รายงานแผนงานวิจัยย่อย

วิจัยและพัฒนาลำไย
Research and Development on Longan

ชื่อหัวหน้าแผนงานวิจัยย่อย
ทวีศักดิ์ แสงอุดม
Thaveesak Sangudom

กรมวิชาการเกษตร

2564

รายงานแผนงานวิจัยย่อย

วิจัยและพัฒนาลำไย
Research and Development on Longan

ชื่อหัวหน้าแผนงานวิจัยย่อย
ทวีศักดิ์ แสงอุดม
Thaveesak Sangudom

2564

กรมวิชาการเกษตร

คำปรารภ

ลำไย จัดเป็นไม้ผลที่ทำรายได้อย่างมากให้กับเกษตรกรและประเทศ ปี 2564 มีพื้นที่ให้ผลผลิต 1,655,036 ไร่ เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.13 ต่อปี การวิจัยและพัฒนาลำไย มีความสำคัญที่มีส่วนช่วยในการเพิ่มศักยภาพการผลิตและศักยภาพการแข่งขัน ซึ่งกรมวิชาการเกษตรได้มีการดำเนินการมาอย่างต่อเนื่องทั้งในการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ การวิจัยหลังการเก็บเกี่ยว การลดปัญหาการตกค้างของสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ วิธีการตรวจวัดที่รวดเร็ว รวมถึงด้านเทคโนโลยีการผลิตในการบังคับการออกดอกที่มีประสิทธิภาพโดยเฉพาะการผลิตลำไยในช่วงหรือฝน การจัดการปุ๋ยในระบบน้ำเพื่อลดต้นทุนการผลิต ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวจะมีส่วนช่วยในการเพิ่มศักยภาพการผลิตของลำไยให้เพิ่มมากขึ้นและหวังว่าผลงานวิจัยต่างๆเหล่านี้จะเป็นประโยชน์แก่ให้เกษตรกร ผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้อง ที่สามารถนำไปใช้ในการเพิ่มศักยภาพการผลิต ผลผลิตได้มาตรฐาน ปลอดภัยและลดต้นทุนการผลิตและช่วยให้มีรายได้และความมั่นคงในอาชีพ รวมทั้งเพื่อเพิ่มศักยภาพการแข่งขัน

สถาบันวิจัยพืชสวน
2564

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
ผู้วิจัย	ง
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	จ
บทนำ	1
บทคัดย่อ	4
1. โครงการพัฒนาพันธุ์ลำไยระยะที่ 2 (ปี 2559-2564	7
2. โครงการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการลดการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยเพื่อการส่งออก	23
3. โครงการวิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลำไยในภาคตะวันออก	49
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	65
บรรณานุกรม	66
ภาคผนวก	69

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินการการวิจัยและพัฒนาลำไย มีการดำเนินการ 3 โครงการคือ 1) โครงการวิจัยพัฒนาพันธุ์ลำไยระยะที่ 2 2) โครงการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการลดการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยเพื่อการส่งออก 3)โครงการวิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลำไยในภาคตะวันออก ซึ่งมีการดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่จากศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี สถาบันวิจัยพืชสวน เจ้าหน้าที่สถิติ และสวนเกษตรกร รวมทั้งผู้ประกอบการโรงคัดบรรจุ/โรงรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลำไยส่งออก และผู้ส่งออกนำเข้าลำไย อาจารย์และบุคคลากรจากศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผู้ระกอบการส่งออก ผู้ประกอบการโรงรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คุณรุจิณี สันติกุล ผู้ให้คำปรึกษา คำแนะนำในการทำสวนลำไยและเอื้อเฟื้อสถานที่การทดลอง รวมทั้งอาจารย์มนตรี ทศานนท์ ผอ. พิจิตร ศรีปินตา และ ดร. นิพัฒน์ สุขวิบูลย์ ข้าราชการบำนาญ ที่ให้คำปรึกษาด้านต่างๆ ตลอดมา รวมทั้งผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกๆ ท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้ ที่มีส่วนร่วมในการดำเนินการ การให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาและช่วยให้การดำเนินงานต่างๆ สำเร็จด้วยดี จึงขอขอบพระคุณทุกๆ ท่านมา ณ. โอกาสนี้ รวมทั้งขอขอบคุณหน่วยงานต่างๆ ที่สนับสนุน ช่วยเหลือการดำเนินงานเป็นอย่างดี

ทวีศักดิ์ แสงอุดม

กรมวิชาการเกษตร

ผู้วิจัย

ทวีศักดิ์ แสงอุดม
Thaveesak Sangudom
ไว อินต๊ะแก้ว
Wai Intakaew
อนันต์ ปัญญาเพิ่ม
Anan Bunyapom
วรางคณา มากกำไร
Warangkana Markkumrai
สมโภชน์ น้อยจินดา
Sompoch Noichinda
วิทยา อภัย
Wittaya Apai
สถิตย์พงศ์ รัตนคำ
Satippong Rattanakam
สุทธินี ลิขิตตระกูลรุ่ง
Suttinee Likhittragulrung

ณัฐนัย ตั้งมั่นคงวรกูล
Nuttanai Tangmunkongvorakul
สมเพชร เจริญสุข
Sompech Charoensuk
เกรียงศักดิ์ นักผูก
Kriangsak Nukphuk
สนอง อมฤกษ์
Sanong Amaroek
ปรีชา ชมเชียงคำ
ปรีชา ชมเชียงคำ
ชัยวัฒน์ เผ่าสันทัดพาณิชย์
Chaiwat Paosantanpanid
เกรียงไกร สุภโตษะ
เกรียงไกร สุภโตษะ

รัชนี ฉัตรบรรยงค์
Ratchanee Chatbanyong
ปาริชาติ พจนศิลป์
Parichart Potchanasin
อัมพิกา ปุนนจิต
Ampika Punnajit
ศิริพร วรกุลดำรงชัย
Siriporn Vorakuldumrongchai
อรวินทินี ชูศรี
Orwintinee Choosri
วิโรจน์ โหราศาสตร์
Wirot Horasat
ปัญจพร เลิศรัตน์
Panjaporn Lertrat

กรมวิชาการเกษตร

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

<u>คำย่อหน่วยงาน</u>

กพป. = กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต
กมพ. = กองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช
ศวศ.ชม. = ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่
ศกล.เชียงใหม่ = ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่
ศวส.เชียงราย = ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย
สวพ.1 = สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1

<u>คำย่อหน่วยชั่ง ตวง วัด</u>

มม. = มิลลิเมตร
ชม. = ชั่วโมง
กก. = กิโลกรัม
g =gram
L = Liter
kg = kilogram
m = meter

<u>คำย่ออื่นๆ</u>

มกษ 1004-2557 = มาตรฐานบังคับกระบวนการรมผลไม้ด้วย SO_2
A, AA = ลำไยเกรดเอ และเอเอ
AOAC = Association of Official Analytical Chemists
AVA = Agri-Food & Veterinary Authority of Singapore
BI = Browning index
°C = Degree Celsius DRSD pads
ClO_2 = chlorine dioxide
CRD = Completely randomized design
Codex = Codex alimentarius
DRSD pads = Dual release sulfur dioxide pads
DPPH = 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
FDI = Flesh discoloration index
Flesh pH = ความเป็นกรดเป็นด่างของเนื้อผล (น้ำคั้น)
GAP = Good agricultural practice
GFP = Good Fumigation practice
GMP = Good Manufacturing Practice
HCl = hydrochloric acid (กรดเกลือ)
I_2 = ไอโอดีน
C* = Chroma
h° = Hue angle
L* = Lightness
$KClO_3$ = Potassium Chlorate
O_3 = ozone gas
LLDPE = Linear low density polyethylene
MRL = Maximum residue limit
ML = Maximum use limit
ppm = part per million
Pericarp pH = ความเป็นกรดเป็นด่างของเปลือกผล
% RH = Relative humidity percentage
RSA = Radical scavenging activity
Solution pH = ความเป็นกรดเป็นด่างของสารละลาย
SO_2 = sulfur dioxide
SOP = Standard operating procedure
SMS pad = แผ่นระเหยโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์
SMS = Sodium metabisulphite
TSS = Total Soluble Solids

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

ลำไยเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย และเป็นผู้ส่งออกลำไยอันดับหนึ่งของโลก กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้กำหนดให้เป็นสินค้าเกษตรในกลุ่มโปรดักซ์แชมเปี้ยน (Product champion) และกำหนดแผนยุทธศาสตร์ลำไย เพื่อรักษาความเป็นผู้นำในการผลิตและส่งออก ตลอดจนประกาศเขตเหมาะสม (Zoning) สำหรับการปลูกลำไยรวม 26 จังหวัด 142 อำเภอ 511 ตำบล ประเด็นปัญหาการผลิตที่สำคัญ คือ 1) ผลผลิตมีคุณภาพต่ำ 2) ต้นทุนการผลิตสูง 3) ขาดแคลนแรงงานปฏิบัติงาน 4) ผลผลิตมีสารพิษตกค้างหรือมีศัตรูพืชและ 5) การแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ของเกษตรกรมีน้อย ด้านพันธุ์ปลูกเกษตรกรนิยมปลูกพันธุ์ดอมากถึงร้อยละ 80 และยังขาดพันธุ์ที่มีเมล็ดลีบ เนื้อหนา ออกดอกติดผลเร็วหรือนอกฤดู ผลผลิตส่วนใหญ่จึงออกสู่ตลาดพร้อมกันในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม ทำให้ผลผลิตล้นตลาดและราคาตกต่ำ หนึ่งในยุทธศาสตร์พัฒนาลำไยปี 2553-2557 ของรัฐบาล คือ การกระจายการผลิต เพื่อแก้ปัญหาการกระจุกตัวของผลผลิตและราคาตกต่ำ การผลิตลำไยนอกฤดูช่วยทำให้เกษตรกรจำหน่ายได้ราคาดี ลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่เก็บเกี่ยวผลผลิตและแข่งขันในตลาดต่างประเทศได้อีกด้วย (พาวิน และคณะ, 2550) ปัจจุบันมีการใช้สารคลอเรตบังคับให้ลำไยออกดอกนอกฤดู และกระจายการผลิตได้ในระดับหนึ่งแล้ว แต่การใช้สารคลอเรตอย่างได้ผลต้องมีการวางแผนที่เหมาะสมกับความพร้อมของต้น สภาพแวดล้อม และความต้องการของตลาด (อรุณี, 2550) ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ใหม่ที่คุณภาพดีและออกดอกติดผลนอกฤดูเป็นที่ยอมรับของเกษตรกรหรือผู้บริโภคจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ก็จะช่วยเหลือเกษตรกรได้ซึ่งกรมวิชาการเกษตรได้สำรวจและรวบรวมพันธุ์ลำไยจากทั้งในประเทศและต่างประเทศมาไว้ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงรายและศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่อย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี 2549 เป็นต้นมา หากมีการนำพันธุ์เหล่านั้นมาใช้ประโยชน์เช่น คัดเลือกพันธุ์และผสมพันธุ์เพื่อสร้างพันธุ์ใหม่สำหรับใช้ปลูกเป็นการค้าเพิ่มขึ้นจากพันธุ์ดอที่เกษตรกรนิยมปลูกเป็นการค้า ดังนั้นการรวบรวม จำแนก อนุรักษ์เชื้อพันธุ์เพื่อมิให้สูญพันธุ์ ใช้ปรับปรุงพันธุ์หรือผสมพันธุ์ให้ได้พันธุ์ใหม่ ตลอดจนคัดเลือกพันธุ์ที่ดีเด่นเป็นพันธุ์แนะนำ ก็จะเกิดประโยชน์แก่เกษตรกรที่ต้องการปรับเปลี่ยนพันธุ์ดอไปปลูกพันธุ์ใหม่ที่มีคุณภาพบริโภคดี ออกดอกติดผลเร็วหรือนอกฤดู ทำให้เกษตรกรจำหน่ายลำไยได้ราคาสูงกว่าในฤดูและมีรายได้สูงขึ้น ซึ่งสำหรับโครงการวิจัยพัฒนาพันธุ์ลำไยระยะที่ 2 จะเป็นการดำเนินงานต่อในการปฏิบัติดูแลรักษาแปลงรวบรวมพันธุ์ ศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ จำแนกพันธุ์และจัดทำฐานพันธุกรรมเพิ่มเติมในบางพันธุ์ที่เพิ่งออกดอกติดผลหรือได้รับพันธุ์มาในภายหลัง จัดทำเอกสารวิชาการพันธุ์ลำไยที่เพิ่มเติมพันธุ์ใหม่ ปฏิบัติดูแลรักษาและคัดเลือกลูกผสมทั้งในแปลงปลูกและที่เสียบยอดกับต้นใหญ่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากนั้นจะทดสอบพันธุ์ลูกผสมที่ผ่านการคัดเลือกในแหล่งปลูกลำไยที่สำคัญ เพื่อขอรับรองพันธุ์และขยายต้นพันธุ์ดีให้เกษตรกรหรือผู้สนใจ

การตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ในเนื้อผลลำไยส่งออกไปสาธารณรัฐประชาชนจีนนั้นเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อการส่งออกในปัจจุบัน ภาครัฐได้พัฒนามาตรฐานการรมตามระบบการรมที่ดีและเหมาะสม (Good Fumigation Practice, GFP) และโรงคัดบรรจุ (GMP) มีโรงรมที่ได้รับรองมาตรฐานเขตภาคเหนือ 60 โรงรม แต่ยังพบการตกค้างเกินมาตรฐาน ในปี 2557 ห้องปฏิบัติการกลาง ได้วิเคราะห์ SO_2 ในเนื้อผล 2,746 ตัวอย่าง พบว่าเกินค่ามาตรฐาน 96 ตัวอย่างหรือร้อยละ 3.5 ปริมาณที่พบ 51-234.7 ppm บริษัทที่ขอใบรับรองสุขอนามัย 59 บริษัท พบว่าไม่ผ่าน 31 บริษัท โรงรม 52 โรงรม พบว่าไม่ผ่าน 35 โรงรม เนื่องจากใช้กำมะถันเกินในตาราง S-Table และผลชื้นเนื่องจากเปียกน้ำฝน รวมทั้งไม่มีเครื่องมือตรวจวัดแบบเร็ว

การปัญหาการใช้กำมะถันเกินคำแนะนำจาก S-Table ได้แก่ การใช้มาตรการภาคบังคับกับระบบ GFP ลำไยและการสุ่มตัวอย่างให้ได้ตัวแทนที่แท้จริง งานวิจัยเพื่อลดการตกค้างของ SO_2 เช่น การล้างด้วยน้ำโอโซน

กรมวิชาการเกษตร

น้ำเกลือ น้ำคลอรีนสามารถลดได้เฉพาะที่เปลือกเท่านั้น แต่ในเนื้อผลยังขาดวิธีที่มีประสิทธิภาพ การใช้ก๊าซ SO_2 ที่ 0.4% จากถังโดยตรงมีต้นทุนสูง 13,000 บาท/ถัง น้ำหนัก 65 kg ช่วยลดการตกค้างได้เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ก๊าซ SO_2 สูงกว่า 1.3-1.5% การใช้แผ่นระเหยก๊าซ SO_2 (SO_2 generated pad) ที่ใช้รมองุ่นสดที่นำเข้าก็เป็นเทคโนโลยีที่ลดการตกค้าง SO_2 ได้ วิธีการใช้ที่น่าสนใจ คือ การรมก๊าซ SO_2 เข้มข้นต่ำ 1 ครั้งและแนบแผ่นระเหยในถุงพลาสติกบรรจุใส่ตะกร้าก่อนส่งออก ซึ่งอาจช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักและผลยุบตัวได้ดีขึ้น การแก้ไขปัญหาผลมีความชื้นเนื่องจากฝนและหมอกหนาวซึ่งต้องเสียเวลาเป่าแห้งก่อนรม หรือถ้ารมเลยทำให้ผลก๊าซซึมเข้าผิวไม่สม่ำเสมอ การแช่ผลใน sodium metabisulfite 5% + HCl 1% นาน 5 นาทีช่วยแก้ไขปัญหาได้ ทำให้ค่าตกค้าง SO_2 ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการรม SO_2 แต่ยังต้องวิจัยหาเทคโนโลยีการแช่ที่ปลอดภัยหรือเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีอื่นต่อไป (วิทยาและคณะ, 2557)

ปริมาณก๊าซที่ระเหยในตู้คอนเทนเนอร์ก็เป็นเรื่องหนึ่งยังขาดเครื่องวัดความเข้มข้นของก๊าซที่ระเหยออกระหว่างขนส่งว่ามีผลต่อการตกค้างเกินมาตรฐานหรือไม่ รวมถึงเทคโนโลยีการตรวจวัดก๊าซ SO_2 ตกค้างแบบเร็วในเนื้อผล หากมีจะทำให้นำไปใช้ตามด่านตรวจพืชของกรมวิชาการเกษตรและที่โรงรมควันได้ ชรินทร์และคณะ (2550) พบว่าพัฒนาการวัด SO_2 โดยเทคนิคคูลอมเมตริกไทเทรชั่นต้นทุนต่ำใช้เวลาวัดเพียง 1-3 นาทีเวลาสั้นกว่าการไทเทรตที่ใช้เวลา 1-2 ชั่วโมง แต่ต้องมีการวิจัยและทดสอบก่อนนำไปใช้จริง

การรมก๊าซหรือการแช่ผลด้วยคลอรีนไดออกไซด์พบว่าสามารถชะลอการเน่าเสียและเปลือกเปลี่ยนสีน้ำตาลได้ (Saengnil *et al.*, 2014) หรือเปรียบเทียบกับการใช้กรดเกลือ (วิทยาและคณะ, 2557) ดังนั้นจึงควรเร่งรัดงานวิจัยเพื่อแก้ปัญหาการตกค้างของ SO_2 ณ ประเทศปลายทางที่เกินค่ามาตรฐานกำหนด ตลอดจนหาเทคโนโลยีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ประสิทธิภาพทดแทนการรมก๊าซ SO_2 สำหรับการส่งออกไปตลาดใหม่ที่ไม่ยอมรับการรมก๊าซ SO_2 หรือเป็นทางเลือกใหม่สำหรับผู้ประกอบการส่งออก

สำหรับการออกดอก ลำไยเป็นไม้ผลที่ต้องการอากาศหนาวเย็นระดับหนึ่งเพื่อกระตุ้นให้ออกดอก ทำให้ออกดอกไม่แน่นอนขึ้นกับความหนาวเย็นในแต่ละปี ที่ผ่านมางานวิจัยเพื่อควบคุมการออกดอกติดผล กระจายการผลิตและปรับปรุงคุณภาพลำไยมีทั้งในประเทศและต่างประเทศ เช่น การใช้สารคลอเรตเพื่อชักนำให้ลำไยออกดอกติดผล (ธนะชัย, 2542; พาวินและคณะ, 2542; พาวินและคณะ, 2550 และมนตรี, 2548) การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชชักนำให้ออกดอกติดผลเพิ่มขึ้น การผลิตลำไยนอกฤดูให้ประสบความสำเร็จนั้น จะมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในส่วนของคน (แรงงาน) เทคโนโลยีการผลิต และปัจจัยของสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ หรือปริมาณน้ำฝน เป็นต้น โดยเฉพาะเทคโนโลยีในการใช้สารคลอเรตทางดินเพื่อกระตุ้นให้ลำไยออกดอกและติดผลนั้นจะมีข้อจำกัดมากในช่วงฤดูฝน ซึ่งจะพบปัญหาในเรื่องประสิทธิภาพของโพแทสเซียมคลอเรตที่ไม่สามารถทำให้ลำไยออกดอกได้เต็มประสิทธิภาพเนื่องจากมีฝนตกมากหลังการให้สาร และต้นลำไยบางต้นมีการแตกใบอ่อนไม่แทงช่อดอกหรือมีการแตกใบอ่อนพร้อมออกดอก ถึงแม้จะมีการใช้ปุ๋ยทางใบและสารควบคุมการเจริญเติบโตเพื่อยับยั้งการเจริญของใบอ่อนเพื่อให้การแทงช่อสมบูรณ์แต่ได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร ส่งผลทำให้มีการออกดอกติดผลน้อย ผลผลิตต่อต้นต่ำ

ส่วนการจัดการปุ๋ยในระบบน้ำที่เหมาะสมนั้น เป็นวิธีการที่จะช่วยลดต้นทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากในปัจจุบันการใช้ปุ๋ยกับต้นลำไยของเกษตรกรนั้น เกษตรกรชาวสวนลำไยจำนวนไม่น้อยที่มีการใส่ปุ๋ยตามความเชื่อและได้ข้อมูลการสอบถามจากเพื่อนเกษตรกรผู้ที่มีสวนลำไยที่มีต้นลำไยสมบูรณ์และให้ผลผลิตสูง หรืออาศัยข้อมูลจากประสบการณ์ที่เคยปฏิบัติ ซึ่งสูตรปุ๋ยจะเป็นสูตรสำเร็จหรือปุ๋ยสั่งตัด ทำให้มีค่าใช้จ่ายปัจจัยการผลิตในส่วนนี้ค่อนข้างสูงและชาวสวนเสียค่าใช้จ่ายโดยเปล่าประโยชน์ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น การศึกษาเกี่ยวกับอัตราตลอดทั้งการจัดปุ๋ยในระบบน้ำจะช่วยให้การให้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งจะทำให้ต้นทุนจากการใช้ปุ๋ยลดลง

กรมวิชาการเกษตร

ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา เกษตรกรชาวสวนลำไยจังหวัดจันทบุรี ประสบปัญหาขาดแคลนแรงงานภาคเกษตรทำให้ไม่สามารถจัดการปัจจัยการผลิตในบางช่วงการพัฒนาการของลำไยได้ตามต้องการ ประกอบกับการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรต กระตุ้นการออกดอกของลำไยในบางช่วงไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากการผลิตลำไยนอกฤดูในสภาพพื้นที่จังหวัดจันทบุรีนั้นมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ผลผลิตออกมาตรงกับช่วงเดือนกุมภาพันธุ์หรือมีนาคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีความต้องการสูงของตลาดส่งออก ดังนั้นเกษตรกรจะต้องทำการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรตในช่วงเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม ซึ่งตรงกับช่วงฤดูฝนทำให้พื้นที่จังหวัดจันทบุรีจะมีปริมาณฝนค่อนข้างมาก ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การออกดอกของลำไยค่อนข้างต่ำ นอกจากนี้จากสภาพอากาศที่แปรปรวนในปัจจุบัน ทำให้ผลผลิตลำไยลดลง ไม่สามารถควบคุมปริมาณผลผลิตได้เท่าที่ควร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลำไยนั้นจะมีพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ภาคเหนือและส่วนในพื้นที่ภาคตะวันออกยังมีไม่มากนัก ฉะนั้นจึงควรมีการศึกษาถึงวิธีการจัดการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้โพแทสเซียมคลอเรตในช่วงฤดูฝนและการจัดการปุ๋ยเพื่อลดปัจจัยการผลิตในสภาวะแวดล้อมปัจจุบันที่มีความแปรปรวนของสภาพอากาศ เพื่อแก้ไขและลดปัญหาการผลิตลำไยนอก

