J.C., and M.G. López. 2011. Phytochemical evaluation of wild and cultivated pepper (*Capsicum annuum* L. and *C. pubescens* Ruiz & Pav.) from Oaxaca, Mexico. *JAR.* 71(4): 578-585.
- Zhang, D. and Y. Hamazu. 2003. Phenolic compounds, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant properties of green, red and yellow bell peppers. *JFAE.* 1(2): 22-27.

วันรับบทความ (Received date) : 15 พ.ย. 61

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 28 ม.ค. 62

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 11 มี.ย. 62

ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตโคพื้นเมืองไทยภาคใต้
ภายใต้การจัดการของศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เทพา จังหวัดสงขลา
Genetic Parameters of Growth Traits in Southern Thai Native Cattle
under Management of Thepa Livestock Breeding Station, Songkhla Province

เถลิงศักดิ์ อังกูรเศรษฐี¹ และวินิจ คำสังข์²
Talerngsak Angkurasanee¹ and Winit Kumsung²

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองไทยภาคใต้ ภายใต้การจัดการของศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เทพา จังหวัดสงขลา จำนวนข้อมูลของลักษณะการเจริญเติบโตทั้งหมด 1,780 บันทึก (พ.ศ. 2545-2556) ได้แก่ น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักหย่านม (อายุเฉลี่ย 200 วัน) อัตราการเจริญเติบโตแรกเกิดจนถึงเมื่อหย่านม น้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี (อายุเฉลี่ย 400 วัน) อัตราการเจริญเติบโตหลังหย่านมจนถึงอายุ 1 ปี โดยน้ำหนักแรกเกิดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.45 กิโลกรัม น้ำหนักหย่านมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 74.65 กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตแรกเกิดจนถึงหย่านมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 243.67 กรัมต่อวัน น้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 95.67 กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตหลังหย่านมจนถึงอายุ 1 ปีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 203.80 กรัมต่อวัน ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม พบว่า มีค่าอัตราพันธุกรรมที่เป็นผลมาจากยีนโดยตรงของลักษณะการเจริญเติบโตอยู่ในช่วง 0.17-0.21 ค่าอัตราส่วนอิทธิพลของยีนที่ผ่านทางแม่อยู่ในช่วง 0.15-0.16 และมีค่าอัตราส่วนอิทธิพลของสภาพแวดล้อมถาวรที่ผ่านทางแม่อยู่ในช่วง 0.01-0.04

คำสำคัญ: การเจริญเติบโต ค่าพันธุกรรม โคพื้นเมืองไทยภาคใต้

Abstract

The objective of this study was to determine genetic parameters of growth traits in southern Thai native cattle under management of Thepa livestock breeding station, Songkhla Province. The recorded of growth performance were 1,780, during 2002-2013, namely, birth weight (BW), weaning weight (average of age 200 days; W200), average daily gain of weaning weight (ADG200), yearling weight (average of age 400 days; Y400) and average daily gain of yearling weight (ADG400). Data were analyzed then, the result presented average of BW was 14.45 kilogram, W200 was 74.65 kilogram, ADG200 was 243.67 gram per day, Y400 was 95.67 kilogram and ADG400 was 203.80 gram per day. The results of genetic parameters showed that additive direct heritability had ranged 0.17-0.21, maternal heritability had ranged 0.15-0.16 and maternal permanent environmental effect had ranged 0.01-0.04 for growth traits.

Keywords: growth performance, genetic parameter, southern Thai native cattle

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90112

² ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ปัตตานี กรมปศุสัตว์ ปัตตานี 94170

*Corresponding author, Email: talerngsak.a@psu.ac.th

คำนำ

ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เทพา เป็นหน่วยงานของกรมปศุสัตว์ที่มีการเลี้ยงและผลิตโคพื้นเมืองไทยภาคใต้ เพื่อเป็นแหล่งทดสอบและอนุรักษ์พันธุ์ รวมทั้งมีการจำหน่ายโคพื้นเมืองแก่เกษตรกรในพื้นที่ ซึ่งทางศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เทพามีวิธีการเลี้ยงและการจัดการที่ใกล้เคียงกับการเลี้ยงของเกษตรกร คือการเลี้ยงแบบปล่อยแปลงแพะเดิมในแปลงหญ้าธรรมชาติ อีกทั้งยังมีการเสริมฟางและอาหารข้นในกรณีที่หญ้าธรรมชาติขาดแคลน สำหรับโคพื้นเมืองภาคใต้นั้นมีจุดเด่นในด้านลักษณะรูปร่างโดยเฉพาะโคเพศผู้จะมีการคัดเลือกเพื่อใช้เป็นโคชน เพราะฉะนั้นการศึกษาระดับปริญญาโทของโคพื้นเมืองไทยภาคใต้ในอดีตส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลจากกลุ่มโคชนเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีวิธีการเลี้ยงแตกต่างจากโคพื้นเมืองภาคใต้ที่เลี้ยงจำหน่ายเพื่อการบริโภค ปัจจุบันโคพื้นเมืองไทยภาคใต้ทั่วไปอาจเป็นลูกผสมจากการผสมข้ามแม่โคพื้นเมืองไทยกับโคพันธุ์อื่น ๆ ส่งผลให้พันธุกรรมของโคพื้นเมืองไทยภาคใต้เปลี่ยนแปลงไป ด้วยเหตุนี้ ทางศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เทพา มีแนวคิดที่จะอนุรักษ์โคพื้นเมืองไทยภาคใต้ จึงได้รวบรวมโคพื้นเมืองไทยภาคใต้จากจังหวัดต่าง ๆ ในภาคใต้ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 โดยมีการคัดเลือกลักษณะรูปร่างตามคุณลักษณะโคพื้นเมืองภาคใต้ (ศิริชัย ศรีพงศ์พันธุ์ และคณะ, 2547) รวมทั้งมีการวางแผนการผสมพันธุ์เพื่อให้ลักษณะรูปร่างของลูกตรงตามคุณลักษณะโคพื้นเมืองไทยภาคใต้ และมีการเจริญเติบโตดี รวมทั้งมีลักษณะรูปร่างที่สม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม นอกจากลักษณะรูปร่างภายนอกแล้วยังมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองไทยภาคใต้ ภายใต้การจัดการของศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เทพา เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานด้านพันธุกรรมสำหรับการพัฒนาโคพื้นเมืองไทยภาคใต้ โดยเฉพาะลักษณะการเจริญเติบโตที่มีความสอดคล้องกับมูลค่าทางเศรษฐกิจ

วิธีการศึกษา

ข้อมูลสำหรับการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นข้อมูลของโคพื้นเมืองไทยภาคใต้ของศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เทพา จังหวัดสงขลา จำนวน 1,780 บันทึก (ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545-2556) ได้แก่ ข้อมูลการให้ผลผลิต ประกอบด้วย น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักหย่านม (อายุเฉลี่ย 200 วัน) อัตราการเจริญเติบโตแรกเกิดจนถึงเมื่อหย่านม น้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี (อายุเฉลี่ย 400 วัน) อัตราการเจริญเติบโตหลังหย่านมจนถึงอายุ 1 ปี ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญต่อสมรรถภาพการผลิต รวมทั้งเป็นลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจสำหรับข้อมูลพันธุ์ประวัติ ประกอบด้วย หมายเลขตัวสัตว์ หมายเลขพ่อแม่พันธุ์ วันเดือนปีเกิด วันเดือนปีที่หย่านม วันเดือนปีที่ทดสอบน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี ฤดูกาลที่คลอดลูกและหย่านม ซึ่งสามารถจำแนกได้ 2 ฤดู คือ ฤดูฝน ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนมกราคม และ ฤดูแล้ง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกรกฎาคม

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์การกระจายของข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลที่มีความผิดปกติ เพื่อดูความผิดปกติของข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาได้แก่ น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักหย่านม (อายุเฉลี่ย 200 วัน) อัตราการเจริญเติบโตแรกเกิดจนถึงเมื่อหย่านม น้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี (อายุเฉลี่ย 400 วัน) อัตราการเจริญเติบโตหลังหย่านมจนถึงอายุ 1 ปี โดยการใช้คำสั่ง PROC MEANS และ PROC UNIVARIATE เพื่อแก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาด และลบข้อมูลที่มีค่าสูงหรือต่ำกว่าปกติ (outlier) ออกจากฐานข้อมูล วิเคราะห์ทดสอบอิทธิพลของปัจจัยคงที่ (fixed effect) ที่คาดว่าจะมีผลต่อค่าสังเกต ได้แก่ เพศ อายุแม่เมื่อคลอด ลำดับลูกที่คลอด ฤดูกาลที่เกิดที่ทำการซึ่งหรือวัดค่าสังเกต โดยการใช้คำสั่ง PROC MIXED ด้วยโปรแกรม Statistical Analysis System (SAS, 2013) เพื่อนำปัจจัยคงที่ที่มีผลต่อค่าสังเกตไปใช้ปรับในตัวแบบในขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ค่าอัตราพันธุกรรม และค่าทางพันธุกรรมอื่น ๆ ของแต่ละลักษณะ และวิเคราะห์แยกครั้งละลักษณะด้วยโมเดลตัวสัตว์ (animal model) ด้วยวิธี Restricted Maximum Likelihood (REML) โดยใช้เทคนิค BLUP โปรแกรมสำเร็จรูป BLUPF 90 PCPAK 2.02 (Duangjinda et al., 2002)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ลักษณะการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองไทยภาคใต้

น้ำหนักแรกเกิด: น้ำหนักแรกเกิดของโคพื้นเมืองเพศเมียและเพศผู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.10 และ 14.80 กิโลกรัม และค่าเฉลี่ยรวมทั้งสองเพศเท่ากับ 14.45 กิโลกรัม ดังแสดงใน Table 1 ซึ่งมีค่าสูงกว่า มนต์ชัย ดวงจินดา และคณะ (2537) รายงานว่า ลูกโคพื้นเมืองเพศผู้และเพศเมียสายอีสานมีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยเท่ากับ 13.9 และ 13.6 กิโลกรัม และ กิตติ อรรคชาติ (2546) ที่รายงานว่ น้ำหนักแรกเกิดของโคพื้นเมืองภาคใต้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.2 กิโลกรัม ซึ่งพบว่ามีความน้อยกว่า มังกร วงศ์ศรี และคณะ (2541) ที่รายงานว่ ลูกโคพื้นเมืองเพศผู้และเพศเมียมีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยเท่ากับ 17.5 และ 16.2 กิโลกรัม ตามลำดับ และ สวัสดิ์ ธรรมบุตร และวนิดา กำเนิดเพชร (2542) ที่รายงานว่ น้ำหนักแรกเกิดของโคพื้นเมืองภาคใต้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.49 กิโลกรัม

น้ำหนักหย่านม (อายุเฉลี่ย 200 วัน): น้ำหนักหย่านมของโคพื้นเมืองเพศเมียและเพศผู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.90 และ 75.75 กิโลกรัม และค่าเฉลี่ยรวมทั้งสองเพศเท่ากับ 74.65 กิโลกรัม มีค่าใกล้เคียงกับ เกียรติเดช สำแดง (2531) ที่รายงานว่ น้ำหนักหย่านมโคพื้นเมืองไทยเฉลี่ยเท่ากับ 74.30 กิโลกรัม แต่มีค่ามากกว่า สุจินต์ สิมารักษ์ และคณะ (2532) ที่รายงานว่ น้ำหนักหย่านมโคพื้นเมืองไทยเฉลี่ยเท่ากับ 68.30 กิโลกรัม อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีความต่ำกว่า สมจิตต์ และคณะ (2506) ที่รายงานว่ น้ำหนักหย่านมของโคพื้นเมืองไทยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 119.20 กิโลกรัม จรรย์ และคณะ (2515) ที่รายงานว่ โคพื้นเมืองไทยสายอีสานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 112.00 กิโลกรัม และ สวัสดิ์ ธรรมบุตร และวนิดา กำเนิดเพชร (2542) และ กิตติ อรรคชาติ (2546) ที่รายงานว่ น้ำหนักหย่านมของโคพื้นเมืองภาคใต้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93.36 และ 80.20 กิโลกรัม ตามลำดับ

อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยแรกเกิดจนถึงหย่านม (อายุเฉลี่ย 200 วัน): อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยก่อนหย่านมของโคพื้นเมืองเพศเมียและเพศผู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 241.50 และ 245.97 กรัมต่อวัน และค่าเฉลี่ยรวมทั้งสองเพศเท่ากับ 243.67 กรัมต่อวัน มีค่าใกล้เคียงกับ สุวัฒน์ รัตนธนาชาติ (2537) ที่รายงานว่ อัตราการเจริญเติบโตแรกเกิดจนถึงหย่านมของโคพื้นเมืองภาคเหนือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 251 กรัมต่อวัน และมีค่ามากกว่า สมมาตร สุวรรณมาโจ และคณะ (2537) ที่รายงานว่ อัตราการเจริญเติบโตแรกเกิดจนถึงหย่านมของโคพื้นเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 74.30 กรัมต่อวัน อย่างไรก็ตามพบว่ามีความต่ำกว่า สวัสดิ์ ธรรมบุตร และวนิดา กำเนิดเพชร (2542) และ กิตติ อรรคชาติ (2546) ที่รายงานว่ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยก่อนหย่านมของโคพื้นเมืองภาคใต้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 400.00 และ 323.00 กรัมต่อวัน

น้ำหนักอายุ 1 ปี (อายุเฉลี่ย 400 วัน): น้ำหนักอายุ 1 ปีของโคพื้นเมืองเพศเมียและเพศผู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 94.50 และ 96.56 กิโลกรัม และค่าเฉลี่ยรวมทั้งสองเพศเท่ากับ 95.67 กิโลกรัม มีค่าต่ำกว่าที่ สวัสดิ์ ธรรมบุตร และวนิดา กำเนิดเพชร (2542) และกิตติ อรรคชาติ (2546) ที่รายงานว่ น้ำหนักอายุ 1 ปีของโคพื้นเมืองภาคใต้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100.57 และ 111.70 กิโลกรัม

อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยหลังหย่านมจนถึงอายุ 1 ปี (อายุเฉลี่ย 400 วัน): อัตราการเจริญเติบโตหลังหย่านมจนถึงอายุ 1 ปีของโคพื้นเมืองเพศเมียและเพศผู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 202.60 และ 205.97 กรัมต่อวัน และค่าเฉลี่ยรวมทั้งสองเพศเท่ากับ 203.80 กรัมต่อวัน มีค่าต่ำกว่า เกียรติเดช สำแดง (2531) ที่รายงานว่ อัตราการเจริญเติบโตหลังหย่านมจนถึงอายุ 1 ปีโคพื้นเมืองของเพศผู้และเพศเมียเฉลี่ยเท่ากับ 254.7 และ 240 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ปิยศักดิ์ สุวรรณ และคณะ (2538) รายงานว่ อัตราการเจริญเติบโตหลังหย่านมจนถึงอายุ 1 ปีของโคพื้นเมืองเพศผู้และเพศเมียมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 349 และ 262 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และ อนันต์ สุขลิ้ม และคณะ (2544) ที่รายงานว่ อัตราการเจริญเติบโตหลังหย่านมจนถึงอายุ 1 ปีของโคพื้นเมืองชาวลำพูนเพศผู้และเพศเมียเฉลี่ยเท่ากับ 518 และ 471.6 กรัมต่อวัน ตามลำดับ แต่พบว่ามีความมากกว่า สวัสดิ์ ธรรมบุตร และวนิดา กำเนิดเพชร (2542) และ กิตติ อรรคชาติ (2546) ที่รายงานว่ อัตราการเจริญเติบโตหลังหย่านมจนถึงอายุ 1 ปีของโคพื้นเมืองภาคใต้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 172.20 และ 195.10 กรัมต่อวัน

Table 1 Average of birth weight (BW), weaning weight at 200 days (W200), ADG at 200 days (ADG200), yearling weight at 400 days (Y400), and ADG at 400 days (ADG400).

Traits	Number	Mean±S.D.		
		Female	Male	Average
BW (kg)	1780	14.10±1.60	14.80±1.50	14.45±1.70
W200 (kg)	1720	73.90±10.56	75.75±10.25	74.65±10.36
ADG200 (g)	1720	241.50±60.50	245.97±80.50	243.67±70.65
Y400 (kg)	1650	94.50±18.60	96.56±20.50	95.67±19.80
ADG400 (g)	1650	202.60±5.06	205.97±6.50	203.80±5.60

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองไทยภาคใต้

เพศ: เพศของลูกโคพื้นเมืองมีอิทธิพลต่อน้ำหนักแรกเกิด ($P<0.01$) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยก่อนหย่านม ($P<0.05$) ในขณะที่เพศของลูกโคพื้นเมืองไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักหย่านม น้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี และอัตราการเจริญเติบโตหลังหย่านมจนถึงอายุ 1 ปี ($P>0.05$)

ฤดูกาล: ฤดูที่แม่โคพื้นเมืองคลอดลูก พบว่าทั้งฤดูฝนและฤดูร้อนไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักหย่านม และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยก่อนหย่านม ($P>0.05$) ในขณะที่ฤดูร้อนมีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโตหลังหย่านมจนถึงอายุ 1 ปีมีค่ามากกว่าฤดูฝน ($P<0.01$)

ลำดับท้อง: ลำดับท้องการเกิดลูกของแม่โคพื้นเมือง พบว่าไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะการเจริญเติบโตของลูกโค ($P>0.05$) ดังแสดงใน Table 2

Table 2 Effects of sex season and parity on birth weight (BW), weaning weight at 200 days (W200), ADG at 200 days (ADG200), yearling weight at 400 days (Y400), and ADG at 400 days (ADG400).

Effect	Traits				
	BW	W200	ADG200	W400	ADG400
Sex	**	NS	*	NS	NS
Season	NS	NS	NS	NS	**
Parity	NS	NS	NS	NS	NS

NS = non-significant ($P>0.05$), * = significant ($P<0.05$), ** = significant ($P<0.01$).

ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของการเจริญเติบโตในโคพื้นเมืองภาคใต้

น้ำหนักแรกเกิดและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยแรกเกิดจนถึงหย่านม: ค่าอัตราพันธุกรรมที่เป็นผลมาจากยีนโดยตรงของน้ำหนักแรกเกิดเท่ากับ 0.18 ลักษณะอัตราการเจริญเติบโตแรกเกิดจนถึงหย่านมเท่ากับ 0.21 มีค่าอัตราส่วนของอิทธิพลเนื่องจากสภาพแวดล้อมถาวรที่ผ่านทางแม่ของน้ำหนักแรกเกิดเท่ากับ 0.01 และอัตราการเจริญเติบโตแรกเกิดจนถึงหย่านมเท่ากับ 0.03 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับกิตติ อรรคชาติ (2546) ที่รายงานค่าอัตราพันธุกรรมที่เป็นผลมาจากยีนโดยตรงของน้ำหนักแรกเกิดเท่ากับ 0.19 ลักษณะอัตราการเจริญเติบโตแรกเกิดจนถึงหย่านมเท่ากับ 0.23 มีค่าอัตราส่วนของอิทธิพลเนื่องจากสภาพแวดล้อมถาวรที่ผ่านทางแม่ของน้ำหนักแรกเกิดเท่ากับ 0.01 และอัตราการเจริญเติบโตแรกเกิดจนถึงหย่านมเท่ากับ 0.05 แต่ค่าอัตราพันธุกรรมที่เป็นผลมาจากยีนโดยตรงของน้ำหนักแรกเกิดมีค่าน้อยกว่าค่านัย ค่าขวัญ และคณะ (2555) ที่รายงานเท่ากับ 0.50

น้ำหนักหย่านม: ค่าอัตราพันธุกรรมที่เป็นผลมาจากยีนโดยตรงของน้ำหนักหย่านมเท่ากับ 0.17 ค่าอัตราพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของยีนที่ผ่านทางแม่เท่ากับ 0.16 และค่าอัตราส่วนของอิทธิพลเนื่องจากสภาพแวดล้อมถาวรที่ผ่านทางแม่ของน้ำหนักหย่านมเท่ากับ 0.04 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับกิตติ อรรคชาติ (2546) ที่รายงานค่าอัตราพันธุกรรมที่เป็นผลมาจากยีนโดยตรง

ของน้ำหนักหย่านมเท่ากับ 0.18 ค่าอัตราพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของยีนที่ผ่านทางแม่เท่ากับ 0.17 และค่าอัตราส่วนของอิทธิพลเนื่องจากสภาพแวดล้อมทางแม่ของน้ำหนักหย่านมเท่ากับ 0.05 แต่ค่าอัตราพันธุกรรมที่เป็นผลมาจากยีนโดยตรงของน้ำหนักหย่านมมีค่าน้อยกว่าค่านัย ค่าชวัญ และคณะ (2555) ที่รายงานเท่ากับ 0.54

น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 1 ปี และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยหลังหย่านมจนถึงอายุ 1 ปี: ค่าอัตราพันธุกรรมที่เป็นผลมาจากยีนโดยตรงของลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปีมีค่าเท่ากับ 0.17 อัตราการเจริญเติบโตหลังหย่านมจนถึงอายุ 1 ปี มีค่าเท่ากับ 0.20 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับกิตติ อรรถชาติ (2546) ที่รายงานค่าอัตราพันธุกรรมที่เป็นผลมาจากยีนโดยตรงของลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปีว่ามีค่าเท่ากับ 0.18 ส่วนอัตราการเจริญเติบโตหลังหย่านมจนถึงอายุ 1 ปี มีค่าเท่ากับ 0.20 แต่ค่าอัตราพันธุกรรมที่เป็นผลมาจากยีนโดยตรงของน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปีมีค่าน้อยกว่าค่านัย ค่าชวัญ และคณะ (2555) ที่รายงานเท่ากับ 0.34 ดังแสดงใน Table 3

Table 3 Genetic parameters of birth weight (BW), weaning weight at 200 days (W200), ADG at 200 days (ADG200), yearling weight at 400 days (Y400), and ADG at 400 days (ADG400).

Traits	Genetic parameters			
	h^2	m^2	c^2	-2Log L
BW (kg)	0.18		0.01	805.46
W200 (kg)	0.17	0.16	0.04	915.18
ADG200 (g)	0.21	0.15	0.03	1,075.62
Y400 (kg)	0.17			556.29
ADG400 (g)	0.20			612.67

h^2 = direct heritability, m^2 = maternal heritability, c^2 = maternal permanent environmental effect.

สรุปผลการศึกษา

ลักษณะการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองไทยภาคใต้ ได้แก่ น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักหย่านม (อายุเฉลี่ย 200 วัน) อัตราการเจริญเติบโตแรกเกิดจนถึงหย่านม น้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี (อายุเฉลี่ย 400 วัน) และอัตราการเจริญเติบโตหลังหย่านมจนถึงอายุ 1 ปี มีค่าค่อนข้างต่ำกว่ารายงานการศึกษาของโคพื้นเมืองไทยภูมิภาคอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากโคพื้นเมืองไทยภาคใต้ของศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เทพาเป็นโคพื้นเมืองที่รวบรวมจากเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองทั่วไป ที่ไม่ได้มีการคัดเลือกลักษณะการเจริญเติบโตมาอย่างยาวนาน จึงอาจจะส่งผลให้ไม่มีโคพื้นเมืองที่มีลักษณะการเจริญเติบโตดีเก็บไว้เป็นพ่อแม่พันธุ์สำหรับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองไทยภาคใต้ ได้แก่ เพศมีอิทธิพลต่อน้ำหนักแรกเกิด และอัตราการเจริญเติบโตแรกเกิดจนถึงหย่านม ฤดูกาลมีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโตแรกเกิดจนถึงหย่านม และอัตราการเจริญเติบโตหลังหย่านมจนถึงอายุ 1 ปีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) แต่ลำดับท้องไม่มีอิทธิพลทางสถิติต่อลักษณะการเจริญเติบโต ($P > 0.05$) ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตในโคพื้นเมืองไทยภาคใต้ ได้แก่ ค่าอัตราพันธุกรรมที่เป็นผลมาจากยีนโดยตรงของลักษณะน้ำหนักแรกเกิด อัตราการเจริญเติบโตแรกเกิดจนถึงหย่านม น้ำหนักหย่านม น้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี และอัตราการเจริญเติบโตหลังหย่านมจนถึงอายุ 1 ปี มีค่าค่อนข้างต่ำอยู่ในช่วง 17-21 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งค่าอัตราพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของยีนที่ผ่านทางแม่ของลักษณะน้ำหนักหย่านม และอัตราการเจริญเติบโตแรกเกิดจนถึงหย่านมมีค่าค่อนข้างต่ำเช่นเดียวกัน ในขณะที่ค่าอัตราส่วนของอิทธิพลเนื่องจากสภาพแวดล้อมทางแม่นั้นมีค่าที่ต่ำมากอยู่ในช่วง 1-4 เปอร์เซ็นต์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณกองทุนวิจัยคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

- กิตติ อรรถชาติ. 2546. การจำแนกกลุ่มสายพันธุ์และการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตและสัดส่วนร่างกายในโคพื้นเมืองไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เกรียงเดช สำแดง. 2531. ผลการเสริมอาหารขึ้นต่อการเจริญเติบโตและซากาโครุ่นพื้นเมืองไทยและพันธุ์อเมริกันบราห์มัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- दनัย คำขวัญ, เยาวลักษณ์ เลไพจิตร, เอก วิฑูรพงษ์ และวุฒิพงษ์ อินทรธรรม. 2555. ค่าการผสมพันธุ์และแนวโน้มพันธุกรรมลักษณะการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองสายภาคใต้โดยการวิเคราะห์แบบหลายลักษณะ. *วารสารวิชาการสำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์*: 1-14.
- ปิยศักดิ์ สุวรรณ, มังกร วงศ์ศรี, ชิต ศรีนาคา และประมร เมืองพรหม. 2538. การทดสอบสมรรถภาพการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองไทย. ใน *รายงานวิจัยการผลิตสัตว์ประจำปี พ.ศ. 2538*. น. 38-47. กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- มนต์ชัย ดวงจินดา, ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ และเวชสิทธิ์ ไทบุราณ. 2537. การศึกษาสมรรถภาพของโคพื้นเมืองในสภาพการเลี้ยงแบบปล่อยทุ่งหญ้า. *ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น*.
- มังกร วงศ์ศรี, เทอดศักดิ์ ชมชื่นจิตร์ และสวัสดิ์ คงหนู. 2541. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตก่อนหย่านมและค่าอัตราพันธุกรรมของโคพื้นเมืองไทย. ใน *รายงานวิจัยการผลิตสัตว์ประจำปี พ.ศ. 2541*. น. 67-78. กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สมมาตร สุวรรณมาโจ, วิทวัส เวชชบุษกร และปิยศักดิ์ สุวรรณ. 2537. อิทธิพลของปัจจัยอื่นที่ไม่ใช่พันธุกรรมที่มีผลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตระยะก่อนหย่านมของโคพื้นเมือง. ใน *รายงานวิจัยการผลิตสัตว์ประจำปี พ.ศ. 2537*. น. 85-91. กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สวัสดิ์ ธรรมบุตร และวนิดา กำเนิดเพชร. 2542. *การอนุรักษ์และพัฒนาสัตว์พื้นเมืองของกรมปศุสัตว์*. โครงการวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพด้านการปศุสัตว์. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สุจินต์ สิมารักษ์, วิโรจน์ ภัทรจินดา และสมจิตต์ ยอดเศรณี. 2532. ลักษณะทางการสืบพันธุ์ของโคพื้นเมืองไทย. ใน *วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร* 22(6): 357-374.
- สุวัฒน์ รัตนธนาชาติ. 2537. ความสำคัญของน้ำหนักแม่ที่มีต่อสมรรถนะก่อนหย่านมของโคขาวลำพูน. ใน *วารสารเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่* 10(2): 129-135.
- ศิริชัย ศรีพงษ์พันธุ์, สมพงษ์ เทศประสิทธิ์ และธนจิตร ชุ่มตระกูล. 2547. สีนํ้าหนักตัว สัดส่วนร่างกายและสมรรถการทำนํ้าหนักตัวของพ่อโคชนในจังหวัดตรัง. ใน *รายงานการประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 3*. น. 289-301. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อนันต์ สุขลิ้ม ชานาญ ดงปาลี และเทอดศักดิ์ ชมชื่นจิต. 2544. ปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตก่อนหย่านมของโคขาวลำพูน. ใน *รายงานวิจัยการผลิตสัตว์ประจำปี พ.ศ. 2544*. น. 62-71. กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- Duangjinda, M., Misztal, I. and S. Tsurata. 2002. *BLUP90 PC-PAK 2.02: User's Manual*. The University of Georgia and Khon Kaen University.
- SAS Institute. 2013. *SAS/SAT 9.1 User's guide*. Cary: SAS Institute.

วันรับบทความ (Received date) : 15 พ.ย. 61

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 28 ม.ค. 62

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 11 มิ.ย. 62

อุตสาหกรรมยางพาราภายใต้ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน:

ภาพปรากฏจากพื้นที่ปลูกยางพาราเมืองใหญ่สองทะเล

Para-rubber industry under ASEAN Economic Community:

Manifestation of Para-rubber Plantation Area in the Large City of Two Sea

พลากร สัตย์เชื้อ¹ และปวิวิชญ์ พิทยาภินันท์^{2*}
Palakorn Satsue¹ and Purawich Phitthayaphinant^{2*}

บทคัดย่อ

การเข้าร่วมประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนของประเทศไทย อาจส่งผลกระทบต่อเกษตรกรชาวสวนยางและอุตสาหกรรมยางพารา บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาสภาพการผลิตยางพาราของเกษตรกรชาวสวนยาง (2) เพื่อศึกษาความเชื่อมโยงของโซ่อุปทานยางพารา และ (3) เพื่อศึกษาการรับรู้ผลกระทบและการปรับตัวของอุตสาหกรรมยางพาราจากการเข้าร่วมประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน โดยเลือกจังหวัดสงขลาหรือที่รู้จักกันดีในนาม “เมืองใหญ่สองทะเล” เป็นพื้นที่วิจัย กลุ่มตัวอย่าง คือ เกษตรกรชาวสวนยางจำนวน 400 ราย ซึ่งใช้การสุ่มตัวอย่างแบบผสมวิธี ผู้ให้ข้อมูลหลัก คือ ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราและตัวแทนของหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องจำนวน 12 ราย การรวบรวมข้อมูลใช้แบบสัมภาษณ์เชิงโครงสร้างและการสัมภาษณ์เชิงลึก การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และการวิเคราะห์เนื้อหาที่ปรากฏผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรชาวสวนยางมีสวนยางพาราขนาดเล็ก โครงสร้างของโซ่อุปทานยางพารามีความเชื่อมโยงตั้งแต่โซ่อุปทานต้นน้ำ คือ น้ำยางสด ยางแผ่นดิบ ยางก้อนถ้วย เศษยาง ซึ่งผลผลิตยางพาราเหล่านี้จะถูกส่งไปยังโซ่อุปทานกลางน้ำเพื่อแปรรูปให้อยู่ในรูปวัตถุดิบสำหรับโซ่อุปทานปลายน้ำ ได้แก่ น้ำยางข้น ยางแผ่นดิบ ยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง และยางในรูปแบบอื่น อาทิ ยางผสมหรือยางคอมปาวด์ ส่วนโซ่อุปทานปลายน้ำจะทำการผลิตผลิตภัณฑ์ยางพารา เช่น ถุงมือยาง ท่อยาง ไฮโดลิก รววจัปบันไดเลื่อน เป็นต้น ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพารามีการรับรู้ผลกระทบจากการเข้าร่วมประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนน้อย โดยผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราเห็นว่า อุตสาหกรรมยางพาราของประเทศไทยมีความได้เปรียบเชิงเปรียบเทียบ เมื่อเทียบกับประเทศผู้ส่งออกยางพารารายอื่น อาทิ มาเลเซีย อินโดนีเซีย นอกจากนี้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราได้มีการปรับตัวในด้านต่าง ๆ มาเป็นระยะเวลาอันยาวนานแล้ว หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประกอบการวางแผนพัฒนาอุตสาหกรรมยางพาราต่อไป

คำสำคัญ: การปรับตัว เกษตรกรชาวสวนยาง โซ่อุปทาน ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน อุตสาหกรรมยางพารา

Abstract

The participation of Thailand in the ASEAN Economic Community (AEC) might have caused impacts on Thai para-rubber farmers and industry. This article aimed (1) to study production condition of para-rubber farmers, (2) to scrutinize the linkage of para-rubber supply chain, and (3) to investigate impact perceptions and adaptations of para-rubber industry from the ASEAN Economic Community (AEC) participation. Songkhla province is known as the large city of two sea, was selected as the research area. Primary data were collected using structured interviews from a total sample of 400 para-rubber farmers, using the mixed methods sampling technique. In addition, the in-depth interviews with 12 key informants, i.e., the entrepreneurs in para-rubber industry and relevant government representatives. The data were analyzed using percentage, arithmetic mean and manifest content analysis. The results show the para-rubber farmers are smallholdings. The supply chain structure of para-rubber systematically links from the upstream supply chain, which is categorized into rubber latex, unsmoked sheet rubber, cup lump rubber, and scrap. These upstream outputs will be transferred to the midstream supply chain in order to be processed. The midstream outputs are concentrated latex, unsmoked sheet rubber, ribbed smoked sheet, block rubber, and other types of para-rubber, such as rubber blend or compound rubber. These midstream outputs will be transferred to the downstream rubber industry to produce para-rubber products, which are rubber gloves,

¹ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90110

² คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

*Corresponding author, Email: purawich.p@gmail.com

hydraulic rubber pipes, and handrail for escalators. The para-rubber entrepreneurs perceive a low level of potential impacts of the AEC participation. They view that Thai para-rubber industry gets comparative advantage, compared to the other world para-rubber exporters: Malaysia and Indonesia. However, the para-rubber entrepreneurs have adapted themselves in various practices for a long time. The related government agencies can benefit from the application of these research findings to enable development planning for para-rubber industry.

Keywords: adaptation, para-rubber farmer, supply chain, ASEAN Economic Community (AEC), para-rubber industry

คำนำ

ในปัจจุบันอาเซียนเป็นภูมิภาคที่มีพื้นที่กรีดยางพาราได้ การผลิต และการส่งออกยางพารามากที่สุดในโลก โดยในปี พ.ศ. 2559 อินโดนีเซียเป็นประเทศที่มีพื้นที่กรีดยางพาราได้มากที่สุดในโลก 22.74 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 32.17 ของพื้นที่กรีดยางพาราได้ทั่วโลก รองลงมาคือไทยและมาเลเซีย มีพื้นที่กรีดยางพาราได้ 18.47 และ 6.71 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 26.13 และ 9.49 ของพื้นที่กรีดยางพาราได้ทั่วโลก ในส่วนการผลิตยางพารา ไทยเป็นประเทศที่มีปริมาณการผลิตยางพารามากที่สุดในโลก 4.34 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของปริมาณการผลิตยางพาราทั่วโลก รองลงมาคืออินโดนีเซียและเวียดนาม มีปริมาณการผลิตยางพารา 3.16 และ 1.04 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 24.27 และ 7.99 ของปริมาณการผลิตยางพาราทั่วโลก สำหรับการส่งออก ไทยยังคงเป็นประเทศที่มีปริมาณการส่งออกยางพารามากที่สุดในโลก 3.56 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 30.58 ของปริมาณการส่งออกยางพาราทั่วโลก รองลงมาคืออินโดนีเซียและเวียดนาม มีปริมาณการส่งออกยางพารา 3.31 และ 1.36 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 28.44 และ 11.68 ของปริมาณการส่งออกยางพาราทั่วโลก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) โดยประเทศไทยมีการส่งออกยางแท่งมากที่สุด รองลงมาคือยางแผ่นรมควัน ยางผสมสารเคมี น้ำยางข้น และยางธรรมชาติในรูปแบบอื่นตามลำดับ (การยางแห่งประเทศไทย, 2559) ขณะที่อินโดนีเซียและมาเลเซียเน้นการส่งออกยางแท่ง ส่วนเวียดนามมีการส่งออกยางธรรมชาติในรูปแบบอื่น ทั้งนี้เนื่องจากตลาดรองรับมีความแตกต่างกัน กล่าวคือ ไทยเน้นการส่งออกไปยังญี่ปุ่นและจีน ซึ่งมีการใช้ยางแผ่นรมควันของไทยเป็นส่วนใหญ่ เพราะมีคุณภาพดี ความยืดหยุ่นสูง และราคาที่เหมาะสม ส่วนยางแท่งของอินโดนีเซียและมาเลเซียส่งออกไปยังสหภาพยุโรปและสหรัฐอเมริกา ขณะที่เวียดนามส่งออกยางพาราที่มีคุณภาพดีและราคาถูกไปยังจีน (ญานี ศรีมณี และทวีพล จันทนะสาโร, 2555) อย่างไรก็ตามมีหลายประเทศนอกภูมิภาคอาเซียนที่มีการปลูกยางพาราเพิ่มมากขึ้น อาทิ จีน อินเดีย ไนจีเรีย โกตดิวัวร์ บราซิล ศรีลังกา (การยางแห่งประเทศไทย, 2559)

หลังจากปี พ.ศ. 2558 ประเทศไทยได้เข้าสู่ข้อตกลงระหว่างประเทศในนาม “ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community หรือ AEC)” ซึ่งนำไปสู่การเป็นตลาดและฐานการผลิตเดียวกัน รวมทั้งก่อให้เกิดการไหลของสินค้า บริการ การลงทุน ทุน และแรงงานฝีมือโดยเสรี (วิทยา สุจริตธนารักษ์, 2555) ในกลุ่มประเทศสมาชิกอาเซียนทั้ง 10 ประเทศ ได้แก่ กัมพูชา ไทย บรูไน พิลิปปินส์ มาเลเซีย เมียนมาร์ ลาว เวียดนาม สิงคโปร์ และอินโดนีเซีย อย่างไรก็ตามมีนักวิชาการหลายท่าน ได้แก่ ทวีศักดิ์ รูปสิงห์ (2554) จุฑา เทียนไทย (2555) ศุภจิต มโนพิโมกษ์ และวิโรจน์ มโนพิโมกษ์ (2555) มฤฎาณี ไทยกิติ (2555) ศิริธรม ภาคสุวรรณ (2557) เป็นต้น ได้วิเคราะห์ถึงผลกระทบที่เป็นโอกาสและความเสี่ยงของประเทศไทยจากการเข้าร่วมประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ได้แก่ การมีขนาดของตลาดรองรับสินค้าที่ใหญ่ขึ้น การผลิตสินค้าได้ด้วยต้นทุนที่ต่ำลงจากการนำเข้าวัตถุดิบ/สินค้าขั้นกลางที่ใช้ในการผลิตได้ในราคาที่ต่ำลง ส่วนเกินผู้ผลิตเพิ่มขึ้นจากราคาสินค้าส่งออกที่สูงขึ้น ส่วนเกินผู้บริโภคเพิ่มขึ้นจากราคาสินค้านำเข้าที่ต่ำลง การแข่งขันในตลาดสินค้ามีความรุนแรงขึ้น การสูญเสียส่วนแบ่งทางการตลาดจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนคู่แข่งขึ้น ปัญหาการว่างงานของแรงงานไทย การมีสินค้าด้อยมาตรฐานเข้ามาวางขายในประเทศไทยมากขึ้นในกรณีที่ไม่มีการควบคุม นอกจากนี้ ธนพันธ์ ไล้ประกอบทรัพย์ และอัจฉราภรณ์ นันทาเวียง (2559) ได้รายงานว่า การเปิดเสรีทางการค้าอาเซียนส่งผลให้ปริมาณการส่งออกยางพาราของประเทศไทยลดลง แต่ไม่มีผลกระทบต่อราคายางพาราภายในประเทศ

ท่ามกลางบริบททางเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงไปจึงมีคำถามการวิจัยว่า ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพารามีการรับรู้ถึงผลกระทบและปรับตัวจากการเข้าร่วมประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนหรือไม่ อย่างไร ทั้งนี้ มฤฎาณี ไทยกิติ (2555) ได้กล่าวถึงผลการสำรวจของหลายหน่วยงานที่ได้รายงานในทำนองเดียวกันว่าสังคมไทยขาดความตื่นตัวเกี่ยวกับประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน แม้ว่าหน่วยงานต่าง ๆ ของภาครัฐได้ให้ข้อมูลเรื่องในดังกล่าวผ่านช่องทางที่หลากหลาย เช่น โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต ในระดับหนึ่งแล้วก็ตาม โดยประชาชนและผู้ประกอบการส่วนใหญ่ยังขาดความตระหนักถึงความสำคัญ ผลกระทบ และความจำเป็นในการเตรียมความพร้อม ซึ่งการขาดความรู้และความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวนี้ อาจทำให้ผู้ประกอบการไทยไม่สามารถ

ปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น รวมทั้งสูญเสียโอกาสในการใช้ประโยชน์จากการเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน นอกจากนี้งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมยางพาราในบริบทประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนมีค่อนข้างน้อย ได้แก่ ศุภโชค สมพงษ์ และวราภรณ์ ศรีวงษ์กุล (2556) นวพร สังวร และสุดาพร สวาม่วง (2557) ธนพันธ์ โล่ประกอบทรัพย์ และอัจฉราภรณ์ นันทาเวียง (2559) เป็นต้น

ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนเป็นประเด็นสำคัญที่ได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้นในภาคเกษตรกรรม อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากการคาดการณ์ถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลกระทบทางลบ ซึ่งผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราที่สามารถปรับตัวได้ดีจะสามารถดำเนินการผลิตต่อไปได้ ขณะที่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราที่ไม่สามารถปรับตัวได้หรือมีความสามารถในการปรับตัวค่อนข้างต่ำอาจจะได้รับความเดือดร้อนและจำเป็นต้องปรับตัวเพื่อความอยู่รอด การวิจัยครั้งนี้จึงได้ทำการสำรวจแบบภาคตัดขวางในจังหวัดสงขลา หรือที่รู้จักกันดีในนาม “เมืองใหญ่สองทะเล” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของคำขวัญประจำจังหวัด โดยมีที่มาจากเอกลักษณ์เฉพาะของที่ตั้งจังหวัด กล่าวคือ สงขลาเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ติดกับทะเล 2 ด้าน ได้แก่ ทะเลอ่าวไทยด้านทิศตะวันออก และทะเลสาบสงขลาด้านทิศตะวันตก จังหวัดสงขลาเป็นแหล่งปลูกยางพาราดั้งเดิมที่สำคัญของประเทศไทย โดยมีพื้นที่ปลูกยางพารา 1.97 ล้านไร่ พื้นที่เปิดกรีดยางพารา 1.68 ล้านไร่ และผลผลิตยางพารา 4.50 แสนตัน มากเป็นอันดับที่ 2 ของภาคใต้และของประเทศ รองจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี (พื้นที่ปลูกยางพารา 2.57 ล้านไร่ พื้นที่เปิดกรีดยางพารา 2.27 ล้านไร่ และผลผลิตยางพารา 5.72 แสนตัน) (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2561) รวมทั้งมีพื้นที่ติดต่อกับประเทศมาเลเซียผ่านด่านสะเดาและด่านปาดังเบซาร์ จึงถูกกำหนดให้เป็นเขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษในการรองรับการเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยไว้ 3 ประการ คือ (1) เพื่อศึกษาสภาพการผลิตยางพาราของเกษตรกรชาวสวนยาง (2) เพื่อศึกษาความเชื่อมโยงของโซ่อุปทานยางพารา และ (3) เพื่อศึกษาการรับรู้ผลกระทบและการปรับตัวของอุตสาหกรรมยางพาราจากการเข้าร่วมประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ผลการวิจัยที่ได้จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นให้แก่หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การยางแห่งประเทศไทย (กยท.) สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัด เป็นต้น สำหรับนำไปใช้ประกอบการวางแผนหรือกำหนดกลยุทธ์การส่งเสริมการเกษตรที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมยางพาราในพื้นที่วิจัยและพื้นที่อื่นที่มีบริบทแวดล้อมใกล้เคียงกันหรือคล้ายคลึงกันต่อไป

วิธีการศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ เกษตรกรชาวสวนยางจำนวน 400 ราย (1 ครัวเรือนต่อตัวแทนเกษตรกรชาวสวนยาง 1 ราย) ซึ่งได้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Yamane (1967) จากจำนวนครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางที่ขึ้นทะเบียนกับสำนักงานเกษตรจังหวัดสงขลา จำนวน 89,795 ครัวเรือน โดยยอมให้ค่าความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่างเกิดขึ้นได้ไม่เกินร้อยละ 5 การสุ่มตัวอย่างได้ใช้วิธีการแบบผลานวิวิธี (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์, 2550) โดยเริ่มจากการเลือกแบบเจาะจง ซึ่งมีเกณฑ์ในการเลือก คือ เป็นอำเภอที่มีจำนวนครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางมากที่สุดของจังหวัด และในอันดับรองลงมา ตามลำดับ ซึ่งผลรวมของจำนวนครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางในอำเภอที่เลือกไว้มีสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางทั้งหมดในจังหวัด ต่อมาได้ทำการสุ่มแบบแบ่งชั้นตามจำนวนอำเภอที่เลือกไว้ โดยกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละอำเภอตามสัดส่วนของครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางในอำเภอนั้น ประกอบด้วย (1) อำเภอรัตภูมิ 75 ราย (2) อำเภอหาดใหญ่ 54 ราย (3) อำเภอเทพา 53 ราย (4) อำเภอนาทวี 51 ราย (5) อำเภอสะเดา 50 ราย (6) อำเภอจะนะ 48 ราย (7) อำเภอสะบ้าย้อย 45 ราย และ (8) อำเภอควนเนียง 24 ราย หลังจากนั้นในแต่ละอำเภอได้ใช้วิธีการสุ่มแบบเป็นระบบตามลำดับที่ของเกษตรกรชาวสวนยางในทะเบียนของกรมส่งเสริมการเกษตร

ผู้ให้ข้อมูลหลัก คือ ตัวแทนขององค์กรทั้งภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมยางพาราจำนวน 12 ราย ประกอบด้วย ผู้แทนจากสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย กยท. เขตภาคใต้ตอนล่าง สำนักงานตลาดกลางยางพาราขนาดใหญ่ ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) บริษัท ศรีตรังแอมโกลอินดัสทรี จำกัด (มหาชน) บริษัท ท็อปโกลฟ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด บริษัท นิยมรับเบอร์ จำกัด บริษัท สยามเซมเพอร์เมด จำกัด และบริษัท ไทยอ้อยยางพารา จำกัด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการทดสอบเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง คือ แบบสัมภาษณ์เชิงโครงสร้างที่ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย (1) ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.อารี วิบูลย์พงศ์ (2) ศาสตราจารย์ ดร.บัญชา สมบูรณ์สุข และ (3) ดร.กันยา อัครอารีย์ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องในแต่ละข้อคำถามมากกว่า 0.60 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับดี (บุญธรรม กิจปรีดา บริสุทธิ, 2549) สำหรับการรวบรวมข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลหลัก ใช้การสัมภาษณ์เชิงลึกด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยมีแนวคำถามโดยสังเขปเกี่ยวกับโซ่อุปทานยางพาราในจังหวัดสงขลา ณ ปัจจุบัน ผลกระทบจากการเข้าร่วมประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน การปรับตัวของอุตสาหกรรมยางพาราอันเนื่องมาจากการเข้าร่วมประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน การจัดตั้งเขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษจังหวัดสงขลาในพื้นที่อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา และข้อคิดเห็นต่อการพัฒนาเศรษฐกิจยางพาราของไทยและจังหวัดสงขลา

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณใช้ค่าร้อยละและค่ามัธยฐานเลขคณิต ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์เนื้อหาที่ปรากฏ

ผลการศึกษาและวิจารณ์

สภาพการผลิตยางพาราของเกษตรกรชาวสวนยางในพื้นที่วิจัย

เกษตรกรชาวสวนยางเกินครึ่งประกอบอาชีพการทำสวนยางพารามาตั้งแต่บรรพบุรุษ มีประสบการณ์การทำสวนยางพาราสูงเฉลี่ย 27.62 ปี มีพื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 23.47 ไร่ และมีพื้นที่ปลูกยางพาราเฉลี่ย 17.01 ไร่ ซึ่งถือเป็นสวนยางพาราขนาดเล็ก ทั้งนี้เกษตรกรชาวสวนยางบางรายได้มีการปลูกผักและไม้ผลเพื่อบริโภคภายในครัวเรือนและเพื่อจำหน่าย เกษตรกรชาวสวนยางเกือบทั้งหมดปลูกยางพาราพันธุ์ RRIM 600 เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตได้ดีเกือบทุกสภาพพื้นที่ รวมทั้งมีความทนทานต่อการกรีดที่ดีมากกว่าพันธุ์เก่าหรือพันธุ์พื้นเมือง ตลอดจนมีโอกาสที่จะเกิดอาการเปลือกแห้งน้อย โดยใช้ระยะปลูก 7×3 เมตร เกษตรกรชาวสวนยางมีแรงงานครัวเรือนเฉลี่ย 2 คน เป็นแรงงานคู่สามี-ภรรยาหรือเกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนยางพาราและคู่สมรส ซึ่งถือว่ามีแรงงานครัวเรือนเพียงพอสำหรับการทำสวนยางพาราเนื่องจากมีพื้นที่ปลูกยางพาราขนาดเล็ก ตามที่บัญชา (2554 อ้างโดยบัญชา สมบูรณ์สุข และคณะ, 2558) ได้รายงานไว้ว่า แรงงานครัวเรือน 1 คนสามารถปฏิบัติงานในพื้นที่ปลูกยางพาราที่มีขนาดเฉลี่ย 14.20 ไร่ นอกจากนี้เกษตรกรชาวสวนยางบางส่วนได้มีการจ้างแรงงานจากภายนอกช่วยด้วย ทั้งการจ้างประจำและชั่วคราว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปฏิบัติงานในกิจกรรมกรีดยางพารา ซึ่ง Somboonsuke and Wettayaprasit (2013) ได้กล่าวว่า ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในการทำสวนยางพารา โดยเฉพาะอย่างยิ่งแรงงานกรีดยางพารา ถือเป็นปัญหาสำคัญในทุกภูมิภาคของประเทศไทย ทั้งนี้แรงงานจ้างมีที่มาหลากหลาย ทั้งแรงงานในเครือญาติ แรงงานในหมู่บ้าน แรงงานต่างอำเภอหรือต่างจังหวัดในภาคใต้ และแรงงานข้ามชาติ สัญญาการจ้างกรีดยาง (สัดส่วนการแบ่งผลผลิตยางพาราระหว่างเจ้าของสวนยางพาราและแรงงานจ้าง) ที่พบ ได้แก่ 70:30, 60:40, 55:45 และ 50:50

เกษตรกรชาวสวนยางมีการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างน้อย 1 ครั้งต่อปี โดยมีปริมาณการใส่ปุ๋ยเคมีเฉลี่ย 52.61 กิโลกรัมต่อไร่ต่อครั้ง และปุ๋ยเคมี (ไม่เจาะจงสูตร) มีราคาเฉลี่ย 837.55 บาทต่อกระสอบ (กระสอบละ 50 กิโลกรัม) เกษตรกรชาวสวนยางเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้นที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ โดยใส่ 1-2 ครั้งต่อปี มีปริมาณการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เฉลี่ย 47.34 กิโลกรัมต่อไร่ต่อครั้ง และปุ๋ยอินทรีย์ (ไม่เจาะจงชนิด) มีราคาเฉลี่ย 494.97 บาทต่อกระสอบ นอกจากนี้เกษตรกรชาวสวนยางบางส่วนมีการใส่ปุ๋ยเคมีอินทรีย์ โดยใส่ 1-2 ครั้งต่อปี มีปริมาณการใส่ปุ๋ยเคมีอินทรีย์เฉลี่ย 48.71 กิโลกรัมต่อไร่ต่อครั้ง และปุ๋ยเคมีอินทรีย์ (ไม่เจาะจงชนิด) มีราคาเฉลี่ย 636.40 บาทต่อกระสอบ เกษตรกรชาวสวนยางมีการกำจัดวัชพืชด้วยเครื่องตัดหญ้า รถไถ สารเคมี อย่างน้อย 1 ครั้งต่อปี โดยมีการใช้จ่ายในการกำจัดวัชพืชเฉลี่ย 1,697.44 บาทต่อครั้ง ระบบกรีดยางพาราที่เกษตรกรชาวสวนยางใช้มีความหลากหลาย ได้แก่ ครึ่งลำต้น สามวันเว้นวัน (1/2s 3d/4) ครึ่งลำต้น สองวันเว้นวัน (1/2s 2d/3) หนึ่งในสามของลำต้น สองวันเว้นวัน (1/3s 2d/3) หนึ่งในสามของลำต้น วันเว้นวัน (1/3s d/2) ครึ่งลำต้น วันเว้นวัน (1/2s d/2) ซึ่งระบบกรีดยางพาราที่เกษตรกรชาวสวนยางใช้มากที่สุด คือ หนึ่งในสามของลำต้น สามวันเว้นวัน (1/3s 3d/4) เห็นได้ว่า มีเกษตรกรชาวสวนยางเพียงบางส่วนเท่านั้นที่ใช้ระบบกรีดยางพาราแนะนำตามที่พิชิต สฟโชค และคณะ (2550) ได้กล่าวไว้ อาจเป็นเพราะความคุ้นชินกับการปฏิบัติในแบบเดิมหรือที่ปฏิบัติมาตั้งแต่ในอดีต

เกษตรกรชาวสวนยางมีจำนวนวันกรีดยางพาราเฉลี่ย 142.24 วันต่อปี ทั้งนี้จำนวนวันกรีดยางพาราของเกษตรกรชาวสวนยางขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยสำคัญ นั่นคือ ระบบกรีดยางพาราที่ใช้ และสภาพอากาศ กล่าวคือ หากเกษตรกรชาวสวนยางใช้ระบบกรีดยางพาราที่มีความถี่สูง จะทำให้เกษตรกรชาวสวนยางมีจำนวนวันกรีดยางพาราสูงตามไปด้วย และหากพื้นที่มี

ฝนตกชุก จะทำให้จำนวนวันกรีดยางพาราลดลง เกษตรกรชาวสวนยางมีจำนวนชั่วโมงทำงานในการทำสวนยางพาราเฉลี่ย 4.64 ชั่วโมงต่อวัน ปัญหาด้านการผลิตที่สำคัญ ได้แก่ วัชพืช ภัยธรรมชาติ โรคพืช สุขภาพของเกษตรกรชาวสวนยางในฐานะเป็นแรงงาน เกษตรกรชาวสวนยางมีรายได้จากการทำสวนยางพาราเฉลี่ย 130,362.24 บาทต่อปี โดยเกษตรกรชาวสวนยางส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบจากราคายางพาราที่มีความผันผวน และมีแนวโน้มลดลง ซึ่งเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อรายได้จากการทำสวนยางพารา ทั้งนี้เกษตรกรชาวสวนยางได้มีการจัดการปัญหาดังกล่าวในระยะสั้นด้วยการลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น การกู้เงินจากสถาบันทางการเงินเพื่อนำมาใช้ในการทำสวนยางพารา และการประกอบอาชีพเสริมเพื่อเพิ่มรายได้ เกษตรกรชาวสวนยางส่วนมากมีความพึงพอใจในอาชีพการทำสวนยางพารา และต้องการให้บุตรหรือทายาทสืบทอดอาชีพการทำสวนยางพารา แต่เกษตรกรชาวสวนยางมากกว่าครึ่งกล่าวว่า บุตรหรือทายาทของตนไม่ต้องการสืบทอดอาชีพการทำสวนยางพารา เนื่องจากเหตุผลหลายประการ ได้แก่ อาชีพการทำสวนยางพาราในปัจจุบันไม่สามารถสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจให้กับครัวเรือนได้ เพราะปัญหาราคายางพาราดตกต่ำจนทำให้ประสบกับภาวะขาดทุน รายได้จากการทำสวนยางพาราเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอสำหรับการใช้จ่ายของครัวเรือน ความต้องการที่จะทำงานหรือประกอบอาชีพซึ่งตรงตามวุฒิการศึกษาที่จบมา หรือที่ตนเองมีความถนัด หรือมีใจรัก

ความเชื่อมโยงของโซ่อุปทานยางพาราในพื้นที่วิจัย

โซ่อุปทานต้นน้ำยางพาราเริ่มต้นจากเกษตรกรชาวสวนยาง โดยในปี พ.ศ. 2560 จังหวัดสงขลามีเกษตรกรชาวสวนยางที่ขึ้นทะเบียนจำนวน 105,724 ครัวเรือน ซึ่งอยู่ในอำเภอรัตภูมิมากที่สุด 23,204 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 21.95 ของจำนวนครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางทั้งหมดในจังหวัด อำเภอที่มีพื้นที่ปลูกยางพารามากที่สุด คือ สะเดา 574,407 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 26.19 ของพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมดในจังหวัด ทำนองเดียวกัน อำเภอที่มีพื้นที่กรีดยางพาราได้มากที่สุด คือ สะเดา 504,819 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 27.19 ของพื้นที่กรีดยางพาราได้ทั้งหมดในจังหวัด สำหรับอำเภอที่มีปริมาณผลผลิตยางพารามากที่สุด คือ เทพา 86.76 ล้านกิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 40.97 ของปริมาณผลผลิตยางพาราทั้งหมดในจังหวัด โดยเฉพาะผลผลิตในรูปน้ำยางสด ซึ่งถือเป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญสำหรับโซ่อุปทานต้นน้ำ (Figure 1)

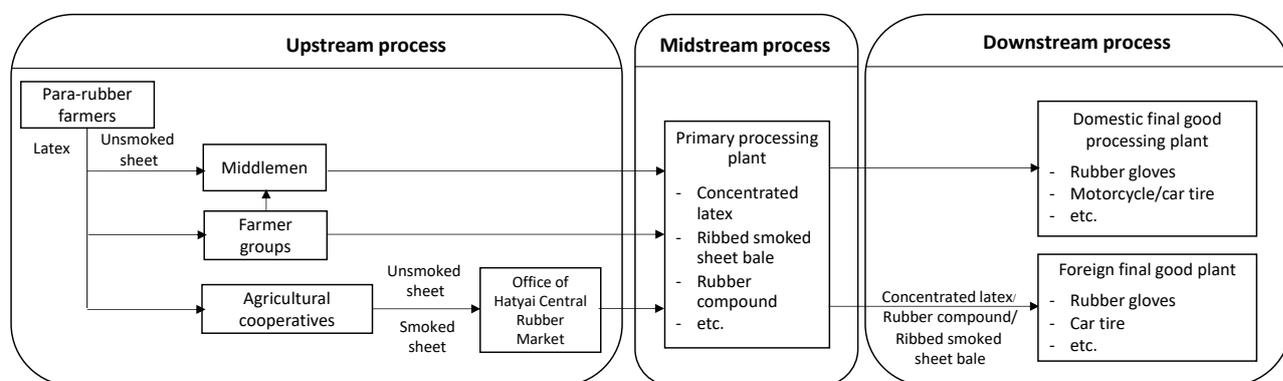


Figure 1 Para-rubber supply chain in Songkhla province.

เกษตรกรชาวสวนยางที่เป็นเกษตรกรรายย่อยส่วนใหญ่มีการขายผลผลิตในรูปน้ำยางสดให้แก่พ่อค้าคนกลางในพื้นที่ เนื่องจากได้รับเงินสดภายในวันที่มีการขายผลผลิต ซึ่งเกษตรกรสามารถนำเงินไปใช้จ่ายได้ในทันที และยังมีเวลาว่างที่สามารถใช้ประกอบอาชีพอื่น ทำกิจกรรมอื่น หรือพักผ่อนได้ อีกทั้งส่วนต่างระหว่างราคาน้ำยางสดและราคายางแผ่นดิบค่อนข้างน้อย จึงไม่จูงใจให้เกษตรกรชาวสวนยางนำน้ำยางสดไปแปรรูปเป็นยางแผ่นดิบ โดยพ่อค้าคนกลางรายย่อยจะนำน้ำยางสดไปขายต่อให้กับพ่อค้าคนกลางรายใหญ่ หรือทำน้ำยาง ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ตำบลปริก อำเภอสะเดา พื้นที่อำเภอจะนะ และพื้นที่ตำบลท่าข้าม อำเภอหาดใหญ่ ทั้งนี้พ่อค้าคนกลางรายย่อยบางรายจะมีบริการขนส่งน้ำยางสดจากสวนยางพาราไปยังแหล่งรับซื้อ ขณะที่เกษตรกรชาวสวนยางบางรายมีการขายน้ำยางสดให้แก่กลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ หรือสหกรณ์กองทุนสวนยางที่ตนเองเป็นสมาชิกอยู่ นอกจากนี้ยังมีกลุ่มเกษตรกรขนาดใหญ่ที่ทำการรวบรวมน้ำยางสดจากกลุ่มเกษตรกรขนาดเล็ก แล้วนำไปส่งขายให้กับโรงงานแปรรูปโดยตรง ซึ่งการขายน้ำยางสดผ่านกลุ่มเกษตรกรนี้ทำให้อำนาจในการต่อรองราคากับโรงงานแปรรูปเพิ่มขึ้น ในส่วนสหกรณ์กองทุนสวนยางจะนำน้ำยางสดมาดำเนินการแปรรูปเป็นยางแผ่นดิบและยางแผ่นรมควันชั้น 3 (RSS3) ตาม

นโยบายของรัฐบาลที่มีการจัดตั้งสหกรณ์กองทุนสวนยางขึ้น เพื่อเพิ่มมูลค่าของน้ำยางสด ทั้งนี้การที่สหกรณ์กองทุนสวนยางจะเลือกผลิตยางแผ่นดิบหรือยางแผ่นรมควันนั้น ขึ้นอยู่กับส่วนต่างระหว่างราคายางแผ่นดิบและราคายางแผ่นรมควัน หากมีส่วนต่างไม่มากพอ สหกรณ์กองทุนสวนยางจะผลิตยางแผ่นดิบแล้วขาย เนื่องจากการผลิตยางแผ่นรมควันมีต้นทุนเชื้อเพลิงและต้นทุนแรงงานที่เพิ่มขึ้น

เกษตรกรชาวสวนยางที่มีสวนยางพาราขนาดใหญ่มีการนำน้ำยางสดไปแปรรูปขึ้นต้นเป็นยางแผ่นดิบ เนื่องจากมีแรงงานเพียงพอในการแปรรูปน้ำยางสดเป็นยางแผ่นดิบ โดยยางแผ่นดิบที่ผลิตได้นั้น เกษตรกรชาวสวนยางจะรวบรวมไว้ให้มีปริมาณมากในระดับหนึ่งก่อนที่จะส่งไปขาย ประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อให้ปริมาณยางแผ่นดิบที่ขายได้คุ้มค่ากับค่าขนส่งและค่าดำเนินการอื่น ๆ ที่เสียไป นอกจากนี้เกษตรกรชาวสวนยางในกลุ่มนี้ มีการขายยางก้อนถ้วย เศษยางหรือขี้ยาง ซึ่งเป็นผลผลิตพลอยได้ แต่ราคาที่ยางได้นั้นต่ำกว่าราคาน้ำยางสดและราคายางแผ่นดิบ

ปริมาณวัตถุดิบยางพาราของจังหวัดสงขลาและอำเภอใกล้เคียงเพียงพอต่อความต้องการใช้ของโรงงานแปรรูปขึ้นต้นหรือโซ่อุปทานกลางน้ำ แม้ว่าโรงงานแปรรูปขึ้นต้นจะไม่ได้ผลิตตามกำลังการผลิตสูงสุด อันเนื่องมาจากปริมาณการผลิตขึ้นอยู่กับคำสั่งซื้อของลูกค้าทั้งในและต่างประเทศ เหตุผลสำคัญที่จังหวัดสงขลาจะมีปริมาณวัตถุดิบยางพาราเพียงพอ เพราะเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกยางพารา เกษตรกรชาวสวนยางมีองค์ความรู้ด้านการจัดการสวนยางพาราที่สะสมกันมาตั้งแต่บรรพบุรุษ อีกทั้งยังมีหน่วยงานภาครัฐที่ทำหน้าที่วิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับยางพารา และสนับสนุนเงินทุน อย่างไรก็ตามเกษตรกรชาวสวนยางยังขาดการบริหารจัดการฟาร์มสมัยใหม่ที่อาศัยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีเข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

นอกจากนี้จะเห็นได้ว่า พ่อค้าคนกลางมีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนย้ายผลผลิตยางพาราจากเกษตรกรชาวสวนยางไปยังโรงงานแปรรูปขึ้นต้น ตลอดจนการรวบรวม การเก็บรักษา การคัดแยก และการตรวจสอบคุณภาพ อีกทั้งยังก่อให้เกิดการจ้างงานในพื้นที่ อย่างไรก็ตามพ่อค้าคนกลางยังไม่มีมาตรฐานการรับซื้อผลผลิตยางพาราจากเกษตรกรชาวสวนยางที่ชัดเจน ซึ่งแตกต่างกับสหกรณ์การเกษตรหรือสหกรณ์กองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง ดังนั้น หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องควรกำหนดมาตรฐานการรับซื้อผลผลิตที่ชัดเจน เพื่อสร้างความเป็นธรรมให้แก่เกษตรกรชาวสวนยาง

ผลผลิตยางพาราที่พ่อค้าคนกลางระดับหมู่บ้านและระดับอำเภอ กลุ่มเกษตรกร สหกรณ์การเกษตร ตลาดกลางยางพารารวบรวมได้ จะถูกนำเข้าสู่โซ่อุปทานกลางน้ำ ซึ่งเป็นโรงงานแปรรูปขึ้นต้น โดยโรงงานจะทำการแปรรูปผลผลิตยางพาราจากโซ่อุปทานต้นน้ำ ทั้งน้ำยางสด ยางแผ่นดิบ ยางแผ่นรมควัน และยางก้อนถ้วย เป็นผลผลิตยางพาราแปรรูป ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ น้ำยางข้น ยางแผ่นรมควันอัดก้อน ยางแท่ง และยางในรูปแบบอื่น อาทิ ยางเครป ยางสกีม ยางคอมปาวด์ หรือยางผสม ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราจากกลางน้ำมีทั้งผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดใหญ่ โดยผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราขนาดกลางจะทำการผลิตสินค้าชั้นกลาง สำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตของอุตสาหกรรมยางพาราปลายน้ำ ได้แก่ น้ำยางข้น ยางแท่ง (Standard Thai Rubber หรือ STR) ยางแผ่นรมควันอัดก้อน ยางคอมปาวด์ เป็นต้น ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราขนาดใหญ่จะทำการผลิตสินค้าชั้นกลางเพื่อขาย และนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ยางพาราสำหรับอุตสาหกรรมยางพาราปลายน้ำของตนเอง ทั้งนี้บริษัทแปรรูปยางพาราบางแห่งในพื้นที่มีสวนยางพาราเป็นของตนเอง เพื่อนำผลผลิตยางพาราที่ผลิตได้เข้าสู่โรงงานแปรรูปโดยตรง

ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราชาวต่างชาติ โดยเฉพาะประเทศมาเลเซียที่เข้ามาลงทุนตั้งโรงงานแปรรูปยางพาราขึ้นต้น เพื่อขายผลผลิตยางพาราแปรรูปให้กับอุตสาหกรรมยางพาราปลายน้ำของบริษัทในเครือและบริษัทอื่น ซึ่งการลงทุนได้รับสิทธิประโยชน์จากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (The Board of Investment of Thailand หรือ BOI) ตัวอย่างเช่น โรงงานน้ำยางข้นของมาเลเซียที่ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอนาทวีและสะเดา ซึ่งมาเลเซียเป็นประเทศที่ส่งออกถุงมือยางและถุงมือทางการแพทย์มากเป็นอันดับหนึ่งของโลก รวมทั้งรัฐบาลมาเลเซียได้ให้ความสำคัญกับอุตสาหกรรมถุงมือยาง โดยจัดตั้งสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกี่ยวกับถุงมือยาง เพื่อพัฒนานวัตกรรมในการผลิตถุงมือยางอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ประเทศมาเลเซียมีความต้องการน้ำยางข้นเพื่อใช้ผลิตถุงมือยางเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังมีบริษัทจากต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่นที่มีการรวบรวมยางแผ่นดิบเพื่อนำไปแปรรูปเป็นยางแท่ง และส่งต่อไปเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตล้อยาง

โซ่อุปทานกลางน้ำไม่ได้ประสบปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบ แต่เผชิญกับปัญหาคุณภาพของวัตถุดิบ เนื่องจากเกษตรกรชาวสวนยางส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย จึงยากที่จะควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ คุณภาพของวัตถุดิบเป็นสิ่งที่โรงงานแปรรูปยางพาราต้องให้ความสำคัญ เพราะหากวัตถุดิบที่นำเข้าสู่กระบวนการแปรรูปด้อยคุณภาพ ย่อมส่งผลให้ผลผลิตที่แปรรูปได้ด้อยคุณภาพไปด้วย รวมทั้งยังไม่ผ่านตามมาตรฐานที่ลูกค้าต้องการ ดังนั้น บางโรงงานจึงทำข้อตกลงร่วมกับกลุ่มเกษตรกรหรือสหกรณ์ต่าง ๆ ในเรื่องคุณภาพของวัตถุดิบโดยใช้การจูงใจด้านราคา และหากตรวจสอบว่าคุณภาพไม่เป็นไปตาม

ข้อตกลง กลุ่มเกษตรกรหรือสหกรณ์นั้นจะต้องชำระค่าปรับ ซึ่งหากหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องสามารถเข้ามาแก้ไขปัญหาก็เกี่ยวกับคุณภาพของวัตถุดิบได้ จะส่งผลดีต่อเกษตรกรชาวสวนยางและโรงงานแปรรูปตลอดทั้งโซ่อุปทาน

ผลิตภัณฑ์ยางพาราที่ผลิตได้แบ่งเป็น 2 ประเภทจำแนกตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต คือ (1) ผลิตภัณฑ์ยางพาราที่ใช้น้ำยางข้นเป็นวัตถุดิบในการผลิต ได้แก่ กุ้งมือยาง กุ้งยางอนามัย สายสวน สายน้ำเกลือ กุ้งน้ำแข็ง กุ้งน้ำร้อน หัวนมเลี้ยงทารก ท่อยาง เส้นด้าย ยางยืด กาว ลูกโป่ง ที่นอนฟองน้ำ อุปกรณ์ทางการแพทย์ ฟันรองเท้า ยางรัดของ จุกขวดพลาสติก และผ้าก๊อช ซึ่งประมาณร้อยละ 90 จะส่งออกไปขายยังต่างประเทศ เช่น จีน สหรัฐอเมริกา มาเลเซีย อินโดนีเซีย และ (2) ผลิตภัณฑ์ยางพาราที่ใช้ยางแห้งเป็นวัตถุดิบในการผลิต ยางแห้งที่กล่าวถึง คือ ยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง และยางในรูปแบบอื่น ซึ่งจะนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ยานพาหนะและชิ้นส่วนยางอุตสาหกรรม เช่น ยางล้อยานยนต์ ยางล้อตัน ยางใน ยางหล่อ ดอก สายพานลำเลียง หลอด ท่อยาง ยางรัดของ ฟันรองเท้า ผลิตภัณฑ์กีฬา ประเก็นยาง และของเล่น ซึ่งประมาณร้อยละ 55 จะขายภายในประเทศ ส่วนที่เหลือจะส่งออกไปขายยังต่างประเทศ อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่า โซ่อุปทานยางพารายังขาดสมดุลเนื่องจากโซ่อุปทานปลายน้ำซึ่งเป็นส่วนที่สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับยางพาราได้สูง แต่มีกำลังการผลิตหรือความสามารถในการรองรับผลผลิตยางพาราจากโซ่อุปทานกลางน้ำได้น้อยกว่าที่ควรจะเป็น จึงส่งผลให้ประเทศไทยมีส่วนการส่งออกยางพาราที่เป็นสินค้าชั้นกลางไปยังต่างประเทศมากกว่าการใช้ภายในประเทศ ดังนั้น หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องควรสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากยางพาราเพิ่มมากขึ้น อาทิ อุปกรณ์ทางการแพทย์ ยางล้อรถยนต์ อันจะส่งผลให้อุปสงค์ยางพาราภายในประเทศเพิ่มสูงขึ้น และยังเป็นกำลังการผลิตเพิ่มให้กับยางพาราอีกด้วย

การรับรู้ผลกระทบและการปรับตัวของอุตสาหกรรมยางพาราจากการเข้าร่วมประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนในพื้นที่วิจัย

ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพารามีการรับรู้ผลกระทบที่อาจส่งผลกระทบต่อธุรกิจจากการเข้าร่วมประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนน้อย อันเนื่องมาจากอุตสาหกรรมยางพารามีความเข้มแข็งในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1. ประเทศไทยมีการผลิตและการส่งออกยางพารามากเป็นอันดับหนึ่งของโลก ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ประเทศไทยมีความสามารถในการแข่งขันด้านยางพารา โดยมีงานวิจัยหลายเรื่องที่ยืนยันถึงขีดความสามารถได้เปรียบโดยเปรียบเทียบที่ปรากฏ (Revealed Comparative Advantage หรือ RCA) ในการส่งออกยางพาราของประเทศไทยไปยังตลาดต่างประเทศ ได้แก่ วราลี ศรีสมบัติ (2544) อุดมศรี ขวานิสากุล (2544) ทรงพล ชติยศ (2550) วชิรินทร์ กือเย็น (2551) ปราปต์ปกรณ์ ธนุรัตน์ (2553) พรรณจิรา จันทร์ผลึก (2553) วลัยพร บวรกุลวัฒน์ (2554) อิศรา ชูบำรุง (2554) ปฐมาวดี นายรักษา (2557) สุทธิ อินทรสกุล และคณะ (2560) และ Poramacom (2002) เป็นต้น นอกจากนี้เกษตรกรชาวสวนยางในภาคใต้มีการประกอบอาชีพการทำสวนยางพารามาตั้งแต่บรรพบุรุษ จึงมีองค์ความรู้ในการจัดการสวนยางพารา รวมทั้งยังได้รับการส่งเสริมจากหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กยท. ในส่วนของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางและสถาบันวิจัยยาง สหกรณ์กองทุนสวนยาง เป็นต้น อีกทั้งผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราได้มีการติดต่อและทำธุรกรรมต่าง ๆ กับต่างประเทศมาเป็นระยะเวลานาน ดังนั้น ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราจึงเห็นว่า การเข้าร่วมประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนของประเทศไทยไม่น่าจะส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมยางพารามาก อย่างไรก็ตามผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราในพื้นที่ได้มีการปรับตัวมาโดยตลอด โดยเฉพาะการติดต่อเพื่อทำการซื้อขายในตลาดใหม่ ๆ

2. ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีการควบคุมโดยพระราชบัญญัติ (พ.ร.บ.) ควบคุมยาง พ.ศ. 2542 ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดเดียวที่มีการคุ้มครองทั้งระบบ โดย พ.ร.บ. นี้จะควบคุมดูแลทั้งระบบที่เกี่ยวข้องกับยางพารา ตั้งแต่ผู้ผลิตพันธุ์ยางพารา ผู้ทำสวนยางพารา (เกษตรกรชาวสวนยาง) ผู้ค้ายางพารา (พ่อค้าคนกลาง) โรงงานยางพารา (ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพารา) การควบคุมมาตรฐานยางพารา การนำเข้ายางพาราจากประเทศสมาชิกมาใช้ภายในประเทศ หรือการส่งออกยางพาราไปขายยังต่างประเทศจะต้องได้รับการอนุญาตเสียก่อน และหากไม่ปฏิบัติตามจะได้รับโทษทั้งจำและปรับ ดังนั้นแม้ว่าประเทศไทยได้เข้าสู่การเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนแล้ว แต่การนำเข้ายางพาราและการส่งออกยางพารายังคงมี พ.ร.บ. ฉบับนี้ควบคุมดูแลอยู่ ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราจึงเห็นว่า การเข้าร่วมประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนของประเทศไทยส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมยางพารา

3. ไม่มีความเสี่ยงจากการขาดแคลนวัตถุดิบ เนื่องจากภาคใต้เป็นแหล่งผลิตยางพาราที่สำคัญของประเทศ และมีความเชื่อมโยงของโซ่อุปทานยางพาราตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ อีกทั้งยังมีตลาดกลางยางพาราเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้โรงงานแปรรูปมีวัตถุดิบอย่างเพียงพอ ในตลาดกลางยางพาราจะมีผู้ขาย ซึ่งเป็นสหกรณ์กองทุนสวนยาง หรือกลุ่มเกษตรกรชาวสวนยาง หรือพ่อค้าคนกลางรายใหญ่ที่รวบรวมยางแผ่นดิบจากเกษตรกรชาวสวนยาง แล้วนำมาเสนอขายในตลาด และมี

ผู้ซื้อที่ต้องการผลผลิตดังกล่าวเป็นผู้ประมูล โดยผู้ประมูลที่เสนอราคาสูงสุดจะเป็นผู้ชนะการประมูล ทั้งนี้หากผู้ขายไม่พอใจในราคาประมูล ผู้ขายสามารถตัดสินใจที่จะไม่ขาย แล้วนำกลับไปหรือฝากไว้เพื่อรอประมูลในวันถัดไปได้ ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่าราคาที่เกิดจากการประมูลเป็นราคาดุลยภาพ ณ ช่วงเวลาที่มีการตกลงซื้อขายกันระหว่างผู้ขายและผู้ซื้อ

4. ความไม่ชัดเจนของการดำเนินงานตามข้อตกลงประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนอย่างเป็นทางการ กล่าวคือ แม้ว่าประเทศไทยและประเทศสมาชิกอาเซียนอื่น ๆ ได้เข้าสู่การเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนมาเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้ว แต่การดำเนินงานตามแผนงานยังไม่เป็นรูปธรรมตามที่ควรจะเป็น ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราจึงเห็นว่า ผลกระทบทางลบจากการเข้าร่วมประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนของประเทศไทยน่าจะมีน้อย อย่างไรก็ตามผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราได้มองถึงผลดีของข้อตกลงดังกล่าว นั่นคือ การเคลื่อนย้ายแรงงานสามารถดำเนินการได้อย่างสะดวกและรวดเร็วมากขึ้น ซึ่งอุตสาหกรรมยางพาราในจังหวัดสงขลามีความต้องการแรงงานจากประเทศเพื่อนบ้านในกิจกรรมการผลิตเป็นจำนวนมาก อันมีสาเหตุหลักมาจากแรงงานมีจำนวนไม่เพียงพอ เนื่องจากประชากรในพื้นที่ไม่ต้องการประกอบอาชีพที่มีความเสี่ยงจากสารเคมี โดยเฉพาะโรงงานผลิตน้ำยางชั้นที่มีการใช้สารเคมีผสม (แอมโมเนีย)

แม้ว่าผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราเห็นว่า ผลกระทบทางลบจากการเข้าร่วมประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนน่าจะมีน้อย แต่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราได้มีการปรับตัวมาก่อนหน้านี้อย่างต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน ทั้งผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราขนาดกลางและใหญ่ เนื่องจากประเทศไทยมีการส่งออกยางพาราไปขายยังต่างประเทศเป็นระยะเวลานาน ส่งผลให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพารามีความเชี่ยวชาญในการผลิตและการตลาด เห็นได้จากการจัดตั้งสมาคมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิ สมาคมยางพาราไทย สมาคมน้ำยางชั้นไทย เป็นการรวมตัวของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราในจังหวัดสงขลาและภาคใต้ อีกทั้งต้องยอมรับว่า อุตสาหกรรมยางพาราเป็นภาคเอกชนที่มีความแข็งแกร่งในการดำเนินธุรกิจ โดยผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราเห็นว่า การเข้าร่วมประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนของประเทศไทยถือเป็นโอกาสที่ดีที่อุตสาหกรรมยางพาราไทยจะเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันให้สูงขึ้น นอกจากนี้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราในพื้นที่ได้มีการปรับตัว โดยการตั้งโรงงานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อรองรับผลผลิตจากพื้นที่ปลูกยางพาราใหม่ อันเนื่องมาจากนโยบายของรัฐบาล

นอกจากนี้ยังพบประเด็นอื่น ๆ นอกเหนือประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ที่ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมยางพาราในจังหวัดสงขลา ดังนี้

1. อุปสงค์ยางพาราของประเทศจีนเป็นปัจจัยหลักในการกำหนดราคายางพาราของประเทศไทย เนื่องจากประเทศจีนเป็นตลาดที่ใหญ่ที่สุดในการส่งออกผลผลิตยางพารา โดยเฉพาะยางคอมปาวด์หรือยางผสม แต่ในช่วงที่ผ่านมารัฐบาลจีนได้มีการกำหนดมาตรฐานยางคอมปาวด์ใหม่ โดยเพิ่มสัดส่วนของการใช้ยางพาราจากร้อยละ 5 เป็นร้อยละ 12 ซึ่งส่งผลกระทบต่อผู้ประกอบการยางคอมปาวด์ไทยที่ยังขาดความพร้อมในการผลิตยางคอมปาวด์ตามมาตรฐานใหม่ของประเทศจีน เนื่องจากผู้ประกอบการยางคอมปาวด์ต้องเปลี่ยนเครื่องจักร เป็นไปได้ว่า อาจเป็นการกีดกันทางการค้าจากประเทศผู้นำเข้ารายใหญ่ ซึ่งนอกจากจะส่งผลกระทบต่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อเกษตรกรชาวสวนยางอีกด้วย

2. โครงสร้างพื้นฐานและท่าเรือ จังหวัดสงขลามีความได้เปรียบด้านภูมิศาสตร์ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่สามารถส่งออกสินค้ายางพาราแปรรูปทางเรือได้ทั้ง 2 มัง คือ มังท่าเรื่อน้ำลึกจังหวัดสงขลา และท่าเรือปีนัง ประเทศมาเลเซีย โดยผ่านฝั่งอำเภอสะเดา แต่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพารานิยมใช้บริการท่าเรือปีนังมากกว่าท่าเรื่อน้ำลึกจังหวัดสงขลา โดยการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางพาราผ่านท่าเรือสงขลามีปริมาณในหลักแสนตันต่อปี ขณะที่การส่งออกผลิตภัณฑ์ยางพาราผ่านท่าเรือปีนังมีปริมาณในหลักล้านตันต่อปี ทั้งนี้เนื่องจากการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางพาราผ่านท่าเรือปีนังมีค่าขนส่งต่ำกว่า และสามารถขนส่งได้ในปริมาณที่มากกว่า ส่งผลให้ประเทศไทยได้รับผลประโยชน์น้อยกว่าที่ควรจะเป็น ทั้งนี้หากมีการพัฒนาท่าเรื่อน้ำลึก จังหวัดสงขลา ให้มีศักยภาพในการรองรับการขนส่งทางเรือได้มากขึ้น น่าจะดึงดูดให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราในจังหวัดสงขลาและจังหวัดใกล้เคียงหันมาใช้บริการของท่าเรื่อน้ำลึก จังหวัดสงขลาเพิ่มมากขึ้น

โครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งของจังหวัดสงขลามีความหลากหลาย ทั้งทางถนน (รถยนต์) ทางราง (รถไฟ) และทางน้ำ (เรือ) แต่ไม่ได้มีการพัฒนามาเป็นระยะเวลานาน โดยเฉพาะการขนส่งสินค้าสู่ท่าเรือ จังหวัดสงขลา และไม่ได้มีการสร้างถนนเส้นใหม่เพื่อรองรับการขนส่งสินค้ามาเป็นระยะเวลามากกว่า 10 ปี ดังนั้นหากมีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านโลจิสติกส์อย่างเป็นระบบ ทั้ง 3 ทางดังที่กล่าวไปแล้ว จะส่งผลให้การขนส่งสินค้ามีความคล่องตัวและมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยจะช่วยลดค่าขนส่งให้กับผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราได้

3. เขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษจังหวัดสงขลา การจัดตั้งเขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษระยะที่ 1 ตามประกาศของ สำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษ (กนพ.) ครั้งที่ 1/2558 กำหนดให้พื้นที่ตำบลสะเดา ตำบลสำนักขาม ตำบล

สำนักแก้ว และตำบลปาดังเบซาร์ อำเภอสะเตาะ จังหวัดสงขลา เป็นเขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษจังหวัดสงขลา โดยมีการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยเป็นหน่วยงานในการดำเนินการพัฒนาพื้นที่ สิทธิประโยชน์ที่ธุรกิจจะได้รับจากกรมศุลกากรเมื่อมีการจัดตั้งเขตปลอดอากรและคลังสินค้าทัณฑ์บน ได้แก่ การยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักรและวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเพื่อส่งออก การยกเว้นอากรการกำจัดหรือทำลายเศษวัสดุ การยกเว้นภาษีมูลค่าเพิ่มสำหรับวัตถุดิบนำเข้าที่ใช้ในการผลิตเพื่อส่งออก การยกเว้นภาษีมูลค่าเพิ่มสำหรับสินค้านำเข้า/ส่งออก การไม่กำหนดระยะเวลาเก็บสินค้า ซึ่งการจัดตั้งเขตเศรษฐกิจพิเศษนี้จะช่วยเพิ่มมูลค่าการค้าชายแดนให้สูงขึ้นได้

ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพารา คาดว่า การจัดตั้งเขตเศรษฐกิจพิเศษจังหวัดสงขลาจะส่งผลดีต่อผู้ประกอบการรายใหม่ที่สนใจจะลงทุนในอุตสาหกรรมยางพารา หรือผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราเดิมที่อยู่ในเขตเศรษฐกิจพิเศษจังหวัดสงขลา และต้องการขยายกำลังการผลิตในพื้นที่เขตเศรษฐกิจพิเศษจังหวัดสงขลา เพราะจะได้รับสิทธิประโยชน์ต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว นอกจากนี้การจัดตั้งเขตเศรษฐกิจพิเศษจังหวัดสงขลา น่าจะส่งผลดีต่อบริษัทและวิสาหกิจ ทั้งขนาดเล็กและกลาง สหกรณ์กองทุนสวนยางที่มีการแปรรูปยางพาราขั้นต้นเพื่อส่งออก อาทิ ยางแผ่นรมควันอัดก้อนตามมาตรฐาน Good Manufacturing Practice (GMP) หมอนยางพารา รวมทั้งส่งเสริมอุตสาหกรรมที่สามารถเพิ่มมูลค่าจากการแปรรูปยางพาราขั้นต้นเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปและสำเร็จรูป อาทิ แผ่นยางปูสนามฟุตบอล อุปกรณ์ทางการแพทย์ ถุงมือผ้าเคลือบยาง

สรุปผลการศึกษา

คงปฏิเสธไม่ได้ว่า บริบทประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนจะก่อให้เกิดผลกระทบต่าง ๆ ต่ออุตสาหกรรมเกษตรของไทย รวมไปถึงอุตสาหกรรมยางพารา ซึ่งทำให้ผู้ที่อยู่ในอุตสาหกรรมดังกล่าวจำเป็นต้องปรับตัวเพื่อความอยู่รอด การวิจัยครั้งนี้จึงมีความสำคัญ ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า เกษตรกรชาวสวนยางในพื้นที่วิจัยโดยภาพรวมเป็นเกษตรกรรายย่อยที่มีสวนยางพาราขนาดเล็ก จึงมีแรงงานเพียงพอสำหรับการทำสวนยางพารา อีกทั้งเกษตรกรชาวสวนยางยังมีประสบการณ์การทำสวนยางพาราสูง ทำให้สามารถจัดการสวนยางพาราได้ดี แต่ยังคงขาดการบริหารจัดการสวนยางพาราสมัยใหม่ ใช้อุปทานยางพาราในพื้นที่วิจัยมีทั้งระดับต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ส่วนที่สำคัญของใช้อุปทานต้นน้ำ คือ เกษตรกรชาวสวนยาง ซึ่งส่วนใหญ่ทำการผลิตและขายน้ำยางสด โดยเกษตรกรชาวสวนยางจะขายผลผลิตยางพาราให้กับพ่อค้าคนกลางในพื้นที่ กลุ่มเกษตรกร หรือสหกรณ์กองทุนสวนยางที่ตนเองเป็นสมาชิกอยู่ ซึ่งควรมีการกำหนดมาตรฐานการรับซื้อผลผลิตยางพาราที่ชัดเจนและเป็นธรรมต่อเกษตรกรชาวสวนยาง ใช้อุปทานกลางน้ำเป็นการแปรรูปน้ำยางสด ผลผลิตจากอุตสาหกรรมกลางน้ำแบ่งได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ น้ำยางข้น ยางแผ่นรมควันอัดก้อน ยางแท่ง และยางในรูปแบบอื่น อาทิ ยางสีกิม ยางเครป และยางคอมปาวด์หรือยางผสม สำหรับบริษัทขนาดกลางในพื้นที่จะทำการผลิตสินค้าขั้นกลาง เพื่อขายให้แก่อุตสาหกรรมปลายน้ำ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ อาทิ น้ำยางข้น ยางแท่ง ยางแผ่นรมควันอัดก้อน ยางคอมปาวด์ ขณะที่บริษัทขนาดใหญ่ ทั้งผู้ประกอบการไทยและผู้ประกอบการชาวต่างชาติ จะทำการผลิตสินค้าขั้นกลาง เพื่อขายทั้งในประเทศและต่างประเทศเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ผลผลิตที่ผลิตได้ส่วนหนึ่งจะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ยางพาราของบริษัทเอง โดยเฉพาะถุงมือยาง ซึ่งใช้น้ำยางข้นเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต ใช้อุปทานปลายน้ำประกอบด้วยอุตสาหกรรมผลิตถุงมือยาง ซึ่งมีทั้งผู้ประกอบการไทยและผู้ประกอบการชาวมาเลเซีย และมีผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อาทิ ยางรัดของ สายยางไฮโดรลิก รววจับบันไดเลื่อน ขณะที่ผู้ประกอบการผลิตถุงมือยางไทยยังต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตถุงมือยางอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถแข่งขันได้ ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราในพื้นที่วิจัยมีการรับรู้ผลกระทบจากการเข้าร่วมประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนของประเทศไทยน้อย เนื่องจาก (1) ประเทศไทยมีความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบและความสามารถทางการแข่งขันในสินค้ายางพารามากกว่าประเทศอื่นในอาเซียน (2) พระราชบัญญัติควบคุมยาง พ.ศ. 2542 ซึ่งเป็น พ.ร.บ. ที่มีความสำคัญในการควบคุมยางพารา ตั้งแต่ผู้ผลิตพันธุ์ยางพารา ผู้ทำสวนยาง ผู้ค้ายางพารา โรงงานยางพารา การควบคุมมาตรฐานยางพารา การนำเข้ายางพารามาใช้ภายในประเทศ หรือส่งออกยางพาราไปขายยังต่างประเทศ (3) ความไม่ชัดเจนของการดำเนินงานตามข้อตกลงประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนอย่างเป็นทางการ (4) ตลาดยางพารามีลักษณะใกล้เคียงกับตลาดแข่งขันสมบูรณ์ และ (5) ปัจจัยอื่น ๆ เช่น อุปสงค์ยางพาราของประเทศจีน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่ได้กล่าวไปแล้ว มีข้อเสนอแนะต่อหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. มาตรการสร้างความสมดุลของโซ่อุปทานยางพารา กล่าวคือ จากผลการวิจัยในส่วนของความเชื่อมโยงของโซ่อุปทานยางพารา พบว่า โซ่อุปทานต้นน้ำและกลางน้ำมีขนาดใหญ่กว่าโซ่อุปทานปลายน้ำ ดังนั้นหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องควรมีมาตรการเพิ่มการใช้ยางพาราในโซ่อุปทานปลายน้ำภายในประเทศ โดยการส่งเสริมให้มีการนำผลผลิตยางพาราจากโซ่อุปทานต้นน้ำและกลางน้ำไปเพิ่มมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์ยางพารามากขึ้น ซึ่งผลผลิตยางพาราจากโซ่อุปทานปลายน้ำจะเป็นสินค้าขั้นสุดท้ายที่มีมูลค่าสูงกว่าผลผลิตยางพาราจากโซ่อุปทานต้นน้ำและกลางน้ำ โดยคัดสรรผลิตภัณฑ์ยางพาราที่มีความเป็นไปได้ทางการตลาด ซึ่งส่วนใหญ่ถูกรวบรวมไว้โดยอุทยานวิทยาศาสตร์ภาคใต้ รวมทั้งการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์ยางพาราให้แก่อผู้ประกอบการที่อยู่ในโซ่อุปทานปลายน้ำ อาทิ ผู้ประกอบการถลุงมือยาง ล้อยางรถยนต์ เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมยางพาราไทย

2. มาตรการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน โดยเฉพาะเส้นทางคมนาคมขนส่งและท่าเรือ กล่าวคือ ผู้ประกอบการในโซ่อุปทานกลางน้ำยังคงเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจยางพาราของจังหวัดสงขลา ซึ่งผู้ประกอบการในกลุ่มนี้มีการส่งออกสินค้าขั้นกลางไปขายยังต่างประเทศ แต่โครงสร้างพื้นฐาน โดยเฉพาะเส้นทางคมนาคมขนส่ง ทั้งทางถนน ทางราง และทางน้ำของจังหวัดสงขลาไม่ได้รับการพัฒนามาเป็นระยะเวลาอันยาวนาน ดังนั้นหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องและราชการส่วนท้องถิ่นควรร่วมกันวางแผนพัฒนาและสร้างโครงข่ายเชื่อมโยงโครงสร้างพื้นฐานในการขนส่งสินค้า ทั้ง 3 ทางดังกล่าว เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมยางพาราไทย

3. มาตรการส่งเสริมความร่วมมือกับประเทศผู้ผลิตยางพาราที่สำคัญอย่างจริงจัง ยั่งยืน และเป็นรูปธรรม กล่าวคือ ประเทศไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซียเป็นประเทศผู้ผลิตยางพารารายใหญ่ของโลก หากมีความร่วมมือกันในการจัดการด้านผลผลิตยางพารา ย่อมส่งผลให้มีอำนาจในการต่อรองราคามากยิ่งขึ้น ถึงแม้ว่าที่ผ่านมาจะเคยดำเนินการมาแล้วก็ตาม แต่เกิดขึ้นเฉพาะในช่วงเวลาที่ราคายางพาราตกต่ำเท่านั้น โดยไม่มีการกำหนดมาตรการในระยะยาวที่ชัดเจนและเป็นรูปธรรม ดังนั้นหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องควรตระหนักถึงการสร้างความร่วมมือระหว่างประเทศผู้ผลิตยางพารารายใหญ่ เพื่อร่วมกันกำหนดนโยบายด้านการผลิตและการตลาดยางพารา โดยเฉพาะการสร้างเสถียรภาพราคายางพารา อาทิ การกำหนดอุปทานยางพาราอย่างเป็นระบบ เพื่อลดผลกระทบจากปัญหาราคายางพาราตกต่ำ ซึ่งหากราคายางพารามีเสถียรภาพ ย่อมทำให้เกษตรกรชาวสวนยางมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น และสามารถวางแผนจัดการการผลิตและต้นทุนการผลิตได้อย่างขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่สนับสนุนเงินทุนในการวิจัยครั้งนี้ รวมถึงเกษตรกรชาวสวนยางและผู้ให้ข้อมูลหลักที่ให้ความร่วมมือในการรวบรวมข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- การยางแห่งประเทศไทย. 2559. แผนวิสาหกิจการยางแห่งประเทศไทยปี 2560-2564. การยางแห่งประเทศไทย.
http://www.raot.co.th/article_attach/plan_60.pdf (8 มกราคม 2562).
- จุฑา เทียนไทย. 2555. ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน: ผลกระทบต่อธุรกิจไทย. *วารสารดุสิตบัณฑิตทางสังคมศาสตร์ (ฉบับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)* 2: 1-5.
- ญาณี ศรีมณี และทวีพล จันทนะสาโร. 2555. ยางพาราไทยและอาเซียนในตลาดโลก. *วารสาร สนย.* 3: 4-5.
- ทรงพล ชติยศ. 2550. การวิเคราะห์ความสามารถในการแข่งขันการส่งออกยางพาราของประเทศไทยไปสาธารณรัฐประชาชนจีน. *เศรษฐศาสตร์มหานบัณฑิต, สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.*
- ทวีศักดิ์ รูปสิงห์. 2554. ผลกระทบและความพร้อมของประเทศไทยในการเข้าร่วมประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน. *วารสารวิชาการศิลปศาสตร์ประยุกต์* 4: 71-80.
- ธนพันธ์ โล่ประกอบทรัพย์ และอัจฉราภรณ์ นันตาเวียง. 2559. ผลกระทบของนโยบายการแทรกแซงราคาและเขตเสรีการค้าต่อยางพารา: กรณีศึกษาประเทศไทย. *วารสารปัญญาภิวัฒน์* 8: 117-129.
- นพพร สังวร และสุดาพร สาวม่วง. 2557. กลยุทธ์การสร้างความสำเร็จเปรียบทางการแข่งขันในการส่งออกยางพาราไทยสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน. *วารสารสมาคมนักวิจัย* 19: 111-122.
- บัญชา สมบูรณ์สุข, วันชัย ธรรมสังการ, ปริญา เติตโหม, อรอนงค์ ลองพิชัย และปวีณวิทย์ พิทยาภินันท์. 2558. ศักยภาพ ความสามารถและการพัฒนาแรงงานจ้างในระบบการผลิตยางพาราขนาดเล็ก: บทเรียนจากพื้นที่ปลูกยางพาราดั้งเดิม จังหวัดสงขลา. *วารสารเกษตรศาสตร์ (สังคมศาสตร์)* 36: 74-87.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ. 2549. *เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์.

- ปฐมวาตี ฉายรักษา. 2557. ความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบเชิงพลวัตของการส่งออกยางพาราของประเทศไทยกับประเทศอินโดนีเซีย. *เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*.
- ปราปต์ปกรณ์ ธนุรัตน์. 2553. การวิเคราะห์ศักยภาพการส่งออกยางธรรมชาติของไทยไปรัสเซีย. *เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง*.
- พรณจิรา จันทร์ผลึก. 2553. การส่งออกยางและผลิตภัณฑ์ยางจากประเทศไทยไปสาธารณรัฐประชาชนจีน. *เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง*.
- พิชิต สฟโชค, พิสมัย จันทร์มา และพนัช แพนชนะ. 2550. *การกรีดยางและการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- มธุภาณี ไทยภักดี. 2555. ประเทศไทยกับการเป็นประชาคมอาเซียน: โอกาสและความเสี่ยง. *วารสารร่วมพฤษภ* 30: 109-124.
- วราลี ศรีสมบัติ. 2542. การวิเคราะห์ความสามารถในการส่งออกยางพาราของประเทศไทย. *เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง*.
- วลัยพร บวรกุลวัฒน์. 2554. การศึกษาความสามารถในการแข่งขันและศักยภาพเชิงลึกของอุตสาหกรรมยางธรรมชาติในประเทศไทย. *เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*.
- วัชรินทร์ กือเย็น. 2551. การวิเคราะห์ส่วนการตลาดแบบคงที่ของการส่งออกยางพาราไทย. *เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต*.
- วิทยา สุจริตธนารักษ์. 2555. เศรษฐกิจไทยกับอาเซียน: ความสัมพันธ์ทางเศรษฐกิจและการค้าอดีต-ปัจจุบัน. *วารสารร่วมพฤษภ* 30: 149-174.
- ศิโรตม์ ภาคสุวรรณ. 2557. การเตรียมความพร้อมของประเทศไทยสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน. *รัฐสภาสาร* 62: 48-70.
- ศุภโชค สมพงษ์ และวรวจน์ ศรีวงษ์ศิลป์. 2556. ผลกระทบจากการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) และมาตรการรองรับของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมยางพาราไทย. *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา* 26: 44-51.
- ศุภจิต มโนพิโมกษ์ และวิโรจน์ มโนพิโมกษ์. 2555. ความสำเร็จและผลลัพธ์ของการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน: บทวิเคราะห์เบื้องต้นและประเด็นวิจัย. *วารสารบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี* 1: 7-17.
- ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2561. ยางพารา: เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่กรีดยางได้ ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2559. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. <http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/production/pararubber.pdf> (8 มกราคม 2562).
- สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. 2550. *ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 14. กรุงเทพฯ: สามลดา.
- สุธี อินทรสกุล, บัญชา สมบูรณ์สุข และปวีวิชัย พิทยาภินันท์. 2560. อุตสาหกรรมยางพาราไทย: สถานภาพและแนวทางการพัฒนาสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี* 8: 80-107.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2560. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. <http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/year book60.pdf> (8 มกราคม 2562).
- อิสรา ชูบำรุง. 2554. การวิเคราะห์ความสามารถในการแข่งขันของการส่งออกยางพาราธรรมชาติของประเทศไทย. *เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช*.
- อุดมศรี ขวานิสากุล. 2544. การวิเคราะห์ศักยภาพการส่งออกยางธรรมชาติของประเทศไทย. *วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*.
- Poramacom, N. 2002. Revealed Comparative Advantage (RCA) and constant Market Share model (CMS) on Thai natural rubber. *Kasetsart J. (Social Sciences)* 23: 54-60.
- Somboonsuke, B., and Wettayaprasit, P. 2013. *Agricultural System of Natural Para-rubber Smallholding Sector in Thailand*. Bangkok: Extension and Training Office (ETO), Kasetsart University.
- Yamane, T. 1967. *Statistics: An Introductory Analysis*. 2nd edition. Tokyo: John Weatherhill.

วันรับบทความ (Received date) : 1 ก.พ. 62

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 25 มี.ย. 62

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 30 ก.ย. 62

ความพึงพอใจต่อการบริโภคอาหารคลีนของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานคร

Satisfaction toward Clean Food Consumption of Consumers

in Bangkok Metropolitan Area

ศิริจรรยา เครือวิริยะพันธ์¹ และกุลกัญญา ณ ป้อมเพ็ชร¹

Sirijanya Kuawiriyapan¹ and Kulkanya Napompech¹

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลส่วนบุคคล ความพึงพอใจต่อการบริโภคอาหารคลีน และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้อมูลส่วนบุคคลกับความพึงพอใจต่อการบริโภคอาหารคลีนของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานคร เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามจากผู้บริโภคที่เคยมีประสบการณ์บริโภคอาหารคลีน และพำนักอาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 385 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว สรุปได้ว่าผู้บริโภคอาหารคลีนส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุระหว่าง 23-29 ปี การศึกษาระดับปริญญาตรี สถานภาพโสด อาชีพพนักงานบริษัทเอกชน มีประสบการณ์บริโภคอาหารคลีนมากกว่าหรือเท่ากับ 3 เดือน ในภาพรวมพบว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจทางด้านผลิตภัณฑ์ และไม่พึงพอใจทางด้านราคา ด้านการจัดจำหน่าย ด้านสื่อสารการตลาด และด้านสุขภาพ สำหรับผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้อมูลส่วนบุคคลกับความพึงพอใจต่อการบริโภคอาหารคลีน พบว่า เพศและระดับการศึกษามีผลต่อด้านสุขภาพ อายุมีผลต่อด้านผลิตภัณฑ์และด้านการจัดจำหน่าย ส่วนอาชีพมีผลต่อด้านผลิตภัณฑ์

คำสำคัญ: อาหารคลีน การบริโภค ความพึงพอใจ กรุงเทพมหานคร

Abstract

This study aims to study the personal data, consumer satisfaction and comparison with the differences between personal data and satisfaction toward clean food consumption in Bangkok Metropolitan Area. Data were collected by questionnaire schedules from the samples who had experienced clean food consumption. Residing in Bangkok a total of 385 people. The data was analyzed by using frequency, percentage, mean, independent sample T-test and One-way ANOVA. The results showed that most of the samples were female. Age is between 23-29 years old, bachelor degree, single, occupation as a private company employee, the experienced clean food consumption have more than or equal to 3 months. The results of the satisfaction with clean food consumption. In the sample, product satisfaction was found. And unsatisfied with the price, distribution channel, marketing communication and health. The results of comparison the differences between personal data and satisfaction with clean food consumption found that gender and level of education affects health. Age affects product and distribution channel. The occupation affects the product.

Keywords: clean food, consumption, satisfaction, Bangkok Metropolitan Area

¹ คณะการบริหารและจัดการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

*Corresponding author, Email: kksirija@kmitl.ac.th

คำนำ

ในสังคมของชาวกรุงเทพมหานคร เป็นสังคมของผู้บริโภคที่มีการศึกษาสูง และมีความตระหนักถึงการดูแลสุขภาพของตนเอง เนื่องจากคนกรุงเทพฯ มีชีวิตที่รีบเร่ง ต้องแข่งขันกับเวลา ภายใต้สภาพการจราจรที่ติดขัด มีมลภาวะที่เป็นพิษอยู่รอบตัว ดังนั้น “สุขภาพ” จึงเป็นเรื่องสำคัญที่ผู้บริโภคในกรุงเทพมหานครต่างให้ความสนใจและเอาใจใส่ด้วยการเปลี่ยนวิถีชีวิตฟาสต์-ฟู้ดมาเลือกอาหารจากธรรมชาติ ซึ่งเป็นอาหารสไตล์โฮมเมด ในชื่อว่า “อาหารคลีน” ซึ่งหมายถึง อาหารที่ไม่ผ่านการปรุงแต่งด้วยสารเคมี รวมถึงอาหารที่ผ่านการแปรรูปน้อยที่สุด ไม่ผ่านกระบวนการหมักหรือดอง และลดการปรุงรสชาติที่จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น เค็มจัด หวานจัด หรือเผ็ดจัด (สิริไพศาล ยิ้มประเสริฐ, 2560) สาเหตุที่ตั้งชื่อว่า “อาหารคลีน” เพื่อต้องการสร้างความตระหนักและตอกย้ำให้รับรู้ว่าการบริโภคอาหารคลีน เป็นการบริโภคอาหารที่ถูกหลักโภชนาการ มีความปลอดภัย ไม่มีสารปนเปื้อน และเป็นการบริโภคที่ครบถ้วนตามหลักโภชนาการทั้ง 5 หมู่ (ภาวิณี เทพคำราม, 2557) ดังนั้นการบริโภคอาหารคลีนเป็นประจำ ย่อมส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภคหลายประการ เช่น ทำให้รูปร่างสัดส่วนดี เนื่องจากเป็นอาหารที่เน้นไขมันและแคลอรีต่ำ ช่วยชะลอวัย เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ประกอบอาหารคลีนส่วนใหญ่เป็นพืชผักที่มีประโยชน์ ช่วยในการต้านอนุมูลอิสระ ลดปัญหาร่างกายเสื่อมสภาพก่อนวัยอันควร รวมถึงกระตุ้นการสร้างคอลลาเจน ช่วยในการขับถ่าย ทำให้ผิวสวยหน้าใส ซึ่งตอบสนองความต้องการของวัยหนุ่มสาวในยุคปัจจุบัน เป็นต้น สอดคล้องกับกิตติทัศน์ เบญจเจริญพัฒน์ (2559) ที่ได้ศึกษาถึงส่วนประสมทางการตลาดและทัศนคติต่อการบริโภคอาหารคลีนของนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งพบว่าผู้บริโภคมีทัศนคติเห็นด้วยระดับมากในเรื่องการบริโภคอาหารคลีนเป็นประจำจะส่งผลดีต่อสุขภาพในระยะยาว อย่างไรก็ตามแม้จะมีกลุ่มคนรุ่นใหม่ให้ความสนใจในการเปลี่ยนพฤติกรรมมาบริโภคอาหารคลีนมากขึ้น แต่ในวิถีชีวิตแบบคนในสังคมกรุงเทพมหานครที่มีแต่ความเร่งรีบ ไม่มีเวลาในการประกอบอาหารที่บ้าน จึงมีผู้ประกอบการร้านอาหารได้เล็งเห็นถึงช่องทางการทำธุรกิจร้านอาหารคลีน โดยให้บริการทั้งที่เป็นร้านอาหาร การสั่งซื้อทางโทรศัพท์ และทางอินเทอร์เน็ต พร้อมจัดส่งอาหารคลีนถึงที่บ้านหรือที่ทำงาน (delivery) เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคอาหารคลีนในเรื่องความสะดวก พร้อมทั้งมีการจัดส่งสินค้าที่รวดเร็วและถูกต้องตามกำหนดระยะเวลาที่นัดหมาย (พรรณราย พงษ์พิธิ และคณะ, 2559) ถึงแม้ว่าผู้ประกอบการอาหารคลีนจะพยายามกำหนดกิจกรรมทางการตลาดต่าง ๆ ดังกล่าว เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค รวมทั้งมีการส่งเสริมและเผยแพร่ความรู้อย่างถูกต้องให้กับเยาวชนคนรุ่นใหม่เกี่ยวกับประโยชน์ของการบริโภคอาหารคลีนอย่างต่อเนื่อง แต่อาหารคลีนยังไม่ได้รับการตอบรับจากผู้บริโภคอย่างแพร่หลายเท่าที่ควร ยังคงนิยมบริโภคเฉพาะกลุ่มผู้บริโภคที่ดูแลสุขภาพอย่างจริงจังเท่านั้น (วิชญานาถ เรื่องนาค, 2558) ส่งผลให้เกิดความสนใจศึกษาถึงความพึงพอใจต่อการบริโภคอาหารคลีน โดยศึกษาจากผู้บริโภคในกรุงเทพมหานคร เพื่อจะเป็นประโยชน์ต่อทั้งผู้บริโภคและต่อผู้ประกอบการร้านอาหารคลีน ในการปรับกลยุทธ์การผลิต การจำหน่าย และการตลาดให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ของการศึกษาคือ เพื่อศึกษาข้อมูลส่วนบุคคล ความพึงพอใจต่อการบริโภคอาหารคลีน และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้อมูลส่วนบุคคลกับความพึงพอใจต่อการบริโภคอาหารคลีนของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานคร

วิธีการศึกษา

เครื่องมือสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล

ใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลปฐมภูมิ ประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วน คือ ข้อมูลส่วนบุคคล และความพึงพอใจต่อการบริโภคอาหารคลีน โดยนำแบบสอบถามทดสอบกับผู้บริโภคที่เคยมีประสบการณ์บริโภคอาหารคลีน จำนวน 40 คน และนำมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ด้วยสูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) โดยมีเกณฑ์การประเมินคือ จะต้องมียุทธศาสตร์สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไปจึงจะถือว่ามีความเชื่อมั่นในการนำไปใช้เก็บข้อมูลได้ (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2552) ผลจากการหาค่าความเชื่อมั่น = 0.86 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดังกล่าว

ประชากรและขนาดตัวอย่าง

ประชากรของการศึกษา คือ ผู้บริโภคที่เคยมีประสบการณ์บริโภคอาหารคลีน และพำนักอาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอน จึงคำนวณหาขนาดตัวอย่างจากสูตร $n = Z^2/4e^2$ (W.G. Cochran, 1977) โดยที่ Z คือระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 = 1.96 และ e คือค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ = 0.05 ได้ขนาดตัวอย่าง = 385 คน

วิธีการสุ่มตัวอย่าง

ใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multi stage random sampling) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 แบ่งพื้นที่ของกรุงเทพมหานครตามกลุ่มการปกครองเป็น 5 กลุ่ม ประกอบด้วย (1) กรุงเทพฯ กลาง จำนวน 9 เขต (2) กรุงเทพฯ เหนือ จำนวน 7 เขต (3) กรุงเทพฯ ตะวันออก จำนวน 9 เขต (4) กรุงเทพฯ ตะวันตก จำนวน 15 เขต และ (5) กรุงเทพฯ ใต้ จำนวน 10 เขต รวมทั้งสิ้น 50 เขต

ขั้นตอนที่ 2 ใช้วิธีการเลือกตัวอย่างตามความมุ่งหมาย (purposive sampling) โดยกำหนดว่าประชากรที่อยู่ในเขตพื้นที่กลุ่มเดียวกันจะมีความคล้ายคลึงกัน แต่จะมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม จึงเลือกกลุ่มการปกครองละ 1 เขต ได้จำนวนเขตที่เลือก = 5 เขต

ขั้นตอนที่ 3 สุ่มตัวอย่างชื่อเขตในแต่ละกลุ่มด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling) โดยการจับฉลากชื่อเขตในแต่ละกลุ่มแบบไม่ใส่คืน ได้ชื่อเขตดังนี้ (1) กรุงเทพฯ กลาง ได้แก่ เขตพญาไท (2) กรุงเทพฯ เหนือ ได้แก่ เขตลาดพร้าว (3) กรุงเทพฯ ตะวันออก ได้แก่ เขตลาดกระบัง (4) กรุงเทพฯ ตะวันตก ได้แก่ เขตธนบุรี และ (5) กรุงเทพฯ ใต้ ได้แก่ เขตบางรัก

ขั้นตอนที่ 4 เลือกตัวอย่างแบบโควตา (quota sampling) เก็บข้อมูลเขตละ 77 คน

ขั้นตอนที่ 5 เลือกตัวอย่างตามความสะดวก (convenience sampling) กับตัวอย่างที่เคยมีประสบการณ์ในการบริโภคอาหารคลีนที่สะดวกและยินดีให้ความร่วมมือตอบแบบสอบถาม จนครบ 385 คน

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้มีวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic) โดยการหาค่าความถี่ (frequency) และร้อยละ (percentage) เพื่ออธิบายข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

2. ใช้วิธีการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับความคาดหวังกับค่าเฉลี่ยของสิ่งที่ได้รับจริงจากการบริโภคอาหารคลีนด้วยมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) แบบ 3 ระดับ ได้ค่าเฉลี่ย ดังนี้ $3.00-2.34 =$ มาก, $2.33-1.67 =$ ปานกลาง และ $1.66-1.00 =$ น้อยที่สุด (วัฒนาศู สุนทรชัย, 2552) เพื่อประเมินความพึงพอใจ ด้วยเกณฑ์การวัดความพึงพอใจเชิงการตลาดของ Philip Kotler (2000) ซึ่งกล่าวว่าระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความคาดหวังที่คิดว่าจะได้รับจากสินค้าหรือบริการเมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้รับจากสินค้าหรือบริการนั้น ๆ หากผลที่ได้รับมีมากกว่าที่คาดหวัง ผู้บริโภคจะเกิดความพึงพอใจ ทำการซื้อซ้ำหรือบอกต่อยังผู้บริโภคคนอื่น ๆ การวิจัยครั้งนี้จึงได้กำหนดเกณฑ์การวัดความพึงพอใจไว้ ดังนี้

หากระดับของผลที่ได้รับ มากกว่าหรือเท่ากับ ระดับของความคาดหวัง = กลุ่มตัวอย่างพึงพอใจ

หากระดับของผลที่ได้รับ น้อยกว่า ระดับของความคาดหวัง = กลุ่มตัวอย่างไม่พึงพอใจ

3. ใช้สถิติ T-test สำหรับการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ที่เป็นอิสระต่อกัน คือตัวแปรเรื่องเพศ สำหรับการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างมากกว่า 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ด้วย F-test คือตัวแปรเรื่อง อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และ รายได้ต่อเดือน (ชานินทร์ ศิลป์จารุ, 2552)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้บริโภค

ผู้บริโภคอาหารคลีนส่วนใหญ่เป็นหญิง ร้อยละ 75.3 อายุ 23-29 ปี ร้อยละ 34.8 การศึกษาระดับปริญญาตรี ร้อยละ 73.0 สถานภาพโสด ร้อยละ 75.1 ประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน ร้อยละ 34.8 มีรายได้ต่อเดือนระหว่าง 10,001-20,000 บาท ร้อยละ 25.2 มีประสบการณ์บริโภคอาหารคลีนมากกว่าหรือเท่ากับ 3 เดือน ร้อยละ 44.4 ทั้งนี้บริโภคอาหารคลีนด้วยการซื้อจากร้านค้าที่ปรุงอาหารคลีนจำหน่าย ร้อยละ 37.6

ความพึงพอใจต่อการบริโภคอาหารคลีน

ความพึงพอใจด้านผลิตภัณฑ์

ในภาพรวมพบว่าผู้บริโภคอาหารคลีนมีความพึงพอใจทางด้านผลิตภัณฑ์ เนื่องจากมีระดับของผลที่ได้รับเท่ากับระดับความคาดหวัง คือมีระดับมากเท่ากัน (ค่าเฉลี่ยรวม 2.37 และ 2.60) เมื่อพิจารณาในแต่ละรายการ พบว่า รายการที่ผู้บริโภคมีความพึงพอใจ มีทั้งสิ้น 6 รายการ โดย 3 รายการแรก คือ (1) ใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพ ใหม่ สด สะอาด (2) มีคุณค่าทางโภชนาการ และ (3) มีแคลอรีต่ำ ปราศจากไขมัน (Table 1)

ความพึงพอใจด้านราคา

ในภาพรวมพบว่าผู้บริโภคอาหารคลีนไม่พึงพอใจทางด้านราคา เนื่องจากมีระดับของผลที่ได้รับน้อยกว่าระดับความคาดหวัง กล่าวคือ มีระดับความคาดหวังในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยรวม 2.61) แต่มีระดับของผลที่ได้รับอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ยรวม 2.15) เมื่อพิจารณาในแต่ละรายการ พบว่า ผู้บริโภคไม่พึงพอใจในทุกรายการ เรียงตามลำดับดังนี้ (1) ความเหมาะสมของราคากับคุณภาพของวัตถุดิบ (2) ความเหมาะสมของราคากับคุณค่าที่ได้รับ (3) ราคาไม่ให้เลือกหลากหลายตามกำลังซื้อ และ (4) ราคาใกล้เคียงกับอาหารเพื่อสุขภาพประเภทอื่น ๆ เช่น อาหารออร์แกนิก อาหารมังสวิรัต (Table 1)

ความพึงพอใจด้านการจัดจำหน่าย

ในภาพรวมพบว่าผู้บริโภคอาหารคลีนไม่พึงพอใจทางการจัดจำหน่าย เนื่องจากมีระดับของผลที่ได้รับน้อยกว่าระดับความคาดหวัง กล่าวคือมีระดับความคาดหวังในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยรวม 2.51) แต่มีระดับของผลที่ได้รับอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ยรวม 2.24) เมื่อพิจารณาในแต่ละรายการ พบว่า มีความพึงพอใจทางการจัดจำหน่าย เพียง 2 รายการ คือ (1) สามารถสั่งซื้อทางออนไลน์ ด้วยวิธีที่ง่ายและรวดเร็ว และ (2) บริการจัดส่งถึงจุดหมาย เช่น ที่พักอาศัย ที่ทำงาน หรือสถานศึกษา (Table 1)

ความพึงพอใจด้านการสื่อสารการตลาด

ในภาพรวมพบว่าผู้บริโภคอาหารคลีนพึงพอใจทางการสื่อสารการตลาด เนื่องจากมีระดับของผลที่ได้รับเท่ากับระดับความคาดหวัง คืออยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ยรวม 1.73 และ 2.12 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาในแต่ละรายการ พบว่ามีความพึงพอใจจำนวน 4 รายการ คือ (1) พนักงานบริการด้วยความสุภาพ อธิบายดี (2) การโฆษณาผ่านสื่อออนไลน์ต่าง ๆ (3) การจัดบูธในงานแสดงสินค้าทางด้านอาหาร และ (4) การใช้กลุ่มอ้างอิงที่เป็นศิลปินมาโฆษณาประชาสัมพันธ์ (Table 1)

ความพึงพอใจด้านสุขภาพ

ในภาพรวมพบว่าผู้บริโภคอาหารคลีนไม่พึงพอใจทางด้านสุขภาพ เนื่องจากมีระดับของผลที่ได้รับน้อยกว่าระดับความคาดหวัง กล่าวคือมีระดับความคาดหวังในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยรวม 2.46) แต่มีระดับของผลที่ได้รับเพียงระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ยรวม 2.26) เมื่อพิจารณาในแต่ละรายการ พบว่ามีความพึงพอใจด้านสุขภาพ จำนวนเพียง 2 รายการ คือ (1) บริโภคอาหารคลีนแล้วมีสุขภาพแข็งแรง และ (2) บริโภคอาหารคลีนแล้วอาการเจ็บป่วยที่เป็นอยู่มีอาการดีขึ้น (Table 1)

Table 1 The results of the satisfaction with clean food consumption (n=385).

Items	Mean of expectation	Level of expectation	Mean of results	Level of results	Effect of satisfaction
Product					
1. Raw materials have clean and fresh	2.74	High	2.48	High	Satisfied
2. Nutritious	2.72	High	2.49	High	Satisfied
3. Low calories, no fat	2.68	High	2.51	High	Satisfied
4. Menu variety	2.66	High	2.39	High	Satisfied
5. Delicious and testing	2.55	High	2.34	High	Satisfied
6. Restaurant acceptance	2.44	High	2.34	High	Satisfied
7. Authorized improvement	2.42	High	2.05	Moderate	Unsatisfied
<i>Total mean</i>	2.60	<i>High</i>	2.37	<i>High</i>	<i>Satisfied</i>
Price					
1. Appropriate price of raw materials	2.64	High	2.10	Moderate	Unsatisfied
2. Reasonable price with the value received	2.64	High	2.24	Moderate	Unsatisfied
3. Prices are diversified	2.62	High	2.14	Moderate	Unsatisfied
4. Price comparison with the other healthy food	2.55	High	2.12	Moderate	Unsatisfied
<i>Total mean</i>	2.61	<i>High</i>	2.15	<i>Moderate</i>	<i>Unsatisfied</i>

Table 1 (continued).

Items	Mean of expectation	Level of expectation	Mean of results	Level of results	Effect of satisfaction
Place					
1. Effective online ordering	2.69	High	2.57	High	Satisfied
2. Effective delivery system	2.59	High	2.42	High	Satisfied
3. The restaurant atmosphere	2.48	High	2.23	Moderate	Unsatisfied
4. Effective branches	2.47	High	2.06	Moderate	Unsatisfied
5. Convenient parking	2.34	High	1.91	Moderate	Unsatisfied
<i>Total mean</i>	<i>2.51</i>	<i>High</i>	<i>2.24</i>	<i>Moderate</i>	<i>Unsatisfied</i>
Promotion					
1. Service staff with courteousness	2.65	High	2.45	High	Satisfied
2. Online advertising	2.58	High	2.36	High	Satisfied
3. Sale promotion program	2.49	High	2.08	Moderate	Unsatisfied
4. Service staff with knowledge of clean food	2.49	High	2.13	Moderate	Unsatisfied
5. Communicate with the website or application	2.44	High	2.15	Moderate	Unsatisfied
6. Advertising through media: radio, television, newspapers, magazines	2.34	High	2.07	Moderate	Unsatisfied
7. Clean food exhibition	2.29	Moderate	1.87	Moderate	Satisfied
8. Using reference group for advertising, public relation	2.16	Moderate	1.88	Moderate	Satisfied
<i>Total mean</i>	<i>2.12</i>	<i>Moderate</i>	<i>1.73</i>	<i>Moderate</i>	<i>Satisfied</i>
Health					
1. Healthy	2.62	High	2.41	High	Satisfied
2. The wellness	2.29	Moderate	2.12	Moderate	Satisfied
3. Weight loss	2.48	High	2.20	Moderate	Unsatisfied
4. Pleasure sleep and excrete comfortably	2.43	High	2.30	Moderate	Unsatisfied
<i>Total mean</i>	<i>2.46</i>	<i>High</i>	<i>2.26</i>	<i>Moderate</i>	<i>Unsatisfied</i>

การเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลส่วนบุคคลกับความพึงพอใจต่อการบริโภคอาหารคลีน

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเพศกับความพึงพอใจต่อการบริโภคอาหารคลีนในด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านการจัดจำหน่าย ด้านสื่อสารการตลาด และด้านสุขภาพ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ใช้สถิติ independent sample T-test พบว่าเพศหญิงมีผลต่อระดับความพึงพอใจแตกต่างกับเพศชายทางด้านสุขภาพ ส่วนการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างอายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ต่อเดือน กับความพึงพอใจต่อการบริโภคอาหารคลีน ใช้สถิติ One-way ANOVA พบว่าผู้บริโภคที่มีอายุแตกต่างกัน มีผลกับระดับความพึงพอใจแตกต่างกันในด้านผลิตภัณฑ์ และด้านการจัดจำหน่าย ส่วนผู้บริโภคที่มีระดับการศึกษาแตกต่างกัน มีผลกับระดับความพึงพอใจแตกต่างกันในด้านสุขภาพ สำหรับผู้บริโภคที่มีอาชีพแตกต่างกัน มีผลกับระดับความพึงพอใจแตกต่างกันในด้านผลิตภัณฑ์ และผู้บริโภคที่มีรายได้ต่อเดือนแตกต่างกัน มีผลกับระดับความพึงพอใจไม่แตกต่างกันในทุกด้าน (Table 2)

Table 2 The results of comparison with the differences between personal data and satisfaction toward clean food consumption (n=385).

Items	Gender		Age		Education level		Occupation		Income per month	
	T	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.
Product	0.09	0.92	2.83	0.01*	0.45	0.77	2.87	0.01*	1.22	0.28
Price	-0.29	0.76	1.36	0.21	2.01	0.09	0.85	0.55	1.86	0.07
Place	0.41	0.68	3.17	0.01*	1.81	0.12	1.19	0.29	1.59	0.13
Promotion	-1.85	0.06	1.98	0.05	0.43	0.78	1.13	0.34	1.05	0.39
Health	-2.32	0.02*	1.54	0.15	5.87	0.00*	1.57	0.13	0.40	0.90

Significant at 0.05 level.

ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง เนื่องจากตามลักษณะประชากรศาสตร์ของไทยจะมีประชากรเพศหญิงมากกว่าชาย สอดคล้องกับ ธิติมา พัฒลม และกุลเชษฐ์ มงคล (2558) ที่ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้ออาหารคลีนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในกรุงเทพมหานคร พบว่าผู้บริโภคจะเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย รวมทั้งในระยะแรกก็เริ่มมีกระแสการบริโภคอาหารคลีน ยังมีร้านจำหน่ายน้อยมาก ผู้ที่ต้องการบริโภคจำเป็นต้องปรุงอาหารคลีนเอง ซึ่งเพศชายอาจจะไม่มีความถนัดในการปรุงอาหารคลีน ผู้บริโภคมีอายุ 23-29 ปี ซึ่งเป็นกลุ่มคนรุ่นใหม่เพิ่งเริ่มต้นทำงาน รักสวยรักงาม ต้องการภาพลักษณ์ที่ดีพร้อม ๆ กับการมีสุขภาพที่ดีด้วย ส่วนใหญ่มีการศึกษาระดับปริญญาตรี รองลงมาคือปริญญาโท เห็นได้ว่าอาหารคลีนได้รับความสนใจจากผู้ที่มีการศึกษาในระดับสูงที่มักใส่ใจในเรื่องสุขภาพ สำหรับความพึงพอใจต่อการบริโภคอาหารคลีน พบว่าในภาพรวมผู้บริโภคพึงพอใจทางด้านผลิตภัณฑ์ และด้านสื่อสารการตลาด เนื่องจากเป็นส่วนประสมทางการตลาดที่จะทำให้ผู้บริโภคให้การต้อนรับ กล่าวคือหากผลิตภัณฑ์ไม่มีคุณภาพ ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ หรือไม่สร้างการรับรู้ผ่านการสื่อสารการตลาด ผู้บริโภคอาจเพียงทดลองบริโภคในครั้งแรก แต่จะไม่เกิดการบริโภคซ้ำหรือบอกต่อให้ผู้อื่นได้ทดลองบริโภค ส่วนด้านที่ไม่พึงพอใจ ได้แก่ ราคา การจัดจำหน่าย สื่อสารการตลาด และสุขภาพ เนื่องจากช่วงเริ่มต้นทำการตลาดอาหารคลีน ผู้บริโภคยังมีจำนวนน้อย ประกอบกับการจะทำให้อาหารคลีนมีคุณภาพและรสชาติอร่อยจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบที่ได้มาตรฐาน ส่งผลให้อาหารคลีนมีราคาสูงผู้บริโภคไม่พึงพอใจ รวมทั้งเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ในตลาด การจัดจำหน่ายยังไม่ครอบคลุมทั่วถึงทุกพื้นที่ ซึ่งในปัจจุบันผู้ประกอบการอาหารคลีนได้แก้ไขปัญหามาและปรับตัวด้วยการใช้เทคโนโลยีมาช่วยในเรื่องของการจัดจำหน่าย ไม่ว่าจะเป็นการจำหน่ายผ่านระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น ทาง website, Line@ หรือ application ต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้บริโภคให้มากขึ้น สำหรับความไม่พึงพอใจในด้านสุขภาพ อาจเป็นเพราะไม่ได้บริโภคเป็นประจำอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น จึงยังไม่ได้รับประโยชน์จากการบริโภคอาหารคลีนเท่าที่ควร ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของน้ำหนักตัวที่ลดลง ผิวพรรณที่สดใสขึ้น รวมทั้งการขับถ่ายที่ดีขึ้น

สรุปผลการศึกษา

1. ผลการศึกษาพบว่าผู้บริโภคซื้ออาหารคลีนจากร้านค้าที่ปรุงอาหารคลีนจำหน่าย มีจำนวนมากที่สุด ในขณะที่การสั่งซื้อทางออนไลน์มีจำนวนน้อยที่สุด ทั้งที่เป็นช่องทางการจัดจำหน่ายที่สะดวกและรวดเร็ว เนื่องจากอาหารคลีนเป็นสินค้าที่ผู้บริโภคต้องการรับรู้ถึงรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ ไม่ว่าจะเป็นคุณภาพวัตถุดิบ การปรุงที่ไม่ผ่านความร้อนมากเกินไป เป็นต้น ซึ่งการสั่งซื้อผ่านระบบออนไลน์ ผู้บริโภคจะไม่มีโอกาสเห็นหรือสัมผัสรายละเอียดดังกล่าว ดังนั้นผู้ประกอบการจึงควรเพิ่มเติมการจัดแสดงขั้นตอนการปรุงอาหารคลีนไว้ในหน้าเพจหรือหน้าเว็บของตน เพื่อบอกสรรพคุณและประโยชน์ของวัตถุดิบที่นำมาประกอบอาหารคลีน โดยการ live สด ผ่าน Facebook ตลอดจนเชิญผู้เชี่ยวชาญทางด้านอาหารมาเป็นผู้ทดลองชิมและรับรองคุณค่าของอาหารคลีนที่ปรุงขึ้น เพื่อให้ผู้บริโภคเกิดความมั่นใจในการสั่งซื้อ

2. ความพึงพอใจต่อการบริโภคอาหารคลีนทางด้านผลิตภัณฑ์ พบว่า ผู้บริโภคไม่พึงพอใจในเรื่องการได้รับการรับรองจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นผู้ประกอบการจึงควรประสานงานให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมอนามัย กระทรวง

สาธารณสุข รับรองว่าเป็นร้านค้าปลอดภัย ไม่เอาเปรียบผู้บริโภค หรือให้กรุงเทพมหานคร รับรองว่าเป็นร้านถูกสุขลักษณะต่อผู้บริโภค โดยติดข้อความไว้บนบรรจุภัณฑ์อาหารคลีน เพื่อสร้างการรับรู้ให้เกิดขึ้นกับผู้บริโภค

3. ความพึงพอใจต่อการบริโภคอาหารคลีนทางด้านราคา พบว่ารายการที่มีตัวเลขค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ อาหารคลีนมีราคาใกล้เคียงกับอาหารเพื่อสุขภาพประเภทอื่น ซึ่งสะท้อนถึงทัศนคติของผู้บริโภคว่าอาหารคลีนมีราคาแพง เมื่อเทียบกับราคาของอาหารเพื่อสุขภาพอื่น ๆ ดังนั้นผู้ประกอบการต้องสร้างความเข้าใจให้ผู้บริโภคได้รับรู้ถึงสาเหตุของการตั้งราคาที่แพงกว่า เช่น เนื้อสัตว์หรือผักสดที่นำมาปรุงต้องมีคุณสมบัติปลอดสารพิษ ไม่มีสารกันบูด ผ่านการปรุงด้วยเครื่องปรุงที่มีคุณภาพสูง เป็นต้น

4. ความพึงพอใจต่อการบริโภคอาหารคลีนทางด้านการจัดจำหน่าย พบว่ารายการที่มีตัวเลขค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ที่ตั้งของร้านมีที่จอดรถอย่างสะดวกสบายและเพียงพอ ดังนั้นผู้ประกอบการควรพิจารณาแหล่งที่ตั้งร้านค้าที่จำหน่ายอาหารคลีน จากที่เป็นร้านค้าที่ตั้งอิสระตามที่ต่าง ๆ อาจเปลี่ยนไปตั้งร้านค้าในห้างสรรพสินค้า โรงพยาบาล หรือสถานออกกำลังกาย ซึ่งจะเป็นสถานที่ที่มีที่จอดรถให้บริการอยู่แล้ว รวมทั้งเป็นแหล่งรวมของกลุ่มผู้บริโภคที่รักสุขภาพ ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายของอาหารคลีน

5. ความพึงพอใจต่อการบริโภคอาหารคลีนทางด้านสุขภาพ พบว่าการบริโภคอาหารคลีนไม่ได้ทำให้อาการเจ็บป่วยทุเลาลง ในประเด็นดังกล่าวนี้ถือว่าเป็นความเชื่อที่ไม่ถูกต้อง เนื่องจากอาหารคลีนเป็นอาหารที่ปราศจากสารพิษและการปนเปื้อน ถูกสุขอนามัย มีคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งเหมาะสมกับผู้บริโภคที่ต้องการดูแลสุขภาพให้แข็งแรง ปราศจากโรคภัยในระยะยาว แต่ไม่ใช่อาหารที่จะทำให้อาการเจ็บป่วยลดน้อยลง ดังนั้นผู้ประกอบการควรมีการประชาสัมพันธ์ทางสื่อต่าง ๆ ผ่านบุคคลที่มีความน่าเชื่อถือ เช่น นายแพทย์ นักโภชนาการ เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องในการบริโภคอาหารคลีน

เอกสารอ้างอิง

- กิตติทัศน์ เบญจเจริญพัฒน์. 2559. ส่วนประสมทางการตลาดและทัศนคติต่อการบริโภคอาหารคลีนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. การค้นคว้าอิสระ, หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต คณะการบริหารและจัดการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ธิดิมา พัดลม และกุลเชษฐ์ มงคล. 2558. ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้ออาหารคลีนฟู้ดส์ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในกรุงเทพมหานคร. *ว. การจัดการธุรกิจ มหาวิทยาลัยบูรพา* 4(2): 6-21.
- ธานินทร์ ศิลป์จารุ. 2552. *การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: บิสมิเนสซาร์แอนด์ดี.
- พรพรรณ พงษ์พิธิ, ลลิตา บันลือศรีสกุล และสุณิชา พิทักษ์เลิศกุล. 2559. พฤติกรรมและปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้ออาหารคลีนผ่านพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์. *โครงการพิเศษหลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต, คณะการบริหารและจัดการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*.
- ภาวิณี เทพคำราม. 2557. "คลีนฟู้ด" อีกมิติของการกินเพื่อสุขภาพ. ปิดเทอมสร้างสรรค์ อัจฉริยะวันว่าง. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. <http://www.thaihealth.or.th> (12 เมษายน 2560).
- วิษณุภาค เรืองนาค. 2558. พฤติกรรมการบริโภคอาหารคลีนของนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขนที่เรียนวิชาศิลปประดิษฐ์. *ปัญหาพิเศษคณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*.
- วัฒน์ สุนทรชัย. 2552. วัดความพึงพอใจอย่างไร. *จึงจะตอบคำถามของ สกอ. ได้*. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. <http://tulip.bu.ac.th/~wathna.s/kpi5.4.pdf> (18 ตุลาคม 2561).
- สิริไพศาล ยิ้มประเสริฐ. 2560. พฤติกรรมการบริโภคอาหารของนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี นครราชสีมา. *ว.ราชพฤกษ์* 5(1): 33-41.
- Cochran, W.G. 1977. *Sampling techniques*. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons.
- Kotler, Philip. 2000. *Marketing Management: Analyzing Consumer Marketing and Buyer Behavior (The Millennium)*. New Jersey: Prentice Hall.

วันรับบทความ (Received date) : 26 มิ.ย. 61

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 12 ต.ค. 61

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 18 ก.ย. 61

การพัฒนากระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนในการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืน
สู่อาหารเพื่อสุขภาวะในบ้านคอกช้าง ตำบลแหลมบัว อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม
Participation Process Development of Communities on Sustainable Agriculture System
Driven to Food for Well-being at the Kok-Chang Village, Laem Bua Subdistrict,
Nakhon Chaisri district, Nakhon Pathom Province

พิทักษ์พงศ์ ป้อมปราณี¹ และนิตยา จันกา¹
Pitakpong Pompranee¹ and Nittaya Junka¹

บทคัดย่อ

การพัฒนากระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนในการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนสู่อาหารเพื่อสุขภาวะบ้านคอกช้าง จังหวัดนครปฐม มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการในการสร้างการมีส่วนร่วมของชุมชน โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิง-ปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมด้วยการสร้างกระบวนการเรียนรู้ภายในชุมชน และการออกแบบรูปแบบกระบวนการในการสร้างการมีส่วนร่วมของชุมชน ผลการศึกษาพบว่า กระบวนการในการสร้างการมีส่วนร่วมของชุมชน ประกอบด้วย การจัดเวทีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ให้เห็นสถานะและศักยภาพทุนทางสังคมที่มีอยู่ในชุมชน การจัดเวทีร่วมคิด ร่วมวางแผน ร่วมออกแบบการดำเนินงาน การเสริมศักยภาพผู้นำและแกนนำ การให้เกษตรกรเข้ามามีส่วนร่วมทดลองปฏิบัติการจริง โดยออกแบบการพัฒนากระบวนการผลิตในระดับไร่นาของเกษตรกร พัฒนาการกระบวนการเพื่อการเข้าถึงและการกระจายอาหารในครัวเรือน และพัฒนากระบวนการเพื่อพัฒนาการผลิตและอาหารจัดการโรค

คำสำคัญ: การมีส่วนร่วม เกษตรกรรมยั่งยืน สุขภาวะ

Abstract

Participation process development of communities on sustainable agriculture system driven to food for well-being at the Kok-Chang village, Nakhon Pathom province. The objective is to develop participation process by participatory action research with to create a learning within community and to develop participation process model. The result found that, participation process of communities consists of creating engagement forum for exchange of mutual learning the status and potential of capital that exists in the community, organizing a joint forum for planning, co-designing and operating, capacity building for leadership. Allowing farmers are participate in practical experiments by developing production process at the farm of their own. Develop processes for accessing and distributing food in households, develop processes to develop food for health production.

Keywords: participation, sustainable agriculture, well being

คำนำ

ระบบเกษตรกรรมยั่งยืน คือ ระบบการบริหารทรัพยากรเพื่อทำการผลิตทางการเกษตรที่ตอบสนองต่อความจำเป็นและความต้องการของมนุษย์ ขณะเดียวกันก็ธำรงรักษาและฟื้นฟูคุณภาพของสิ่งแวดล้อม ตลอดจนช่วยอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ แต่ปัจจุบันสถานการณ์ของระบบการผลิตทางการเกษตรและอาหารของประเทศได้พัฒนามาถึงระยะเวลาที่ทวีความซับซ้อนมากขึ้น มีความเป็นพลวัตในระบบที่มีความยืดหยุ่นและปรับตัวได้ มีปัจจัยหลากหลายที่ส่งผลกระทบต่อการผลิต การกระจาย และการบริโภคอาหาร ในอนาคตความต้องการอาหารของประเทศและของโลกจะเพิ่มขึ้น ในขณะที่ฐานการผลิตที่สำคัญ คือ ทรัพยากรที่ดิน แหล่งน้ำ และความหลากหลายทางชีวภาพอยู่ในสภาวะที่ขาดแคลนและเสื่อมโทรม ระบบเกษตรกรรมยั่งยืนสู่อาหารเพื่อสุขภาพของคนในชุมชนจำเป็นต้องมีความมั่นคงและยั่งยืน มีภูมิคุ้มกันที่ปรับตัวต่อความผันแปรและการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ มีอาหารที่ปลอดภัยและเพียงพอสำหรับการบริโภค ด้วยเหตุผลหลักดังกล่าวโจทย์ที่ต้องตระหนักคิดคือทำอย่างไรจะเสริมสร้างศักยภาพให้เกษตรกรรายย่อยจำนวนหนึ่งหรือชุมชนหนึ่งได้มีโอกาสพัฒนาทางเลือกการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืน อันจะเป็นนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาชุมชนท้องถิ่นรูปแบบหนึ่ง

จากการที่นักวิจัยลงพื้นที่ทำงานในชุมชนบ้านคอกช้าง หมู่ 6 ตำบลแหลมบัว อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม พบว่าเป็นหมู่บ้านเกษตรกรรม ประชากรมีอาชีพทางการเกษตรที่หลากหลาย อาทิ ทำนา ทำสวนผัก พืชเครื่องเทศและสมุนไพร เลี้ยงปลาสวยงาม ปลูกไม้ดอกไม้ประดับ และเพาะเห็ด เป็นต้น ประชาชนมีวิถีความเป็นอยู่ที่สามารถพึ่งพาตนเองได้ โดยบริบทพื้นที่เป็นหมู่บ้านที่มีทุนและศักยภาพในการที่จะเป็นแหล่งผลิตอาหารที่สำคัญของนครปฐม ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องเสริมพลังของชุมชนด้วยการให้มีกระบวนการนำใช้ทุนและศักยภาพที่มีอยู่ในการขยายผลและต่อยอดงาน เสริมสร้างการมีส่วนร่วมของชุมชนอย่างเป็นรูปธรรมในการจัดการเพื่อนำสู่การขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนสู่อาหารเพื่อสุขภาพ โดยเป้าหมายของนักวิจัยในการลงไปขับเคลื่อนงานในหมู่บ้านนี้ คือ “หมู่บ้านจัดการตนเองเพื่อการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนสู่อาหารเพื่อสุขภาพ” โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม และการจัดกระบวนการเพื่อเสริมหนุนทางวิชาการ อาทิ การต่อยอดทางวิชาการจากทุนทางสังคมเดิมของชุมชน การถอดบทเรียนเพื่อสร้างองค์ความรู้ของชุมชนจากแหล่งปฏิบัติการในพื้นที่จริง การสร้างกระบวนการเรียนรู้ภายในพื้นที่เพื่อสร้างภูมิคุ้มกันและติดอาวุธทางปัญญา และท้ายสุดคือนำสู่การเรียนรู้ของคนในพื้นที่และสร้างกระบวนการเรียนรู้ขยายผลให้กับชุมชนอื่นต่อไป การที่จะสามารถบรรลุเป้าหมายดังกล่าวได้นั้น การมีส่วนร่วมของชุมชนนับเป็นเงื่อนไขสำคัญต่อการประสบความสำเร็จ ซึ่งการมีส่วนร่วมของประชาชนนั้นมีความเป็นศาสตร์และศิลป์ในตัวเอง กระบวนการสร้างการมีส่วนร่วมจึงควรเป็นไปให้เหมาะสมกับสภาพงาน บริบทพื้นที่ โครงการหรือกิจกรรมที่ปฏิบัติเพื่อให้บรรลุเป้าประสงค์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการในการสร้างการมีส่วนร่วมของชุมชนในการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนสู่อาหารเพื่อสุขภาพ

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research : PAR) ด้วยการจัดการกระบวนการและกิจกรรมที่ทำให้เกิดการมีส่วนร่วมของชุมชน ด้วยวิธีการสนทนากลุ่ม และทดลองทำในไร่นาของเกษตรกร บนพื้นฐานข้อมูลทุนทางสังคมและศักยภาพของชุมชน มีกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อถอดบทเรียน และต่อยอดงานจากข้อมูลทุนเดิมของชุมชนที่ได้ดำเนินการไว้แล้วให้สามารถขยายผลต่อไป

กำหนดประชากรและกลุ่มผู้เข้าร่วมกระบวนการ ออกเป็น 2 กลุ่มหลัก คือ

กลุ่มทุนทางสังคมภายในหมู่บ้าน ประกอบด้วย ผู้นำ แกนนำ เกษตรกร โดยมีการกำหนดประชากรและกลุ่มผู้เข้าร่วมดังนี้

ผู้นำ หมายถึง ผู้ใหญ่บ้าน 1 คน ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน 2 คน สมาชิกสภาองค์การบริหารส่วนตำบลแหลมบัว จากหมู่ 6 บ้านคอกช้าง จำนวน 2 คน รวมทั้งหมด 5 คน

แกนนำ หมายถึง คณะกรรมการหมู่บ้าน จำนวน 10 คน

เกษตรกร หมายถึง ประชาชนในหมู่บ้านที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ได้แก่ การปลูกผัก เลี้ยงปลา และทำการเกษตรแบบผสมผสาน เป็นต้น จำนวน 20 คน ซึ่งเป็นเกษตรกรที่สมัครใจเข้าร่วมกระบวนการ

กลุ่มทุนทางสังคมที่เป็นภาคีร่วมพัฒนา หมายถึง หน่วยงานในพื้นที่ ได้แก่ ผู้แทนจากองค์การบริหารส่วนตำบลแหลมบัว ผู้แทนจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ผู้แทนจากโรงเรียนประถมและมัธยมศึกษาในพื้นที่ ตำบลแหลมบัว อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม รวมทั้งหมด 5 คน

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การสร้างกระบวนการเรียนรู้ภายในชุมชนในด้านทุนและศักยภาพทุนทางสังคมในพื้นที่

กระทำโดยการจัดกระบวนการเวทีชุมชนที่ศาลากลางหมู่บ้าน เพื่อสร้างแรงจูงใจ สร้างเป้าหมายร่วม และทบทวนข้อมูลสถานะและศักยภาพของทุนทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืน สถานการณ์ในการทำการเกษตรของพื้นที่ในหมู่บ้านคอกข้าง โดยกำหนดหัวข้อในการสร้างกระบวนการเรียนรู้ ดังนี้

ระบบเกษตรกรรมยั่งยืน คืออะไร สถานการณ์การทำเกษตรกรรมในพื้นที่ ที่เป็นเหตุผลที่ต้องมีการปรับเปลี่ยนการทำเกษตรไปสู่ความยั่งยืน

สถานะและศักยภาพทุนทางสังคมในพื้นที่บ้านคอกข้าง ใน 6 ระดับ คือ ทุนทางสังคมในระดับบุคคล กลุ่มทางสังคม แหล่งประโยชน์ หมู่บ้าน ตำบล และเครือข่าย ด้วยการตั้งคำถามชี้ว่า ใคร ทำอะไร ที่ไหน อย่างไร ทำแล้วได้ผลผลิต ผลลัพธ์ ผลกระทบอย่างไร

งานและกิจกรรมที่เกิดจากทุนทางสังคมในการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมในพื้นที่มีอะไรบ้าง

การพัฒนากระบวนการสร้างการมีส่วนร่วมของชุมชน ในการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนสู่อาหารเพื่อสุขภาพ

กระทำโดยการจัดกระบวนการเวทีชุมชนที่ศาลากลางหมู่บ้าน เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจ ความสำคัญและหลักการทางวิชาการที่นำไปสู่การปฏิบัติเพื่อขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนสู่อาหารเพื่อสุขภาพ รวมทั้งร่วมกันกำหนดแนวทางการมีส่วนร่วมและวิธีการสู่การปฏิบัติจริงในพื้นที่ ในประเด็นกรอบงาน “ปฏิบัติการกระบวนการเพื่อการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนสู่อาหารเพื่อสุขภาพที่บ้านคอกข้าง” โดยออกแบบให้ประชากรกลุ่มผู้เข้าร่วมในชุมชนใช้หลักการ ร่วมคิด ร่วมวางแผน ร่วมดำเนินงาน ร่วมกันติดตามประเมินผล ร่วมรับผลประโยชน์ และนำใช้กระบวนการสร้างแรงจูงใจ การจัดเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การจัดเวทีชุมชนเพื่อสะท้อนข้อมูลทุนและศักยภาพของชุมชน การพัฒนาศักยภาพแกนนำและเกษตรกร และการพัฒนากิจกรรมร่วมกับชุมชนเพื่อพัฒนาให้เกิดเป็นพื้นที่ต้นแบบ โดยร่วมกันออกแบบให้ชุมชนทดลองปฏิบัติการในเมนูกระบวนการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนสู่อาหารเพื่อสุขภาพ ดังนี้

พัฒนากระบวนการผลิตในระดับไร่นาของเกษตรกร

นักวิจัยและเกษตรกรในชุมชนบ้านคอกข้าง ได้ร่วมกันออกแบบกิจกรรมพัฒนากระบวนการผลิตในระดับไร่นาของเกษตรกร และให้ความรู้ทางวิชาการในวิธีการปฏิบัติ เพื่อให้เกษตรกรแต่ละรายได้นำไปใช้จริงในพื้นที่ของตนเองใน 3 กิจกรรมหลัก ดังนี้

การจัดการระบบการผลิต กระทำโดยการออกแบบให้ทุกครัวเรือนแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก ไว้สำหรับปลูกพืชผักทั่วไป พืชผักพื้นบ้าน และพืชสมุนไพร สำหรับเป็นแหล่งปลูกพืชอาหารเพื่อใช้ในครัวเรือน หากมีมากพอก็จำหน่ายหรือแบ่งปันในชุมชน พื้นที่ส่วนที่สอง ไว้สำหรับปลูกพืชผักเพื่อจำหน่ายตามฤดูกาลและภาวะความต้องการของตลาด ให้มีการจัดทำปฏิทินแผนการปลูกพืชในรอบปี โดยคำนึงถึงตลาด ความเหมาะสมของพื้นที่ ความชำนาญในการปลูกและปัจจัยที่เอื้อต่อการปลูก ให้มีการผลิตผลิตภัณฑ์ทางชีวภาพทดแทนการใช้สารเคมี เช่น สารสกัดจากพืชเพื่อใช้กำจัดโรคและแมลง ฮอริโมนไข่บำรุงผลผลิต เป็นต้น

การปรับปรุงบำรุงดิน จัดให้มีการปลูกพืชผักต่างชนิดกันแบบผสมผสานและหลากหลาย การจัดการระบบการปลูกพืชหมุนเวียนในรอบปี โดยเลือกชนิดพืชที่มีระบบรากแตกต่างกัน มีความต้องการธาตุอาหารพืชแตกต่างกัน ในรอบปีหนึ่ง ๆ ให้มีการปลูกพืชสด ได้แก่ โสนคางคก และปอเทือง เป็นต้น เพื่อไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดในระหว่างการพักดินในรอบปี ให้มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักในการผลิตพืช ให้แต่ละครัวเรือนมีการทำปุ๋ยหมักและปุ๋ยชีวภาพอื่น โดยใช้วัตถุดิบจากเศษพืชหรือเศษอาหารในครัวเรือน เพื่อไว้ใช้เองส่วนหนึ่ง ให้เกษตรกรมีการลดจำนวนครั้งของการไถพรวนตามความจำเป็นในการปลูกพืชแต่ละครั้ง

การคัดเลือกพันธุ์พืชในชุมชน ให้เกษตรกรได้ทำการคัดเลือก และเก็บเมล็ดพันธุ์พืชผักพื้นบ้านไว้สำหรับปลูกขยายพันธุ์ และให้มีการแลกเปลี่ยนเมล็ดพันธุ์ระหว่างกันกับเกษตรกรรายอื่น

พัฒนากระบวนการเพื่อการเข้าถึงและการกระจายอาหารในครัวเรือน

การสร้างแหล่งอาหารปลอดภัยในระดับครัวเรือน ให้เกษตรกรแกนนำทำการปลูกพืชผักพื้นบ้าน พืชผักทั่วไป และพืชสมุนไพรตลอดทั้งปี โดยไม่ใช้สารเคมี เพื่อเป็นแหล่งอาหารปลอดภัยในระดับครัวเรือน

การสร้างแหล่งอาหารปลอดภัยในระดับชุมชน จัดให้มีกิจกรรมการแลกเปลี่ยนอาหารปลอดภัยในชุมชน กิจกรรมการแบ่งปันอาหาร จัดให้มีการประชาสัมพันธ์เสียงตามสายในหมู่บ้าน รวมทั้งการประชาสัมพันธ์ปากต่อปาก เพื่อให้ข้อมูลข่าวสาร

ถึงแหล่งปลูกแหล่งผลิตในแต่ละครัวเรือน เพื่อให้เป็นช่องทางในการเข้าถึงแหล่งอาหารปลอดภัยได้อย่างทั่วถึงสำหรับคนในชุมชน

การจัดการตลาดในชุมชน จัดให้มีการนำพืชผักพื้นบ้าน พืชผักทั่วไป และพืชสมุนไพร หมุนเวียนกันไปจำหน่ายในตลาดนัดภายในหมู่บ้านและหมู่บ้านข้างเคียง เพื่อให้เป็นแหล่งซื้อหาอาหารปลอดภัยสำหรับประชาชนทั่วไป รวมทั้งจัดให้มีช่องทางจำหน่ายตรงกับกลุ่มผู้บริโภคเฉพาะนอกพื้นที่ชุมชน

พัฒนากระบวนการเพื่อพัฒนาการผลิตอาหารจัดการโรค

จัดให้มีการประชุมร่วมกันระหว่างนักวิจัย ผู้นำ แกนนำ เกษตรกร และภาคีในพื้นที่ ได้แก่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลแหลมบัว โรงเรียนแหลมบัววิทยา โรงเรียนวัดโคกเขมา โรงเรียนวัดทองไทร และองค์การบริหารส่วนตำบลแหลมบัว เพื่อร่วมกันจัดการนำใช้วัตถุดิบอาหารปลอดภัยที่มีอยู่ในชุมชนสู่การจัดการภาวะโรคเรื้อรังต่าง ๆ และป้องกันภาวะเสี่ยงจากโรคดังกล่าว ซึ่งมีกิจกรรม ดังนี้

1) อาหารจัดการโรคโดยโรงเรียนในพื้นที่ โดยจัดให้มีกิจกรรมการสร้างแหล่งอาหารโภชนาการในโรงเรียนทั้ง 3 แห่ง เพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบประกอบอาหารในโครงการอาหารกลางวัน ได้แก่ การเลี้ยงปลา การเพาะเห็ด และการปลูกผักปลอดทั้งปี รวมทั้งหากไม่เพียงพอก็มีการจัดซื้อจากแหล่งผลิตในชุมชน เพื่อมาประกอบเป็นเมนูอาหารสุขภาพในแต่ละวัน จัดให้คณะครูทำเมนูอาหารสุขภาพในแต่ละสัปดาห์ โดยนำใช้วัตถุดิบที่มีในโรงเรียนและในชุมชน โดยคำแนะนำของนักวิชาการส่งเสริมสุขภาพจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลแหลมบัว และนักวิชาการจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

2) อาหารจัดการโรคโดยกลุ่มอาสาสมัครสาธารณสุขมูลฐานในชุมชน (กลุ่ม อสม.) โดยจัดให้นักวิชาการส่งเสริมสุขภาพจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลแหลมบัว และนักวิชาการจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ประชุมร่วมกันกับสมาชิกกลุ่ม อสม. และพัฒนาศักยภาพสมาชิกกลุ่ม อสม. เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจ และความสามารถในการให้ความรู้กับประชาชนในการบริโภคอาหารเพื่อการจัดการโรค ร่วมกันจัดทำเมนูอาหารสุขภาพเพื่อบำบัดโรคเรื้อรัง ให้สมาชิก อสม. และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ร่วมกันจัดกิจกรรมรณรงค์บริโภคอาหารปลอดภัยที่มีอยู่ในชุมชน รวมทั้งออกเผยแพร่ให้ความรู้การจัดการทำเมนูอาหารสุขภาพประจำวันให้กับคนในชุมชน โดยนำใช้วัตถุดิบที่ผลิตได้ในแต่ละครัวเรือน

การถอดบทเรียนกระบวนการและวิธีการสร้างการมีส่วนร่วมในการจัดการเพื่อนำสู่การขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนสู่อาหารเพื่อสุขภาพ

การถอดบทเรียนมีการดำเนินการ 2 ครั้ง ครั้งแรกภายหลังกระบวนการวิจัยดำเนินการไปแล้วเป็นระยะเวลา 6 เดือน เพื่อประเมินการปฏิบัติการตามรูปแบบกระบวนการในระหว่างการดำเนินงาน และครั้งที่ 2 เมื่อกระบวนการวิจัยเสร็จสิ้น โดยนักวิจัยได้จัดให้มีเวทีถอดบทเรียน เพื่อสรุปองค์ความรู้ของกระบวนการและวิธีการสร้างการมีส่วนร่วมในการจัดการเพื่อนำสู่การขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนสู่อาหารเพื่อสุขภาพ ผู้ร่วมเวที ประกอบด้วย ผู้นำ แกนนำ เกษตรกร สมาชิก อสม. ผู้แทนจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ผู้แทนจากโรงเรียนทั้ง 3 แห่ง และผู้แทนจากองค์การบริหารส่วนตำบลแหลมบัว

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การพัฒนากระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนในการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนสู่อาหารเพื่อสุขภาพที่บ้านคอกข้าง ตำบลแหลมบัว อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม มีรูปแบบของกระบวนการที่เริ่มต้นด้วยการทำให้ชุมชนได้เห็นถึงสถานะและศักยภาพของทุนทางสังคมที่มีอยู่ในชุมชน และการเข้ามามีส่วนร่วม ในการหนุนเสริมหรือต่อยอดกระบวนการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนในพื้นที่

ทุนทางสังคมและศักยภาพของทุนทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืน

ผลการศึกษาพบว่า ทุนและศักยภาพของทุนทางสังคมที่เกี่ยวข้องและเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนในบ้านคอกข้าง มีทุนในระดับบุคคล จำนวน 11 คน (สงวนนาม) ซึ่งเป็นเกษตรกรที่มีความรู้ความชำนาญในการปลูกพืชผักอันเกิดจากการปฏิบัติการจริงจนเกิดเป็นทักษะและความชำนาญ และนำสู่การปฏิบัติการในไร่นาของตนเอง รวมทั้งเป็นต้นแบบให้กับเกษตรกรในชุมชนปฏิบัติตาม นอกจากนี้ยังมีทุนในระดับกลุ่มทางสังคม จำนวน 7 กลุ่ม ซึ่งเกิดจากการรวมตัวกันของเกษตรกรหรือสมาชิกในหมู่บ้านมาร่วมกันดำเนินการ มีส่วนในการสนับสนุนก่อให้เกิดรูปธรรมหรือกิจกรรมของงาน ผลผลิตผลลัพธ์ที่สนับสนุนงานระบบเกษตรกรรมยั่งยืนในพื้นที่

ทุนทางสังคมในระดับกลุ่มทางสังคมที่เป็นกลไกในการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืน พบดังนี้

1) กลุ่มส่งเสริมปลูกพืชผักปลอดสารพิษ มีจำนวนสมาชิก 12 คน เป็นการรวมกลุ่มเพื่อส่งเสริมให้คนในชุมชนปลูกพืชผักปลอดสารพิษไว้รับประทานภายในครอบครัวและจำหน่ายภายในชุมชน เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงโรคภัยต่าง ๆ ที่เกิดจากสารเคมีตกค้างในพืชผัก

2) กลุ่มทำปุ๋ยชีวภาพ มีจำนวนสมาชิก 12 คน เป็นการรวมกลุ่มในด้านเกษตรกรรมเพื่อผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพในการปรับปรุงบำรุงดิน ผลิตน้ำหมักจุลินทรีย์ชีวภาพ แก้ปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืชสำหรับให้สมาชิกใช้ภายในกลุ่ม

3) กลุ่มการผลิตก้อนเชื้อเห็ดและเพาะเห็ดในถุงพลาสติก มีจำนวนสมาชิก 8 คน เป็นการรวมกลุ่มเพื่อการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก เช่น เห็ดนางรม เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดอบ เห็ดนางฟ้า เห็ดขอนขาว และเห็ดหูหนู แล้วจำหน่ายทั้งภายในและภายนอกชุมชน เป็นการสร้างรายได้ให้กับคนในชุมชน อีกทั้งยังเป็นแหล่งเรียนรู้และฝึกปฏิบัติการเพาะเห็ดแก่ผู้ที่สนใจทั่วไป

4) กลุ่มออมทรัพย์เพื่อการผลิตบ้านคอกข้าง มีจำนวนสมาชิก 160 คน เป็นการรวมกลุ่มให้มีการออมเงินของคนในหมู่บ้าน โดยออมคนละ 100 บาทต่อ/เดือน

5) กลุ่มลงแขกเก็บผัก มีจำนวนสมาชิก 25 คน เป็นการรวมกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกผักมาร่วมกันลงแขกตัดผักสำหรับจำหน่าย เป็นการลดต้นทุนด้านแรงงาน

6) กลุ่มอาสาสมัครสาธารณสุขมูลฐานในชุมชน (อสม.) เป็นกลุ่มสมาชิกอาสาสมัครดูแลสุขภาพชุมชน ตั้งขึ้นตามนโยบายกระทรวงสาธารณสุข

7) กองทุนหมู่บ้าน และกองทุน SML เป็นกองทุนที่สนับสนุนการดำเนินงานเกี่ยวกับปัจจัยการผลิต

ผลการศึกษายังพบว่า ทุนทางสังคมในระดับบุคคลและกลุ่มทางสังคม ที่ประกอบไปด้วยเกษตรกรและแกนนำทำหน้าที่เป็นกลไกหลัก ผู้นำและกลุ่มทางสังคมทำหน้าที่เป็นกลไกรองในการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนในพื้นที่ของตนเอง สำหรับองค์กรภาคีร่วมพัฒนาประกอบไปด้วย องค์การบริหารส่วนตำบลแหลมบัว ทำหน้าที่เป็นกลไกสนับสนุนโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลแหลมบัว ทำหน้าที่เป็นกลไกขยายผลกลุ่มเป้าหมายในระดับประชาชนทั่วไป โรงเรียนแหลมบัววิทยา โรงเรียนบ้านโคกเขมา และโรงเรียนวัดทองไทร ทำหน้าที่เป็นกลไกขยายผลกลุ่มเป้าหมายในระดับนักเรียนในโรงเรียน นักวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ทำหน้าที่เป็นกลไกหนุนเสริมในด้านวิชาการเกษตรและหนุนเสริมการจัดกระบวนการให้เกิดการมีส่วนร่วมในพื้นที่ การจัดเวทีให้เกิดการเรียนรู้ภายในชุมชนเป็นขั้นตอน “การรวมคน” และ “การเชื่อมต่อ” ทุนทางสังคมในระดับบุคคล กลุ่มทางสังคมและองค์กรภาคีร่วมพัฒนา ซึ่งผู้วิจัยมีข้อค้นพบว่า ขั้นตอนนี้จะนำไปสู่การเชื่อมงานและก่อให้เกิดกิจกรรมต่าง ๆ ตามมา มีความสำคัญอย่างมากต่อความสำเร็จของกระบวนการสร้างการมีส่วนร่วมในการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนในพื้นที่ และนำไปสู่การสร้างอาหารเพื่อสุขภาพ ซึ่งสอดคล้องกับปรัชญาแนวคิดการจัดกระบวนการเรียนรู้ในชุมชนของ ประทีป วีระพัฒนนิรันดร์ (2542) นอกจากนี้แล้วผู้วิจัยได้ข้อค้นพบ กล่าวคือ ได้เห็นศักยภาพของแกนนำเกษตรกร และองค์ความรู้ที่มีอยู่ในท้องถิ่นอันเกิดจากประสบการณ์สั่งสมจากการปฏิบัติจริงในไร่นาของตนเอง

การพัฒนาชุมชนท้องถิ่นอย่างยั่งยืน บทบาทของทุนทางสังคมที่อยู่ในชุมชนท้องถิ่น นับเป็นกลไกที่สำคัญที่สุดในการขับเคลื่อนการดำเนินงานด้านต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ชุมชนท้องถิ่นจัดการตนเอง (ชนิษฐา นันทบุตร, 2556) ผลการศึกษาที่ชุมชนบ้านคอกข้างนี้ชี้ให้เห็นว่าทุนทางสังคมเป็นพลังในการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนในพื้นที่ได้

กระบวนการในการสร้างการมีส่วนร่วมของชุมชน ในการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนสู่อาหารเพื่อสุขภาพ

หลักการสร้างการมีส่วนร่วม

ผู้วิจัยใช้การเปิดเวทีชุมชนให้มีกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อสร้างความตระหนักให้เห็นความสำคัญของการทำระบบเกษตรกรรมยั่งยืนในพื้นที่บ้านคอกข้าง เห็นสถานะและทุนทางสังคม เห็นทุนเดิมของงานและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมที่มีในพื้นที่และทำให้เกิดกระบวนการร่วมคิด ร่วมวางแผน ร่วมดำเนินงาน ร่วมกันติดตามประเมินผล และร่วมรับผลประโยชน์ จากเวทีชุมชนที่ประกอบด้วยผู้นำ แกนนำ เกษตรกร และองค์กรภาคีร่วมพัฒนาในพื้นที่ ทำให้ผู้วิจัยพบว่าการจัดกระบวนการเรียนรู้ในชุมชนก่อให้เกิดการรวมคน รวมความคิด สร้างความเข้าใจร่วมกัน ก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน เกิดแรงกระตุ้นและความตระหนัก และระดับของการมีส่วนร่วมในเวทีชุมชนของแต่ละบุคคล

องค์ประกอบของผู้มีส่วนร่วม

ผลการศึกษาพบว่าองค์ประกอบของผู้มีส่วนร่วมที่จะทำหน้าที่เป็นกลไกการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนในพื้นที่ประกอบไปด้วย

1) ทุนทางสังคมในระดับบุคคลและกลุ่มทางสังคม ประกอบไปด้วย ผู้นำ แกนนำ เกษตรกร และกลุ่มทางสังคมที่มีอยู่ในพื้นที่ ดังกล่าวข้างต้น ซึ่งทุนทางสังคมในระดับบุคคลและกลุ่มทางสังคมเหล่านี้ เกษตรกรและแกนนำ ทำหน้าที่เป็นกลไกหลัก

ในการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนในพื้นที่ของตนเอง โดยการปฏิบัติการกิจกรรมการจัดการระบบการผลิต และการปรับปรุงบำรุงดินในระดับไร่นาของตนเอง ทำให้สามารถเป็นแหล่งอาหารปลอดภัยในระดับชุมชนได้ ในส่วนผู้นำและกลุ่มทางสังคม ทำหน้าที่เป็นกลไกกรอง โดยมีบทบาทในการสนับสนุน อาทิ การประสานงานกับหน่วยงานภาคีในพื้นที่และนอกพื้นที่ กลุ่มทางสังคมที่เป็นกองทุน สนับสนุนเงินทุนสำหรับการจัดหาปัจจัยการผลิตเพื่อการลดต้นทุน รวมทั้งขยายผลจากเกษตรกรในระดับครัวเรือนสู่สถานในระดับชุมชน เป็นต้น บทบาทของผู้นำในชุมชนในการสื่อสารกับสมาชิกในชุมชนทำให้เกิดการสร้างการมีส่วนร่วมที่สำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ พนิดา จงสุขสมสกุล (2562) ที่พบว่า การสื่อสารของผู้นำชุมชนส่งผลให้เกิดความมีส่วนร่วมหล่อหลอมสังคมชนบทให้เชื่อมโยงบทบาทหน้าที่ถ่ายทอดวัฒนธรรมสู่ความสุขพอเพียง

2. องค์กรภาคีร่วมพัฒนา ประกอบไปด้วย องค์กรการบริหารส่วนตำบลแหลมบัว ทำหน้าที่เป็นกลไกสนับสนุน โดยสนับสนุนงบประมาณบางส่วน โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลแหลมบัว ทำหน้าที่เป็นกลไกขยายผลกลุ่มเป้าหมาย โดยการจัดกิจกรรมรณรงค์และส่งเสริมการให้ความรู้ด้านโภชนาการกับประชาชนในพื้นที่ในการบริโภคอาหารปลอดภัย การเลือกบริโภคพืชผักพื้นบ้าน การให้ความรู้ในการนำพืชผักพื้นบ้านที่มีอยู่ในชุมชนมาเป็นเมนูอาหารบำบัดโรค โดยเฉพาะโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ได้แก่ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจและหลอดเลือด เป็นต้น โรงเรียนแหลมบัววิทยา โรงเรียนบ้านโคกเขมา และโรงเรียนวัดทองไทร ทำหน้าที่เป็นกลไกขยายผลกลุ่มเป้าหมาย โดยการจัดทำโครงการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างแหล่งอาหารในโรงเรียนสำหรับโครงการอาหารกลางวัน ทำให้นักเรียนมีแหล่งอาหารปลอดภัย ไม่ก่อให้เกิดภาวะทุพโภชนาการ ที่เกิดความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วย นักวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ทำหน้าที่เป็นกลไกหนุนเสริมในด้านวิชาการเกษตร ด้วยการให้ความรู้ด้านการจัดการระบบการผลิต และการปรับปรุงบำรุงดิน เป็นต้น รวมทั้งหนุนเสริมการจัดกระบวนการให้เกิดการมีส่วนร่วมในพื้นที่ ด้วยการทำให้เกิดการรับรู้ข้อมูลร่วมกัน สร้างเป้าหมายร่วมกัน วางแผนร่วมกัน และปฏิบัติการร่วมกัน เป็นต้น