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

แผนงานวิจัยและพัฒนาลำไย มีวัตถุประสงค์เพื่ออนุรักษ์ พัฒนาพันธุ์ลำไย การลดปัญหาการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ยืดอายุการเก็บรักษา รวมทั้งการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในฤดูฝน ดำเนินการระหว่างตุลาคม 2559- กันยายน 2564 ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จันทบุรี ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สำนักวิจัยพัฒนาการเกษตรเขตที่1 และเขตที่ 6 สวนเกษตรกร และบริษัทผู้ประกอบการด้านต่างๆ มี 3 โครงการ มีผลการดำเนินงาน 1) ได้รวบรวม จำแนก พันธุ์ลำไย ที่ ศวส. เชียงราย 59 พันธุ์/สายพันธุ์ ในพื้นที่ 8 ไร่ และ ศกล.เชียงใหม่ 27 พันธุ์/สายพันธุ์ ในพื้นที่ 3 ไร่ ได้ทำฐานข้อมูลพันธุกรรมลำไยเพิ่มเติม 20 พันธุ์/สายพันธุ์ และพิมพ์เป็นเอกสารวิชาการพันธุ์ลำไยครั้งที่ 8 รวมทั้งสิ้น 52 พันธุ์/สายพันธุ์ การวิเคราะห์สารสำคัญพบว่าพันธุ์ลำไยที่มีสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดคือ ลำไยเถา ส่วนการคัดเลือกลำไยลูกผสม ได้ลูกผสมที่ผ่านเกณฑ์คัดเลือกจำแนกเป็นลำไยลูกผสมคุณภาพดี 11 ลูกผสม เมล็ดเล็กหรือลีบ 8 ลูกผสม และเนื้อสีเหลือง 4 ลูกผสม พบลูกผสมที่ออกดอกติดผลนอกฤดูในกลุ่มคุณภาพดี เช่น เพชรยะลาxเบี้ยว กลุ่มเมล็ดเล็กหรือลีบ เช่น ลูกผสมเพชรสาคร× เบี้ยวเขียว และในกลุ่มเนื้อสีเหลืองออกดอกได้มากกว่า 1 ครั้ง เช่น นราภิรมย์xนครพนม

2) ทดสอบเทคโนโลยีในการลดปัญหาการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และยืดอายุการเก็บรักษาลำไยเพื่อการส่งออก พบว่ากรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพดีและเป็นไปได้ คือ การรม SO_2 ความเข้มข้น 1.5% + O_3 นาน 1 ชม. และวิธีการแช่ใน HCl ความเข้มข้น 5% + SMS ความเข้มข้น 1% นาน 5 นาที ช่วยลดการเกิดโรคได้นาน 70 และ50 วัน ตามลำดับ การแช่ HCl ความเข้มข้น 5% + SMS ความเข้มข้น 1% นาน 5 นาที เป็นทางเลือกหนึ่งในเชิงการค้าสามารถใช้ยืดอายุลำไยส่งออกไปประเทศสิงคโปร์ได้เนื่องจากพบค่าตกค้าง SO_2 ทั้งผลมีค่า 11.74 – 16.04 ppm สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องตรวจซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) แบบเร็วทดแทนการไทเทรตมาตรฐาน (AOAC, 2016) ด้วยวิธีคูลอมเมตริกไทเทรชั่นจากวิธีชรินทร์ และวัฒนากร (2550) ตรวจพบค่าการตกค้างของ SO_2 ในเนื้อใกล้เคียงกับวิธีมาตรฐาน AOAC (2016) จึงสามารถใช้ในการวิเคราะห์คัดกรอง (Screening) เบื้องต้นกับตัวอย่างลำไยที่ผ่านการรม SO_2 ได้ และเครื่องต้นแบบมีต้นทุนประมาณ 50,000 บาท โดยจุดคุ้มทุนของต้นแบบเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต อยู่ที่ 179 ตัวอย่าง

3) การพัฒนาเทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลำไยช่วงฤดูฝน พบว่า การชักนำต้นลำไยให้ออกดอกและติดผลในฤดูฝนด้วย $KClO_3$ ในช่วงฝนตก โดยให้ $KClO_3$ ในอัตรา 150 กรัมต่อเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่ม 1 เมตร ทางดิน และพ่น $KClO_3$ 2,000 ppm จำนวน 3 ครั้ง มีเปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อนน้อยที่สุด คิดเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์การออกดอกมากที่สุด คิดเป็น 70 เปอร์เซ็นต์ **ส่วน**การให้ปุ๋ยในระบบน้ำเพื่อลดต้นทุนการผลิตโดยการให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการเกษตรกร และการให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดิน พบว่า ในปี 2562 ทั้ง 2 กรรมวิธี ผลผลิตไม่แตกต่างกัน แต่ ในปี 2563 กรรมวิธีที่ให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดินมีปริมาณผลผลิต เกรดผลขนาดใหญ่ และน้ำหนักเฉลี่ยของผลมากกว่ากรรมวิธีที่ให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดินมีปริมาณผลผลิต 97.84 กิโลกรัม/ต้น เกรดผลขนาดใหญ่ 91.47% น้ำหนักเฉลี่ยของผล 11.19 กรัม ขณะที่การให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการเกษตรกรมีปริมาณผลผลิต 59.81 กิโลกรัม/ต้น เกรดผลขนาดใหญ่ 70.10% น้ำหนักเฉลี่ยของผล 9.32 กรัม ทั้งนี้ การให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดินสามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีได้ 30%

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

The objectives of research and development of longan were conservation, breeding improvement, decrease sulfur dioxide (SO_2) residue problem and prolong storage life in fresh longan for export and increase production efficiency in raining season. Three projects were studied during 2016-2021 at various research centers of DOA. The results of 1st project found that 59 varieties/lines planted in 8 rai at CRHRC and 27 varieties/lines planted in 3 rai at CMRARC. Major criteria using to classify varieties include leaves' shape, fruits' shape, flesh colour and fruit setting period. Characteristics of another 20 varieties were added to longan database. The output of the project is an acadamic book 8th edition named "Longan Varieties" with 52 varities included. Lumyaithou presented the highest antioxidants. For hybrids longan, it was found that 81.9% of grafted hybrids gave flowers but only 77.8% presented fruiting. According to selection criteria, 11 hybrids were selected for good quality, 8 hybrids for small seeds or seedless and 4 hybrids for yellow flesh. Among good quality hybrids, Phetyara× Bieopresented off season fruiting. PhetSaKorn× BieoKhieo (Small seed or Seedlesshybrids) also exhibit off season while NaraPirom× NakhonPhaNom (yellow flesh hybrids) be able to flower twice a year. Further researches on longan hybrids for certificated and recommended varieties should be done in the future.

The 2 nd project was studied on technological development for reducing the sulfur dioxide residue problem in fresh longan for exporting. The results found that the possible treatments, i.e. SO_2 1.5% + O_3 1 h and HCl 5% + SMS 1% could control disease incidence for 70 and 50 days respectively at 5 ºC. Dipping in HCl 5%+SMS 1% detected the least SO_2 residue in whole fruit not exceeding Codex and Singapore tolerant limit of 50 ppm throughout period of time. Performance testing of the rapid sulfur dioxide (SO_2) detection equipment by coulometric titrations method following Techapun and Kaewpakdee (2007) to replace standard method (AOAC, 2016) was carried out. The results showed that it was the residual SO_2 content of fruit pulp was not different from that of standard titrations method (AOAC, 2016) and the prototype cost about 50,000 baht. The breakeven point of the prototype was 179 samples.

The 3 rd project was studied on increasing efficiency of longan production in rainy season with two experiments. 1) Study on the efficiency of potassium chlorate ($KClO_3$) to induce flowering of longan in rainy season. The result showed that the application of $KClO_3$ 150 g/m canopy diameter as a soil drench + $KClO_3$ 2,000 ppm as foliar spray 3 times had induced the leastest flushing at 20 percents and the highest flowering at 70 percents which significantly different from control. 2) Study on using fertigation in longan orchard was aim to improve fertilizer use efficiency and decrease costs of longan production.. Treatments were two fertilizer management practices: (1) fertilizer application followed by a farmer method (broadcasting) and (2) fertigation with fertilizer recommendation based on the soil analysis. The results showed that There were no statistically significant differences in yield, fruit grades (large and small), fruit weight, firmness, and

total soluble solid from using fertilizer application followed by a farmer method and fertigation with fertilizer recommendation based on the soil analysis ($p<0.05$) in 2019. However, in 2020, there were significant increase in yield, large fruit grade, small fruit grade, and fruit weight in fertigation with fertilizer recommendation based on the soil analysis (97.84 kg/plant, 91.47%, 8.53%, and 11.19 g) compared to fertilizer application followed by a farmer method (59.81 kg/plant), 70.10%, 29.9%, and 9.32 g). For costs and returns of longan production, the data demonstrated that using fertilizer recommendation based on the soil analysis reduced 30% in costs.

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยที่ 1

พัฒนาพันธุ์ลำไยระยะที่ 2 (ปี 2559-2564)

Research and Development on Longan Variety Improvement Project Phase **Π**

ทวีศักดิ์ แสงอุดม[1] ไว อินต๊ะแก้ว[2] อนันต์ ปัญญาเพิ่ม[3]
วรางคณา มากกำไร[1] สมโภชน์ น้อยจินดา[4]

Thaveesak Sangudom[1] Wai Intakaew[2] Anan Bunyapom[3]
Warangkana Markkumrai[1] Sompoch Noichinda[4]

คำสำคัญ : ลำไย พันธุ์ การจำแนกพันธุ์ ลูกผสม การปรับปรุงพันธุ์ คุณภาพ สารสำคัญ

Key words : Longan, variety, classification, hybrid, quality, biochemicals

บทคัดย่อ

รวบรวม จำแนก ประเมินคุณค่า และพัฒนาพันธุ์ลำไย ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จ.เชียงราย และศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ระหว่างปี 2559-2564 ซึ่งที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงรายมี 59 พันธุ์/สายพันธุ์ ในพื้นที่ 8 ไร่ และศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่มี 27 พันธุ์/สายพันธุ์ ในพื้นที่ 3 ไร่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวม จำแนก และพัฒนาพันธุ์ลำไยให้มีคุณภาพดี ออกดอกติดผลเร็วหรือนอกฤดูและเป็นที่ยอมรับของเกษตรกรหรือผู้บริโภค พบว่า ลำไยที่รวบรวมพันธุ์ไว้มีลักษณะใบ ดอก ผล เนื้อ และเมล็ดที่แตกต่างกัน ลักษณะสำคัญที่สามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกพันธุ์ได้คือ รูปร่างใบ รูปร่างผล สีเนื้อ และช่วงการออกดอกติดผล ลำไยที่มีเมล็ดลีบหรือเมล็ดไม่พัฒนาได้แก่ พันธุ์ไร้เมล็ด และลำไยพันธุ์เบี้ยวเขียวลำพูนอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของไรสี่ขา ได้ทำฐานข้อมูลพันธุกรรมลำไยจนครบทุกลักษณะเพิ่มเติมจากโครงการพัฒนาพันธุ์ลำไยระยะแรกอีก 20 พันธุ์/สายพันธุ์ พันธุ์ลำไยที่มีสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดคือ ลำไยเถา และพิมพ์เป็นเอกสารวิชาการพันธุ์ลำไยครั้งที่ 8 รวมทั้งสิ้น 52 พันธุ์/สายพันธุ์