ผลการศึกษานักวิจัยมีข้อค้นพบว่า ขั้นตอน “การรวมคน” และ “การเชื่อมต่อ” ทูทางสังคมในระดับบุคคล กลุ่มทางสังคมและองค์กรภาคีร่วมพัฒนา จะนำไปสู่การเชื่อมงาน ก่อเกิดกิจกรรมต่าง ๆ ตามมา มีความสำคัญอย่างมากต่อความสำเร็จของกระบวนการสร้างการมีส่วนร่วมในการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนในพื้นที่และนำไปสู่การสร้างอาหารเพื่อสุขภาพ

กระบวนการในการสร้างการมีส่วนร่วม

กระบวนการในการสร้างการมีส่วนร่วมเพื่อร่วมขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนในพื้นที่เพื่อนำไปสู่การสร้างอาหารเพื่อสุขภาพ ประกอบด้วยกิจกรรม ดังนี้

- 1) เวทีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ในสถานะของทุนและศักยภาพที่มีอยู่ในชุมชน ทำให้ผู้เข้าร่วมได้เห็นความชัดเจนว่าใคร ทำอะไร ที่ไหน อย่างไร ก่อเกิดผลลัพธ์ ผลกระทบอย่างไรบ้าง และจะสามารถทำกิจกรรมขยายผลต่อไปได้อย่างไร
- 2) เวทีการร่วมคิด ร่วมวางแผน ร่วมออกแบบการดำเนินงาน
- 3) การเสริมศักยภาพผู้นำและแกนนำ ด้วยการจัดอบรมให้ความรู้ทางวิชาการกระบวนการจัดการระบบเกษตรกรรมอย่างยั่งยืนในไร่นา

การให้เกษตรกรเข้ามามีส่วนร่วมทดลองปฏิบัติการจริงใน 3 กระบวนการ คือ กระบวนการผลิตในระดับไร่นาของเกษตรกร กระบวนการเพื่อการเข้าถึงและการกระจายอาหารในครัวเรือน และกระบวนการพัฒนาการผลิตและนำใช้อาหารจัดการโรค ผลการศึกษาพบว่าผลจากการให้เกษตรกรทดลองปฏิบัติการดังกล่าว ก่อให้เกิดผลผลิต ผลลัพธ์ ดังนี้

การพัฒนากระบวนการผลิตในระดับไร่นาของเกษตรกร

1) การจัดการระบบการผลิตเกษตรกรของบ้านคอกช้างสวนใหญ่มีการปลูกผักล้มลุก กิจกรรมที่ดำเนินการ ได้แก่ การแบ่งพื้นที่ของตนเองส่วนหนึ่งเพื่อการปลูกพืชผักปลอดภัยหลากหลายชนิดสำหรับใช้บริโภคในครัวเรือน อีกส่วนหนึ่งเป็นพื้นที่ปลูกพืชผักเพื่อการจำหน่ายเป็นรายได้หลัก มีการวางแผนระบบการผลิตผักแต่ละชนิดในรอบปีสลับกันไป โดยคำนึงถึงตลาด ความเหมาะสมของพื้นที่ ความชำนาญในการปลูก และปัจจัยที่เอื้อต่อการปลูก มีการผลิตผลิตภัณฑ์ทางชีวภาพในกระบวนการผลิต ได้แก่ ใช้จุลินทรีย์สูตรปราบโรคเพื่อควบคุมโรคพืช การใช้ฮอโมนไซเพื่อบำรุงพืชผัก ใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืช โดยเกษตรกรและแกนนำดำเนินการและมีการถ่ายทอดสู่เพื่อนบ้านให้มาร่วมทำ มีกิจกรรมการลงแขกตัดผักเพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน ผลจากการปฏิบัติการดังกล่าวนี้ เป็นการลดต้นทุนการผลิต สร้างความมั่นคงทางอาหารในระดับครัวเรือน สร้างความมั่นคงในด้านรายได้ของครอบครัว และสร้างแหล่งอาหารที่มีคุณภาพต่อสุขภาพและโภชนาการอย่างเพียงพอ

2) การปรับปรุงบำรุงดิน มีการใช้การปลูกพืชแบบลดการไถพรวน ใช้เทคนิคการบ่มดินก่อนทำการหว่านเมล็ด-พันธุ์ผัก การใช้ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ พืชปลูกมีความแข็งแรง เจริญเติบโตดี ลดปัญหา

การเข้าทำลายของโรคและแมลงศัตรูพืชได้ ซึ่งการปลูกพืชแบบลดการไถพรวนจะช่วยลดปัญหาโครงสร้างของดินถูกทำลาย และการใช้เทคนิคการบ่มดินเป็นการช่วยรักษาความชื้นของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เช่นเดียวกับแนวพระราชดำริเรื่องการทำหมักดิน (ศูนย์ภูมิรักษ์ธรรมชาติ, 2559)

3) การคัดเลือกพันธุ์พืชในชุมชน มีการเก็บเมล็ดพันธุ์พืชไว้ใช้เอง เมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้ใช้เอง ได้แก่ บวบ ฟักทอง ถั่วฝักยาว ถั่วพู และฟัก เป็นต้น มีกระบวนการขั้นตอนการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ โดยการคัดเลือกต้นที่แข็งแรง ฝักหรือผลใหญ่ เมื่อแก่จะเก็บนำมาผึ่งไว้ในร่มภายในบ้าน แล้วคัดแยกเมล็ดออกมา อันเป็นการนำภูมิปัญญาดั้งเดิมของชุมชน

การพัฒนากระบวนการเพื่อการเข้าถึงและการกระจายอาหารในครัวเรือน

ผลการศึกษาพบว่ากระบวนการมีส่วนร่วมของคนในชุมชนในการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการในครัวเรือน ก่อให้เกิดผลลัพธ์ดังนี้

1) มีแหล่งอาหารปลอดภัยในครัวเรือน เกษตรกรที่เข้าร่วมจำนวน 20 ราย มีการปลูกพืชผักพื้นบ้าน พืชผักทั่วไป และพืชสมุนไพร สำหรับใช้บริโภคในครัวเรือนทุกครัวเรือน เป็นการลดรายจ่ายจากการซื้อหาวัตถุดิบ รวมทั้งเป็นการมีแหล่งอาหารที่ปลอดภัย มีคุณค่าทางโภชนาการ สำหรับใช้เป็นวัตถุดิบประกอบอาหารในแต่ละวัน ผลการศึกษาพบว่า ประชาชนในพื้นที่ที่มีความตื่นตัวในการที่จะมีแหล่งอาหารปลอดภัยไว้เพื่อการบริโภคในครัวเรือน

2) มีแหล่งอาหารปลอดภัยในระดับชุมชน มีการดำเนินการในเรื่องการแลกเปลี่ยนอาหารในระดับชุมชนซึ่งเป็นวิถีเดิมของชาวบ้าน แต่ได้มีการขยายผลการแลกเปลี่ยนมากขึ้น เพื่อให้เป็นช่องทางการเข้าถึงแหล่งอาหารได้กว้างขวางขึ้น อันเป็นผลมาจากกระบวนการเวทีชุมชน ที่ทำให้ได้เรียนรู้ว่าใครทำอะไร โดยผลที่เกิดขึ้นกับชุมชน คือ “ไม่ต้องปลูกทุกอย่างแต่มีกินทุกอย่าง” นอกจากนี้ยังมีตลาดนัดในชุมชนที่เป็นแหล่งให้ซื้อหาสำหรับประชาชนที่ไม่มีการปลูกผัก

การพัฒนากระบวนการผลิตและนำใช้อาหารจัดการโรค

1) อาหารจัดการโรคโดยโรงเรียนในพื้นที่ โรงเรียน 3 แห่ง ในพื้นที่ ได้แก่ โรงเรียนแหลมบัววิทยา โรงเรียนวัดโคกเขมา และโรงเรียนวัดทองไทร ได้จัดทำโครงการปลูกพืชผักปลอดภัย โดยมีการเพาะเห็ด และเลี้ยงปลาเพื่อใช้เป็นแหล่งอาหาร โภชนาการมื้อกลางวัน ซึ่งการสนับสนุนของกลุ่มเพาะเห็ด ทำให้โรงเรียนสามารถแก้ปัญหาภาวะการขาดแคลนอาหารโปรตีนได้ โดยใช้เห็ดเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของแหล่งอาหารโปรตีน นอกจากนี้ หากปริมาณวัตถุดิบไม่เพียงพอก็มีการจัดซื้อวัตถุดิบจากแหล่งผลิตในชุมชนมาประกอบอาหารในแต่ละมื้อด้วย ผลลัพธ์การดำเนินการดังกล่าว หากเปรียบเทียบกับอดีต พบว่าโรงเรียนมีการดำเนินการแต่ไม่มีความต่อเนื่อง และไม่มีการเชื่อมโยงการนำใช้วัตถุดิบจากชุมชน

2) อาหารจัดการโรคโดยอาสาสมัครสาธารณสุขชุมชน (กลุ่ม อสม.) และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลแหลมบัว การสร้างความรู้ความเข้าใจทำให้กลุ่ม อสม. มีกระบวนการนำใช้ทุนและศักยภาพของทุนทางสังคมที่มีในพื้นที่ ในการจัดการกับระบบการดูแลสุขภาพคนชุมชนโดยสมาชิก อสม. ซึ่งได้รับการพัฒนาศักยภาพจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลแหลมบัว มีการให้แนะนำและถ่ายทอดความรู้เรื่องการดูแลสุขภาพคนในชุมชนเบื้องต้น ด้วยการให้ความรู้เรื่องสรรพคุณของพืชสมุนไพรพื้นบ้าน พืชผักพื้นบ้าน เมนูการประกอบอาหารจากพืชผักพื้นบ้านเพื่อบำบัดรักษาโรค เป็นต้น ทำให้คนในชุมชนหันมาดูแลสุขภาพ มีรูปธรรมการนำใช้เมนูอาหารจัดการโรคเพื่อป้องกันภาวะเสี่ยงจากโรคเรื้อรัง เช่น เบาหวาน ไขมันในเลือดสูง ความดันโลหิต และโรคหัวใจ เป็นต้น ผลลัพธ์การดำเนินการดังกล่าว หากเปรียบเทียบกับอดีต พบว่า คนในชุมชนยังขาดความรู้เรื่องสรรพคุณของพืชสมุนไพรพื้นบ้าน พืชผักพื้นบ้าน เมนูการประกอบอาหารจากพืชผักพื้นบ้านเพื่อบำบัดรักษาโรค และการนำใช้วัตถุดิบจากในชุมชนเกิดขึ้นในวงแคบ การให้เกษตรกรเข้ามามีส่วนร่วมทดลองปฏิบัติการจริงในไร่นาของตนเอง และการขยายผลกับเกษตรกรรายอื่น ผลจากการปฏิบัติการของเกษตรกรในไร่นาของตนเอง ผู้วิจัยมีข้อค้นพบว่าการจุดประกายเพื่อสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมทำให้เกิดลักษณะ “ผู้นำทำให้ดู” และก่อให้เกิด “เกษตรกรต้นแบบ” หรือ “ครัวเรือนต้นแบบ” ซึ่งเป็นกระบวนการสร้างการมีส่วนร่วมในขั้นตอน “การร่วมดำเนินงาน” หรือ “การร่วมทำ” อันเป็นผลให้เกิด “พลังการจัดการ” สอดคล้องกับแนวคิดของ ประทีป วีระพัฒนนิรันดร์ (2542) และจากผลการศึกษาระบบการมีส่วนร่วมของ อับดุลคอบเล็ด เจะแต (2557) และ วรรณภา คำปวนบุตร (2557) ที่เน้นให้ชุมชนทดลองฝึกปฏิบัติการด้วยตนเอง ซึ่งสามารถสรุปกระบวนการในการสร้างการมีส่วนร่วมของชุมชน ในการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนสู่อาหารเพื่อสุขภาพระดับแผนภาพที่ 1

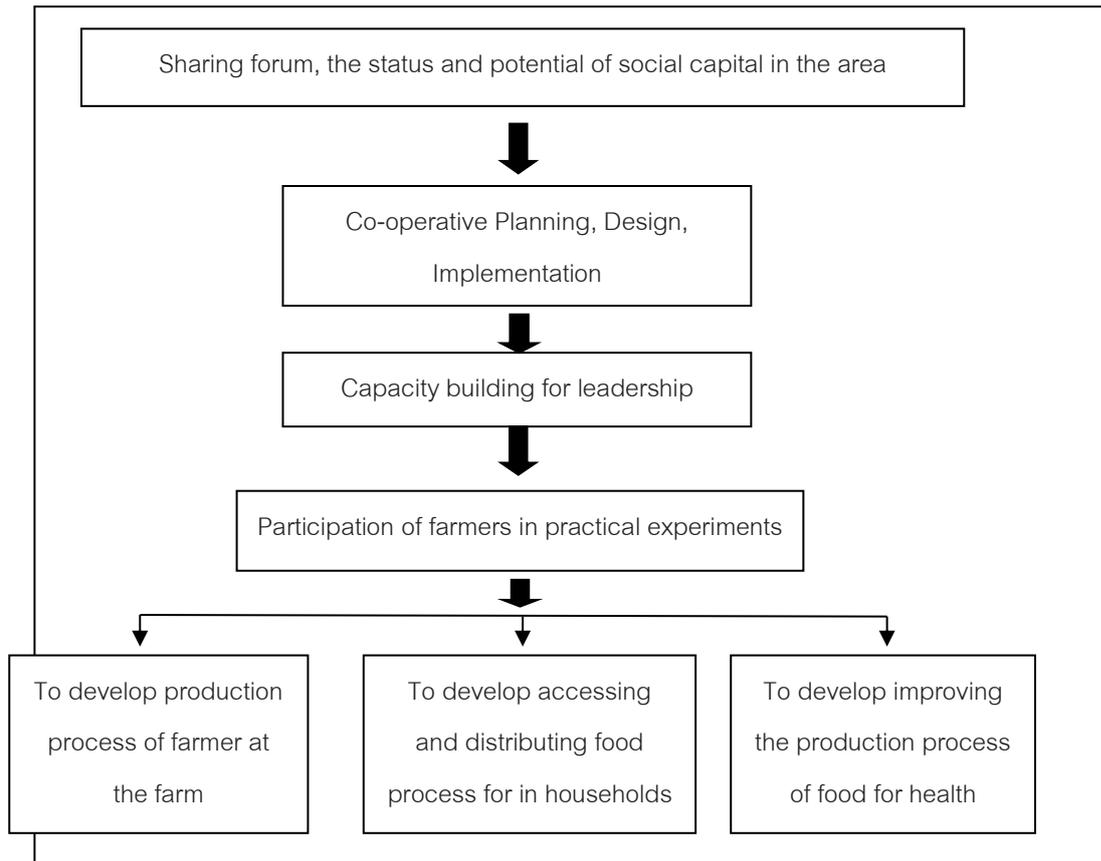


Figure 1 Participation process development on sustainable agriculture system driven to food for well-being of communities.

บทเรียนองค์ความรู้ของกระบวนการและวิธีการสร้างการมีส่วนร่วมในการจัดการเพื่อนำสู่การขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนสู่อาหารเพื่อสุขภาพ

จากการสรุปบทเรียนกระบวนการดำเนินการสร้างการมีส่วนร่วมในการจัดการเพื่อนำสู่การขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนสู่อาหารเพื่อสุขภาพ มีขั้นตอนที่สำคัญส่งต่อการมีส่วนร่วม 4 ขั้นตอน คือ

1) เวทีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในสถานะทุนทางสังคมในหมู่บ้าน มีเป้าหมายเพื่อให้คนในชุมชนได้เห็นสถานะและศักยภาพของทุนทางสังคมที่มีในหมู่บ้าน ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นก่อให้เกิดกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในการนำไปสู่วิธีคิดและวิธีทำงานใหม่ที่จะต่อยอดงานจากทุนเดิมที่มีในหมู่บ้าน เป็นการปรับกระบวนการทัศน์ในวิธีคิดและวิธีทำงาน

2) เวทีการร่วมคิดและจุดประกาย มีเป้าหมายเพื่อจุดประกายให้คนในชุมชนได้เข้ามามีส่วนร่วม ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นพบว่าก่อให้เกิดการรวมคน รวมความคิดจากการได้พูดคุยแลกเปลี่ยนร่วมกัน สมาชิกมีความสนใจและมีเป้าหมายร่วมกัน เวทีดังกล่าวยังพบว่ามีการสะท้อนปัญหา สถานการณ์ ทำให้เกิดความตระหนักและแนวคิดร่วมกันในการขับเคลื่อนการดำเนินงานระบบเกษตรกรรมยั่งยืนสู่อาหารเพื่อสุขภาพ

3) การทดลองปฏิบัติ มีเป้าหมายเพื่อนำผลจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทุนเดิมที่มีในพื้นที่ผนวกกับการเสริมหนุนข้อมูลทางวิชาการเกษตรจากนักวิจัยนำสู่การปฏิบัติการจริงในพื้นที่ไร่นาของตนเองโดยเริ่มต้นจากเกษตรกร แกนนนำ หรือเกษตรกรต้นแบบที่เป็นทุนเดิม ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นพบว่าเกษตรกรได้ลงมือปฏิบัติอย่างจริงจังจะเป็นกลไกหลักสำคัญในการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมในพื้นที่และเห็นรูปธรรมมากที่สุดซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ อัญรัตน์ วิเชียรและคณะ (2561) ที่พบว่า การลดต้นทุนการผลิตข้าวให้ประสบความสำเร็จ แนวทางที่สำคัญคือการมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติการของตัวเกษตรกร เช่น การคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ที่ดี การลดการใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ การปลูกพืชบำรุงดินหลังการเก็บเกี่ยวข้าว การรวมกลุ่มผลิตปุ๋ยใช้เอง และการรวมกลุ่มจัดหาปัจจัยการผลิต เป็นต้น

4) การขยายผล มีเป้าหมายเพื่อนำรูปธรรมผลจากการทดลองปฏิบัติของเกษตรกรแกนนำ นำสู่การขยายผลไปยังเกษตรกรรายอื่น ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นของเกษตรกรกลายเป็นพื้นที่ต้นแบบ ครอบครัต้นแบบ หรือบุคคลต้นแบบ สร้างการเรียนรู้

และการทำตามแบบอย่างของคนในหมู่บ้านเพิ่มขึ้นตามลำดับ จาก 4 ราย สู่ 22 ราย ซึ่งข้อค้นพบของผู้วิจัยพบว่าหากมีการขยายผลมากนั้นคือผลสัมฤทธิ์ที่จะนำสู่การขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนสู่อาหารเพื่อสุขภาพ

จากบทเรียนกระบวนการสร้างการมีส่วนร่วม ซึ่งให้เห็นว่าการทำกิจกรรมร่วมกับชุมชนจำเป็นอย่างไรที่ต้องมีรูปแบบการดำเนินงานอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ มีความรู้ความเข้าใจและเป้าหมายร่วมกันที่ชัดเจน สอดคล้องกับข้อค้นพบของถาวร ดีรุณ และสหทัยา วิเศษ (มปป.) ที่พบว่า การเข้าถึงชุมชนจำเป็นต้องมีกระบวนการอย่างเป็นขั้นตอน ได้แก่ การเข้าพื้นที่อย่างมีทิศทาง ซึ่งแจ้งเป้าหมายจะทำอะไร เรียนรู้ชุมชนจากเวทีเปิดหัวแกนนำ เข้ามวยกับชาวบ้าน ลงพื้นที่เยี่ยมแกนนำ และร่วมกิจกรรมกับชุมชน เป็นต้น

จากรูปธรรมการปฏิบัติการที่พบในพื้นที่บ้านคอกข้างจะเห็นว่า ประชาชนเข้าไปเกี่ยวข้องเป็นผู้มีส่วนร่วมในฐานะผู้กระทำมิใช่ผู้ถูกกระทำ และมีการคำนึงถึงความรู้ ทักษะ ภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งในทฤษฎีของนักวิจัยเห็นว่าในสังคมยุคปัจจุบันต้องเปลี่ยนแปลงประชาชนจากผู้ถูกพัฒนา (object) ให้มาเป็นผู้ทำการพัฒนา (subject) อันเป็นหลักการของการพัฒนาชุมชนท้องถิ่นอย่างยั่งยืน มีการนำหลักการที่สำคัญ 8 หลักการ ได้แก่ การสมทบ การพึ่งตนเองของชุมชน การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มและองค์กร การประสานงาน การจัดการชุมชน การใช้วัฒนธรรมชุมชน การเรียนรู้ร่วมกันของชุมชน และการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ของชุมชน ซึ่งกระบวนการการเรียนรู้ร่วมกันของชุมชน ผู้วิจัยมีข้อค้นพบว่าจะก่อให้เกิดการต่อยอดขยายงานการนำใช้แหล่งอาหารในชุมชนสู่อาหารจัดการโรคในวงกว้างขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดชุมชนแห่งการเรียนรู้ของครุฑิต พุทธิโกษา (2554) ที่ชี้ให้เห็นถึงกระบวนการร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมวางแผน ร่วมกันติดตามประเมินผล และร่วมรับผลประโยชน์ เป็นหลักของกระบวนการมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนาชุมชนท้องถิ่น

สรุปผลการศึกษา

การพัฒนากระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนในการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนสู่อาหารเพื่อสุขภาพในบ้านคอกข้าง ตำบลแหลมบัว อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม สรุปได้ว่า

หลักการสร้างการมีส่วนร่วม คือ ร่วมคิด ร่วมวางแผน ร่วมดำเนินงาน ร่วมกันติดตามประเมินผล และร่วมรับผลประโยชน์

องค์ประกอบของผู้มีส่วนร่วม มี 2 กลุ่มหลัก คือ 1) กลุ่มทุนทางสังคมภายในหมู่บ้าน ได้แก่ ผู้นำ แกนนำ เกษตรกร และกลุ่มทางสังคม และ 2) กลุ่มทุนทางสังคมที่เป็นภาคีร่วมพัฒนา ได้แก่ องค์กรบริหารส่วนตำบล โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล และโรงเรียน เป็นต้น ซึ่งนำไปสู่การกำหนดบทบาทหน้าที่เป็นกลไกหลัก กลไกรอง กลไกสนับสนุน กลไกขยายผล และกลไกหนุนเสริมในการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนในชุมชนบ้านคอกข้าง

กระบวนการในการสร้างการมีส่วนร่วม ได้แก่ 1) เวทีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในสถานะและศักยภาพของทุนทางสังคมในพื้นที่ 2) เวทีการร่วมคิด ร่วมวางแผน ร่วมออกแบบการดำเนินงาน 3) การให้เกษตรกรเข้ามามีส่วนร่วมทดลองปฏิบัติการจริงในไร่นาของตนเอง ใน 3 กระบวนการ คือ กระบวนการผลิตในระดับไร่นาของเกษตรกร กระบวนการเพื่อการเข้าถึงและการกระจายอาหารในครัวเรือน และกระบวนการพัฒนาการผลิตและนำใช้อาหารจัดการโรค และ 4) การขยายผลจากเกษตรกรแกนนำไปสู่เกษตรกรรายอื่น

บทเรียนองค์ความรู้ของกระบวนการและวิธีการสร้างการมีส่วนร่วมในการขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนสู่อาหารเพื่อสุขภาพมีขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ได้แก่ เวทีจุดประกาย เวทีเรียนรู้ทุนทางสังคมในหมู่บ้าน การทดลองปฏิบัติ และการขยายผล

เอกสารอ้างอิง

- ชนิษฐา นันทบุตร. 2556. *คู่มือการพัฒนาทักษะการวิจัยชุมชน*. ศูนย์วิจัยและพัฒนาระบบสุขภาพชุมชน คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และสำนักสนับสนุนสุขภาวะชุมชน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ.
- ครรชิต พุทธิโกษา. 2554. *คู่มือการพัฒนาชุมชนแห่งการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- ถาวร ดีรุณ และสหทัย วิเศษ. มปป. *บทเรียนจากการจัดการความรู้ท้องถิ่นที่ลานสัก*. กรุงเทพฯ: สถาบันเสริมสร้างการเรียนรู้เพื่อชุมชนเป็นสุข (สรส.).
- ประทีป วีระพัฒนนิรันดร์. 2542. *การจัดกระบวนการเรียนรู้ในชุมชน*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิพลังนิเวศและชุมชน.
- วรรณมา คำปวนบุตร. 2557. การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการการท่องเที่ยวบนฐานเชิงนิเวศวัฒนธรรมในเขตพื้นที่ตำบลพระธาตุ อำเภอนาดูน จังหวัดมหาสารคาม. *ว. วิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่* 6(3): 5-21.
- พนิดา จงสุขสมสกุล. 2562. การสื่อสาร ทูตทางสังคม ทูตทางวัฒนธรรมสู่ความสุขพอเพียง กรณีศึกษาชุมชนเกาะคา จังหวัดลำปาง และชุมชนอินทรีบุรี จังหวัดสิงห์บุรี. *ว. การวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน* 12(2): 109-121.
- สำนักสนับสนุนสุขภาวะชุมชน. 2557. *คู่มือการดำเนินงานขับเคลื่อนเกษตรกรรมยั่งยืนสู่อาหารเพื่อสุขภาวะ*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.).
- อับดุลคอเล็ด เจะแต. 2557. กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนาชุมชนบ้านเกาะสวาด ตำบลไพรวัน อำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส. *วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ คณะพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง*.
- อัญรัตน์ วิเชียร, กรองทิพย์ ชัยชาญ และสุภาวดี มณีเนตร. 2561. กระบวนการมีส่วนร่วมของกลุ่มเกษตรกรในการลดต้นทุนการผลิตข้าว: กรณีศึกษาตำบลหินดาด อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา. *ว. การวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน* 11(2): 81-89.

วันรับบทความ (Received date) : 20 มิ.ย. 61

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 16 ต.ค. 61

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 12 ก.ย. 61

**ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ
ของเกษตรกรจังหวัดสมุทรปราการ**
**Factors Relating to Participation Needs on Eco-tourism Management of Farmers
in Samut Prakarn Province**

ชุลีวรรณ วิชิต¹, พัฒนา สุขประเสริฐ¹ และสุพัฒน์ ทองแก้ว²
Chuleewan Wichit¹, Patana Sukprasert¹ and Supat Thongkaew²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคลของเกษตรกร การเปิดรับข้อมูลข่าวสาร ความน่าเชื่อถือของข่าวสาร และความต้องการการมีส่วนร่วม 2) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของเกษตรกรจังหวัดสมุทรปราการ กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 370 คน ได้จากการสุ่มลำดับชั้นอย่างเป็นสัดส่วน ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้มาตราวัดแบบลิเคิร์ต (Linkert scale) 5 ระดับ (1-5) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติอนุมานโดยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

ผลการวิจัยพบว่า 1) เกษตรกรผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (61.60%) มีอายุเฉลี่ย 46.61 ปี การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (37.80%) อาศัยอยู่อย่างต่อเนื่องในจังหวัดสมุทรปราการเฉลี่ย 44.89 ปี เกษตรกรเปิดรับข่าวสารจากสื่อเผยแพร่ทุกประเภท โดยให้ความน่าเชื่อถือในระดับมากกับสื่อกิจกรรมและสื่อมวลชน ในระดับปานกลางกับสื่อบุคคล สื่อสังคมและสื่อสิ่งพิมพ์ ตามลำดับ เกษตรกรต้องการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศโดยรวมในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.02 \pm 0.28$) และในรายด้านในระดับปานกลางเช่นเดียวกัน ได้แก่ ด้านการดำเนินงาน ($\bar{X} = 3.07 \pm 0.73$) ด้านการรับผลประโยชน์ ($\bar{X} = 3.07 \pm 0.73$) ด้านการติดตามประเมินผลร่วมกัน ($\bar{X} = 3.02 \pm 0.58$) และด้านการตัดสินใจ ($\bar{X} = 2.94 \pm 0.37$) 2) ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคลของเกษตรกรที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในเชิงบวก ได้แก่ อายุ ระยะเวลาที่พักอาศัย รายได้โดยรวมเฉลี่ย และจำนวนแรงงานในการเกษตร ในทิศทางตรงข้าม ได้แก่ ขนาดพื้นที่ถือครองและจำนวนสมาชิกในครัวเรือน โดยปัจจัยด้านการเปิดรับข่าวสารที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการการมีส่วนร่วม ได้แก่ ด้านสื่อสิ่งพิมพ์ จากแผ่นพับ รองลงมา ได้แก่ ด้านสื่อกิจกรรมจากแปลงเรียนรู้ของเกษตรกร และจากการประกวด ส่วนในทิศทางตรงข้าม ได้แก่ สื่อบุคคลจากเกษตรกรต้นแบบ

คำสำคัญ: การมีส่วนร่วม ความต้องการ การท่องเที่ยว การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

Abstract

The purpose of this research was to study 1) demographic of farmers, media exposure, trustable of information and the participation needs of farmers. 2) Factors related to participation needs in eco-tourism management of farmers in Samut Prakan Province, a sample were 370 people by stratified random sampling technique. Use questionnaires as a tool for data collection, using the Linkert scale 5 levels (1-5) in analyzed data and using descriptive statistics such as frequency, percentage, average, maximum, minimum, standard deviation and inferential statistics with Pearson product moment correlation coefficient analysis. The research revealed that 1) the majority of the farmers were male (61.60%) with an average age of 46.61 years old, secondary education level (37.80%), period of living in Samut Prakan province an average of 44.89 years. Farmers were exposure to from all types of media gained a high level of trustable to media activities and mass media but medium level with personal media and the lowest for social media and print media, respectively. Farmers needed holistic participation in the management of eco-tourism at a moderate level ($\bar{X} = 3.02 \pm 0.28$) and at the partial were same moderate level too, namely implementation ($\bar{X} = 3.07 \pm 0.73$), benefits gained ($\bar{X} = 3.07 \pm 0.73$) follow up ($\bar{X} = 3.02 \pm 0.58$) and decision ($\bar{X} = 2.94 \pm 0.37$) 2) relationship between demographic with participation needs of

¹ ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

² กลุ่มธุรกิจพืชครบวงจร เครือเจริญโภคภัณฑ์ กรุงเทพฯ 10120

*Corresponding author, Email: meanreport@gmail.com

farmers in positively with eco-tourism management were age, period of living, total income and agri-labour, but in the opposite direction, were land holding and family members. The media exposure with related to the participation needs were the print media from brochures, activities media from learning plot and contest, in the opposite were personal media from role model farmer.

Keywords: participation, needs, tourism, eco-tourism

คำนำ

การบริการมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของหลายประเทศทั่วโลก โดยมูลค่าของภาคบริการทั่วโลกในปี 2558 มีประมาณ 48 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐ ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 3 ต่อปี รัฐบาลของประเทศต่าง ๆ จึงให้ความสำคัญในการเพิ่มขีดความสามารถในด้านการบริการของตนเอง โดยเฉพาะประเทศในแถบเอเชียและอาเซียนซึ่งต่างกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดโดยใช้การท่องเที่ยวเป็นกลยุทธ์หลักในการผลักดันเศรษฐกิจของประเทศ (กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2558) ประกอบกับในปัจจุบันระบบคมนาคมมีความสะดวกสบายเพิ่มขึ้น ทำให้นักท่องเที่ยวสามารถเดินทางได้ไกลและรวดเร็วยิ่งขึ้น การท่องเที่ยวจึงเป็นที่นิยมและมีมูลค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามแหล่งท่องเที่ยวที่ได้รับความนิยมกลับต้องเผชิญกับปัญหาความเสื่อมโทรมจากการกระจุกตัวของนักท่องเที่ยวและการบุกรุกพื้นที่ทางธรรมชาติทำให้ทรัพยากรธรรมชาติถูกทำลาย ในขณะที่ความต้องการท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติของนักท่องเที่ยวกลับมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น การท่องเที่ยวเชิงนิเวศจึงเป็นรูปแบบการท่องเที่ยวที่สำคัญที่ได้รับความนิยม เนื่องจากสามารถตอบสนองต่อความต้องการของนักท่องเที่ยวและช่วยอนุรักษ์ธรรมชาติอย่างยั่งยืน

ประเทศไทยมีศักยภาพด้านการท่องเที่ยวโดยรวมอยู่ในระดับสูงเพราะมีแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติที่สวยงามและมีวัฒนธรรมที่เป็นเอกลักษณ์ ซึ่งประเทศไทยได้ตระหนักถึงความสำคัญของการท่องเที่ยวในฐานะเป็นกลไกหลักในการช่วยรักษาเสถียรภาพและขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ โดยปี 2560 มีนักท่องเที่ยวจำนวน 35,381,210 ราย สร้างรายได้ให้แก่ประเทศไทย 1,824,042 ล้านบาท ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากปี 2559 ถึงร้อยละ 11.66 (กองเศรษฐกิจการท่องเที่ยวและกีฬา, 2561) การเติบโตของการท่องเที่ยวไทยได้ถูกผลกระทบจากวิกฤตเศรษฐกิจ ความขัดแย้งภายในประเทศ และปัญหาสิ่งแวดล้อมถูกทำลาย โดยเฉพาะปัญหาความแออัดของนักท่องเที่ยวและความเสื่อมโทรมของแหล่งท่องเที่ยว ดังนั้น แนวคิดในการจัดการท่องเที่ยวแบบยั่งยืนจึงได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพิ่มมากขึ้น การท่องเที่ยวเชิงนิเวศซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนถูกนำมาใช้ในไทย เพื่อช่วยประสานความรู้และสร้างการมีส่วนร่วมของท้องถิ่น ซึ่งก่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างประสิทธิภาพ ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิต และก่อให้เกิดการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศของแหล่งท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน (ป๋องศักดิ์ ทองเนื้อแข็ง, 2552)

การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ เป็นการท่องเที่ยวที่มีการจัดการรูปแบบการท่องเที่ยวที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการท่องเที่ยวที่มีความรับผิดชอบต่อแหล่งท่องเที่ยวธรรมชาติ ซึ่งมีการจัดการสิ่งแวดล้อมและการให้ความรู้ศึกษาธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อมุ่งเน้นให้เกิดจิตสำนึกแห่งการรักษาระบบนิเวศอย่างยั่งยืน ขอบเขตของการท่องเที่ยวเชิงนิเวศจึงครอบคลุมหลัก 4 ด้านที่ประกอบด้วย การพิจารณาในพื้นที่ท่องเที่ยว กิจกรรมการท่องเที่ยว ผู้เกี่ยวข้องและรูปแบบการจัดการ (ศรีัญญา หงษ์แพง, 2553) อย่างไรก็ตามในการบริหารจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศนั้นยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากเกษตรกรไม่ได้รับข้อมูลที่ถูกต้องในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ (จันทร์พร ช่างโซติ, 2558) และยังขาดการมีส่วนร่วมจากภาคประชาชนในการร่วมกันประชุมหารือแสดงความคิดเห็น การดำเนินการร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนขาดผู้นำทางความคิดที่สามารถบูรณาการองค์ความรู้ในการพัฒนาการจัดการท่องเที่ยวในชุมชนของตนเอง (อรัญญา ปฐมสกุล และคณะ, 2560)

จังหวัดสมุทรปราการเป็นเป้าหมายหนึ่งของการท่องเที่ยวของประเทศไทยในการดึงดูดนักท่องเที่ยว เนื่องจากมีศักยภาพในการท่องเที่ยว ทั้งเป็นที่ตั้งของสนามบินสุวรรณภูมิ อีกทั้งยังเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ ประวัติศาสตร์และวัฒนธรรม (ถนอมจิตต์ รินเรือง, 2550) นอกจากนี้จังหวัดสมุทรปราการยังมีการทำการเกษตรซึ่งเป็นการทำเกษตรกรรมแบบดั้งเดิม ตัวอย่างเช่น การปลูกข้าวและมะม่วงน้ำดอกไม้ในอำเภอบางบ่อ การปลูกผักกระเฉดในอำเภอบางพลี และการปลูกหมากผู้หมากเมียในอำเภอพระประแดง อีกทั้งยังมีพื้นที่สีเขียวที่รู้จักกันดีในชื่อ “พื้นที่สีเขียวบางกระเจ้า” ซึ่งเป็นพื้นที่อนุรักษ์เกษตรแบบดั้งเดิมของพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา แต่ในปัจจุบันพื้นที่การเกษตรเหล่านี้มีขนาดลดลงเนื่องจากพื้นที่อุตสาหกรรมที่ได้ขยายตัวเพิ่มขึ้น สำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดสมุทรปราการจึงได้มีนโยบายในการสนับสนุนให้มีการพัฒนาการท่องเที่ยวในเชิงอนุรักษ์เพื่อแก้ไขผลกระทบดังกล่าว ซึ่งจะส่งผลให้เกษตรกรมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น โดยใช้การท่องเที่ยวเป็น

เครื่องมือในการพัฒนา โดยเน้นการส่งเสริมให้เกษตรกรในท้องถิ่นเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาการท่องเที่ยวและมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการทรัพยากรในชุมชนของตนเอง (ภัทรวดี จินดารักษ์, 2559) เพื่อให้เกิดการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศอย่างยั่งยืน

ดังนั้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่ศึกษาความต้องการในการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ โดยมุ่งเน้นที่เกษตรกรของจังหวัดสมุทรปราการ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดการการท่องเที่ยวของแหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดสมุทรปราการต่อไป

วิธีการศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ เกษตรกรจากครัวเรือนเกษตรกรที่ขึ้นทะเบียนข้อมูลการเกษตรของจังหวัดสมุทรปราการ ปี พ.ศ. 2560 โดยสำนักงานเกษตรจังหวัดสมุทรปราการ ณ วันที่ 30 กันยายน 2560 จำนวน 9,014 คน หาขนาดตัวอย่างจากการใช้ตารางหาขนาดตัวอย่างของ Krejcie and Morgan (1970) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้ขนาดตัวอย่าง 370 คน แล้วกำหนดขนาดตัวอย่างของเกษตรกรแต่ละอำเภอโดยใช้วิธีการสุ่มตามระดับชั้นอย่างเป็นสัดส่วน (proportional stratified random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง หากคุณภาพของเครื่องมือโดยทดสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน และหาความเชื่อมั่นโดยนำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (try out) กับกลุ่มเกษตรกร 30 คน ที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มตัวอย่าง ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม (α -coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.827 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson's product moment correlation) วัดระดับความต้องการในการมีส่วนร่วมของเกษตรกรโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) วัด 5 ระดับ โดยมีคะแนนสูงสุดคือ 5 คะแนน และต่ำสุดคือ 1 คะแนน คำนวณหาช่วงคะแนนในแต่ละช่วงโดยใช้สูตร (คะแนนสูงสุด - คะแนนต่ำสุด) / จำนวนอันตรภาคชั้น โดยได้เกณฑ์ในแต่ละช่วงคะแนนดังนี้ มากที่สุด = 4.21-5.00, มาก = 3.41-4.20, ปานกลาง = 2.61-3.40, น้อย = 1.81-2.60 และน้อยที่สุด = 1.00-1.80

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล

เกษตรกรผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 61.60 นอกนั้นเป็นเพศหญิง ร้อยละ 38.40 มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 46.61 ปี ส่วนใหญ่ศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 37.80 พักอาศัยในจังหวัดสมุทรปราการเป็นระยะเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 44.89 ปี มีพื้นที่ถือครองน้อยกว่า 6 ไร่ เฉลี่ยเท่ากับ 10.97 ไร่ มีรายได้โดยรวม 244,000-380,000 บาท/ปี เฉลี่ยเท่ากับ 354,116.2 บาท/ปี มีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 คน มีแรงงานในการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 3.45 คน

Table 1 Demographic of farmers.

Personal data	Number (n=370)	Percentage
Gender		
Male	228	61.60
Female	142	38.40
Age (years)		
26-44	124	33.50
45-49	125	33.80
50-65	121	32.70
Mean = 46.61, S.D. = 7.09, Min = 26, Max = 65 years		

Table 1 (continued).

Personal data	Number (n=370)	Percentage
Education		
Primary school	49	13.20
Secondary school	140	37.80
High school	93	25.10
High vocational certificate / Diploma	80	21.60
Bachelor's degree	8	2.20
Period of livings (years)		
<41	129	34.90
41-48	101	27.30
49-63	140	37.80
Mean = 44.89, S.D. = 9.83, Min = 0, Max = 63		
Land Holding (rais)		
<6	131	35.40
6-14	112	30.30
15-46	127	34.30
Mean = 10.97, S.D. = 9.88, Min = 0, Max = 46		
Total incomes (baht/year)		
70,000-240,000	123	33.20
244,000-380,000	124	33.50
400,000-1,480,000	123	32.20
Mean = 354,116.21, S.D. = 199,648.03, Min = 70,000, Max = 1,480,000		
Family members (persons)		
<5	240	64.90
5-13	130	35.10
Mean = 4.44, S.D. = 1.75, Min = 0, Max = 13		
Agri-labour (persons)		
<2	217	58.60
2-18	153	41.40
Mean = 3.45, S.D. = 5.09, Min = 0, Max = 18		

การเปิดรับข้อมูลข่าวสารของเกษตรกร

เกษตรกรผู้ให้ข้อมูลเปิดรับข้อมูลข่าวสารจากสื่อทุกประเภท เมื่อพิจารณาสื่อแต่ละชนิด พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เปิดรับข้อมูลข่าวสารจากสื่อมวลชนผ่านทางโทรทัศน์ร้อยละ 96.80 สื่อสิ่งพิมพ์ผ่านทางหนังสือพิมพ์ร้อยละ 85.90 สื่อสังคมผ่านหอกระจายเสียงร้อยละ 70.50 สื่อบุคคลผ่านทางเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรร้อยละ 61.60 โดยความน่าเชื่อถือของสื่อโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.37) เมื่อพิจารณาเป็นรายชนิดสื่อ พบว่า เกษตรกรมีความเชื่อถือในสื่อกิจกรรมมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 3.65) และสื่อมวลชน (ค่าเฉลี่ย 3.54) ระดับปานกลางในสื่อบุคคล (ค่าเฉลี่ย 3.32) สื่อสังคม ค่าเฉลี่ย (3.19) และสื่อสิ่งพิมพ์ (ค่าเฉลี่ย 3.15)

Table 2 Media exposure of farmers.