ปี 2559-2564 ลูกผสมลำไยที่ได้จากโครงการพัฒนาพันธุ์ลำไยระยะที่ 1 จำนวน 72 ลูกผสม เสียบยอดบนลำไยพันธุ์ดอที่ออกดอกร้อยละ 81.9 และติดผลเพื่อคัดเลือกเบื้องต้นได้ร้อยละ 77.8 ของลำไยลูกผสมทั้งหมด ลูกผสมที่ผ่านเกณฑ์คัดเลือกจำแนกเป็นลำไยลูกผสมคุณภาพดี 11 ลูกผสม เมล็ดเล็กหรือลีบ 8 ลูกผสม และเนื้อสีเหลือง 4 ลูกผสม พบลูกผสมที่ออกดอกติดผลนอกฤดูในกลุ่มคุณภาพดี เช่น เพชรยะลาxเบี้ยว กลุ่มเมล็ดเล็กหรือลีบ เช่น ลูกผสมเพชรสาครxเบี้ยวเขียว และในกลุ่มเนื้อสีเหลืองออกดอกได้มากกว่า 1 ครั้ง เช่น นราภิรมย์x นครพนม การทดสอบพันธุ์ลำไยลูกผสมเพื่อการเสนอรับรองพันธุ์หรือพันธุ์แนะนำจะได้ดำเนินการวิจัยต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

[1] สถาบันวิจัยพืชสวน (Horticulture Research Institude)

[2] ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย (Chiangrai Horticulture Research Center)

[3] ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (Chiangmai Royal Agriculture Research Center)

[4] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (King Mongkut's University)

Abstract

Germplasm collection, classification, evaluation and varietal development of longan were conducted during 2011-2015 at Chiang Rai Horticulture Research Center (CRHRC) and Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (CMRARC). Currently, there are 59 varieties/lines planted in 8 rai at CRHRC and 27 varieties/lines planted in 3 rai at CMRARC. This project aimed to collect, classify and improve longan varieties for good quality, off season fruiting and be accepted by growers and consumers. It was found that there were differences in leaves, flowers, fruits, flesh and seeds among varieties. Major criteria using to classify varieties include leaves' shape, fruits' shape, flesh colour and fruit setting period. Among collected varieties, seedless variety called Raimalet were found and BieoKhieo-Lumphun was weak to longan mite. Lumyaithou presented the highest antioxidants. Characteristics of another 20 varieties were added to longan database. The output of the project is an acadamic book 8th edition named "Longan Varieties" with 52 varities included.

During 2016-2021, 72 hybrids from longan varietal development project phase 1 were obtained. Those hybrids were grafted on Daw stocks to investigate flowering and fruit setting. It was found that 81.9% of grafted hybrids gave flowers but only 77.8% presented fruiting. According to selection criteria, 11 hybrids were selected for good quality, 8 hybrids for small seeds or seedless and 4 hybrids for yellow flesh. Among good quality hybrids, Phetyara×Bieopresented off season fruiting. PhetSaKorn×BieoKhieo (Small seed or Seedlesshybrids) also exhibit off season while NaraPirom×NakhonPhaNom (yellow flesh hybrids) be able to flower twice a year. Further researches on longan hybrids for certificated and recommended varieties should be done in the future.

บทนำ

ระหว่างปี 2552-2556 พื้นที่การปลูกลำไยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเนื้อที่ให้ผลผลิตเพิ่มจาก 970,703 ไร่ ในปี 2552 เป็น 1,010,263 ไร่ ในปี 2556 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.34 ต่อปี ทำให้ผลผลิตลำไยเพิ่มขึ้นจาก 623,032 ตันในปี 2552 และเพิ่มเป็น 863,901 ตันในปี 2556 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.07 ต่อปี ผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นจาก 642 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2552 เป็น 855 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2556 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 10.51 ต่อปี เกษตรกรนิยมปลูกพันธุ์ดอมากถึงร้อยละ 80 และยังขาดพันธุ์ที่มีเมล็ดลีบ เนื้อหนา ออกดอกติดผลเร็วหรือนอกฤดู ผลผลิตส่วนใหญ่จึงออกสู่ตลาดพร้อมกันในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคมทำให้ผลผลิตล้นตลาดและราคาตกต่ำ หนึ่งในยุทธศาสตร์พัฒนาลำไยปี 2553-2557 ของรัฐบาล คือ การกระจายการผลิต เพื่อแก้ปัญหาการกระจุกตัวของผลผลิตและราคาตกต่ำ การผลิตลำไยนอกฤดูช่วยทำให้เกษตรกรจำหน่ายได้ราคาดี ลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่เก็บเกี่ยวผลผลิตและแข่งขันในตลาดต่างประเทศได้อีกด้วย (พาวิน และคณะ, 2550) นอกจากนั้น วรรณภา (2562) กล่าวว่า ลำไยอาจไม่ใช่ไม้ผลที่ทำรายได้ดีให้กับเกษตรกรเหมือนในอดีต เพราะมีปัญหาเรื่องการจัดการให้ได้ลำไยคุณภาพ ต้นทุนสูง ปัญหาการตลาด การแข่งขันจากต่างประเทศ ซึ่งเสนอความเห็นของ ผศ.พาวิน มะโนชัย เพิ่มเติมอีกว่า แนวทางการแก้ไขปัญหาประการหนึ่งคือการสร้างความหลากหลายของพันธุ์ลำไยให้มากขึ้น เช่น

กรมวิชาการเกษตร

พันธุ์พวงทอง กำลังได้รับความนิยมในขณะนี้ ปัจจุบันมีการใช้สารคลอเรตบังคับให้ลำไยออกดอกนอกฤดูและกระจายการผลิตได้ในระดับหนึ่งแล้ว แต่การใช้สารคลอเรตอย่างได้ผลต้องมีการวางแผนที่เหมาะสมกับความพร้อมของต้น สภาพแวดล้อม และความต้องการของตลาด (อรุณี, 2550) ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ใหม่ที่คุณภาพดีและออกดอกติดผลนอกฤดูเป็นที่ยอมรับของเกษตรกรหรือผู้บริโภค จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเหลือเกษตรกรได้ ซึ่งการปรับปรุงพันธ์ลำไยได้เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปี 2512 โดย ดร. วัฒนา เสถียรสวัสดิ์ได้ผสมพันธุ์ลำไยพันธุ์อีแดง ตลับนาก ใบดำ แห้วและเบี้ยวเขียว ทำให้ได้ลูกผสมที่น่าสนใจ 2 ต้น คือลูกผสมตลับนากxเบี้ยวเขียว ซึ่งมีผลโต เปลือกหนา เนื้อหนา หวานกรอบ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 20.6 องศาบริกซ์ และลูกผสมแห้วxตลับนาก ซึ่งมีผลโต เนื้อแห้งกรอบปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 20.1 องศาบริกซ์ (เสาวลักษณ์, 2527) อดิศรและคณะ (2534) รวมทั้งมนตรีและคณะ (2535ก) ได้นำเมล็ดและกิ่งตอนลำไยพันธุ์ดอไปฉายรังสีแกมม่า เพื่อชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ แต่พบเฉพาะลักษณะที่ใบเป็นไคเมอร่า (Chimera) และรูปร่างแปรเปลี่ยนไปเท่านั้น เมื่อต้นมีอายุมากขึ้นและแตกยอดอ่อน 2-3 ครั้ง จึงกลับสู่สภาพเดิมและไม่มีพันธุ์ใหม่เกิดขึ้น ต่อมามนตรีและคณะ (2535ข) ได้คัดเลือกต้นพันธุ์ลำไยพันธุ์ดอ เบี้ยวเขียว และแห้วจากสวนเกษตรกรในจังหวัดภาคเหนือตอนบนระหว่างปี 2525-2527 จนได้สายต้นที่ออกดอกติดผลสม่ำเสมอติดต่อกัน 3 ปี พันธุ์ละ 3 สายต้น จึงได้ขยายพันธุ์และนำสายต้นที่คัดเลือกได้ปลูกทดสอบที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย แต่พบว่า สายต้นที่คัดเลือกได้นั้นไม่แสดงลักษณะดีเด่น ทุกสายต้นออกดอกติดผลสม่ำเสมอไม่แตกกับต้นพันธุ์ดอที่ใช้ปลูกเปรียบเทียบ แสดงว่าลักษณะเด่นของสายต้นที่คัดเลือกได้นั้น ไม่ได้เกิดจากพันธุกรรมแต่เกิดจากสภาพแวดล้อมและการจัดการสวน

กรมวิชาการเกษตรได้สำรวจและรวบรวมพันธุ์ลำไยจากทั้งในประเทศและต่างประเทศมาไว้ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงรายและศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่อย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี 2549 เป็นต้นมา และได้มีการนำพันธุ์เหล่านั้นมาใช้ประโยชน์เช่น คัดเลือกพันธุ์และผสมพันธุ์เพื่อสร้างพันธุ์ใหม่สำหรับใช้ปลูกเป็นการค้าเพิ่มขึ้นจากพันธุ์ดอที่เกษตรกรนิยมปลูกเป็นการค้า ตลอดจนการวิเคราะห์สารอนุมูลอิสระหรือสารประกอบฟีโนลิคหลักเป็นข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าสินค้าได้อีกด้วย ดังนั้นการรวบรวม จำแนก อนุรักษ์เชื้อพันธุ์เพื่อมิให้สูญพันธุ์ ใช้ปรับปรุงพันธุ์หรือผสมพันธุ์ให้ได้พันธุ์ใหม่ ตลอดจนคัดเลือกพันธุ์ที่ดีเด่นเป็นพันธุ์แนะนำหรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ จะเกิดประโยชน์แก่เกษตรกรที่ต้องการปรับเปลี่ยนพันธุ์ดอไปปลูกพันธุ์ใหม่ที่มีคุณภาพบริโภคดี ออกดอกติดผลเร็วหรือนอกฤดู ทำให้เกษตรกรจำหน่ายลำไยได้ราคาสูงกว่าในฤดูและมีรายได้สูงขึ้น

โครงการวิจัยพัฒนาพันธุ์ลำไยระยะที่ 1 ดำเนินการระหว่างปี 2554-2558 ในปี 2557 ได้รวบรวมพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย 47 พันธุ์/สายพันธุ์ และที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ 27 พันธุ์/สายพันธุ์ได้จำแนกลักษณะประจำพันธุ์ของใบ ดอกและผล ครบถ้วนทุกลักษณะบันทึกในฐานข้อมูลพันธุกรรมลำไย และรายงานผลการทดลองแล้วจำนวน 32 พันธุ์/สายพันธุ์ ได้คัดเลือกพันธุ์ที่มีนิสัยออกดอกติดผลนอกฤดูหรือมีเมล็ดลีบเช่น เวียดนาม เพชรสาคร เพชรยะลาและเมล็ดลีบ เพื่อใช้ผสมพันธุ์กับพันธุ์การค้า เช่น ดอ เบี้ยวเขียว แห้วและสีชมพู ได้ต้นลูกผสมอายุ 2 ปีที่ปลูกในแปลงคัดเลือกลูกผสมจำนวน 72 ลูกผสม รวม 869 ต้น เช่น เวียดนามxลำไยเถา เบี้ยวเขียวxเพชรสาคร เพชรยะลาxชมพู เบี้ยวเขียวxเวียดนาม เพชรยะลาxแห้ว เพชรยะลาxดอ ดอxไร้เมล็ด นราภิรมย์xดอ เบี้ยวเขียวxพวงทอง นครพนมxแห้ว สีชมพูxสายน้ำผึ้งและนราภิรมย์xแห้ว (นิพัฒน์, 2559)