Type / kind of media	Media exposure* frequency (%)	Trustable $\bar{x} \pm S.D$	Meaning
Mass media		3.54±0.49^[2]	High
TV	358 (96.80)	3.61±0.55	High
Youtube	57 (15.40)	3.14±0.43	Moderate
Radio	6 (1.60)	3.67±0.50	High
Others	4 (1.10)	3.75±0.51	High
Printed media		3.15±0.46^[5]	Moderate
Newspapers	318 (85.90)	3.04±0.42	Moderate
Agri-journal	198 (53.50)	3.33±0.56	High
Leaflet	75 (20.30)	3.04±0.42	Moderate
Activity media		3.65±0.58^[1]	High
Demonstrated plot	272 (73.50)	3.58±0.63	High
Learning plot	269 (72.70)	3.63±0.57	High
Exhibition	92 (24.90)	3.76±0.56	High
Contest	62 (16.80)	3.66±0.57	High
Social media		3.19±0.57^[4]	Moderate
Community radio	261 (70.50)	3.24±0.60	Moderate
Facebook	178 (48.10)	3.31±0.61	Moderate
Community cable	89 (24.10)	3.24±0.57	Moderate
Twitter	3 (0.80)	3.00±0.50	Moderate
Personal media		3.32±0.62^[3]	Moderate
Agri-extension officer	228 (61.60)	3.63±0.64	High
Village agri-volunteer	120 (32.40)	3.63±0.56	High
Role model farmer	67 (18.10)	3.12±0.52	Moderate
Agri-scholar	37 (10.00)	2.91±0.77	Moderate
Total		3.37±0.54	Moderate

* More than 1 choice.

ความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

ผลการศึกษา พบว่า ความต้องการในการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.02) เมื่อพิจารณาในรายด้าน พบว่า เกษตรกรมีความต้องการการมีส่วนร่วมระดับปานกลาง ด้านการมีส่วนร่วมในการดำเนินงานและการมีส่วนร่วมในเรื่องการรับผลประโยชน์ (ค่าเฉลี่ย 3.07) รองลงมา คือ การมีส่วนร่วมในการติดตามประเมินผลร่วมกัน (ค่าเฉลี่ย 3.02) และการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (ค่าเฉลี่ย 2.94) โดยเกษตรกรส่วนใหญ่มีความต้องการมีส่วนร่วมมากในด้านการดำเนินงานเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยและการป้องกันทรัพยากร เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับนักท่องเที่ยว ซึ่งจะสามารถช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ การเข้าร่วมในกิจกรรมการปลูกป่า และ/หรืออนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

Table 3 Participation needs of farmers on eco-tourism management.

Participation needs on eco-tourism management	Needs level $\bar{X} \pm S.D$	Meaning
1. Participation in decision	2.94±0.37	Moderate
2. Participation in implementation	3.07±0.27	Moderate
3. Participation in benefit gained	3.07±0.73	Moderate
4. Participation in follow-up	3.02±0.58	Moderate
Total participation needs	3.02±0.28	Moderate

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคลกับความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

รายได้รวม มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ($P=0.270$) ถ้าเกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นก็ทำให้ความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกษตรกรที่มีรายได้สูงมักจะมีความพร้อมด้านรายได้จึงมักจะตัดสินใจได้ง่าย ($P=0.261$) และมักจะมีความพร้อมในการเข้าร่วมดำเนินงาน ($P=0.401$) สอดคล้องกับอนิสก์ โอทาทะวงค์ (2557) ที่รายงานว่า รายได้ของประชาชนที่แตกต่างกันมีผลต่อการมีส่วนร่วมต่อการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ทะเลบัวแดงในจังหวัดอุดรธานีแตกต่างกัน และ Hansasiriphot et al. (1998) ที่ได้ระบุว่า บุคคลที่ประกอบอาชีพที่มีรายได้น้อยมักจะทำให้ความสำคัญกับการประกอบอาชีพมากกว่าการใช้เวลาในเรื่องอื่น

จำนวนแรงงานในการเกษตร มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ($P=0.208$) ถ้าเกษตรกรมีจำนวนแรงงานในการเกษตรเพิ่มขึ้นก็ทำให้ความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศเพิ่มขึ้น โดยเกษตรกรที่มีแรงงานซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการทำการเกษตรจำนวนมากมักจะมีศักยภาพและความพร้อมที่จะพัฒนาได้มากกว่าจึงมักจะตัดสินใจ ($P=0.154$) และเข้าไปมีส่วนร่วมดำเนินงานได้ง่ายกว่า ($P=0.326$) เกษตรกรที่มีจำนวนแรงงานในการเกษตรน้อยกว่า

จำนวนสมาชิกในครัวเรือน มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ($P=-0.182$) ถ้าเกษตรกรมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเพิ่มขึ้นก็จะมีความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศน้อยลง เนื่องจากเป็นเกษตรกรรายย่อย และการเป็นแรงงานในภาคอุตสาหกรรมจะมีรายได้ประจำที่แน่นอน ดังนั้นเมื่อมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนมากขึ้นย่อมจำเป็นต้องมีความรับผิดชอบมากขึ้น ทำให้ไม่มีเวลาเข้าร่วมในการดำเนินงาน ($P=-0.197$) โดยจำนวนสมาชิกในครัวเรือนจำนวนมากก็จะมีโอกาสในการแสวงหารายได้หรือได้รับผลประโยชน์มากขึ้นจากการเป็นแรงงานรับจ้างในภาคอุตสาหกรรม จึงทำให้มีข้อจำกัดในเรื่องเวลาและแรงงานเข้าร่วมในการดำเนินงาน กับการมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์จากการจัดการการท่องเที่ยวน้อยลง ($P=-0.107$) รวมถึงการติดตามประเมินผลน้อยลงด้วยเช่นกัน ($P=-0.141$)

ขนาดพื้นที่ถือครอง มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ($P=-0.166$) ถ้าเกษตรกรมีขนาดพื้นที่ถือครองเพิ่มขึ้นก็จะมีความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศน้อยลง เนื่องจากการมีพื้นที่การเกษตรมากย่อมจะต้องมีความรับผิดชอบมากขึ้น จึงจำเป็นต้องใช้แรงงานและเวลาตามไปด้วยส่งผลให้ไม่สามารถเข้าร่วมในการดำเนินงานได้ ($P=-0.114$) อีกทั้งยังมีความพร้อมสูงและสามารถบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยตนเองจึงไม่จำเป็นต้องเข้ามารับผลประโยชน์จากการมีส่วนร่วม ($P=-0.163$) เกษตรกรที่มีพื้นที่จำนวนมากมักจะมีความพร้อมสูงและมีระบบการตรวจสอบและติดตามผลที่เป็นมาตรฐานอยู่แล้ว จึงไม่ได้ให้ความสนใจการติดตามประเมินผล ($P=-0.136$)

ระยะเวลาที่พักอาศัย มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ($P=0.157$) ถ้าเกษตรกรมีระยะเวลาที่พักอาศัยในจังหวัดสมุทรปราการนานจะมีความต้องการการมีส่วนร่วมในด้านการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศมากขึ้น เพราะทราบข้อมูลเชิงลึกของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการเป็นอย่างดี อีกทั้งยังมีความชำนาญในพื้นที่ของตน และทราบว่าควรจะต้องมีการปฏิบัติอย่างไรบ้างตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดโครงการ เพื่อการใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด จึงมีความสัมพันธ์กับขั้นตอนการตัดสินใจ ($P=0.140$) และการมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน ($P=0.169$) สอดคล้องกับวิภาดา มุกดา (2547) ที่รายงานว่า ระยะเวลาที่พักอาศัยของประชาชนในจังหวัดตากมีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของจังหวัด โดยประชาชนส่วนใหญ่มีระยะเวลาพักอาศัยอยู่ในพื้นที่ประมาณ 16-25 ปี

อายุ มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ (P=0.312) เนื่องจากคนที่มีอายุมากกว่าย่อมมีประสบการณ์และความสามารถในการใช้เหตุผล อีกทั้งยังมีจิตอาสามากกว่าคนที่มีอายุน้อย โดยมีความสัมพันธ์กับขั้นตอนการตัดสินใจ (P=0.150) สอดคล้องกับ Intayon (2002) ที่รายงานว่า ผู้ที่มีอายุมากกว่ามีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

Table 4 Relationship between demographic with participation needs in eco-tourism management.

Demographic of farmers	Participation needs in eco-tourism management				Total participation needs
	Decision	Implementation	Benefit gained	Follow-up	
Age (years)	0.150**	0.142	0.023	0.003	0.132*
Period of livings (years)	0.140**	0.169**	0.087	0.025	0.157**
Land holding (rai)	-0.097	-0.114*	-0.163*	-0.136**	-0.166*
Total income (baht)	0.261**	0.401**	-0.022	0.010	0.270**
Family members (persons)	-0.930	-0.197**	-0.107*	-0.141**	-0.182**
Agri-labour (persons)	0.154**	0.326**	-0.076	0.047	0.208**

**,* Statistical significance level at 0.01 and 0.05 respectively.

ความสัมพันธ์ระหว่างการเปิดรับข้อมูลข่าวสารกับความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

เกษตรกรต้นแบบ มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ (P=-0.250) ถ้าเกษตรกรเปิดรับข่าวสารผ่านเกษตรกรต้นแบบเพิ่มขึ้นจะมีความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศลดลง ทั้งในด้านการตัดสินใจ (P=-0.210) และในด้านการรับผลประโยชน์ (P=-0.188) เนื่องจากเกษตรกรต้นแบบในจังหวัดสมุทรปราการส่วนใหญ่ เป็นเกษตรกรรายใหญ่ที่มีความพร้อมในด้านปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศกับมีบริบทที่แตกต่างกัน แต่ว่าการเปิดรับข่าวสารจากเกษตรกรต้นแบบที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความต้องการการมีส่วนร่วมในการดำเนินงานนั้นเพิ่มขึ้น (P=0.243) เพราะทำให้ทราบถึงการดำเนินงานอย่างเป็นระบบของมืออาชีพจากเกษตรกรต้นแบบ

แผ่นพับ/ใบปลิว มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ โดยรวม (P=0.215) และในทุกขั้นตอน ได้แก่ การมีส่วนร่วมในการติดตามผล (P=0.197) การดำเนินงาน (P=0.192) การได้รับผลประโยชน์ (P=0.140) และการตัดสินใจ (P=0.134) เนื่องจากแผ่นพับ/ใบปลิวสามารถให้ข้อมูลได้อย่างละเอียดถี่ถ้วนและพกพาติดตัวได้ง่ายจึงเหมาะสมที่จะสร้างการรับรู้และความเข้าใจแก่ผู้อ่านได้ง่าย ผู้อ่านจึงนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ประกอบการพิจารณาและการทบทวนก่อนการตัดสินใจปฏิบัติได้โดยง่าย

แปลงเรียนรู้ของเกษตรกร มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ (P=0.162) โดยมีความสัมพันธ์ทั้งในด้านการได้รับผลประโยชน์ (P=0.220) การติดตามผล (P=0.147) และการดำเนินงาน (P=0.134) เนื่องจากเกษตรกรได้ลงมือปฏิบัติจริงในทุกขั้นตอนของแปลงเรียนรู้จึงสามารถสร้างความเข้าใจและความมั่นใจสำหรับการมีส่วนร่วมดังกล่าวนี้ได้เป็นอย่างดี

การจัดประกวด มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ (P=0.122) โดยมีความสัมพันธ์ในด้านการได้รับประโยชน์ (P=0.127) กับการดำเนินงาน (P=0.117) เนื่องจากสามารถแสดงผลลัพธ์ที่เป็นจริงในเชิงเปรียบเทียบเกี่ยวกับประโยชน์ที่จะได้รับและการดำเนินงาน ทำให้เกษตรกรมีความมั่นใจในสิ่งที่เกิดขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับภาสกร นันทพานิช (2555) ที่กล่าวว่า การให้เกษตรกรมีการศึกษาดูงานในแปลงเกษตรอินทรีย์ที่จัดประกวดจะทำให้เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้น

Table 5 Relationship between media exposure of farmers with participation need in eco-tourism management.

Type of media	Source of information	Participation needs in eco-tourism management				Total participation needs
		Decision	Implementation	Benefit gained	Follow-up	
Mass media	TV	-0.790	-0.045	-0.130*	-0.120	-0.106
	Youtube	0.180	-0.137	-0.094	-0.062	-0.082
	Radio	-0.550	-0.470	0.063	0.051	-0.020
	Others	-0.005	0.014	0.063	0.014	0.016
Printed media	Newspapers	0.155	0.066	-0.030	0.100	0.121
	Agri-journal	-0.002	0.106	-0.103	0.005	0.030
	Leaflet	0.134*	0.192**	0.140*	0.197**	0.215**
Activity media	Demonstrated plot	0.038	0.195	0.269*	0.196	0.241
	Learning plot	0.035	0.134*	0.220**	0.147**	0.162**
	Exhibition	-0.136	0.190	0.312	0.276	0.218
	Contest	0.420	0.117*	0.127*	0.103	0.122*
Social media	Community radio	-0.069	0.063	-0.124	-0.021	-0.029
	Facebook	-0.138*	-0.124	-0.048	-0.064	-0.099
	Community cable	-0.030	-0.104	0.126	0.083	0.010
	Twitter	-0.080	-0.004	0.011	-0.004	-0.029
Personal media	Agri-extension officer	0.058	0.083	0.064	0.126*	0.063
	Village agri-volunteer	-0.122	-0.085	0.009	0.014	-0.079
	Role model farmer	-0.210**	0.243**	-0.188**	-0.097	-0.250**
	Agri-scholar	0.058	0.083	0.064	0.126*	-0.240

**,* Statistical significance level at 0.01 and 0.05 respectively.

สรุปผลการศึกษา

เกษตรกรโดยส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 46.61 ปี ส่วนใหญ่มีศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พักอาศัยในจังหวัดสมุทรปราการเฉลี่ย 44.89 ปี มีพื้นที่ถือครองโดยเฉลี่ย 10.97 ไร่ มีรายได้โดยรวมเฉลี่ย 354,116.21 บาท/ปี มีสมาชิกในครัวเรือนน้อยกว่า 5 คน และมีจำนวนแรงงานในการเกษตรน้อยกว่า 2 คน เกษตรกรเปิดรับข้อมูลข่าวสารผ่านสื่อมวลชนซึ่งส่วนใหญ่เปิดรับผ่านทางโทรทัศน์ ยูทูป วิทยุกระจายเสียง และสื่อมวลชนอื่น ๆ ส่วนสื่อสิ่งพิมพ์เปิดรับข่าวสารผ่านทางหนังสือพิมพ์ วารสารทางการเกษตร แผ่นพับ/ใบปลิว สื่อสังคมเปิดรับข่าวสารผ่านทางหอกระจายเสียง เฟซบุ๊ก เคเบิลทีวี ห้องถิ่นในชุมชน และทีวีเตอร์ และสื่อบุคคลเปิดรับข่าวสารผ่านทางเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน เกษตรกรต้นแบบ และปราชญ์เกษตร ส่วนความน่าเชื่อถือของสื่อโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยพิจารณาเป็นรายชนิดสื่อพบว่า เกษตรกรมีความเชื่อถือในสื่อกิจกรรมและสื่อมวลชนในระดับมาก ในขณะที่สื่อบุคคล สื่อสังคม และสื่อสิ่งพิมพ์ได้รับความเชื่อถือในระดับปานกลาง

ความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของเกษตรกรจังหวัดสมุทรปราการ โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาในรายด้านพบว่า เกษตรกรมีความต้องการในการมีส่วนร่วมระดับปานกลาง ด้านการมีส่วนร่วมในการดำเนินงานและการมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ รองลงมาคือ การมีส่วนร่วมในการติดตามประเมินผลร่วมกันและการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศโดยรวม ได้แก่ อายุ ระยะเวลาที่พักอาศัย ขนาดพื้นที่ถือครอง รายได้รวม และจำนวนสมาชิกในครัวเรือน และการเปิดรับสื่อผ่านพี/ไบปลิว แพลตฟอร์มของเกษตรกร การจัดประกวด และเกษตรกรต้นแบบ ส่วนปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในด้านการตัดสินใจ ได้แก่ อายุ ระยะเวลาที่พักอาศัย รายได้ จำนวนแรงงานในการเกษตร และการเปิดรับสื่อผ่านพี/ไบปลิว เฟซบุ๊ก และเกษตรกรต้นแบบ สำหรับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในด้านการดำเนินงาน ได้แก่ ระยะเวลาที่พักอาศัย รายได้ จำนวนแรงงานในการเกษตร ขนาดพื้นที่ถือครอง จำนวนสมาชิกในครัวเรือน และการเปิดรับสื่อผ่านพี/ไบปลิว แพลตฟอร์มของเกษตรกร การจัดประกวด และเกษตรกรต้นแบบ ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในด้านการรับผลประโยชน์ ได้แก่ ขนาดพื้นที่ถือครอง จำนวนสมาชิกในครัวเรือน และการเปิดรับสื่อโทรทัศน์ ผ่านพี/ไบปลิว แพลตฟอร์มของเจ้าหน้าที่ แพลตฟอร์มของเกษตรกร การจัดประกวด และเกษตรกรต้นแบบ ส่วนปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในด้านการติดตามประเมินผล ได้แก่ ขนาดพื้นที่ถือครอง จำนวนสมาชิกในครัวเรือน และการเปิดรับสื่อผ่านพี/ไบปลิว แพลตฟอร์มของเกษตรกร เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และเกษตรกรต้นแบบ

การสร้างการมีส่วนร่วมในการจัดการแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศของเกษตรกรในจังหวัดสมุทรปราการ ควรเริ่มต้นจากเกษตรกรกลุ่มที่มีประสบการณ์สูงและมีความชำนาญในพื้นที่ ร่วมกับเกษตรกรหัวก้าวหน้าหรือเกษตรกรรายใหญ่ที่มีรายได้และแรงงานจำนวนมาก เพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูลหรือการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และตัดสินใจในการกำหนดเป้าหมายและวางแผนการดำเนินงาน ในส่วนของการดำเนินงานก็ควรให้เกษตรกรรายย่อยได้มีส่วนร่วมกับผู้มีความชำนาญในพื้นที่และเกษตรกรต้นแบบ ส่วนในด้านการรับผลประโยชน์และการติดตามประเมินผลควรให้เกษตรกรรายย่อยซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้ขับเคลื่อนการดำเนินงาน และได้รับผลประโยชน์เข้ามาเป็นแกนหลักเพื่อที่จะเป็นผู้สะท้อนถึงปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนาและการมีส่วนร่วมต่อไป

ควรใช้สื่อชนิดผ่านพี/ไบปลิวในการให้ข้อมูลแก่เกษตรกรในทุกขั้นตอนของการมีส่วนร่วม โดยในขั้นตอนการตัดสินใจ ควรลดบทบาทของสื่อชนิดเฟซบุ๊กและเกษตรกรต้นแบบ เพื่อป้องกันความไม่สอดคล้องของข้อมูล ส่วนในด้านการดำเนินงานควรให้เกษตรกรได้เยี่ยมชมงานการประกวด แล้วจึงทดลองปฏิบัติจริงด้วยตัวเอง ร่วมกับการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเกษตรกรต้นแบบ เพื่อให้เกษตรกรเกิดความเข้าใจและมีความมั่นใจในทุกขั้นตอนของการปฏิบัติ ส่วนในด้านการรับผลประโยชน์ควรให้เกษตรกรได้จัดทำแปลงเรียนรู้และการจัดประกวดเพื่อให้มั่นใจในสิ่งที่จะเกิดขึ้น แต่ควรลดบทบาทของเกษตรกรต้นแบบลงบ้าง โดยในการติดตามและประเมินผลควรให้เกษตรกรได้นำข้อมูลจากการปฏิบัติจริง มาเปรียบเทียบหรือแลกเปลี่ยนกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรและเกษตรกรต้นแบบ เพื่อปรับเปลี่ยนเป้าหมายหรือการดำเนินงานให้มีความสอดคล้องกับหลักวิชาการและแหล่งทรัพยากรในชุมชน

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. 2558. ยุทธศาสตร์การท่องเที่ยวไทย พ.ศ.2558-2560. กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา https://www.mots.go.th/ewt_dl_link.php?nid=7114 (5 มีนาคม 2561).
- จันทร์พร ช่วงโชติ. 2558. นวัตกรรมจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศบนฐานชุมชนในเขตอุทยานแห่งชาติภาคตะวันตกของประเทศไทย. ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ดิเรก ฤกษ์ห่วย. 2527. ส่งเสริมการเกษตร : หลักการและวิธีการ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ถนอมจิตต์ รื่นเรือง. 2550. พัฒนาการการท่องเที่ยวในจังหวัดสมุทรปราการ พ.ศ. 2489-2549. วิทยานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาประวัติศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บ้องศักดิ์ ทองเนื้อแข็ง. 2552. การจัดทำรายการนำเที่ยวโดยชุมชนมีส่วนร่วมในรูปแบบการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ เขตพื้นที่เทศบาลตำบลพะวง. สงขลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- ภัทรวดี จินดารักษ์. 2559. การท่องเที่ยวชุมชนกับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมพื้นที่สีเขียว ตำบลบางกะเจ้า และตำบลบางน้ำผึ้ง อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ. วิทยานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการบริหารทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ภาสกร นันทพานิช. 2555. ผลของการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมต่อการปฏิบัติการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรในจังหวัดศรีสะเกษ. *แก่นเกษตร*, 40: 207-216.

- วิทยา เจียรพันธ์, ปัญญา อีระวิทยเลิศ, สรวิชัย เปรมชื่น, สุดา ยิ่งวิเศษ, บุญลือ ตีรพจน์ย์, สุพรรณณี อัศวศิริเลิศ และรำพึง สว่างเดือน. 2551. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยหนี้สินภาคครัวเรือนของเกษตรกรในชนบทไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. https://elibrary.trf.or.th/project_content.asp?PJID=RDG4940002 (5 มีนาคม 2561).
- วิภาดา มุกดา. 2547. การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ อำเภออุ้มผาง จังหวัดตาก. *SDU Res. J.* 10(3): 55-73.
- ศรัญญา หงษ์แพง. 2553. แนวทางการบริการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศที่มีต่อความพึงพอใจของนักท่องเที่ยว : กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติภูเรือ อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย. *ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการจัดการและการประเมินโครงการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.*
- อานิสค์ โอทาทะวงค์. 2557. การมีส่วนร่วมของประชาชนต่อการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ทะเลบัวแดง ในเขตเทศบาลตำบลเชียงแหว อำเภอภูพาน จังหวัดอุดรธานี. *วารสารวิทยบริการมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์* 25(1): 47-53.
- อรัญญา ปฐมสกุล, วิศาล ศรีมหาวโร และสมคิด รัตนพันธุ์. 2560. การพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของชุมชน : กรณีศึกษา ตำบลท่าชนะ อำเภوتاชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี. *วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี* 4(1): 177-194.
- Hansasiriphot, B., Wanphicchit, L., and S., Ninsamrit, (1998). Kwamkithen Kan Mi Suanruam Nai Kan Ting Khaya Lae Raka Kwam sa-at Khong Khon Nai Krungthepmahanakon (In Thai). In *Final research report*. Bangkok: Nation Institute of Development Administration Research Center.
- Intayon, J. (2002). Participation in Tourism Management : A case study of pongroan Village, Mai Phattana Sub-district, Ko Kha District, Lampang. Chaing Mai University.
- Krejcie, R. V., and D.W., Morgan, (1970). Determination sample size for research activities. *Education and Psychology Measurement* 30(3): 607-610.

วันรับบทความ (Received date) : 22 มิ.ย. 61

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 4 ต.ค. 61

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 23 ก.ค. 61

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจซื้อผักสดที่ร้านค้าในองค์การตลาดเพื่อเกษตรกร

Factors Related to Decision to Purchase Fresh Vegetables

at Shops in Marketing Organization for Farmers

ธีรอนันต์ ภาสภิรมย์¹ พัฒนา สุขประเสริฐ¹ และสาวิตรี รังสิภัทร¹

Teetanath Paspirom¹, Patana Sukprasert¹ and Savitree Rangsihaht¹

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1. ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคลและความคิดเห็นของผู้บริโภค 2. การรับรู้และการค้นหาข้อมูลของผู้ที่ตัดสินใจซื้อผักสดของผู้บริโภคในด้านส่วนประสมการตลาด และ 3. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดต่อการตัดสินใจซื้อผักสดของผู้บริโภค การวิจัยเชิงสำรวจนี้ใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือ กลุ่มตัวอย่างคือ ผู้บริโภคที่ตัดสินใจซื้อผักสด จำนวน 171 คน ที่ร้านค้าใน อ.ต.ก. ได้แก่ โครงการศิลปอาชีพ โครงการหลวง และตลาดสดในพื้นที่ อ.ต.ก. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าไคสแควร์

ผลการวิจัยพบว่า 1. ผู้บริโภคที่ซื้อผักสดที่ร้านค้าใน อ.ต.ก. ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 60.8) สถานภาพสมรส (ร้อยละ 62.6) จำนวนสมาชิกในครอบครัว 3-4 คน (ร้อยละ 50.9) ช่วงอายุ 55-77 ปี (ร้อยละ 36.3) ระดับการศึกษาปริญญาตรีขึ้นไป (ร้อยละ 83.6) ประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว (ร้อยละ 33.3) มีรายได้ 45,001-100,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 36.8) ใช้ระยะเวลาเดินทางมา อ.ต.ก. 16-30 นาที (ร้อยละ 40.2) มีการรับข้อมูลข่าวสารด้านผักสด (ร้อยละ 69.0) มีความคิดเห็นเกี่ยวกับผักสดอยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 50.8) มีความคิดเห็นด้านสุขภาพอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 81.8) 2. การรับรู้ข้อมูลด้านส่วนประสมการตลาดก่อนการตัดสินใจซื้อผักสดที่ร้านค้าใน อ.ต.ก. พบว่ามีการรับรู้ในทุกด้านแต่มีการค้นหาข้อมูลเฉพาะในด้านสถานที่ และ 3. ผลการทดสอบสมมติฐานด้วยวิธีการทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดต่อการตัดสินใจซื้อผักสด พบว่า รายได้ต่อเดือนมีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจซื้อในทุกด้าน รองลงมาคือจำนวนสมาชิกในครอบครัว และการรับรู้ข้อมูลข่าวสารของผักสด

คำสำคัญ: การตัดสินใจซื้อ ผักสด องค์การตลาดเพื่อเกษตรกร ส่วนประสมการตลาด ผู้บริโภค

Abstract

This research was to investigate: 1. the basic demographic factors and consumer's opinion, 2. perception and search of information of consumers who decide to buy fresh vegetables in the field of marketing mix and 3. factors related to marketing mix towards decision to purchase fresh vegetables of consumers. This survey research employed the interview schedule as an instrument. Samples were 171 consumers at shops in M.O.F.; namely, The Arts and Crafts Project, The Royal Project and Vegetable Market in M.O.F. Statistic to analyze data included frequency, percentage, arithmetic mean, minimum, maximum and Chi-square test. Research findings revealed 1. most consumers who purchased fresh vegetables at shops in M.O.F. were female (60.8%), married (62.6%), had 3-4 household members (50.9%), aged between 55-77 years old (36.3%), attained bachelor's degree and above (83.6%), had own business (33.3%), earned salary 45,001-100,000 Baht (36.8%), took 16-30 minutes (46.2%) to M.O.F. and perceived information about fresh vegetables (69.0%). There was a high level of opinion about fresh vegetables (50.8%) and had moderate level of opinion about health (81.8%). 2. Perception of the marketing mix were being perceived all components but only search for information of place. 3. The result from the hypothesis testing at 0.05 statistical significance level between factors related to marketing mix towards decision to purchase fresh vegetables found that the monthly income had relationship with purchasing decision in all aspects followed by number of family members and information perception of fresh vegetables.

Keywords: decision of purchasing, fresh vegetables, marketing organization for farmers, marketing mix, consumer

¹ ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

*Corresponding author, Email: goodtime.tortuu@gmail.com

คำนำ

การตระหนักในด้านสุขภาพของคนในสังคมในยุคโลกาภิวัตน์ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงนโยบายทางด้านอาหารและการเกษตร ได้นำมาสู่การเกษตรที่มุ่งเน้นด้านสุขภาพทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคควบคู่กับการค้าและการบริโภคผักสด ช่องทางบริโภคผักสดที่ได้มาตรฐาน มีคุณภาพ หรือน่าเชื่อถือนั้นมีหลากหลายช่องทาง เช่น สั่งตรงจากฟาร์ม ห้างสรรพสินค้า ซื้อมตามร้านสะดวกซื้อ หรือซื้อจากตลาดสดที่มีมาตรฐาน เป็นต้น จากการสำรวจสถานการณ์ความปลอดภัยด้านอาหาร พ.ศ. 2550 พบว่า ตลาดสดผ่านเกณฑ์ตลาดสดน่าซื้อเพียงร้อยละ 68.6 (ปานนที เอกะจัมปะกะ และนิธิศ วัฒนมะโน, 2552) ซึ่งการซื้อสินค้าประเภทผักสดนั้น ต้องคำนึงถึงความน่าเชื่อถือของทั้งสถานที่จำหน่าย ที่มาของสินค้า หรือตรารับรองต่าง ๆ ในปี 2547 รัฐบาลได้ประกาศนโยบายอาหารปลอดภัย (food safety policy) ซึ่งทำให้เกิดความตื่นตัวและกระแสแรงจูงใจเรื่องความปลอดภัยจากฟาร์มสู่โต๊ะอาหาร (farm to table) ทำให้ผู้ประกอบการตลาดมีการปรับปรุงพัฒนาตลาดขึ้น (กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2553) ซึ่งในปี 2553 องค์การตลาดเพื่อเกษตรกร (อ.ต.ก.) ได้รับป้ายรับรองมาตรฐานอาหารปลอดภัยระดับเพชรจากสำนักงานกรุงเทพมหานคร และเป็นตลาดต้นแบบ โดย อ.ต.ก. ดำเนินการควบคุมดูแลด้านสุขอนามัยตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 นอกจากนี้ยังได้ขอความร่วมมือจากหน่วยงานรัฐ โดยเฉพาะกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กรมอนามัย และกระทรวงสาธารณสุข ในการตรวจสอบความปลอดภัยของอาหารและคุณภาพของสินค้าเกษตร (องค์การตลาดเพื่อเกษตรกร, 2553)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจทำการศึกษาที่ตลาด อ.ต.ก. ซึ่งเป็นตลาดสดต้นแบบ เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจซื้อผักสดของผู้บริโภค ทั้งในด้านปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล และส่วนประสมการตลาด (marketing mix) ที่เกี่ยวข้องกับราคา (price) สถานที่ (place) ผลิตภัณฑ์ (product) และการส่งเสริมการตลาด (promotion) (Kotler, 2003) เพื่อเป็นแนวทางสำหรับให้ตลาดสดสามารถทำการตลาดได้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคได้ดียิ่งขึ้น และเป็นแนวทางในการปรับปรุงเพื่อตอบสนองผู้บริโภคผักสดในยุคปัจจุบัน

วิธีการศึกษา

ประชากรและตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือผู้บริโภคที่ตัดสินใจซื้อผักสดที่ร้านค้าในองค์การตลาดเพื่อเกษตรกร ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการสุ่มแบบบังเอิญ (accidental sampling) โดยเก็บข้อมูลจากผู้เข้ามาซื้อผักสด 3 แห่ง ได้แก่ บริเวณตลาดสด ร้านค้าโครงการหลวง และร้านค้าศิลาปาศีพ แห่งละ 57 คน รวม 171 คน โดยใช้สูตรการคำนวณแบบไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอนของ Cochran (สุวิมล ศิริกาพันธ์, 2557) ความคลาดเคลื่อนในการประมาณสัดส่วนประชากรทั้งหมดที่ยอมรับได้ร้อยละ 7.5 (ไม่เกินร้อยละ 10) (สุรินทร์ นียมมากุล, 2556)

เครื่องมือและการทดสอบเครื่องมือ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) โดยใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้บริโภคที่ตัดสินใจซื้อผักสดที่ร้านค้าในองค์การตลาดเพื่อเกษตรกร (อ.ต.ก.) จตุจักร จำนวน 171 คน โดยมีการทดสอบความเชื่อมั่น (reliability) ของเครื่องมือ โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) (สุรินทร์ นียมมากุล, 2553) จากการทดสอบกับกลุ่มผู้ซื้อที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.783

การแปลความหมาย

การวัดค่าตัวแปรของระดับการรับรู้และการค้นหาข้อมูลของผู้บริโภคที่ตัดสินใจซื้อผักสดในองค์การตลาดเพื่อเกษตรกร มีคะแนนต่ำสุด คือ 0 (ไม่รับรู้และไม่ค้นหา) และคะแนนสูงสุดคือ 1 (รับรู้และค้นหา) โดยแบ่งสรุปออกเป็น 2 อันตรภาคชั้น โดยใช้สูตร (ค่าสูงสุด - ค่าต่ำสุด) / จำนวนอันตรภาคชั้น ได้เกณฑ์ในแต่ละอันตรภาคชั้น ดังนี้

การรับรู้ข้อมูล	การค้นหาข้อมูล	ระดับคะแนน
รับรู้	ค้นหา	0.51-1.00
ไม่รับรู้	ไม่ค้นหา	0.00-0.50

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการบรรยายคุณลักษณะของข้อมูล และใช้สถิติอนุมาน ได้แก่ ค่าไคสแควร์ (Chi-square test) ในการอธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ต่อการรับรู้และการค้นหาข้อมูลของผู้ซื้อผักสดที่ร้านค้าในองค์การตลาดเพื่อเกษตรกร

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคลและความคิดเห็นของผู้บริโภค

ผู้บริโภคที่ซื้อผักสดที่ร้านค้าในองค์การตลาดเพื่อเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 60.8) สถานภาพสมรส (ร้อยละ 62.6) มีสมาชิกในครอบครัว 3-4 คน (ร้อยละ 50.9) มีอายุระหว่าง 55-77 ปี (ร้อยละ 36.3) โดยจบการศึกษาในระดับปริญญาตรีขึ้นไป (ร้อยละ 83.6) และประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว (ร้อยละ 33.3) มีรายได้เฉลี่ย 45,001-100,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 36.8) ใช้ระยะเวลาในการเดินทางมาตลาด 16-30 นาที (ร้อยละ 46.2) โดยระยะเวลาเดินทางเฉลี่ย 35.03 นาที และส่วนใหญ่มีการรับข่าวสารของผักสดในตลาด (ร้อยละ 69.0) มีความคิดเห็นเกี่ยวกับผักสดในระดับมาก (ร้อยละ 50.8) และมีความคิดเห็นด้านสุขภาพในระดับปานกลาง (ร้อยละ 81.8) จากการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ที่มาซื้อผักสดที่ตลาดเป็นเพศหญิง อายุค่อนข้างมาก สมรสแล้ว มีครอบครัว และมีรายได้สูง โดยนิยมซื้อผักสดซึ่งมีราคาค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับผักอื่น ๆ โดยทั่วไปเป็นลักษณะของแม่บ้านที่มาจับจ่ายซื้อของ เพื่อนำไปประกอบอาหารที่บ้าน และมีแนวโน้มด้านการรักษาสุขภาพ เนื่องจากมีความคิดเห็นเกี่ยวกับผักสดและความคิดเห็นด้านสุขภาพในระดับปานกลาง

Table 1 Basic demographic factors and consumers' opinion (n=171).

Basic demographic factors	Frequency	Percentage
Gender		
Male	67	39.2
Female	104	60.8
Marital status		
Single	64	37.4
Married	107	62.6
Household members (persons)		
1-2	45	26.3
3-4	87	50.9
5-10	39	22.8
Mean = 3.66, Min = 1, Max = 10, S.D. = 1.89		
Age (years)		
20-42	57	33.3
43-54	52	30.4
55-77	62	36.3
Mean = 46.96, Min = 20, Max = 77, S.D. = 1.34		
Educational level		
Lower than bachelor's degree	28	16.4
Bachelor's degree and above	143	83.6
Occupation		
Government / state enterprises	32	18.7
Private company employee	27	15.8
Own business	57	33.3
Maid / housewives	55	32.2

Table 1 (continued).

Basic demographic factors	Frequency	Percentage
Income (Baht)		
5,000-20,000	56	32.7
20,001-45,000	52	30.5
45,001-100,000	63	36.8
Mean = 41,140, Min = 5,000, Max = 100,000, S.D. = 2.77		
Travelling to market (minute)		
5-15	46	26.9
16-30	79	46.2
31-120	46	26.9
Mean = 35.03, Min = 5, Max = 120, S.D. = 2.54		
Information perception on fresh vegetables in the market		
Perception	118	69.0
Not perception	53	31.0
Opinion about fresh vegetables		
Low	29	17.0
Moderate	55	32.2
High	87	50.8
Opinion about health		
Low	8	4.7
Moderate	140	81.8
High	23	13.5

การรับรู้และการค้นหาข้อมูลของผู้ที่ตัดสินใจซื้อผักสดของผู้บริโภคในด้านส่วนประสมการตลาด

การตัดสินใจซื้อด้านราคามีการรับรู้ ($\bar{x} = 0.614$) แต่ไม่มีการค้นหาข้อมูล ($\bar{x} = 0.386$) ส่วนด้านสถานที่ที่มีการรับรู้ ($\bar{x} = 0.894$) และค้นหาข้อมูล ($\bar{x} = 0.631$) การตัดสินใจด้านส่งเสริมการขายมีการรับรู้ ($\bar{x} = 0.555$) แต่ไม่ค้นหาข้อมูล ($\bar{x} = 0.403$) และการตัดสินใจด้านผลิตภัณฑ์มีการรับรู้ ($\bar{x} = 0.894$) แต่ไม่มีการค้นหาข้อมูล ($\bar{x} = 0.497$) จากการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคมีการรับรู้ในทุกด้านของส่วนประสมการตลาดแต่มีการค้นหาข้อมูลด้านสถานที่เพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับ สุดาพร กุณทลบุตร (2552) ที่ได้กล่าวว่า การซื้อสินค้าในชีวิตประจำวัน ราคาไม่สูงมาก สามารถตัดสินใจซื้อได้ง่าย จึงไม่จำเป็นต้องหาข้อมูลประกอบการตัดสินใจมาก ประกอบกับตลาด อ.ต.ก. เป็นตลาดที่มีชื่อเสียง ผู้บริโภคจึงให้การยอมรับได้ในทุกด้าน ทั้งด้านราคา สถานที่ การส่งเสริมการขาย และผลิตภัณฑ์ ส่วนด้านสถานที่ที่มีการค้นหาข้อมูลก่อนซื้อ เนื่องจากผู้บริโภคอาจมีความกังวลเกี่ยวกับความสะดวกในการเดินทาง สถานที่จอดรถ ความสะดวก และระยะเวลาในการเดินทาง เป็นต้น

Table 2 Perception and search of information of consumers who decide to buy fresh vegetables in the field of marketing mix (n=171).

Marketing mix	Decision to purchase	
	Perception before purchasing (\bar{x})	Searching for information before purchasing (\bar{x})
Price	0.614 (Being perceived)	0.386 (No searching for information)
Place	0.894 (Being perceived)	0.631 (Searching for information)
Promotion	0.555 (Being perceived)	0.403 (No searching for information)
Product	0.894 (Being perceived)	0.497 (No searching for information)

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดต่อการตัดสินใจซื้อผักสดของผู้บริโภค

สถานภาพมีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดด้านราคา จำนวนสมาชิกในครอบครัวมีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดด้านราคา สถานที่ และส่งเสริมการขาย อายุมีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดด้านส่งเสริมการขาย เพียงอย่างเดียว อาชีพมีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดด้านผลิตภัณฑ์เพียงอย่างเดียว รายได้ต่อเดือนมีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดในทุกด้าน ระยะเวลาเดินทางมาตลาดมีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดด้านผลิตภัณฑ์เพียงอย่างเดียว การรับรู้ข้อมูลข่าวสารของผักสดมีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดด้านราคา สถานที่ และผลิตภัณฑ์ ความคิดเห็นเกี่ยวกับผักสดมีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดด้านสถานที่เพียงอย่างเดียว และความคิดเห็นด้านสุขภาพมีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดด้านส่งเสริมการขายเพียงอย่างเดียว สรุปได้ว่ารายได้ต่อเดือนมีความสัมพันธ์มากที่สุด โดยมีความสัมพันธ์ในทุกด้าน ซึ่งสอดคล้องกับวนาลักษณ์ อารังดิกลตระกูล (2547)

Table 3 Factors related to marketing mix towards decision to purchase fresh vegetables of consumers (n=171).