สำหรับโครงการวิจัยพัฒนาพันธุ์ลำไยระยะที่ 2 ปี 2559-2564 นี้ เป็นการดำเนินงานปฏิบัติดูแลรักษาแปลงรวบรวมพันธุ์ทั้งที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย และศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ศึกษาลักษณะประจำพันธุ์และจำแนกลักษณะประจำพันธุ์ของบางพันธุ์ที่ยังไม่ออกดอกติดผลหรือได้รับพันธุ์มาในภายหลังรวมเป็น 59 พันธุ์/สายพันธุ์ ตลอดจนการวิเคราะห์สารสำคัญ เช่น สารอนุมูลอิสระหรือสารประกอบฟีโนลิคหลักในลำไย บันทึกฐาน

กรมวิชาการเกษตร

พันธุกรรมเพิ่มเติม จัดทำเอกสารวิชาการพันธุ์ลำไยฉบับปรับปรุงเพิ่มเติมพันธุ์ใหม่ ปฏิบัติดูแลรักษาและคัดเลือกลูกผสมเบื้องต้นในแปลงที่เสียบยอดบนต้นลำไยพันธุ์ดอที่ออกดอกติดผลแล้วตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ให้ได้พันธุ์ใหม่ที่มีคุณภาพการบริโภคดี เมล็ดเล็กหรือลีบหรือมีลักษณะที่ดี เช่น มีเนื้อผลสีเหลือง เพื่อนำไปทดสอบพันธุ์ในโครงการวิจัยระยะต่อไป ให้ได้พันธุ์แนะนำหรือเสนอเป็นลำไยพันธุ์รับรองให้เกษตรกรนำไปใช้ในการผลิต ทำให้มีการกระจายการผลิตมากขึ้นและลดปัญหาลำไยล้นตลาดราคาตกต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายการแก้ปัญหาการตลาดลำไยของรัฐบาล

ระเบียบวิธีการวิจัย

การรวบรวมพันธุ์ลำไย ศึกษาลักษณะประจำพันธุ์และจำแนกลักษณะประจำพันธุ์ของบางพันธุ์ที่ยังไม่ออกดอกติดผล เพื่อจัดทำเอกสารวิชาการพันธุ์ลำไยฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม วิเคราะห์สารสำคัญ เช่น สารอนุมูลอิสระหรือสารประกอบฟีโนลิค รวมถึงคัดเลือกลูกผสมเบื้องต้นในแปลงที่เสียบยอดบนต้นลำไยพันธุ์ดอที่ออกดอกติดผลแล้วตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ให้ได้พันธุ์ใหม่ที่ออกดอกติดผลเร็วหรือนอกฤดู มีคุณภาพการบริโภคดีเมล็ดเล็ก หรือลีบหรือมีลักษณะที่ดี เช่น มีเนื้อผลสีเหลือง เพื่อนำไปทดสอบพันธุ์ในโครงการวิจัยระยะต่อไป จนได้พันธุ์แนะนำหรือเสนอเป็นลำไยพันธุ์รับรองให้เกษตรกรนำไปใช้ในการผลิต

สถานที่ทำการวิจัย : ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย
ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
สถาบันวิจัยพืชสวน

ระยะเวลาดำเนินงาน : ตุลาคม 2559 สิ้นสุด กันยายน 2564

ขั้นตอนที่ 1 สำรวจ รวบรวม จำแนก ประเมินคุณค่า และการใช้ประโยชน์

ปฏิบัติดูแลรักษาต้นพันธุ์ลำไยที่รวบรวมพันธุ์ไว้ที่ ศวส.เชียงราย จำนวน 59 พันธุ์/สายพันธุ์ พื้นที่ 8 ไร่และ ศกล.เชียงใหม่ จำนวน 27 พันธุ์/สายพันธุ์ พื้นที่ 3 ไร่ เช่น ใส่ปุ๋ย ให้น้ำ และป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามคำแนะนำเกษตรดีที่เหมาะสม

ศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ ประเมินคุณลักษณะทางพันธุกรรม จำแนกพันธุ์โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางการเกษตรในพันธุ์ที่ออกดอกและติดผลเพิ่มเติม

วิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในเนื้อผล ได้แก่ สารประกอบฟีโนลิคทั้งหมด (Folin-Ciocalteu method) และสารประกอบฟีโนลิคหลัก ได้แก่ gallic acid corilagin และ ellagic acid (สกัดด้วย 95% ethanol และวิเคราะห์ปริมาณสารด้วย HPLC) และ Antioxidant activity (DPPH radical scavenging assay)

จัดทำฐานข้อมูลพันธุกรรม ในรูปเอกสารวิชาการ

บันทึกข้อมูลภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน

ขั้นตอนที่ 2 การเสียบยอด และคัดเลือกลูกผสม

ตัดแต่งกิ่งต้นตอลำไยพันธุ์ดอที่ออกดอกติดผลแล้วให้แตกกิ่งใหม่ หลังจากนั้นจึงนำยอดพันธุ์ลูกผสมเสียบยอดโดยวิธีการเสียบเปลือกหรือเสียบยอด ซึ่งดำเนินการต่อเนื่องจากการวิจัยเดิม ปฏิบัติดูแลรักษาให้น้ำ ใส่ปุ๋ย และป้องกันกำจัดศัตรูพืช จนกระทั่งลูกผสมลำไยออกดอกติดผลได้ โดยไม่ใส่สารบังคับออกดอก

กำหนดเกณฑ์การคัดเลือกลูกผสม ออกดอกติดผลก่อนหรือหลังระหว่างเดือนกรกฎาคมและกันยายน มีขนาดผลและคุณภาพบริโภคเท่ากับหรือดีกว่าพันธุ์ดอ คือ เส้นผ่าศูนย์กลางผลมากกว่า 2.5 เซนติเมตร สีผลเหลืองสวย เมล็ดลีบและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่า 18 องศาบริกซ์ และผู้บริโภคยอมรับ

คัดเลือกลูกผสมเบื้องต้น เมื่อลำไยออกดอกติดผลเต็มที่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

กรมวิชาการเกษตร

การบันทึกข้อมูล ได้แก่ ดอก เช่น วันออกดอก วันดอกบาน วันติดผล ร้อยละการออกดอกและติดผล ผล เช่น วันเก็บเกี่ยว ขนาด น้ำหนัก รูปร่าง และผลผลิตต่อกิ่ง เปลือกผล เช่น น้ำหนัก ลักษณะ และสีเนื้อ เช่น น้ำหนัก สี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%TSS) รสชาติ และคะแนนการชิม เมล็ด เช่น น้ำหนัก เส้นผ่าศูนย์กลาง รูปร่าง และสี

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการสำรวจ รวบรวม และขยายพันธุ์ลำไยของเกษตรกรหรือหน่วยงานทั้งในประเทศ และต่างประเทศ พันธุ์/สายพันธุ์ละ 5 ต้น มาปลูกในแปลงระยะปลูก 5x5 เมตร ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จ.เชียงราย (เส้นรุ้ง 19 52´N และเส้นแวง 99 47´E ซึ่งสูงจากระดับน้ำทะเล 415 เมตร) และศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ตั้งแต่ปี 2540 เป็นต้นมา

ปี 2564 ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงรายรวบรวมพันธุ์ลำไยได้ 59 พันธุ์/สายพันธุ์ พื้นที่ 8 ไร่ ได้แก่ กระทุ่มแบน กรอบกะทิ เขียวพระอินทร์ จัมโบ้ จัมโบ้ลุงหมื่น ชมพูน้ำ ชมพูเมล็ดอุตรดิตถ์ ชูเหลียง ดอดอตาเห็น ดอน้ำผึ้ง ดอน้ำผึ้งน่าน ดอยอดขาว ดอยอดแดง ดอสุขุม ดอก้านแข็ง ดอก้านแดง ดอยอดขาวน่าน ดออัณฑะสุนัข ดอทอง ดอดอนชัย ดอหนองช้างคืน ดอคำลาง ดอหอม ดอแก้วยี่ ดอน้ำปิง แดงกลมลำพูน แดงกลม นครพนม นราภิรมณ์ เบี้ยวเขียวลำพูน เบี้ยวเขียว ใบดำ ใบหยก ใบย่น ปู่มาตีนโค้ง พวงทอง เพชรยะลา เพชรสาคร นเมืองน่าน ฟิลิปปินส์ มาตาคุชชิง เมล็ดลีบ เมล็ดลีบบัวผัด ไร้เมล็ด แลงแกง ลำไยเถา ลิ้นจี่ (บ้านโฮ่ง60) เวียดนาม สร้อยทอง สายน้ำผึ้ง สีชมพู หนานซาว แห้ว แห้วแคระ อีสร้อย อีไว และฮกเกี้ยน

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ พื้นที่ 3 ไร่ จำนวน 27 พันธุ์/สายพันธุ์ ได้แก่ จัมโบ้ ดอหลวง ดอน่าน ดอสุขุม ดอก้านแข็ง ดอก้านแดง ดอยอดแดง ดอยอดอ่อน ดอดอใบย่น ดอ13 ดอ20 ดอ27 ดอ75 ใบดำ เพชรสาคร อีแห้ว ปู่มาตีนโค้ง พวงทอง ดอแก้วยี่ เบี้ยวเขียวเชียงใหม่ ใบหยก ลุ่มน้ำปิง แดงกลม นราภิรมย์ ชมพู และชมพูน้ำ

ลักษณะพฤกษศาสตร์

ต้น ต้นเพาะเมล็ดสูงตรงและมีรากแก้ว ต้นกิ่งตอนมีทรงพุ่มแผ่กว้างและมีรากฝอย ต้นสูง 9-15 เมตร ทรงพุ่มกว้าง 5-10 เมตร เปลือกลำต้นสีน้ำตาลหรือสีเทาปนน้ำตาล แตกเป็นสะเก็ดและมีร่องขรุขระเมื่อต้นมีอายุ กิ่งกลม ทำมุมแคบและเนื้อไม้มักเปราะทำให้กิ่งหักง่าย

ใบ เป็นใบประกอบที่มีใบย่อยอยู่บนก้านใบร่วมกัน ใบย่อยจัดเรียงตัวแบบตรงข้ามหรือสลับกัน ขนาดใบประกอบกว้างและยาวแตกต่างกัน ก้านใบประกอบด้านบนสีน้ำตาลแดง เขียวปนเทาหรือเขียวปนน้ำตาล ก้านใบประกอบด้านล่างสีเขียวปนน้ำตาล เขียวหรือเขียวปนเทา

สีใบอ่อนแบ่งได้ 3 กลุ่มสีคือสีเหลืองปนเขียว สีส้มปนเทาและสีแดงปนเทา สีใบแก่ส่วนมากเป็นสีเขียวและเขียวปนเหลือง ใบย่อยมีความกว้าง ยาว และก้านใบย่อยแตกต่างกัน