Basic demographic factors and consumer's opinion	Price	Place	Promotion	Product
Gender	0.491	3.407	0.241	1.301
Marital status	5.095*	2.250	0.143	2.250
Household members	6.387*	12.761**	7.708*	4.904
Age	2.977	1.855	6.435*	4.382
Educational level	1.805	0.018	0.102	0.013
Occupation	2.204	2.980	6.874	13.520**
Income	7.468*	12.182**	18.339**	14.459**
Travelling to market	1.392	3.385	1.943	9.972**
Information perception on fresh vegetables in the market	8.459**	5.004*	0.366	9.492**
Opinion about fresh vegetables	1.137	6.159*	2.648	2.001
Opinion about health	3.095	5.425	9.024*	3.888

** $p \leq 0.01$, * $p \leq 0.05$.

สรุปผลการศึกษา

ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคลและความคิดเห็นของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ที่มาซื้อผักสดที่ตลาดเป็นเพศหญิง อายุค่อนข้างมาก อยู่ในช่วง 55-77 ปี คิดเป็นร้อยละ 36.3 สมรสแล้ว มีครอบครัว มีรายได้สูง มีแนวโน้มด้านการรักษาสุขภาพ เนื่องจากมีผลความคิดเห็นเกี่ยวกับผักสดและความคิดเห็นด้านสุขภาพในระดับปานกลาง

การรับรู้และการค้นหาข้อมูลของผู้ที่ตัดสินใจซื้อผักสดของผู้บริโภค ในด้านของส่วนประสมการตลาด พบว่า การตัดสินใจซื้อด้านราคามีการรับรู้แต่ไม่มีการค้นหาข้อมูล ส่วนด้านสถานที่ที่มีการรับรู้และค้นหาข้อมูล การตัดสินใจด้านส่งเสริมการขายมีการรับรู้แต่ไม่ค้นหาข้อมูล และการตัดสินใจด้านผลิตภัณฑ์ที่มีการรับรู้แต่ไม่มีการค้นหาข้อมูล แสดงว่าผู้บริโภคมีการรับรู้ในทุกด้านของส่วนประสมการตลาดแต่มีการค้นหาข้อมูลด้านสถานที่เพียงอย่างเดียว

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดต่อการตัดสินใจซื้อผักสดของผู้บริโภค พบว่า สถานภาพมีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดด้านราคา จำนวนสมาชิกในครอบครัวมีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดด้านราคา สถานที่ และส่งเสริมการขาย อายุมีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดด้านส่งเสริมการขายเพียงอย่างเดียว อาชีพมีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดด้านผลิตภัณฑ์เพียงอย่างเดียว รายได้ต่อเดือนมีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดในทุกด้าน ระยะเวลาเดินทางมาตลาดมีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดด้านผลิตภัณฑ์เพียงอย่างเดียว การรับรู้ข้อมูลข่าวสารของผักสดมีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดด้านราคา สถานที่ และผลิตภัณฑ์ ความคิดเห็นเกี่ยวกับผักสดมีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดด้านสถานที่เพียงอย่างเดียว และความคิดเห็นด้านสุขภาพมีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดด้านส่งเสริมการขายเพียงอย่างเดียว สรุปได้ว่า รายได้ต่อเดือนมีความสัมพันธ์มากที่สุด โดยมีความสัมพันธ์กับส่วนประสมการตลาดต่อการตัดสินใจซื้อผักสดในทุกด้าน ผู้บริโภคส่วนใหญ่รายได้เฉลี่ยอยู่ที่ 41,140.35 บาท ช่วงที่พบมากที่สุดคือ 45,001-100,000 บาท ซึ่งเป็นช่วงที่มีรายได้สูงที่สุด หมายความว่าผู้มีรายได้แตกต่างกัน ย่อมมีการตัดสินใจในด้านส่วนประสมการตลาดแตกต่างกัน

จากการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยเห็นว่าควรพัฒนาสินค้าผักสดในระดับ high-end market เนื่องจากผู้บริโภคมีช่วงรายได้สูง และผู้บริโภคต้องการข้อมูลทั้งด้านราคา สถานที่ การส่งเสริมการขาย และผลิตภัณฑ์ ในด้านราคานั้นหากมีข้อมูลประกอบภายในบริเวณที่จำหน่าย เช่น ผักตามฤดูกาล จะทำให้ผู้บริโภคเข้าใจถึงราคาที่เปลี่ยนแปลงของผักได้ ในด้านสถานที่ จากการสอบถามเพิ่มเติม ผู้บริโภคให้ความสนใจด้านความสะดวกของสถานที่ซึ่งควรรักษาความสะดวกอย่างสม่ำเสมอ ด้านผลิตภัณฑ์ คุณภาพของผักเป็นสิ่งสำคัญและเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคให้ความสนใจคือ ตลาด อ.ต.ก. จึงควรมีการตรวจคุณภาพสม่ำเสมอและแสดงการตรวจคุณภาพให้ผู้บริโภคทราบเพื่อให้เกิดความมั่นใจ ส่วนการส่งเสริมการขาย ผู้บริโภคต้องการข้อมูลข่าวสารด้านผักสดจึงควรพัฒนาการประชาสัมพันธ์ เช่น เว็บไซต์ เป็นต้น ผู้วิจัยเห็นว่าผู้มีรายได้นั้นสามารถใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีค่าใช้จ่ายต่ำ อุปกรณ์และอินเทอร์เน็ตได้สะดวก และควรให้ข้อมูลในทุกด้าน ทั้งราคา สถานที่ การส่งเสริมการขาย และผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้ประกอบในการตัดสินใจ

เอกสารอ้างอิง

- กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2553. *กว่าจะเป็นตลาดสดน่าซื้อ*. กรุงเทพฯ: สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ กระทรวงสาธารณสุข.
- ปานบตี เอกะจิมปะกะ และนิธิต วัฒนมะโน. 2552. *รายงานสถานการณ์สุขภาพประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข.
- วนาลักษณ์ ธีรดิถิตระกุล. 2547. พฤติกรรมผู้บริโภคและส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจบริโภคกาแฟคั่วบดในเขตพญาไท. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุดาพร กุณฑบุตร. 2552. *หลักการตลาด (สมัยใหม่)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรินทร์ นียมางกุล. 2553. *การวิเคราะห์ข้อมูลตัวอย่างความพึงพอใจในสภาพความเป็นอยู่ปัจจุบันของเกษตรกรในชนบทแห่งหนึ่ง*. กรุงเทพฯ: สถาบันกสิกรรม.
- สุรินทร์ นียมางกุล. 2556. *ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์และสถิติที่ใช้*. กรุงเทพฯ: บัณฑิต ภู ญ.
- สุวิมล ติรกันนท์. 2557. *ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์แนวทางการปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- องค์การตลาดเพื่อเกษตรกร. 2553. *รายงานประจำปี 2553*. กรุงเทพฯ: องค์การตลาดเพื่อเกษตรกร.
- อดุลย์ จาตุรงค์กุล และดลยา จาตุรงค์กุล. 2545. *กลยุทธ์การตลาด*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- Kotler, P. 2003. *Marketing management*. Eleventh ed. N.P. United States: Prentice Hall.

วันรับบทความ (Received date) : 1 พ.ค. 61

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 23 ก.ค. 61

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 5 ส.ค. 61

การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสังข์หยด อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา
โดยใช้ปัจจัยทางกายภาพของพื้นที่ปลูกข้าวสังข์หยด จังหวัดพัทลุง

An Analysis of Suitable Area for Planting of Sangyod Rice, Ranot District, Songkhla Province
by Using Physical Factors from Sangyod Rice Area, Pattalung Province

โชติกา รติชลิยกุล¹, สุพรรณ กาญจนสุธรรม¹, ณรงค์ พลธิราช¹, แก้ว นวลฉวี¹ และอรรณวุฒิ นารณกุลพัฒน์¹
Chotika Ratchaliyakul¹, Supan Karnchanasutham¹, Narong Pleerux¹, Kaew Nualchawee¹ and Attawut Nardkulpat¹

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสังข์หยด อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ทำได้โดยการใช้อยู่ปัจจัยทางกายภาพของพื้นที่ปลูกข้าวสังข์หยด จังหวัดพัทลุง มาเป็นต้นแบบในการวิเคราะห์ ซึ่งการได้มาของปัจจัยมาจากการค้นคว้า ทบทวนเอกสาร สอบถามผู้เชี่ยวชาญ รวมถึงการสอบถามความคิดเห็นของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวสังข์หยดทั่วทั้งจังหวัดพัทลุง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาทำการอภิปรายกลุ่ม (focus group) เพื่อจัดลำดับความสำคัญและกำหนดช่วงชั้นของแต่ละปัจจัย โดยผู้ร่วมอภิปรายประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตร ผู้เชี่ยวชาญเรื่องข้าวสังข์หยด ผู้เชี่ยวชาญด้านภูมิสารสนเทศ และผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาที่ดิน ซึ่งสามารถสรุปปัจจัยและค่าถ่วงน้ำหนักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวสังข์หยดได้ทั้งหมด 9 ปัจจัย ดังนี้ 1) การระบายน้ำ มีค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 5, 2) ความลาดชัน มีค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 5, 3) ธาตุอาหารในดิน มีค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 4, 4) ค่าปฏิกิริยาดิน มีค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 3, 5) ปริมาณน้ำฝน มีค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 3, 6) อุณหภูมิ มีค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 2, 7) เนื้อดิน มีค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 2, 8) ความลึกของดิน มีค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 2 และ 9) การใช้ประโยชน์ที่ดิน มีค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 1 จากนั้นใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทำการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมของการปลูกข้าวสังข์หยด อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา พบว่า พื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสังข์หยดส่วนใหญ่อยู่ในระดับเหมาะสมมาก 180,776.54 ไร่ (ร้อยละ 66.02) รองลงมา คือ เหมาะสมปานกลาง 64,826.15 ไร่ (ร้อยละ 23.67) ไม่มีความเหมาะสม 28,100.13 ไร่ (ร้อยละ 10.26) และเหมาะสมน้อย 123.98 ไร่ (ร้อยละ 0.05)

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้าวสังข์หยด พื้นที่เหมาะสม

Abstract

The analysis of suitable area for planting of Sangyod rice in Ranot district, Songkhla province by using physical factors from Sangyod rice area in Pattalung province to be a model for analysis. Analytical factors are derived from research, review the documents, asking the experts including Sangyod rice farmers's opinions in Phatthalung province. After that, bring all the information to focus group process for arrange priority and divide the range of each factor. The participants in the focus group process were different experts including agriculture, Sangyod rice, geoinformatics system and land development. After focus group process, the data were summarized the factors and weighted value of factors that affected the growth of Sangyod rice. The results found that, there are 9 physical factors including: 1) soil drainage (a weighted value is 5), 2) slope (a weighted value is 5), 3) nutrients (a weighted value is 4), 4) soil reaction (a weighted value is 3), 5) annual rainfall (a weighted value is 3), 6) temperature (a weighted value is 2), 7) soil texture (a weighted value is 2), 8) soil depth (a weighted value is 2) and 9) land use (a weighted value is 1). Geographic Information System (GIS) was used for analysis Sangyod rice suitable areas in Ranot district, Songkhla province. The result found that there were 180,776.54 rais (66.02%) are in highly suitable areas of Sangyod rice followed by 64,826.15 rais (23.67%) are in moderately suitable areas, 28,100.13 rais (10.26%) are in unsuitable areas and 123.98 rais (0.05%) are in marginally suitable areas.

Keywords: geographic information system, sangyod rice, suitable area

¹ภาควิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131

*Corresponding author, Email: narukanda@windowslive.com

คำนำ

ในสังคมปัจจุบันคนหันมาให้ความสำคัญกับการดูแลสุขภาพ การออกกำลังกาย การบริโภคอาหารที่มีประโยชน์และปลอดภัย สำหรับการบริโภคนั้นจะเลือกรับประทานอาหารที่มีประโยชน์และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะการบริโภคข้าวพันธุ์ข้าวหลาย ๆ สายพันธุ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกำลังเป็นที่นิยมในกลุ่มคนที่รักสุขภาพ และหนึ่งในนั้น คือ ข้าวสังข์หยด ซึ่งมีถิ่นกำเนิดในจังหวัดพัทลุง ภาคใต้ของประเทศไทย ข้าวสังข์หยดได้รับความนิยมในกลุ่มผู้บริโภคผู้รักสุขภาพอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีกากใย โปรตีน ฟอสฟอรัส และธาตุเหล็กสูง มีแกมมาออโรซานอล กาบา แอนติออกซิแดนต์ ช่วยในการป้องกันมะเร็ง ช่วยชะลอความแก่ ป้องกันความจำเสื่อม บำรุงโลหิต โรคหัวใจ ฯลฯ และเพราะมีกากใยสูงจึงดีต่อระบบขับถ่ายและลำไส้ นอกจากนี้ ข้าวสังข์หยดยังสามารถนำไปใช้แปรรูปเป็นอาหาร ผลิตภัณฑ์เสริมความงาม อาหารเสริม และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อีกมากมาย (จุฑามาศ มณีรัตน์, 2560) ทำให้ข้าวสังข์หยดเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ เช่น สิงคโปร์ มาเลเซีย จีน เป็นต้น ส่งผลให้มียอดการสั่งซื้อข้าวสังข์หยดในปริมาณที่สูง (ไทยรัฐออนไลน์, 2559) เกษตรกรและหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดพัทลุง จึงมีความต้องการเพิ่มกำลังการผลิตและขยายพื้นที่เพาะปลูกข้าวสังข์หยด โดยเฉพาะข้าวสังข์หยดอินทรีย์ให้เพิ่มมากขึ้น แต่ปัจจุบันการผลิตข้าวสังข์หยดก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด (สำนักงานสถิติจังหวัดพัทลุง, 2558) เนื่องจากการปลูกข้าวสังข์หยดในพื้นที่จังหวัดพัทลุงลดลง จากปัญหาต่าง ๆ เช่น ปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ ค่าแรงสูง ขาดแคลนแรงงาน แมลงศัตรูพืชระบาด ต้นทุนในการผลิตสูง ฯลฯ (พนิตพิมพ์ สิทธิศักดิ์ และคณะ, 2557) ทำให้เกษตรกรบางส่วนเลิกปลูกข้าวสังข์หยดและเปลี่ยนไปปลูกข้าวพันธุ์อื่น ๆ หรือปลูกพืชชนิดอื่น ๆ ที่คิดว่าให้ผลตอบแทนดีกว่า เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน เป็นต้น ดังนั้นการขยายพื้นที่ปลูกข้าวสังข์หยดไปในพื้นที่อื่น ๆ ที่มีศักยภาพในการปลูกข้าวควบคู่ไปกับการปลูกในจังหวัดพัทลุง จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจศึกษาว่าหากนำพันธุ์ข้าวที่เป็นที่ต้องการของตลาดและมีราคาสูง เช่น ข้าวสังข์หยด มาปลูกในพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตข้าว จะสามารถทำให้ผลผลิตข้าวสังข์หยดเพิ่มขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดที่เพิ่มขึ้นได้หรือไม่ โดยการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจพื้นที่ของอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา เนื่องจากเป็นพื้นที่ติดกับจังหวัดพัทลุง ประกอบกับพื้นที่ส่วนใหญ่ก็เป็นพื้นที่นาข้าวและทำนาเชิงพาณิชย์ เกษตรกรสามารถทำนาได้ปีละ 2 ครั้ง เนื่องจากมีระบบชลประทานในพื้นที่ รวมถึงมีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการผลิตข้าว (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 9, 2558)

การศึกษานี้ได้นำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (geographic information system) มาช่วยในการวิเคราะห์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสังข์หยด อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา (Figure 1) ผลการศึกษาคือช่วยให้นักวิจัยและเกษตรกรที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนจัดการพื้นที่ปลูกข้าวและพันธุ์ข้าวให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของตลาด สามารถเพิ่มผลผลิตและรายได้จากการปลูกข้าวให้เกษตรกร ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกข้าวบริเวณ อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นและยั่งยืนต่อไป

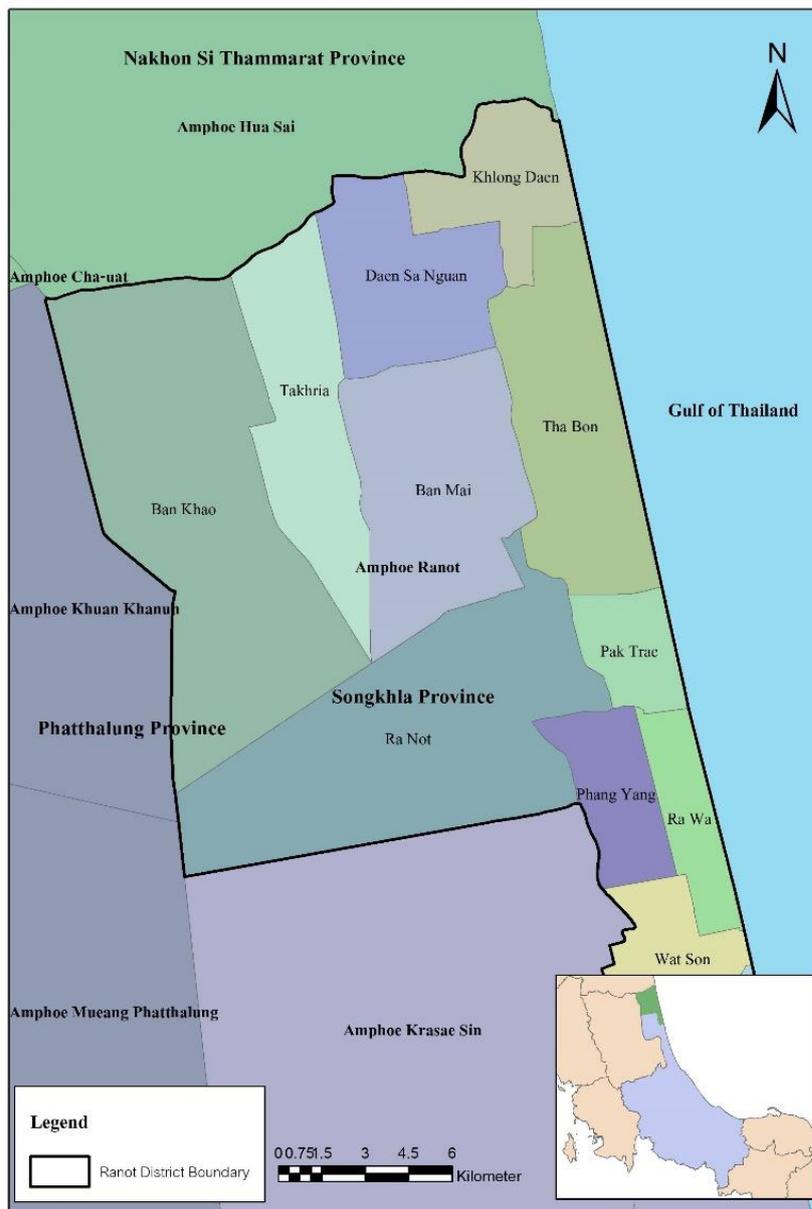


Figure 1 The study area of Ranot district, Songkhla province.

วิธีการศึกษา

การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสังข์หยด อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพของพื้นที่ปลูกข้าวสังข์หยดในจังหวัดพัทลุงก่อน สืบเนื่องมาจากจังหวัดพัทลุงเป็นต้นกำเนิดและเป็นแหล่งปลูกข้าวสังข์หยดที่สำคัญของภาคใต้ โดยข้าวสังข์หยดเป็นข้าวนาปีปลูกได้ปีละครั้ง มีพื้นที่การปลูกน้อย ในปี 2557 มีพื้นที่ปลูกจำนวน 3,735.50 ไร่ อำเภอที่มีการปลูกมากที่สุด คือ อำเภอควนขนุน รองลงมาได้แก่ อำเภอปากพะยูน อำเภอเมือง และอำเภอป่าพะยอม เป็นต้น (สำนักงานสถิติจังหวัดพัทลุง, 2558) จากนั้นจึงนำปัจจัยของการปลูกข้าวสังข์หยดในจังหวัดพัทลุงมาทำการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสังข์หยด อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา โดยมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. นำเข้าข้อมูลพิกัดพื้นที่ปลูกข้าวสังข์หยดทั้งหมดที่กรมการข้าวได้มีการเก็บพิกัดไว้เมื่อปี 2557 จำนวนทั้งสิ้น 726 จุด บริเวณจังหวัดพัทลุง จากนั้นสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากพิกัดข้าวสังข์หยดที่ได้มาเพื่อหาวิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง และดำเนินการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1.1 กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างได้ 50 ตัวอย่าง โดยใช้แนวคิดของคองเกลตันที่ได้เสนอหลักทั่วไปในการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง กล่าวคือ ควรรวบตัวอย่างขั้นต่ำไว้ 50 กลุ่มตัวอย่างสำหรับสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภท (สรศรีใจ กลิ่นดาว, 2550)

1.2 ทำการหาสัดส่วนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธี PPS (Probability Proportional to Size) ต่ำบาลได้มีพื้นที่มากก็จัดสรรตัวอย่างมากไปด้วย โดยผู้วิจัยได้ทำการตีตารางกริดขนาด 1x1 ตารางกิโลเมตรบนแผนที่จังหวัดพัทลุง โดยแยกเป็นแต่ละอำเภอทั้ง 11 อำเภอ จากนั้นทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย ให้กระจายครอบคลุมทุกอำเภอ ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างกระจายทุกอำเภอ คือ อำเภอควนขนุน จำนวน 16 จุด อำเภอเมือง จำนวน 14 จุด อำเภอเขาชัยสน จำนวน 12 จุด อำเภอบางแก้ว จำนวน 4 จุด อำเภอปากพะยูน อำเภอป่าพะยอม อำเภอศรีนครินทร์ อำเภอป่าบอน อำเภอตะโหมด อำเภอกงหรา และอำเภอศรีบรรพต อำเภอละ 1 จุด

2. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวสังข์หยด โดยการทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการสอบถามผู้เชี่ยวชาญจากศูนย์วิจัยข้าวจังหวัดพัทลุง เจ้าหน้าที่จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 9 สงขลา เจ้าหน้าที่จากหน่วยวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง และเจ้าหน้าที่จากกรมพัฒนาที่ดิน สามารถสรุปปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวสังข์หยด ได้ดังนี้ 1) ธาตุอาหารในดิน 2) ค่าปฏิกิริยาดิน 3) เนื้อดิน 4) การระบายน้ำ 5) ความลึกของดิน 6) ความลาดชัน 7) อุณหภูมิ 8) ปริมาณน้ำฝน และ 9) การใช้ประโยชน์ที่ดิน

3. นำข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการปลูกข้าวสังข์หยดที่ผ่านการทบทวนเอกสารและการสอบถามผู้เชี่ยวชาญ มาทำการออกแบบสอบถามเพื่อถามความคิดเห็นของเกษตรกรเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวสังข์หยด จังหวัดพัทลุง รวมถึงการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยแต่ละตัว

4. ลงพื้นที่เพื่อสอบถามเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างตามแบบสอบถามที่กำหนดไว้ โดยให้เกษตรกรเลือกและจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยแต่ละตัวที่มีผลต่อการปลูกข้าวสังข์หยด และมาหาค่าเฉลี่ยปัจจัยจากการเก็บข้อมูลเกษตรกร

5. จัดอภิปรายกลุ่ม (focus group) เพื่อหาปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการปลูกข้าวสังข์หยด รวมถึงการกำหนดช่วงชั้นของปัจจัยแต่ละตัว โดยเชิญผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตร ผู้เชี่ยวชาญเรื่องข้าวสังข์หยด ผู้เชี่ยวชาญด้านภูมิสารสนเทศและผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาที่ดิน จำนวน 10 คนมาร่วมอภิปราย ซึ่งการอภิปรายครั้งนี้ใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้จากการสรุปแบบสอบถามเกษตรกรมาร่วมประกอบการอภิปรายด้วย โดยไม่มีเกษตรกรเข้าร่วมการอภิปราย

6. สรุปปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการปลูกข้าวสังข์หยด รวมถึงการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักและแบ่งช่วงชั้นของปัจจัยแต่ละตัว โดยใช้วิธีการให้คะแนนและหาเฉลี่ยของปัจจัย รวมถึงข้อสรุปที่เป็นเอกฉันท์จากผู้เชี่ยวชาญในกระบวนการอภิปรายกลุ่ม เพื่อนำปัจจัยที่ได้ไปวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสังข์หยดต่อไป

7. วิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมของการปลูกข้าวสังข์หยด อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสังข์หยด อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา โดยแบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 ขั้นตอน คือ

1) การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมจากค่าปัจจัยแต่ละตัว ได้แก่ การระบายน้ำ ความลาดชัน ธาตุอาหารในดิน (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม) ค่าปฏิกิริยาดิน ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ เนื้อดิน ความลึกของดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการทำการวิเคราะห์

1.1) การหาความเหมาะสมของการปลูกข้าวสังข์หยดจากปัจจัยการระบายน้ำ เนื้อดิน ความลึกของดิน ธาตุอาหารในดิน ค่าปฏิกิริยาดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยฐานข้อมูลได้รับความอนุเคราะห์จากกรมพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2559) ทำได้โดยใช้วิธีให้ค่าน้ำหนักคะแนนในแต่ละช่วงชั้นของปัจจัยจากคำสั่ง Query Conversion และ Scores

1.2) การหาความเหมาะสมของการปลูกข้าวสังข์หยดจากปัจจัยความลาดชัน ฐานข้อมูลได้มาจากข้อมูล Aster DEM ทำได้โดยการใช้ข้อมูลระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model) มาหาค่า Slope และทำการ Reclassify

1.3) การหาความเหมาะสมของการปลูกข้าวสังข์หยดจากปัจจัยปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ โดยฐานข้อมูลได้รับความอนุเคราะห์จากกรมอุตุนิยมวิทยา (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2559) ทำได้โดยการใช้วิธีประมาณค่าในช่วง (interpolation) และเลือกใช้วิธี Inverse Distance Weighting (IDW) เป็นการให้ค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของจุดควบคุมแปรผันกับระยะห่างจากจุดที่ประมาณค่า (วิชญ์ ทองหล่อ และดวงเดือน อัครสุธีรกุล, 2560) และทำการ reclassify

2) การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมจากการรวมปัจจัยทุกตัวที่นำมาวิเคราะห์ เป็นการเลือกใช้เทคนิคการวิเคราะห์โดยวิธีการให้ค่าความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวสังข์หยดด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ซ้อนทับ (overlay analysis) ดังสมการที่ 1 (วัลภา อินทรงค์, 2555)

$$W_t = (M_1 W_1) + (M_2 W_2) + (M_3 W_3) + \dots + (M_n W_n) \quad (1)$$

โดย W_t = ความเหมาะสมของการปลูกข้าวสังข์หยดโดยเป็นค่าคะแนนรวมแต่ละปัจจัย
 $M_1, M_2, M_3, \dots, M_n$ = ค่าคะแนนความเหมาะสมของปัจจัย 1, 2, 3, ถึง n
 $W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$ = ค่าคะแนนความเหมาะสมของปัจจัย 1, 2, 3, ถึง n

ทำการคำนวณโดยใช้สมการดังกล่าวจึงจะได้คะแนนออกมา ค่าคะแนนที่ได้จะถูกนำมาจัดกลุ่มพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสังข์หยดโดยใช้ค่าเฉลี่ย (mean) ของค่าคะแนนเป็นหลัก แล้วนำค่าคะแนนการกระจายข้อมูล (standard deviation) มากำหนดพิสัยของคะแนนในแต่ละช่วงความเหมาะสม ทั้งนี้การวิจัยครั้งนี้แบ่งความเหมาะสมออกเป็น 4 ชั้น

- 1) ชั้นที่มีความเหมาะสมมาก (highly suitable: S1)
- 2) ชั้นที่มีความเหมาะสมปานกลาง (moderately suitable: S2)
- 3) ชั้นที่มีความเหมาะสมน้อย (marginally suitable: S3)
- 4) ชั้นที่ไม่มีความเหมาะสม (not suitable: N)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการสำรวจปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวสังข์หยดจากความคิดเห็นของเกษตรกร

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปลูกข้าวสังข์หยดของเกษตรกร จังหวัดพัทลุง เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสังข์หยด อำเภอรอนดง จังหวัดสงขลา เนื่องจากจังหวัดพัทลุงเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวสังข์หยดมากที่สุด ทำโดยการสอบถามเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างผู้ปลูกข้าวสังข์หยดที่อยู่ในจังหวัดพัทลุงจำนวน 50 คน กระจายอยู่ทั่วทั้ง 11 อำเภอ ได้แก่ อำเภอควนขนุน อำเภอเมือง อำเภอเขาชัยสน อำเภอบางแก้ว อำเภอปากพะยูน อำเภอป่าพะยอม อำเภอศรีนครินทร์ อำเภอป่าบอน อำเภอตะโหมด อำเภอกงหรา และอำเภอศรีบรรพต พบว่า ปัจจัยที่เกษตรกรคิดว่ามีผลต่อการปลูกข้าวสังข์หยดมากที่สุด คือ ธาตุอาหารในดิน คิดเป็นร้อยละ 95.33 รองลงมาคือปัจจัยเรื่องเนื้อดิน ปริมาณน้ำฝน การระบายน้ำ ความลาดชัน ค่าปฏิกิริยาในดิน ความลึกของดิน อุณหภูมิ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน คิดเป็นร้อยละ 87.33, 84.00, 58.00, 52.22, 48.44, 45.11, 24.89 และ 12.67 ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Factors affecting the growth of Sangyod rice from the farmer's opinions.

No.	Factors	Frequency (people)	Score (total)	Score (average)	Percentage
1	Soil nutrients (Nitrogen, Phosphorus, Potassium)	50	429	8.58	95.33
2	Soil texture	50	393	7.86	87.33
3	Rainfall	50	378	7.56	84.00
4	Drainage	50	261	5.22	58.00
5	Slope	46	235	4.7	52.22
6	Soil reaction	44	218	4.36	48.44
7	Soil depth	38	203	4.06	45.11
8	Temperature	32	112	2.24	24.89
9	Land use	27	57	1.14	12.67

ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวสังข์หยดจากกระบวนการสนทนากลุ่ม

เมื่อได้ผลสรุปของปัจจัยที่มีผลต่อการปลูกข้าวสังข์หยดจากเกษตรกร ผู้วิจัยได้นำผลการศึกษาดังกล่าวเข้าร่วมการสนทนากลุ่ม (focus group) โดยมีผู้เชี่ยวชาญร่วมการสนทนาจำนวน 10 คน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านข้าวสังข์หยดจากศูนย์วิจัยข้าวจังหวัดพัทลุงจำนวน 1 คน เจ้าหน้าที่จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 9 สงขลา จำนวน 1 คน เจ้าหน้าที่จากหน่วยวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณจำนวน 1 คน เจ้าหน้าที่จากกรมพัฒนาที่ดินจำนวน 1 คน อาจารย์สาขาวิชาเกษตรศาสตร์จำนวน 1 คน และนักวิชาการทางด้านภูมิสารสนเทศ จำนวน 5 คน จากการอภิปรายกลุ่ม สามารถสรุปความสำคัญของปัจจัยช่วงชั้น และค่าน้ำหนักคะแนนของแต่ละปัจจัยได้ (Table 2)

Table 2 Factors score and weighted value for planting Sangyod rice in Phatthalung province.

No.	Factors	Detailed information (attribute)	Score	Weighted value	Suitability level
1	Soil drainage	1,2,3	4	5	Highly suitably
		4	3		Moderately suitable
		5	2		Marginally suitable
		6	1		Unsuitable
2	Slope (%)	<2	4	5	Highly suitably
		2-5	3		Moderately suitable
		5.1-8	2		Marginally suitable
		>8	1		Unsuitable
3	Nutrients (Nitrogen, Phosphorus, Potassium)	VH, H, M	4	4	Highly suitably
		L	3		Moderately suitable
		VL	2		Marginally suitable
4	Soil reaction	5.6-7.2	4	3	Highly suitably
		4.0-5.5, 7.2-8.5	3		Moderately suitable
		<4.0, >8.5	2		Marginally suitable
5	Annual rainfall (mm)	1,800-2,100	4	3	Highly suitably
		1,500-1,800	3		Moderately suitable
		<1500, >2,100	2		Marginally suitable
6	Temperature (°C)	22-30	4	2	Highly suitably
		31-33, 21-20	3		Moderately suitable
		34-35, 19-18	2		Marginally suitable
		>35, <18	1		Unsuitable
7	Soil texture	L, CL, C	4	2	Highly suitably
		SCL, SIC	3		Moderately suitable
		SL, LS	2		Marginally suitable
		S	1		Unsuitable
8	Soil depth (cm)	>150	4	2	Highly suitably
		50-150	3		Moderately suitable
		<50	2		Marginally suitable
9	Land use	Agricultural area	4	1	Highly suitably
		Wilderness area	3		Moderately suitable
		Forest	2		Marginally suitable
		Water / community	1		Unsuitable

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวสังข์หยดจากการสนทนากลุ่ม พบว่า มีปัจจัยทั้งหมด 9 ปัจจัย โดยผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นว่าเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ การระบายน้ำ รองลงมา คือ ความลาดชัน ธาตุอาหารในดิน ค่าปฏิกิริยาดิน ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ เนื้อดิน ความลึกดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยให้เหตุผลดังนี้

1) การระบายน้ำ เป็นปัจจัยด้านลักษณะดิน มีความสำคัญต่อการปลูกข้าวสังข์หยดมากที่สุด เพราะว่า ข้าวสังข์หยดจะเจริญเติบโตได้หากมีปริมาณน้ำในดินที่เหมาะสมเท่านั้น ซึ่งปัจจัยข้อนี้ทำการแก้ไขได้ยาก จึงให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 5 และได้แบ่งระดับการระบายน้ำของดินตั้งแต่ ดี-เลว โดยการระบายน้ำที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวสังข์หยดมากที่สุดควรมีการระบายน้ำระดับที่เลวถึงเลวมาก (กระบวนการอภิปรายกลุ่ม, 2560)

2) ความลาดชัน เป็นปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศ ซึ่งเป็นความลาดชันของผิวดินที่มีความลาดชันของพื้นที่แตกต่างกัน มีอิทธิพลต่อการปลูกข้าวสังข์หยดเพราะการปลูกข้าวสังข์หยดต้องปลูกในที่ที่มีความลาดชันเหมาะสมเท่านั้นจึงจะเจริญเติบโต และได้ผลผลิตที่ดี ซึ่งปัจจัยข้อนี้ทำการแก้ไขได้ยาก จึงให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 5 โดยความลาดชันที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสังข์หยดมากที่สุดควรเป็นที่ราบ หรือความลาดชันน้อยกว่า 2% (กระบวนการอภิปรายกลุ่ม, 2560)

3) ธาตุอาหารในดิน เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวสังข์หยดเป็นอย่างมาก ประกอบด้วย ไนโตรเจน (Nitrogen) ฟอสฟอรัส (Phosphorus) และโพแทสเซียม (Potassium) แต่ปัจจัยนี้เกษตรกรสามารถจัดการได้ จึงให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 4 โดยธาตุอาหารในดินที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวสังข์หยดมากที่สุดควรมีธาตุอาหารระดับปานกลางถึงมากที่สุด (กระบวนการอภิปรายกลุ่ม, 2560)

4) ค่าปฏิกิริยาดิน เป็นปัจจัยด้านความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวสังข์หยด แต่เกษตรกรสามารถปรับค่าปฏิกิริยาดินเพื่อให้เหมาะแก่การปลูกข้าวสังข์หยดได้ จึงให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 3 โดยค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวสังข์หยดมากที่สุด ควรมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 5.6-7.2 (กระบวนการอภิปรายกลุ่ม, 2560)

5) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากในการปลูกพืชทุกชนิดโดยเฉพาะข้าว จะต้องมีความชื้นที่เหมาะสมเท่านั้นถึงจะเจริญเติบโตได้ดี แต่ปริมาณน้ำฝนจะมีอิทธิพลมากหากพื้นที่ศึกษามีขนาดใหญ่ สำหรับงานวิจัยนี้ครอบคลุมพื้นที่ระดับอำเภอและจังหวัด ทำให้ปัจจัยปริมาณน้ำฝนมีความสำคัญลดลง จึงให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 3 โดยปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวสังข์หยดมากที่สุด อยู่ในช่วง 1,800-2,100 มิลลิเมตรต่อปี (กระบวนการอภิปรายกลุ่ม, 2560)

6) อุณหภูมิ เป็นปัจจัยที่มีผลในการเจริญเติบโตของพืช เพราะพืชแต่ละชนิดจะเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ซึ่งการศึกษานี้ครอบคลุมพื้นที่ระดับอำเภอ ทำให้อุณหภูมิในพื้นที่ศึกษาไม่แตกต่างกัน จึงให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 2 โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวสังข์หยดที่สุด อยู่ในช่วง 22-30 องศาเซลเซียส (กระบวนการอภิปรายกลุ่ม, 2560)

7) เนื้อดิน เป็นปัจจัยที่มีความแตกต่างกันไปตามแต่ละพื้นที่ พืชแต่ละชนิดเจริญเติบโตได้ในดินที่แตกต่างกัน ปัจจัยนี้จึงมีความสำคัญมาก แต่เนื่องจากในการปลูกข้าวสังข์หยด ปัจจัยเนื้อดินจะถูกควบคุมโดยปัจจัยเรื่องการระบายน้ำกับธาตุอาหารในดินอยู่แล้ว ทำให้ปัจจัยเนื้อดินมีความสำคัญรองลงมา จึงให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 2 โดยอนุภาคดินที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวสังข์หยดมากที่สุด คือ ดินร่วน ดินเหนียวความหนืดต่ำ และดินเหนียว (กระบวนการอภิปรายกลุ่ม, 2560)

8) ความลึกดิน เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความลึกของระบบรากพืชในการหยั่งเพื่อหาอาหาร และยึดลำต้น ดินที่มีความลึกมากโอกาสที่รากจะเจริญเติบโตก็ง่ายขึ้นได้ง่าย จึงให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 2 โดยความลึกที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวสังข์หยดมากที่สุดควรมีค่าความลึกมากกว่า 150 มิลลิเมตร (กระบวนการอภิปรายกลุ่ม, 2560)

9) การใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญน้อยที่สุด ไม่ได้เป็นปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อการปลูกข้าวสังข์หยด แต่มีผลในการเลือกพื้นที่ปลูก เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญน้อย จึงให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 1 โดยการใช้ประโยชน์ที่ดินในส่วนในพื้นที่เกษตรกรรมมีความเหมาะสมมากที่สุดในการเลือกเป็นพื้นที่เพาะปลูกข้าวสังข์หยด (กระบวนการอภิปรายกลุ่ม, 2560)

ผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสังข์หยด อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา

ผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสังข์หยด มีค่าเฉลี่ย (mean) เท่ากับ 78.05 และค่าคะแนนการกระจายข้อมูล (standard deviation) เท่ากับ 18.52 จากการคำนวณตามสมการสามารถแบ่งระดับความเหมาะสมของการปลูกข้าวสังข์หยด (Table 3)

Table 3 The mean score of suitable area analysis for Sangyod rice planting, Ranot district, Songkhla province.

Suitability level	The mean score
Highly suitably	>96.57
Moderately suitable	78.05-96.57
Marginally suitable	59.53-78.05
Unsuitable	<59.53

ผลการศึกษา พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ในอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก คิดเป็นพื้นที่ 180,776.54 ไร่ หรือ ร้อยละ 66.02 โดยมีพื้นที่กระจายอยู่ทั่วทั้ง 12 ตำบลของอำเภอระโนด ยกเว้นบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยและทะเลสาบสงขลา รองลงมา คือ เหมาะสมปานกลาง คิดเป็นพื้นที่ 64,826.15 ไร่ หรือร้อยละ 23.67 โดยมีพื้นที่กระจายตัวอยู่บริเวณตอนกลางของตำบลบ้านขาว ตอนล่างของตำบลตะเคียนะ รวมถึงด้านตะวันตกของตำบลบ้านใหม่และตำบลระโนด ไม่มีความเหมาะสมคิดเป็นพื้นที่ 28,100.13 ไร่ หรือ ร้อยละ 10.26 โดยมีพื้นที่กระจายตัวอยู่บริเวณด้านตะวันตกของตำบลบ้านขาว ชายฝั่งด้านตะวันออกตำบลคลองแดน ตำบลท่าบอน ตำบลปากแตระ ตำบลระวะ ตำบลวัดสน และตำบลบ่อตู่ และเหมาะสมน้อยคิดเป็นพื้นที่ 123.98 ไร่ หรือร้อยละ 0.05 โดยมีพื้นที่กระจายตัวอยู่บริเวณตอนล่างของตำบลบ้านขาว (Table 4) and (Figure 2)

Table 4 Results of the suitable area analysis for planting Sangyod rice in Phatthalung province.

Suitability level	Areas	
	(Rais)	(Percentage)
Highly suitably	180,776.54	66.02
Moderately suitable	64,826.15	23.67
Marginally suitable	123.98	0.05
Unsuitable	28,100.13	10.26

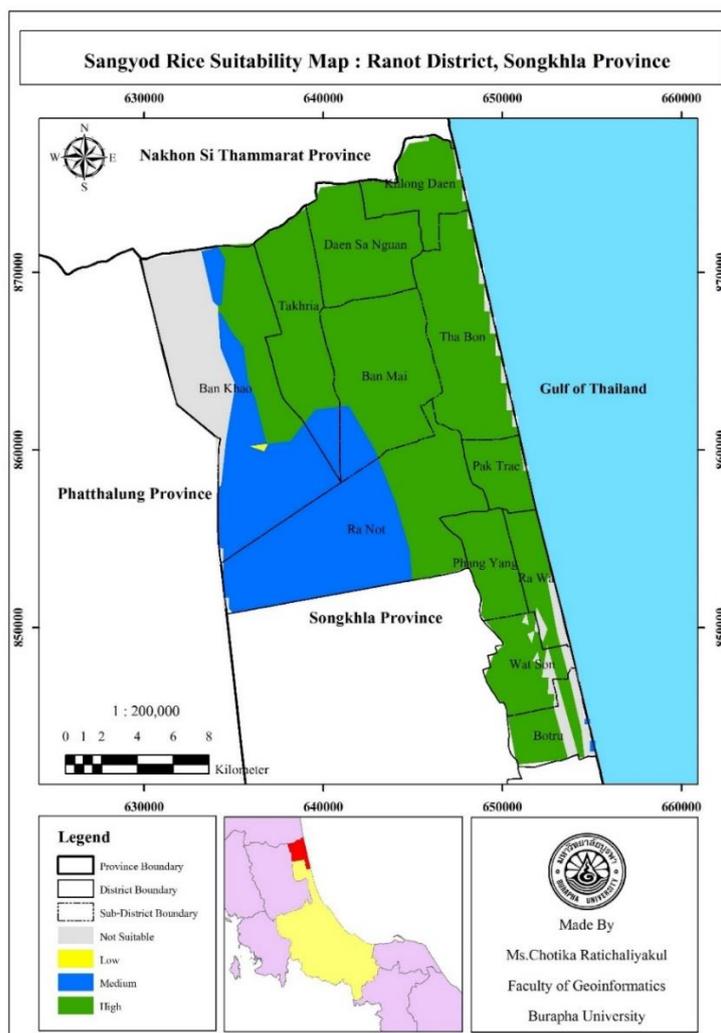


Figure 2 Sangyod rice suitability map in Ranot district, Songkhla province.

สรุปผลการศึกษา

การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสังข์หยด อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ผู้วิจัยได้กำหนดปัจจัยที่ใช้ศึกษาทั้งหมด 9 ปัจจัย รวมถึงการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย ซึ่งการได้มาของปัจจัยและค่าน้ำหนักมาจากการสอบถามเกษตรกรในพื้นที่ ผู้เชี่ยวชาญด้านข้าวสังข์หยด นักวิชาการเกษตร นักวิชาการกรมพัฒนาที่ดิน และนักภูมิสารสนเทศ และนำข้อมูลผ่านกระบวนการสนทนากลุ่ม ทำให้สามารถสรุปได้ดังนี้ การระบายน้ำ มีค่าถ่วงน้ำหนัก 5 คะแนน, ความลาดชัน มีค่าถ่วงน้ำหนัก 5 คะแนน, ธาตุอาหารในดิน มีค่าถ่วงน้ำหนัก 4 คะแนน, ค่าปฏิกิริยาดินมีค่าถ่วงน้ำหนัก 3 คะแนน, ปริมาณน้ำฝน มีค่าถ่วงน้ำหนัก 3 คะแนน, อุณหภูมิ มีค่าถ่วงน้ำหนัก 2 คะแนน, เนื้อดินมีค่าถ่วงน้ำหนัก 2 คะแนน, ความลึกของดิน มีค่าถ่วงน้ำหนัก 2 คะแนน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีค่าถ่วงน้ำหนัก 1 คะแนน

สำหรับการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมของการปลูกข้าวสังข์หยด อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา พบว่าพื้นที่ที่เหมาะสมส่วนใหญ่อยู่ในระดับเหมาะสมมาก คิดเป็นพื้นที่ 180,776.54 ไร่ รองลงมาคือเหมาะสมปานกลาง คิดเป็นพื้นที่ 64,826.15 ไร่ ไม่มีความเหมาะสม คิดเป็นพื้นที่ 28,100.13 ไร่ และเหมาะสมน้อย คิดเป็นพื้นที่ 123.98 ไร่ ซึ่งผลการศึกษามีความสอดคล้องกับการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกข้าว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 9 (2558) ซึ่งได้อธิบายผลการศึกษาไว้ว่า พื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกข้าวของอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา อยู่ในระดับเหมาะสมมาก คิดเป็นพื้นที่ 172,432 ไร่ รองลงมาคือ ไม่เหมาะสมคิดเป็นพื้นที่ 31,338 ไร่ เหมาะสมน้อยคิดเป็นพื้นที่ 7,171 ไร่ และเหมาะสมปานกลางคิดเป็นพื้นที่ 4,903 ไร่ จะเห็นได้ว่าพื้นที่ที่เหมาะสมมากในการปลูกข้าวสังข์หยด เป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ที่มีการทำนาข้าวอยู่แล้วและเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมมากของการปลูกข้าวเช่นกัน ซึ่งเป็นเรื่องง่ายหากเกษตรกรอำเภอระโนดมีความสนใจที่จะเปลี่ยนการปลูกข้าวจากสายพันธุ์ทั่วไปเป็นข้าวพันธุ์สังข์หยดที่มีมูลค่ามากกว่า

เอกสารอ้างอิง

- จุฑามาศ มณีรัตน์. 2560. คุณค่าทางอาหารและประวัติของข้าวสังข์หยด. ชุมชนออนไลน์เพื่อการจัดการความรู้ของคนทำงานภาครัฐและภาคสังคมของไทย. <https://www.gotoknow.org/posts/> (7 สิงหาคม 2560).
- บรรณานุกรม. 2558. รายงานวิเคราะห์สถานการณ์จังหวัดพัทลุง. สำนักงานสถิติ จังหวัดพัทลุง. http://osthailand.nic.go.th/masterplan_area/userfiles/file (10 กันยายน 2559).
- บรรณานุกรม. 2559. ตลาดข้าวสังข์หยด. ไทยรัฐออนไลน์. <https://www.thairath.co.th/content/595208> (7 สิงหาคม 2560).
- พนิตพิมพ์ สิทธิศักดิ์, พัชรี ชุมทอง และนครเรศ รัศวัต. 2557. การผลิตและการตลาดข้าวสังข์หยดของเกษตรกรในจังหวัดพัทลุง. *วารสารแก่นเกษตร* 42 (พิเศษ 1): 493-498.
- วัลภา อินทรงค์. 2555. การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อการอนุรักษ์พันธุ์ข้าวสังข์หยด จังหวัดพัทลุง. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิษณุ ทองหล่อ และดวงเดือน อัครสุธีรกุล. 2560. การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษาจังหวัดกำแพงเพชร. *วารสารสมาคมสำรวจระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย* (18): 65-70.
- สรรค์ใจ กลิ่นดาว. (2550). *การสำรวจจากระยะไกล*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- สำนักงานเกษตรจังหวัดสงขลา. 2559. ข้อมูลทางการเกษตรจังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2556-2558. สำนักงานเกษตรจังหวัดสงขลา <http://songkhla.doae.go.th/> (10 มกราคม 2559).
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. *สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2557*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. *แนวทางการบริหารจัดการเขตเกษตรเศรษฐกิจสินค้าเกษตรที่สำคัญ: Zoning ข้าว อ้อยออร์แกนิก จังหวัดสงขลา*. สงขลา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 9 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- Anbumozhi, V., Yamaji, E. and Tabuchi, T. 1998. Rice crop growth and yield as influenced by changes in ponding water depth, water regime and fertigation level. *Agricultural Water Management Journal* (37): 241-253.

วันรับบทความ (Received date) : 4 ก.ค. 61

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 8 ส.ค. 62

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 7 พ.ย. 61

การตอบสนองของสารประกอบฟีนอลในพืชภายใต้สภาวะแล้ง

Response of Polyphenols in Plants under Drought Condition

ช่อแก้ว อนิลบล^{*}
Chorkaew Aninbon¹

คำนำ

ในวัฏจักรการเจริญเติบโตของพืช พืชอาจจะต้องเผชิญกับสภาวะของสิ่งแวดล้อมหรือปัจจัยทางกายภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตในช่วงอายุหรือบางฤดูกาล เรียกสภาวะนี้ว่า สภาวะเครียด (stress) ซึ่งอาจเกิดจากอุณหภูมิ ความเข้มแสง ธาตุอาหารในดิน หรือปริมาณน้ำในดินที่ไม่เหมาะสม สภาวะเครียดจากการขาดน้ำเป็นปัญหาที่สำคัญในระบบการผลิตพืชที่อาศัยน้ำฝน เนื่องจากมีผลกระทบต่อทั้งการเจริญเติบโต พัฒนาการ ผลผลิต และคุณภาพของผลผลิต อย่างไรก็ตามพืชจะมีกลไกในการปรับตัวเพื่อความอยู่รอดภายใต้สภาวะขาดน้ำ โดยมีการปรับตัวที่ระดับสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาเพื่อลดการสูญเสียน้ำให้มากที่สุด ได้แก่ การเพิ่มความหนาของชั้นคิวติเคิล การสร้างขนมากขึ้น หรือการที่พืชมีขนาดใบลดลงหรือมีใบหนาขึ้น และการเพิ่มความสามารถในการเสาะหาแหล่งน้ำและการลำเลียงน้ำโดยเพิ่มการเจริญเติบโตของระบบรากมากกว่าส่วนยอด (Koolachart et al., 2013) นอกจากการปรับตัวดังกล่าวแล้ว พืชยังมีการปรับตัวที่ระดับชีวเคมี เพื่อป้องกันอันตรายจากความเสียหายระดับเซลล์ภายใต้สภาวะขาดน้ำ สภาวะขาดน้ำเป็นสาเหตุที่ทำให้มีการสร้างอนุมูลอิสระ หรือ Reactive Oxygen Species (ROS) ในเซลล์พืชที่มากกว่าปกติ ทำให้เกิดสภาวะที่เรียกว่า “oxidative stress” โดย ROS ที่เพิ่มมากขึ้นจะกลายเป็นพิษและสร้างความเสียหายต่อเซลล์พืช (Gill and Tuteja, 2010) อย่างไรก็ตาม พืชมีการปรับเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางชีวเคมีเพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายที่เกิดจากอนุมูลอิสระที่มากเกินไปในเซลล์ โดยการเพิ่มความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระให้มากขึ้น พืชจะเพิ่มการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นเอนไซม์ (enzymatic antioxidant) เช่น Superoxide Dismutase (SOD), Catalase (CAT), Ascorbate Peroxidase (APX), Glutathione Reductase (GR) และสารต้านอนุมูลอิสระที่ไม่ใช่เอนไซม์ (non-enzymatic antioxidant) เช่น Ascorbic Acid (ASH), Glutathione (GSH), Phenolic Compounds และ α -tocopherols (Gill and Tuteja, 2010) การสร้างสารประกอบฟีนอลเพิ่มมากขึ้นเมื่อกระทบแล้ง เป็นกลไกระดับเซลล์ชนิดหนึ่งที่พบในพืชหลาย ๆ ชนิด เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดจากปริมาณอนุมูลอิสระที่มากเกินไป (Dixon and Paiva, 1995)

จากการศึกษาที่ผ่านมาในพืชหลาย ๆ ชนิดพบว่า เมื่อเผชิญกับสภาวะแล้งหรือขาดน้ำ พืชจะมีการสร้างสารฟีนอลิกเพิ่มมากขึ้น เช่น ข้าวสาลีสายพันธุ์ที่มีการทนแล้งได้ดีจะมีการสร้างสารฟีนอลิกเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์ที่ไม่ทนแล้ง (Hameed et al., 2013) นอกจากนี้ยังพบว่า ในใบของข้าวโพด เอนไซม์ Phenylalanine Ammonia-Lyase (PAL) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอล จะเพิ่มขึ้นเมื่อพืชกระทบแล้งและอัตราการเพิ่มขึ้นจะพบมากในสายพันธุ์ที่มีการทนแล้ง (Hura et al., 2008) จะเห็นได้ว่าเมื่อพืชกระทบแล้ง จะกระตุ้นเอนไซม์ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์สารฟีนอล ซึ่งส่งผลให้การสร้างสารฟีนอลิกเพิ่มมากขึ้นนั่นเอง และในปัจจุบันพบว่า สารฟีนอลิกนอกจากจะเป็นประโยชน์ต่อพืชแล้ว ยังมีประโยชน์ต่อมนุษย์อีกด้วย โดยสามารถช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคที่เป็นผลมาจากการเข้าทำลายของอนุมูลอิสระ เช่น โรคหัวใจ โรคมะเร็ง หรือช่วยลดการอักเสบของเนื้อเยื่อ (Chen and Blumberg, 2008) ดังนั้น องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสารฟีนอลิกเมื่อเกิดการกระทบแล้ง จึงเป็นข้อมูลที่สำคัญที่จะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำไปพัฒนาสายพันธุ์พืชให้มีความทนแล้ง อีกทั้งยังมีประโยชน์ในแง่ของการจัดการสภาพแวดล้อมเพื่อชักนำให้พืชสร้างสารฟีนอลิกเพิ่มมากขึ้น

สารประกอบฟีนอล

สารประกอบฟีนอล หรือ polyphenols เป็นสารประเภท secondary metabolite ขนาดใหญ่ที่พบได้ในพืช โครงสร้างของสารชนิดนี้พบว่ามีความหลากหลายถึง 8,000 ชนิด และมากกว่า 4,000 ชนิด เป็นสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ สามารถพบได้ในผลไม้หลายชนิด รวมทั้งผัก ธัญพืช และในอาหารประเภทเครื่องดื่มบางชนิด เช่น ชา ช็อคโกแลต และไวน์ สารประกอบฟีนอลสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 4 กลุ่มคือ lignans, phenolic acids, flavonoids และ stilbenes โดยสารประกอบฟีนอลที่มีการศึกษามากได้แก่ สารในกลุ่ม phenolic acids และ flavonoids (Vermerris and Nicholson, 2006)

Phenolic acid ฟีนอลิกเป็นกลุ่มสารที่ไม่ใช่สารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดหลัก ๆ คือ benzoic acid และ cinamic acid โดยมีแกนโครงสร้างแบบ C1-C6 และ C3-C6 ตามลำดับ จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการ

¹ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 10520

* Corresponding author, E-mail: chorkaew.an@kmitl.ac.th

พบว่า cinnamic acids มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่า benzoic acids เมื่อทดสอบกับไขมันเลวของมนุษย์ (Human Low-Density Lipoprotein; LDL) (Natella et al., 1999)

Flavonoids สารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์มีแกนโครงสร้างแบบ C6-C3-C6 ซึ่งจะถูกเรียกว่าวงแหวน A, C และ B ตามลำดับ ในระหว่างที่เกิดปฏิกิริยาทางเคมีจะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่วงแหวน C มากที่สุด ดังนั้น ความหลากหลายของสารประกอบในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะเกิดจากความแตกต่างและความหลากหลายของวงแหวน C เป็นส่วนใหญ่ (Vermerris and Nicholson, 2006) ทำให้สารในกลุ่มนี้แบ่งย่อยได้อีกหลายกลุ่ม เช่น isoflavones, neoflavonoids, chalcones, flavones, flavonols, flavanones และ flavanonols, flavanols, proanthocyanidins และ anthocyanidins โดย anthocyanidins เป็นสารที่ทำให้เกิดรงควัตถุสีแดง น้ำเงิน และม่วง ในดอกไม้ ผลไม้ และผักชนิดต่าง ๆ รวมทั้งธัญพืชบางชนิด เช่น ข้าว

สารประกอบฟีนอล เช่น ฟลาโวนอยด์ และแอนโทไซยานิน ถูกสังเคราะห์ที่บริเวณ cytosol และถูกส่งไปเก็บใน vacuole ของเซลล์พืช (Tanaka et al., 2008) การสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลต้องผ่านกระบวนการหลัก ๆ 3 กระบวนการ ได้แก่ 1) กระบวนการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยผ่านวัฏจักรไกลโคไลซิสและเพนโตสฟอสเฟต เพื่อให้ได้ Phosphoenolpyruvate (PEP) และ erythrose 4-phosphate 2) หลังจากนั้น สารทั้งสองจะถูกนำเข้าสู่วิถี shikimate เพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์กรดอะมิโนฟีนิลอะลานีน และ 3) กรดอะมิโนฟีนิลอะลานีนจะถูกนำเข้าสู่ phenylpropanoid เพื่อสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลชนิดต่าง ๆ (Vogt, 2010)

ความแห้งแล้งและการเกิด oxidative stress

ความแห้งแล้ง (drought) เป็นปัญหาหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช โดยในสภาพแล้ง ปริมาณน้ำในดินและในต้นพืชจะลดลง ทำให้แรงดันเต่งของเซลล์พืชลดลง พืชมีการปิดปากใบเพื่อลดการคายน้ำ และทำให้การสังเคราะห์แสงของพืชลดลง ความเครียดเนื่องจากการขาดน้ำ ทำให้พืชเกิดการสร้าง Reactive Oxygen Species (ROS) ที่มากเกินไปในเซลล์ ROS ที่พบมี 2 แบบคือ แบบที่เป็น free radical ได้แก่ superoxide radicals (O_2^{\bullet}), hydroxyl radical (OH^{\bullet}), perhydroxy radical ($H O_2^{\bullet}$) และ alkoxy radicals (RO^{\bullet}) แบบที่เป็น non-radical (molecular) ได้แก่ hydrogen peroxide (H_2O_2) และ singlet oxygen (1O_2) (Gill and Tuteja, 2010) ซึ่งถ้ามีการสะสมอนุมูลอิสระเหล่านี้เป็นจำนวนมากภายในเซลล์พืช จะทำให้เกิดสภาวะที่เรียกว่า "oxidative stress" โดยอนุมูลอิสระจะทำให้เกิดความเสียหายต่อองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในเซลล์ เช่น ไขมันที่ฝังตัวบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เอนไซม์ รงควัตถุ และกรดนิวคลีอิก และถ้าสภาพเช่นนี้มีความรุนแรงมากและเกิดขึ้นเป็นระยะเวลาอันยาวนาน อาจส่งผลให้พืชตายได้ (Sade et al., 2011) ROS ยังสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อพืชเผชิญกับภาวะความเครียดอื่น ๆ เช่น ความเค็ม อุณหภูมิสูง การเกิดโรค แสง และมลภาวะ (Bartwal et al., 2013)

กระบวนการสร้าง ROS และการตอบสนองของสารประกอบฟีนอลิกเมื่อกระทบแล้ง

บริเวณที่เกิดการสร้าง ROS ภายในเซลล์มีหลายตำแหน่ง เช่น คลอโรพลาสต์ ไมโทคอนเดรีย เพอรอกซิโซม รวมทั้งกระบวนการขนส่งอิเล็กตรอน บางปฏิกิริยาถูกสร้างได้ปกติภายในเซลล์ เช่น ปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงและการหายใจ (Gill and Tuteja, 2010) ในสภาวะปกติ การสร้าง ROS เกิดในอัตราที่ต่ำ ($240 \mu M s^{-1}$ ในเซลล์ และในคลอโรพลาสต์มี H_2O_2 ในระดับ $0.5 \mu M$) แต่เมื่อพืชเกิดความเครียดเนื่องจากการขาดน้ำ ความสมดุลภายในเซลล์จะลดลง โดยการขาดน้ำชักนำให้เกิดการสร้าง ROS เพิ่มมากขึ้น ($240-720 \mu M s^{-1}$ ในเซลล์ และในคลอโรพลาสต์มี H_2O_2 ในระดับ $5-15 \mu M$) (Polle, 2001) การเพิ่มขึ้นของ ROS เนื่องจากการขาดน้ำเป็นผลมาจากการปิดปากใบ ทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านปากใบได้น้อยลง การสังเคราะห์แสงจึงลดลง ทำให้ $NADP^+$ ซึ่งเป็นตัวรับอิเล็กตรอนที่ถูกสร้างมาจากวัฏจักรไกลโคไลซิสลดลง แต่การรับพลังงานแสงเท่าเดิม ทำให้เกิดความไม่สมดุลระหว่างจำนวนอิเล็กตรอนและตัวรับอิเล็กตรอนภายในเซลล์ (Figure 1) อิเล็กตรอนที่มีมากในเซลล์จึงเข้าสู่กระบวนการหายใจแสงและหรือ Mehler reaction โดย O_2 จะเป็นตัวรับอิเล็กตรอนแทน $NADP^+$ ทำให้เกิดอนุมูลอิสระขึ้น (Carvalho, 2008)

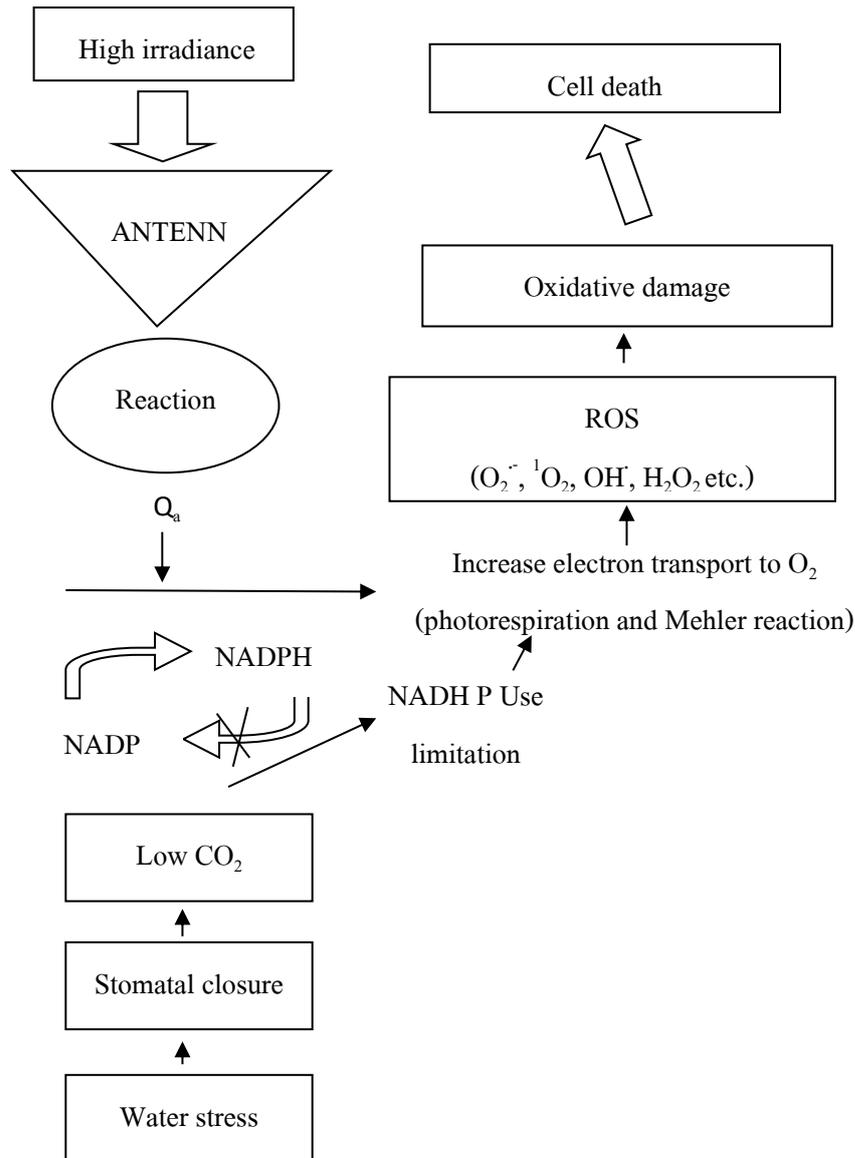


Figure 1 ROS production under drought stress.

Source: Adapted from Medrano et al. (2002)

เมื่อพืชต้องเผชิญกับสภาพแล้ง และอนุมูลอิสระถูกสร้างขึ้นจนเกินความสมดุล องค์ประกอบต่าง ๆ ภายในเซลล์พืชจะถูกทำลาย สารประกอบในกลุ่มฟีนอลเป็นสารจำพวกหนึ่งที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่ดี โดยมีบทบาทในการดักจับอนุมูลอิสระไม่ให้ไปกระตุ้นหรือก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ กลไกการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระมีหลายกลไกด้วยกัน เช่น การดักจับอนุมูลอิสระ (radical scavenging) การยับยั้งการทำงานของซิงเกิลโทออกซิเจน (1O_2) การหยุดปฏิกิริยาการสร้างอนุมูลอิสระ (chain breaking) และการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยา (Jirum and Srihanam, 2011)

การตอบสนองของพืชต่อสภาวะความเครียดแล้งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ (Figure 2) โดยในระยะแรกที่พืชเริ่มเจอกับสภาวะแล้ง ปริมาณ ROS จะอยู่ในระดับปกติที่คงที่ แต่เมื่อพืชขาดน้ำไปได้ระยะหนึ่ง ปากใบจะเริ่มปิดเพื่อลดการสูญเสียน้ำ ทำให้ปริมาณ ROS เพิ่มขึ้นเกินกว่าปกติ พืชก็จะเริ่มปรับตัวโดยกระตุ้นระบบการต้านอนุมูลอิสระให้ทำงาน ทั้งระบบการกำจัดอนุมูลอิสระที่เป็นเอนไซม์ เช่น ระบบ SOD, APX และ GR รวมถึงระบบการกำจัดอนุมูลอิสระที่ไม่ใช่เอนไซม์ เช่น สารฟีนอลชนิดต่าง ๆ ระบบเหล่านี้จะทำงานร่วมกันเพื่อกำจัดอนุมูลอิสระที่มากเกินไปภายในเซลล์ แต่ถ้าพืชประสบกับสภาวะแล้งที่รุนแรงและยาวนานต่อไปเรื่อย ๆ (ระยะที่สาม) ปริมาณ ROS จะมีมากกว่าที่ระบบการต้านอนุมูลอิสระของพืชจะทำงานไหว ซึ่งจะทำให้พืชเกิดสภาวะ oxidative stress และอาจส่งผลให้พืชตายได้

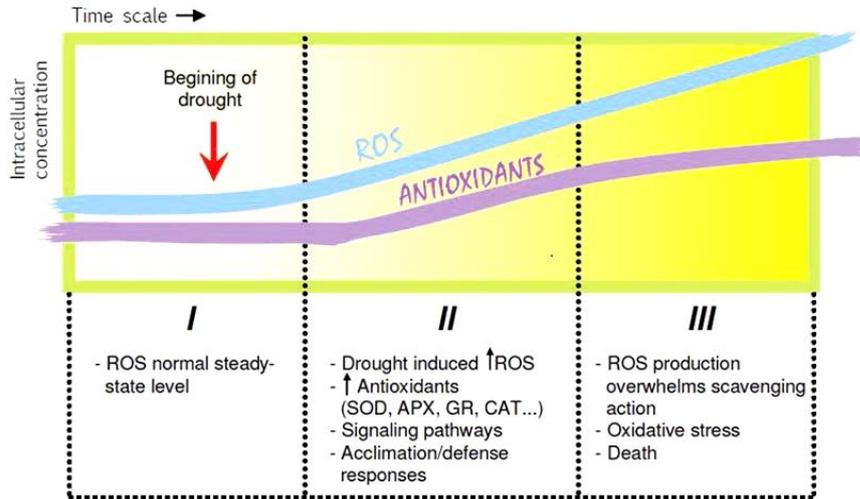


Figure 2 Proposed model of the drought stress response in three successive phase.

Source: Carvalho (2008)

ในพืชชนิดต่าง ๆ การตอบสนองของสารประกอบฟีนอลมีความแตกต่างกันไปตามชนิดและส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ในใบของถั่วลิสง ข้าวสาลี ข้าวโพด มะเขือเทศ และข้าว พบว่าส่วนใหญ่แล้ว ปริมาณสารฟีนอลในใบจะถูกสร้างมากขึ้นเมื่อกระทบแล้ง (Table 1) ในใบของข้าวโพดที่มีการศึกษาในระยะต้นกล้า โดยให้แล้งกับสถานะแล้งเมื่อข้าวโพดอยู่ในระยะที่มีใบ 5 ใบ โดยให้แล้งเป็นเวลา 3 สัปดาห์ที่ 30-35% ของความชื้นดินที่ระดับความจุสนาม (field capacity) พบว่า ปริมาณของสารฟีนอลิกรวมและกรดเฟอรูลิกมีอัตราการสังเคราะห์เพิ่มขึ้น และการสร้างกรดฟีนอลิกจะมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมของเอนไซม์ PAL ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในวิถีของการสังเคราะห์สารฟีนอลิก (Hura et al., 2008) เช่นเดียวกับในมะเขือเทศเชอร์รี่ที่มีการศึกษาผลของการกระทบแล้งต่อการเปลี่ยนแปลงสารประกอบฟีนอลิกในใบ โดยให้แล้งที่ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นที่ระดับ 50% ของความชื้นดินที่ระดับความจุสนาม พบว่า ในพันธุ์มะเขือเทศที่ทนแล้ง การให้น้ำที่ระดับ 50% ของความชื้นดินที่ระดับความจุสนามสามารถเพิ่มการสังเคราะห์สารฟีนอลิกในใบได้ (Sánchez-Rodríguez et al., 2011) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในถั่วลิสง 5 สายพันธุ์ เมื่อกระทบแล้งช่วงปลายของการเจริญเติบโต (ระยะเต็มเต็มเมล็ด) โดยให้แล้งที่ระดับ 1/3 ของความชื้นดินที่ระดับความจุสนาม (field capacity) พบว่า การสร้างสาร ฟีนอลิกในใบของถั่วลิสงมีอัตราเพิ่มขึ้นในทุกสายพันธุ์ (Aninbon et al., 2016a) ผลการทดลองสอดคล้องกับ Aninbon et al. (2016b) ที่พบว่า เมื่อถั่วลิสงกระทบแล้งช่วงกลางของการเจริญเติบโต โดยงดให้น้ำที่อายุ 30-60 วันหลังปลูก จะทำให้สารฟีนอลิกในใบจะเพิ่มสูงขึ้น

สำหรับอิทธิพลของการกระทบแล้งต่อปริมาณสารฟีนอลิกในส่วนของเมล็ดนั้น มีการรายงานที่แตกต่างไปตามแต่ชนิดพืช เช่น เมล็ดของยี่ห่วย (*Cuminum cyminum* L.) ที่ให้กระทบแล้ง 2 ระดับคือ 50% ของความชื้นดินที่ระดับความจุสนาม (moderate water deficit) และ 25% ของความชื้นดินที่ระดับความจุสนาม (severe water deficit) พบว่า เมื่อยี่ห่วยกระทบแล้งที่ระดับ 50% ของความชื้นดินที่ระดับความจุสนาม จะมีการสะสมปริมาณสารฟีนอลิกมากที่สุด รองลงมาคือ 25% และ 100% ของความชื้นดินที่ระดับความจุสนาม ตามลำดับ (Rebey et al., 2012) อย่างไรก็ตาม มีรายงานว่า การสร้างสารฟีนอลิกลดลงเมื่อกระทบแล้ง เช่นในเมล็ดของข้าวโอ๊ต โดยทำการทดลองในข้าวโอ๊ต 2 สายพันธุ์ และให้กระทบแล้งในช่วงการพัฒนาของเมล็ด โดยให้แล้งประมาณ 30% ของสภาพที่ได้รับน้ำปกติ พบว่า ปริมาณสารฟีนอลิกรวมในเมล็ดของทั้งสองสายพันธุ์ลดลง (Gallagher et al., 2010) เช่นเดียวกับในเมล็ดของถั่วลิสง เมื่อกระทบแล้งช่วงปลายของการเจริญเติบโต (ระยะเต็มเต็มเมล็ด) โดยให้แล้งที่ระดับ 1/3 ของความชื้นดินที่ระดับความจุสนาม (field capacity) พบว่า การสังเคราะห์สารฟีนอลิกรวมในเมล็ดลดลง (Aninbon et al., 2016a)

Table 1 Phenolic compounds production in different plant species and organs under drought stress.

Plant species	Compounds accumulated	Phenolic compounds	Organ	References
Peanut	total phenolic	increase	leaves	Aninbon et al. (2016a)
Wheat	total phenolic	increase	leaves	Hameed et al. (2013)
Maize	total phenolic, ferulic acid	increase	leaves	Hura et al. (2008)
Cherry tomatoes	flavonoids	increase	middie leave	Sánchez-Rodríguez et al. (2011)
Rice	flavonoids and anthocyanin	increase	leaves	Basu et al. (2010)
Maize	phenolics	decrease	seeds	Ali et al. (2010)
Wild oat	phenolics	decrease	seeds	Gallagher et al. (2010)
Cumin	phenolics	increase	seeds	Rebey et al. (2012)
Peanut	phenolics	decrease	seeds	Aninbon et al. (2016a)
Rehmannia glutinosa	total phenolics	decrease	roots	Chung et al. (2006)

ในส่วนราก มีการศึกษาในรากของงุ่นที่ใช้ทำไวน์ โดยให้กระทบแล้งที่ระดับความชื้น 30% พบว่า สารฟีนอลิกเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับพืชที่ได้รับน้ำปกติ โดยเฉพาะ ferulic acid และ *p*-coumaric ซึ่งจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเกิดการกระทบแล้ง (Weidner et al., 2009) แต่อย่างไรก็ตาม การกระทบแล้งที่ระยะ 50 วันหลังปลูกในพืชชนิด *R. glutinosa* ส่งผลให้ปริมาณฟีนอลิกรวมในรากลดลง (Chung et al., 2006)

สรุป

จากรายงานที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า สารประกอบฟีนอลเป็นกลุ่มสารขนาดใหญ่ และมีบทบาทสำคัญเมื่อพืชเกิดการกระทบแล้ง เมื่อพืชขาดน้ำอนุมูลอิสระจะเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากภายในเซลล์ พืชต้องมีการปรับตัวเพื่อต่อสู้ให้มีชีวิตรอดโดยการกระตุ้นระบบกำจัดอนุมูลอิสระ ทั้งระบบที่เป็นเอนไซม์และไม่เอนไซม์รวมทั้งสารประกอบฟีนอลด้วย สารต้านอนุมูลอิสระจะช่วยกำจัดอนุมูลอิสระที่มีมากเกินไปภายในเซลล์ โดยการดักจับอนุมูลอิสระไม่ให้ไปกระตุ้นหรือก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ ดังนั้นเมื่อพืชเกิดการกระทบแล้ง จะเห็นได้ว่า โดยส่วนใหญ่พืชจะสร้างสารประกอบฟีนอลเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม การตอบสนองของสารประกอบฟีนอลจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ส่วนต่าง ๆ ของพืช และระยะเวลาที่พืชนั้นกระทบแล้งด้วย เนื่องจากเมื่อพืชกระทบแล้ง จะมีกลไกต่าง ๆ มากมายที่พืชใช้เพื่อต่อสู้กับความแห้งแล้งเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การปรับตัวทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโตของราก ดังนั้นผลการทดลองจากพืชชนิดหนึ่งจึงไม่สามารถใช้กับพืชชนิดอื่น ๆ ได้ จึงควรศึกษาการตอบสนองในพืชแต่ละชนิดเพื่อที่จะสามารถวางแผนและปรับปรุงพันธุ์ให้มีสารชนิดนี้สูง เพื่อสร้างมูลค่าให้แก่พืชนั้น ๆ มากยิ่งขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง

- Ali, Q., Muhammad, A., and A. Farooq. 2010. Seed composition and seed oil antioxidant activity of maize under water stress. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 87(10): 1179-1187.
- Aninbon, C., Jogloya, S., Vorasoot, N., Patanothai, A., Nuchadomrong S., and T. Senawong. 2016a. Effect of end of season water deficit on phenolic compounds in peanut genotypes with different levels of resistance to drought. *Food Chemistry* 196: 123-129.
- Aninbon, C., Jogloy, S., Vorasoot, N., Nuchadomrong, S., Senawong, T., Holbrook, C. C., and A. Patanothai. 2016b. Effect of mid season drought on phenolic compounds in peanut genotypes with different levels of resistance to drought. *Field Crops Research* 187: 127-134.
- Basu, S., Roychoudhury, A., Saha, P. P., and D. N. Sengupta. 2010. Differential antioxidative responses of indica rice cultivars to drought stress. *Plant Growth Regulation* 60: 51-59.

- Bartwal, A., Mall, R., Lohani, P., Guru, S. K., and S. Arora. 2013. Role of secondary metabolites and brassinosteroids in plant defense against environmental stresses. *Journal of Plant Growth Regulation* 32(1): 216-232.
- Carvalho, M. H. C. 2008. Drought stress and reactive oxygen species. *Plant Signaling and Behavior* 3(3): 156-165.
- Chen, C.Y.O., and J. B. Blumberg. 2008. Phytochemical composition of nuts. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 17(suppl 1): 329-332.
- Chung, I. M., Kim, J. J., Lim, J. D., Yu, C.Y., Kim, S.H., and S. J. Hahn. 2006. Comparison of resveratrol, SOD activity, phenolic compounds and free amino acids in *Rehmannia glutinosa* under temperature and water stress. *Environmental and Experimental Botany* 56(1): 44-53.
- Dixon, R. A., and N. L. Paiva. 1995. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *The Plant Cell* 7(7): 1085-1097.
- Gallagher, R. S., Kristen, L.G., Lidewij, H. K., Jairus, R., Dennis, P., Sebastian, R., Mark, B., and E. F. Patrick. 2010. Shade and drought stress-induced changes in phenolic content of wild oat (*Avena fatua* L.) seeds. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry* 6(4): 90-107.
- Gill, S. S., and N. Tuteja. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry* 48(12): 909-930.
- Hameed, A., Goher, M., and N. Iqbal. 2013. Drought induced programmed cell death and associated changes in antioxidants, proteases, and lipid peroxidation in wheat leaves. *Biologia Plantarum* 57(2): 370-374.
- Hura, T., Hura, K., and S. Grzesiak. 2008. Contents of total phenolics and ferulic acid, and PAL activity during water potential changes in leaves of maize single-cross hybrids of different drought tolerance. *Journal of Agronomy and Crop Science* 194(2): 104-112.
- Jirum, J., and P. Srihanam. 2011. Oxidants and antioxidants: Sources and mechanism. *Academic Journal of Kalasin Rajabhat University* 1(1): 59-70. (in Thai).
- Koolachart, R., Jogloy, S., Vorasoot, N., Wongkaew, S., Holbrook, C. C., Jongrunklang, N., Kesmala, T., and A. Patanothai. 2013. Rooting traits of peanut genotypes with different yield responses to terminal drought. *Field Crops Research* 149: 366-378.
- Medrano, H., Escalona, J. M., Bota, J., Gulias, J., and J. Flexas. 2002. Regulation of photosynthesis of C₃ plants in response to progressive drought: Stomatal conductance as a reference parameter. *Annual of Botany* 89(7): 895-905.
- Natella, F., Nardini, M., Felice, M., and C. Scaccini. 1999. Benzoic and cinnamic acid derivatives as antioxidants: structure-activity relation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47(4): 1453-1459.
- Polle, A. 2001. Dissecting the superoxide dismutase-ascorbate-glutathione-pathway in chloroplasts by metabolic modeling: computer simulations as a step towards Flux analysis. *Plant Physiology* 126(1): 445-462.
- Rebey, I. B., Jabri-Karoui, I., Hamrouni-Sellami, I., Bourgou, S., Limam, F., and B. Marzouk. 2012. Effect of drought on the biochemical composition and antioxidant activities of cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds. *Industrial Crops and Products* 36(1): 238-245.
- Sánchez-Rodríguez, E., Moreno, D. A., Ferreres, F., Rubio-Wilhelmi, M. M., and J. M. Ruiz. 2011. Differential responses of five cherry tomato varieties to water stress: changes on phenolic metabolites and related enzymes. *Phytochemistry* 72(8): 723-729.
- Sade, B., Soylu, S., and E. Yetim. 2011. Drought and oxidative stress. *African Journal of Biotechnology* 10(54): 11102-11109.
- Tanaka, Y., Sasaki, N., and A. Ohmiya. 2008. Biosynthesis of plant pigments: anthocyanins, betalains and carotenoids. *The Plant Journal* 54: 733-749.
- Vermerris, W., and R. Nicholson. 2006. *Phenolic compound biochemistry*. Netherlands: Springer.
- Vogt, T. 2010. Phenylpropanoid biosynthesis. *Molecular Plant* 3(1): 2-20.
- Weidner, S., Kordala, E., Brosowska-Arendt, W., Karamac, M., Kosinska, A., and R. Amarowicz. 2009. Phenolic compounds and properties of antioxidants in grape vine roots (*Vitis vinifera* L.) under drought stress followed by recovery. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 78(2): 279-286.

วันรับบทความ (Received date) : 6 ก.พ. 60

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 21 ก.ค. 60

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 10 ก.ย. 62

KING MONGKUT'S AGRICULTURAL JOURNAL

Research Articles:

		Page
<input type="checkbox"/>	Beta-carotene Content Evaluation of F ₁ Hybrid Pumpkins for Processing	Poowanai Chaichumpoo, Wachiraya Imsabai, Woralluk Prayoonmahisorn, Yongyut Plubjapao and Anyamanee Auvuchanon 581
<input type="checkbox"/>	Effects of Harvesting Stage on Quality and Yield of Young Chili Fruit	Piyanath Pagamas, Chamnong Somkul, Salaleewan NaenFaen, Somnuek Leesuksomboon and Kunathip Kaika 590
<input type="checkbox"/>	Development of Seed Pelleting with Essential Oils for Organic Lettuce Seeds	Usanee Norahim and Wilawan Chuaboon 598
<input type="checkbox"/>	Combination Uses of Boiler Ash and Palm Oil Mill Sludge with Animal Manures	Kantika Youngmanee, Patrarat Teamkao and Orapin Nuthong 604
<input type="checkbox"/>	Factors Related to the Agricultural Extension Practice of Village Agricultural Volunteers in Bangkok	Thongtiwat Chaikasan and Duangkamol Panrosthup Thunmathiwat 612
<input type="checkbox"/>	Evaluation and Selection of Pumpkin for High beta-carotene Inbred line Improvement	Ratchanon Thongpan, Woralluk Prayoonmahisorn and Anyamanee Auvuchanon 619
<input type="checkbox"/>	Satisfaction of Young Smart Farmer towards the New Agricultural Entrepreneurs Training Course	Prawut Tassamalee and Duangkamol Panrosthup Thunmathiwat 627
<input type="checkbox"/>	Evaluation of Salinity Tolerance of Eggplant Germplasm under Greenhouse Conditions	Tanapong Ngoapitakkul, Jumnong Somkul, Piyanath Pagamas, Ratchanon Thongpan, Wittaya Sarakhun and Anyamanee Auvuchanon 635
<input type="checkbox"/>	Micropropagation of <i>Anubias congensis</i> by using Thidiazuron (TDZ)	Chanon Klomkamhaeng, Nongnuch Laohavisuti and Buppha Jongput 642
<input type="checkbox"/>	The Optimum Sterilization Procedures on Micropropagation of <i>Anubias</i> sp. 'White'	Achara Srisawang, Nongnuch Laohavisuti and Uscharee Ruangdej 648
<input type="checkbox"/>	Effect of Harvest Time and Season on Antioxidant Activity, Anthocyanin and Total Phenolic Content of Butterfly Pea Flower in Bangkok	Tee Havananda and Kietsuda Leungwilai 655
<input type="checkbox"/>	Study Fruit Development on Some Phytochemical in Pepper 'TVRC365'	Oranate Kanboonya, Jumnong Somkul, Pimchanok Satapoomin and Pornpairin Rungcharoenthong 662
<input type="checkbox"/>	Genetic Parameters of Growth Traits in Southern Thai Native Cattle under Management of Thepa Livestock Breeding Station, Songkhla Province	Talerngsak Angkuraseranee and Winit Kumsung 669
<input type="checkbox"/>	Para-rubber industry under ASEAN Economic Community: Manifestation of Para-rubber Plantation Area in the Large City of Two Sea	Palakorn Satsue and Purawich Phitthayaphinant 675
<input type="checkbox"/>	Satisfaction toward Clean Food Consumption of Consumers in Bangkok Metropolitan Area	Sirijanya Kuawiriyapan and Kulkanya Napompech 686
<input type="checkbox"/>	Participation Process Development of Communities on Sustainable Agriculture System Driven to Food for Well-being at the Kok-Chang Village, Laem Bua Subdistrict, Nakhon Chaisri district, Nakhon Pathom Province	Pitakpong Pompranee and Nittaya Junka 693
<input type="checkbox"/>	Factors Relating to Participation Needs on Eco-tourism Management of Farmers in Samut Prakarn Province	Chuleewan Wichit, Patana Sukprasert and Supat Thongkaew 703
<input type="checkbox"/>	Factors Related to Decision to Purchase Fresh Vegetables at Shops in Marketing Organization for Farmers	Teetanath Paspirom, Patana Sukprasert and Savitree Rangsihaht 713
<input type="checkbox"/>	An Analysis of Suitable Area for Planting of Sangyod Rice, Ranot District, Songkhla Province by Using Physical Factors from Sangyod Rice Area, Pattalung Province	Chotika Raticchaliyakul, Supan Karnchanasutham, Narong Pleerux, Kaew Nualchawee and Attawut Nardkulpat 719

Academic Article:

<input type="checkbox"/>	Response of Polyphenols in Plants under Drought Condition	Chorkaew Aninbon 729
--------------------------	---	----------------------