ใบส่วนมากมีรูปร่างรี นอกนั้นอาจเป็นรูปร่างหอกกลับ รีค่อนข้างกว้างและรีค่อนข้างแคบ ใบเกือบทุกพันธุ์มีขอบใบเรียบ ยกเว้นพันธุ์ซูเหลียงมีขอบใบเป็นคลื่น และเบี้ยวเขียวลำพูน หนานซาวมีขอบใบหยัก ฐานใบย่อยเป็นลิ่ม ปลายใบย่อยมีทั้งมน แหลมหรือเรียวแหลม แผ่นใบมักเรียบ เนื้อใบมีทั้งคล้ายกระดาษและคล้ายแผ่นหนัง

ช่อดอกและดอก ลำไยเริ่มออกดอกในปลายเดือนมกราคมหรือต้นเดือนกุมภาพันธ์ พันธุ์ดอและใบดำมักออกดอกเร็วกว่าพันธุ์อื่น ช่อดอกมักพัฒนาจากปลายยอดใบซึ่งแก่เต็มที่ แต่บางครั้งอาจพัฒนาจากตาข้างของยอด

กรมวิชาการเกษตร

ใบที่เจริญเต็มที่แล้วก็ได้ การจัดเรียงดอกย่อยเป็นแบบแพนนิเคิลคือ ก้านช่อดอกหลักมีก้านแขนงแยกออกไปและก้านแขนงก็แตกแขนงต่ออีกครั้ง ก้านช่อดอกสีครีมปนเหลือง (ภาพที่ 1.1ก) แบ่งได้ 3 ชนิดคือ

ดอกตัวผู้ มีเกสรตัวผู้ 6-8 อัน เรียงเป็นชั้นเดียวอยู่บนจานรองดอก ก้านเกสรตัวผู้สีขาวขุ่น ยาว 2-3 มิลลิเมตร อับเกสรตัวผู้มีสีเหลืองอ่อน มี 2 หยัก และปริแตกตามยาวปลดปล่อยละอองเกสรตัวผู้ (ภาพที่ 1.1ข)

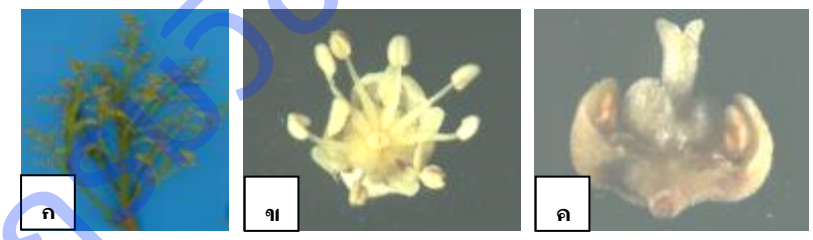
ดอกกระเทยทำหน้าที่ดอกตัวเมีย รังไข่มีขนปกคลุม มีรังไข่ 2 พูแต่เพียงพูเดียวที่พัฒนาเป็นผล อีกพูหนึ่งแห้งฝ่อ และติดตรงขั้วผล ก้านเกสรตัวเมียตัวเมียยาว 4-5 มิลลิเมตร มีเกสรตัวผู้ที่มีก้านเกสรสั้นๆ 6-8 อัน ล้อมรอบรังไข่ แต่อับเกสรตัวผู้มักเป็นหมัน เมื่อพร้อมรับละอองในช่วงเช้าตรู่ ปลายยอดเกสรตัวเมียแยกเป็น 2 แฉกและมีน้ำหวาน (ภาพที่ 1.1ค)

ดอกกระเทยทำหน้าที่ดอกตัวผู้มีลักษณะคล้ายคลึงดอกกระเทยทำหน้าที่ดอกตัวเมียมาก แต่อับเกสรตัวผู้ไม่เป็นหมัน มีละอองเรณูที่มีชีวิตเหมือนดอกตัวผู้แต่ไม่ค่อยพบในสภาพธรรมชาติ

ช่อดอกลำไยมักมีดอกตัวผู้มากกว่าดอกกระเทยทำหน้าที่ดอกตัวเมีย สัดส่วนของดอกทั้งสองชนิดนี้ผันแปรตามพันธุ์และสภาพแวดล้อมเช่นอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน ดอกตัวผู้และดอกกระเทยทำหน้าที่ดอกตัวเมียในช่อดอกเดียวกันมักบานไม่พร้อมกันและมีรูปแบบการบานที่ไม่แน่นอน ส่วนใหญ่ดอกตัวผู้เริ่มบานก่อนแล้วตามด้วยดอกกระเทยทำหน้าที่ดอกตัวเมีย แต่ก็มีช่วงที่ดอกทั้งสองชนิดนี้บานเหลื่อมกัน

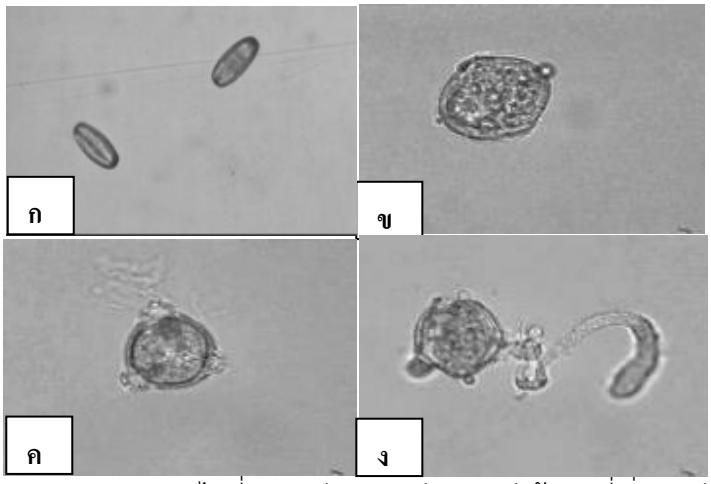
จำนวนดอกตัวผู้และดอกกระเทยทำหน้าที่ดอกตัวเมียในช่อดอกเดียวกัน แต่จำนวนดอกทั้งสองชนิดแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ ทำให้ระยะเวลาที่ดอกแรกบานจนดอกสุดท้ายบานในแต่ละช่อหรือแต่ละพันธุ์จึงแตกต่างกัน ดอกกระเทยทำหน้าที่ดอกตัวเมียมักมีขนาดใหญ่กว่าดอกตัวผู้ ความกว้างดอกกระเทยและดอกตัวผู้แตกต่างกัน สัดส่วนดอกตัวผู้ : ดอกกระเทยทำหน้าที่ดอกตัวเมียแตกต่างกัน

เกสรตัวผู้ที่เพิ่งปล่อยจากอับเกสรตัวผู้มีรูปร่างยาวรีและมีสีเหลืองอ่อน (ภาพที่ 1.2ก) เมื่อได้รับความชื้นเปลี่ยนเป็นรูปร่างกลมหรือกลมรี (ภาพที่ 1.2ข) เมื่อจะงอกจึงเปลี่ยนเป็นรูปร่างสามเหลี่ยมที่มี 3 ขั้ว (ภาพที่ 1.2ค) แต่ท่อละอองเรณูมักงอกเพียงขั้วเดียว ท่อละอองเรณูมักบิดเป็นเกลียวหลังเพาะเลี้ยงในอาหารเหลว (ภาพที่ 1.2ง) ละอองเรณูที่กลมมีเส้นผ่าศูนย์กลาง และความมีชีวิตของละอองเรณูต่างกัน



ภาพที่ 1.1 ช่อดอก (ก) ดอกตัวผู้ (ข) และดอกกระเทยทำหน้าที่เป็นดอกตัวเมีย (ค)

ศูนย์วิทยทรัพยากร



ภาพที่ 1.2 ละอองเรณูลำไยที่ปลดปล่อยจากอับเกสรตัวผู้ (ก) ที่เริ่มดูดซับความชื้น (ข) ที่เริ่มงอก (ค) และหลังงอกแล้ว 24 ชั่วโมง (ง)

ผล หลังผสมพันธุ์แล้วกลีบดอกกระเทยทำหน้าที่ดอกตัวเมียจะเหี่ยวและหลุดร่วง รังไข่ทั้งสองพูเริ่มพัฒนาพร้อมกัน เมื่อผลอ่อนมีขนาด 2-3 มิลลิเมตร รังไข่พูหนึ่งจะหยุดพัฒนาและแห้งเหี่ยวไป แต่รังไข่อีกพูยังพัฒนาต่อเป็นผลเดี่ยวต่อไป

ผลมีรูปร่างกลมหรือกลมแป้น ปลายผลป้านกลม ขนาดผลน้ำหนักผล น้ำหนักเนื้อและน้ำหนักเปลือกแตกต่างกันตามพันธุ์ เนื้อพัฒนาจากเนื้อเยื่อรอบก้านเมล็ดที่พัฒนาโอบรอบจนมิด เนื้อสีขาวขุ่น สีน้ำผึ้งและขาวอมชมพูแตกต่างกัน เนื้อมีทั้งแห้งหรือแฉะน้ำ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และเนื้อที่รับประทานได้แตกต่างตามพันธุ์

เมล็ด เมล็ดรูปร่างกลมหรือกลมแบน เมล็ดเรียบเป็นมันสีน้ำตาลหรือน้ำตาลดำ ส่วนติดขั้วเมล็ดมีวงกลมสีขาวคล้ายลูกนัยน์ตา จึงเรียกว่า “ตามังกร” (ภาพที่ 1.3) รูปร่าง ขนาด และน้ำหนักแตกต่างตามพันธุ์ บางพันธุ์ไม่มีเมล็ดได้แก่ พันธุ์ไร้เมล็ด

ภาพที่ 1.3 ผล เนื้อและเมล็ดลำไย

การพัฒนาพันธุ์ลำไย

ลำไยลูกผสมทั้งหมด 72 ลูกผสมที่ได้จากโครงการพัฒนาพันธุ์ลำไยระยะที่ 1 นำไปเสียบยอดบนต้นตอลำไยพันธุ์ดอที่ออกดอกติดผลแล้วได้สำเร็จ (ไม่นับรวมที่ไม่ทราบชื่อ) จำนวน 59 ลูกผสม คิดเป็นร้อยละ 81.9 ลำไยลูกผสมเริ่มออกดอกติดผลหลังจากเสียบยอด 3-4 ปี และออกดอกติดผลเต็มที่ในปีที่ 5-6 โดยเมื่อสิ้นสุดโครงการวิจัยลำไยออกดอกแล้วทั้งหมดหรือคิดเป็นร้อยละ 81.9 แต่มีการติดผลจนสามารถคัดเลือกคุณภาพได้ 56 ลูกผสมคิดเป็นร้อยละ 77.8 ของลำไยลูกผสมทั้งหมด จึงได้คัดเลือกพันธุ์เบื้องต้นตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ให้ได้ผลผลิตลำไยที่มีคุณภาพดีตามวัตถุประสงค์ของโครงการ ซึ่งจำแนกได้ 3 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

กรมวิชาการเกษตร

กลุ่มลำไยลูกผสมคุณภาพดี (ภาพที่ 1.4) คือลำไยที่มีผลขนาดใหญ่ เมล็ดค่อนข้างเล็กหรือมีส่วนที่รับประทานได้มาก รสชาติดี มีคะแนนการชิมดี หรือติดผลดกสม่ำเสมอ คัดเลือกได้ 11 ลูกผสม ได้แก่

1. **ลูกผสมดอสุขุม×ดอทอง** (รหัสต้น X1-6) ออกดอกปลายเดือนมกราคม-ต้นเดือนกุมภาพันธ์ ดอกบานกลางเดือนมีนาคม ติดผลต้นเดือนเมษายน ออกดอกร้อยละ 40-80 ติดผลร้อยละ 5-25 เก็บเกี่ยวผลปลายเดือนกรกฎาคม-ต้นเดือนสิงหาคม ผลกลมเบี้ยว กว้าง 3.3 ซม. ยาว 3.0 เซนติเมตร น้ำหนักผล 15.2 กรัม น้ำหนักเปลือก 4.0 กรัม เปลือกหนา ผิวขรุขระ สีเหลืองอมเขียว น้ำหนักเนื้อ 9.8 กรัม เนื้อสีขาวขุ่น กรอบ ฉ่ำน้ำปานกลาง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 20.6 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 64.3 น้ำหนักเมล็ด 1.5 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.3 เซนติเมตร. เมล็ดกลมแบนด้านข้างหรือลีบ สีน้ำตาล ลักษณะเด่น ผลมีขนาดใหญ่เมล็ดเล็กหรือลีบ

2. **ลูกผสมเบี้ยวเขียว×ดอสุขุม** (รหัสต้น L2-2) ออกดอกกลางเดือนมกราคม-กลางเดือนกุมภาพันธ์ ดอกบานต้น-กลางเดือนมีนาคม ติดผลต้น-กลางเดือนเมษายน ออกดอกร้อยละ 60 ติดผลร้อยละ 40 เก็บเกี่ยวผลต้นเดือนสิงหาคม ผลป้อมยาว กว้าง 3.0 เซนติเมตร. ยาว 2.9 เซนติเมตร. น้ำหนักผล 13.3 กรัม น้ำหนักเปลือก 2.6 กรัม เปลือกเรียบ หนาปานกลาง สีเทาอมน้ำตาล น้ำหนักเนื้อ 9.0 กรัม เนื้อค่อนข้างใส กรอบ ฉ่ำน้ำปานกลาง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 21.5 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 67.6 น้ำหนักเมล็ด 1.7 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.4 เซนติเมตร เมล็ดยาวรีแบนด้านข้าง สีน้ำตาล ลักษณะเด่น ติดผลดกมากและสม่ำเสมอ มีเมล็ดค่อนข้างเล็ก มีเนื้อที่รับประทานได้ค่อนข้างมาก

3. **ลูกผสมเบี้ยวเขียว×ลิ้นจี่** (รหัสต้น J2-2) ออกดอกปลายเดือนมกราคม-ต้นเดือนกุมภาพันธ์ ดอกบาน ต้น-กลางเดือนมีนาคม ติดผลต้น-กลางเดือนเมษายน ออกดอกร้อยละ 40-60 ติดผลร้อยละ 20-30 เก็บเกี่ยวผลต้นเดือนสิงหาคม ผลกลมแป้นเบี้ยว กว้าง 3.2 เซนติเมตร. ยาว 2.7 เซนติเมตร น้ำหนักผล 13.1 กรัม น้ำหนักเปลือก 2.6 กรัม เปลือกหนาปานกลาง ผิวขรุขระ สีเทาอมน้ำตาล น้ำหนักเนื้อ 9.2 กรัม เนื้อสีขาวค่อนข้างใส กรอบ ฉ่ำน้ำปานกลาง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 25.2 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 69.8 น้ำหนักเมล็ด 1.4 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.3 เซนติเมตร. เมล็ดกลมแบนด้านข้าง สีน้ำตาล ลักษณะเด่น ติดผลดก เมล็ดค่อนข้างเล็ก ทำให้มีเนื้อที่รับประทานได้มาก มีความหวานและรสชาติดี

4. **ลูกผสมนครพนม×พวงทอง** (รหัสต้น G-25) ออกดอกต้นเดือนกุมภาพันธ์ ดอกบานต้น-กลางเดือนมีนาคม ติดผลต้น-กลางเดือนเมษายน ออกดอกร้อยละ 70-80 ติดผลร้อยละ 30-50 เก็บเกี่ยวผลกลางเดือนสิงหาคม ผลกลม กว้าง 3.0 เซนติเมตร. ยาว 2.7 เซนติเมตร. น้ำหนักผล 11.3 กรัม น้ำหนักเปลือก 2.6 กรัม เปลือกค่อนข้างหนา ผิวเรียบ สีเหลืองอมเขียว น้ำหนักเนื้อ 7.5 กรัม เนื้อสีขาวขุ่น กรอบ ค่อนข้างแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 20.2 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 66.3 เมล็ด น้ำหนัก 1.2 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.3 เซนติเมตร. เมล็ดกลมแบนด้านข้าง สีน้ำตาลอ่อน ลักษณะเด่น ติดผลดก เนื้อกรอบค่อนข้างแห้ง และเมล็ดขนาดเล็กเหมาะในการบริโภคสด

5. **ลูกผสมแห้ว×เพชรยะลา** (รหัสต้น F2-6) ออกดอกต้นเดือนกุมภาพันธ์ ดอกบาน กลางเดือนมีนาคม ติดผลต้นเดือนเมษายน ออกดอกร้อยละ 60 ติดผลร้อยละ 10 เก็บเกี่ยวผลปลายเดือนกรกฎาคม ผลป้อม ยาว กว้าง 3.3 เซนติเมตร ยาว 3.2 เซนติเมตร น้ำหนักผล 17.5 กรัม น้ำหนักเปลือก 3.8 กรัม เปลือกขรุขระหนา สีเทาอมน้ำตาล น้ำหนักเนื้อ 12.3 กรัม เนื้อสีขาวขุ่น กรอบ ฉ่ำน้ำปานกลาง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 22.4 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 70.2 น้ำหนักเมล็ด 1.4 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.3 เซนติเมตร เมล็ดกลมแป้น สีน้ำตาลอ่อน ลักษณะเด่น ติดผลดก ผลใหญ่ แต่เมล็ดเล็ก รสชาติดี เนื้อที่รับประทานได้มาก

6. **ลูกผสมเพชรยะลา×แห้ว** (รหัสต้น R2-2) ออกดอกต้นเดือนกุมภาพันธ์ ดอกบานกลางเดือนมีนาคม ติดผลต้นเดือนเมษายน ออกดอกร้อยละ 20 ติดผลร้อยละ 10 เก็บเกี่ยวผลปลายเดือนกรกฎาคม ผลกลม

กรมวิชาการเกษตร

กว้าง 3.2 เซนติเมตร ยาว 2.9 เซนติเมตร น้ำหนักผล 13.8 กรัม น้ำหนักเปลือก 3.3 กรัม เปลือกขรุขระหนา สีเทาอมน้ำตาล น้ำหนักเนื้อ 9.0 กรัม เนื้อสีขาวขุ่น กรอบ ฉ่ำน้ำปานกลาง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 19.3 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 65.5 น้ำหนักเมล็ด 1.4 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.3 เซนติเมตร เมล็ดกลมแบนด้านข้าง สีน้ำตาล ลักษณะเด่น ติดผลไม่มากแต่มีช่อขนาดใหญ่ ผลขนาดใหญ่ เมล็ดค่อนข้างเล็ก

7. ลูกผสมเพชรยะลา×เบี้ยวเขียว (รหัสต้น T2-14) ออกดอกกลางเดือนมีนาคม ดอกบานต้นเดือนเมษายน ติดผลต้นเดือนพฤษภาคม ออกดอกร้อยละ 20 ติดผลร้อยละ 5 เก็บเกี่ยวผล กลางเดือนสิงหาคม ผลกลม กว้าง 3.4 เซนติเมตร ยาว 3.1 เซนติเมตร น้ำหนักผล 18.4 กรัม น้ำหนักเปลือก 4.6กรัม เปลือกหนาผิวขรุขระ สีเหลืองอมเขียว น้ำหนักเนื้อ 12.0 กรัม เนื้อสีขาวขุ่น กรอบ ค่อนข้างฉ่ำน้ำ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 17.9 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 65.1 น้ำหนักเมล็ด 1.8 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.3 เซนติเมตร เมล็ดกลมแบนด้านข้าง สีน้ำตาลอ่อน (ปี 2564) ลักษณะเด่น ขนาดผลใหญ่ บางผลหรือบางช่อเมล็ดลีบ ได้คะแนนการชิมสูงที่สุด แต่ติดผลไม่ดก บางปีติดผลช้า เก็บเกี่ยวเดือนตุลาคม

8. ลูกผสมพวงทอง×นครพนม (รหัสต้น S1-3) ออกดอกต้นเดือนกุมภาพันธ์-ต้นเดือนมีนาคม ดอกบานกลางเดือนมีนาคม ติดผลต้น-กลางเดือนเมษายน ออกดอกร้อยละ 5-50 ติดผลร้อยละ 5-30 เก็บเกี่ยวผลปลายเดือนกรกฎาคม-ต้นเดือนสิงหาคม ผลกลม กว้าง 3.2 เซนติเมตร ยาว 3.0 เซนติเมตร น้ำหนักผล 15.7 กรัม น้ำหนักเปลือก 3.8 กรัม ผิวหยาบ เปลือกหนา-หนามาก สีเทาอมน้ำตาล น้ำหนักเนื้อ 10.1 กรัม เนื้อสีขาวขุ่นค่อนข้างกรอบ ฉ่ำน้ำปานกลาง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 19.5 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 64.7 น้ำหนักเมล็ด 1.8 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.4 เซนติเมตร เมล็ดกลม สีน้ำตาลอ่อน ลักษณะเด่น ผลค่อนข้างโต เปลือกหนามากอาจจะสะดวกในการขนส่งหรือเก็บรักษา มีเมล็ดเล็กปะปน แต่ติดผลค่อนข้างน้อย

9. ลูกผสมเบี้ยวเขียว×ดอ (รหัสต้น D1-1) ออกดอกต้นเดือนกุมภาพันธ์ ดอกบานกลางเดือนมีนาคม ติดผลต้น-กลางเดือนเมษายน ออกดอกร้อยละ 20-70 ติดผลร้อยละ 5-50 เก็บเกี่ยวผลปลายเดือนกรกฎาคม-ต้นเดือนสิงหาคม ผลกลม กว้าง 3.0 เซนติเมตร ยาว 2.7 เซนติเมตร น้ำหนักผล 12.2 กรัม น้ำหนักเปลือก 2.0 กรัม เปลือกสีเหลืองอมเขียว น้ำหนักเนื้อ 8.7 กรัม เนื้อสีขาวขุ่น กรอบ ฉ่ำน้ำปานกลาง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 20.6 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 71.2 น้ำหนักเมล็ด 1.6 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.4 เซนติเมตร เมล็ดกลม สีน้ำตาล ลักษณะเด่น ผลใหญ่ มีเมล็ดเล็กปะปน เนื้อที่รับประทานได้มากกว่าร้อยละ 70 ผลมีลักษณะคล้ายเบี้ยวเขียว แต่ยังไม่พบอาการแตกยอดเป็นพุ่มไม้กวาด แต่ติดผลน้อย

10. ลูกผสมเพชรสาคร×สีชมพู (รหัสต้น V-6) ออกดอกปลายเดือนกุมภาพันธ์-กลางเดือนมีนาคม ดอกบานกลางเดือนมีนาคม-กลางเดือนเมษายน ติดผลปลายเดือนเมษายน-ปลายเดือนพฤษภาคม ออกดอกร้อยละ 10-80 ติดผลร้อยละ 1-20 เก็บเกี่ยวผล ต้นเดือนสิงหาคม ผลกลม กว้าง 2.9 เซนติเมตร ยาว 2.6 เซนติเมตร น้ำหนักผล 11.4 กรัม น้ำหนักเปลือก 2.3 กรัม เปลือกเรียบ ค่อนข้างหนา น้ำหนักเนื้อ 7.2 กรัม เนื้อสีขาวขุ่น กรอบ ฉ่ำน้ำปานกลาง กลิ่นหอม ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 25.6 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 63.2 น้ำหนักเมล็ด 1.9 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.4 เซนติเมตร เมล็ดกลม สีน้ำตาลอ่อน ลักษณะเด่น เนื้อกรอบอร่อย หวานร่อนได้คะแนนการชิมด้านความหวานสูงที่สุด กลิ่นหอม เหมาะสำหรับการบริโภคสด แต่ติดผลค่อนข้างน้อย (จำนวนผล/ช่อ)

11. ลูกผสมแห้ว×ดอหนองช้างคืน (รหัสต้น D2-1) ออกดอกปลายเดือนกุมภาพันธ์ ดอกบานปลายเดือนมีนาคม ติดผลปลายเดือนเมษายน ออกดอกร้อยละ 60 ติดผลร้อยละ 10 เก็บเกี่ยวผล ต้นเดือนสิงหาคม ผลกลม กว้าง 2.9 เซนติเมตร ยาว 2.8 เซนติเมตร น้ำหนักผล 13.6 กรัม น้ำหนักเปลือก 2.7 กรัม เปลือกขรุขระ ค่อนข้างหนา สีเทาอมน้ำตาล น้ำหนักเนื้อ 8.3 กรัม เนื้อสีขาวขุ่น กรอบ ฉ่ำน้ำน้อย ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 22.9 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 61.1 น้ำหนักเมล็ด 2.6 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง

กรมวิชาการเกษตร

1.6 เซนติเมตร เมล็ดยาวรี แบนด้านข้าง สีน้ำตาลดำ ลักษณะเด่น รสชาติอร่อย เนื้อร่อน ค่อนข้างแห้ง แต่ติดผลน้อยและเมล็ดใหญ่

ลูกผสมลำไยที่คัดได้ส่วนใหญ่มีผลขนาดค่อนข้างใหญ่ แต่เมล็ดไม่ใหญ่ ยกเว้นลูกผสมแห้วxดอหนองช้างคืน แต่มีเนื้อลำไยที่แตกต่างจากพันธุ์อื่นๆ อย่างไรก็ตามลูกผสมลำไยนี้มีการติดผลน้อยเช่นเดียวกับลูกผสมเบี้ยวเขียวxดอ และลูกผสมพวงทองxนครพนมซึ่งมีเปลือกที่หนามาก นอกจากนั้นลูกผสมเพชรสาครxสีชมพูก็ให้ลำไยรสชาติดี หวานมากเป็นพิเศษและกลิ่นหอม

ลูกผสมดอสุขุมxดอทอง (X1-6)

ลูกผสมเบี้ยวเขียวxดอสุขุม (L2-2)

ลูกผสมเบี้ยวเขียวxลิ้นจี่ (J2-2)

ลูกผสมนครพนมxพวงทอง (G-25)

ลูกผสมแห้วxเพชรยะลา (F2-6)

ลูกผสมเพชรยะลาxแห้ว (R2-2)

ลูกผสมเพชรยะลาxเบี้ยวเขียว (T2-14)

ลูกผสมพวงทองxนครพนม (S1-3)

ลูกผสมเบี้ยวเขียวxดอ (D1-1)

ลูกผสมเพชรสาครxสีชมพู (V-6)

ลูกผสมแห้วxดอหนองช้างคืน (D2-1)

ภาพที่ 1.4 กลุ่มลำไยลูกผสมคุณภาพดี

กลุ่มลำไยลูกผสมเมล็ดเล็กหรือลีบ (ภาพที่ 1.5) คือลำไยที่ที่ขนาดผลใหญ่รองลงมาจากกลุ่มคุณภาพดี แต่มีเมล็ดเล็กหรือลีบมาก รสชาติดี มีคะแนนการชิมดี คัดเลือกได้ 8 ลูกผสม (9 ต้น) ได้แก่

1. ลูกผสมไม่ทราบชื่อ (รหัสต้น UK21-2) ออกดอกปลายเดือนมกราคม ดอกบานกลางเดือนมีนาคม ติดผลต้นเดือนเมษายน ออกดอกร้อยละ 80 ติดผลร้อยละ 50 เก็บเกี่ยวผลต้นเดือนสิงหาคม ผลกลมเบี้ยว กว้าง 3.0 เซนติเมตร ยาว 2.8 เซนติเมตร น้ำหนักผล 13.0 กรัม น้ำหนักเปลือก 2.1 กรัม เปลือกเรียบค่อนข้างบาง สีเทาอมน้ำตาล น้ำหนักเนื้อ 9.6 กรัม เนื้อสีขาวขุ่น นิ่ม ฉ่ำน้ำปานกลาง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 21.0 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 74.0 น้ำหนักเมล็ด 1.3 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 เซนติเมตร เมล็ดยาวรี สีน้ำตาล ลักษณะเด่น ติดผลดกมากเป็นพิเศษ เมล็ดมีขนาดเล็ก ทำให้มีเนื้อที่รับประทานได้มากเป็นพิเศษ

2. ลูกผสมเพชรสาคร×กระทุ่มแบน (รหัสต้น U-1) ออกดอกต้น-กลางเดือนกุมภาพันธ์ ดอกบานกลางเดือนมีนาคม ติดผลกลาง-ปลายเดือนเมษายน ออกดอกร้อยละ 70-90 ติดผลร้อยละ 5-10 เก็บเกี่ยวผลกลางเดือนสิงหาคม ผลกลมกว้าง 3.0 เซนติเมตร ยาว 2.8 เซนติเมตร น้ำหนักผล 13.2 กรัม น้ำหนักเปลือก 3.7 กรัม เปลือกขรุขระ หนา สีเหลืองอมเขียว น้ำหนักเนื้อ 8.2 กรัม เนื้อค่อนข้างใส กรอบ ฉ่ำน้ำปานกลาง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 22.9 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 62.5 น้ำหนักเมล็ด 1.3 กรัมเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 เซนติเมตร เมล็ดยาวรี แบนด้านข้าง สีน้ำตาล ลักษณะเด่น เมล็ดค่อนข้างเล็กดี รสชาติดี แต่เปลือกหนาและติดผลค่อนข้างน้อย

3. ลูกผสมนครพนม×พวงทอง (รหัสต้น G-2) ออกดอกต้น-กลางเดือนกุมภาพันธ์ ดอกบานต้น-กลางเดือนมีนาคม ติดผลต้นเดือนเมษายน ออกดอกร้อยละ 70-80 ติดผลร้อยละ 0-30 เก็บเกี่ยวผลกลางเดือนสิงหาคม ผลกลมแป้น กว้าง 3.0 เซนติเมตร ยาว 2.6 เซนติเมตร น้ำหนักผล 11.5 กรัม น้ำหนักเปลือก 2.3 กรัม เปลือกขรุขระ หนาปานกลาง สีเหลืองอมเขียว น้ำหนักเนื้อ 8.0 กรัม เนื้อสีขาวขุ่น กรอบ ฉ่ำน้ำปานกลาง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 21.7 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 70.0 น้ำหนักเมล็ด 1.2 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.3 เซนติเมตร เมล็ดกลมแบนด้านข้าง สีน้ำตาล ลักษณะเด่น เมล็ดค่อนข้างเล็ก ติดผลดก แต่บางปีก็ไม่ติดผลเลย มีเนื้อที่รับประทานได้มาก

4. ลูกผสมเพชรสาคร×เบี้ยวเขียว (รหัสต้น W-4) ออกดอกต้นเดือนมกราคม ดอกบานกลางเดือนมกราคม ติดผลปลายเดือนเมษายน ออกดอกร้อยละ 50 ติดผลร้อยละ 10 เก็บเกี่ยวผล ต้นเดือนสิงหาคม ผลกลม-กลมแป้น กว้าง 3.0 เซนติเมตร ยาว 2.8 เซนติเมตร น้ำหนักผล 13.3 กรัม น้ำหนักเปลือก 3.3 กรัม เปลือกขรุขระ หนา สีเทาอมน้ำตาล น้ำหนักเนื้อ 9.2 กรัม เนื้อสีขาวขุ่น ค่อนข้างกรอบ ฉ่ำน้ำปานกลาง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 18.4 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 69.0 น้ำหนักเมล็ด 0.8 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.1 เซนติเมตร เมล็ดกลมหรือลีบ สีน้ำตาล (ปี 2564) ลักษณะเด่น เมล็ดเล็กหรือลีบเกือบทั้งหมด ออกดอกและติดผลทวายหลายครั้งในรอบปี ทำให้มีทั้งผลอ่อนและแก่ปะปนกันในกิ่งหรือช่อดอกเดียวกัน แต่ติดผลไม่ดก

5. ลูกผสมไม่ทราบชื่อ (รหัสต้น UK12-3) ออกดอกปลายเดือนกุมภาพันธ์ ดอกบานปลายเดือนมีนาคม ติดผลต้นเดือนเมษายน ออกดอกร้อยละ 20 ติดผลร้อยละ 2 เก็บเกี่ยวผลต้นเดือนสิงหาคม ผลกลม กว้าง 2.9 เซนติเมตร ยาว 2.7เซนติเมตร น้ำหนักผล 11.7 กรัม น้ำหนักเปลือก 3.2 กรัม เปลือกค่อนข้างขรุขระ หนามาก น้ำหนักเนื้อ 7.3 กรัม เนื้อค่อนข้างใส นิ่ม ฉ่ำน้ำ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 22.0 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 62.1 น้ำหนักเมล็ด 1.3 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.1 เซนติเมตร เมล็ดกลมแบนด้านข้างหรือลีบ สีน้ำตาล ลักษณะเด่น มีเมล็ดลีบค่อนข้างมาก แต่ติดผลน้อย เปลือกหนามาก

6. ลูกผสมเพชรสาคร×เบี้ยวเขียว (รหัสต้น W-9) ออกดอกกลางเดือนกุมภาพันธ์-ต้นเดือนมีนาคม ดอกบานปลายเดือนมีนาคม ติดผลปลายเดือนเมษายน ออกดอกร้อยละ 60-90 ติดผลร้อยละ 40-60 เก็บเกี่ยวผลต้น-กลางเดือนสิงหาคม ผลกลม กว้าง 2.8 เซนติเมตร ยาว 2.6 เซนติเมตร น้ำหนักผล 11.2 กรัม น้ำหนัก

กรมวิชาการเกษตร

เปลือก 2.9 กรัม เปลือกขรุขระ หนามาก สีเทาอมส้ม น้ำหนักเนื้อ 7.2 กรัม เนื้อสีขาวขุ่น กรอบ ฉ่ำน้ำปานกลาง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 22.4 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 64.1 น้ำหนักเมล็ด 1.2 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 เซนติเมตร เมล็ดยาวรี แบนด้านข้าง สีน้ำตาล (ปี2564) ลักษณะเด่น มีเมล็ดลีบหรือเล็กค่อนข้างมาก รสชาติดี แต่ติดผลน้อย

7. ลูกผสมสีชมพู×ดอ (รหัสต้น N1-4) ออกดอกต้น-กลางเดือนกุมภาพันธ์ ดอกบานกลางเดือนมีนาคม ติดผลปลายเดือนเมษายน ออกดอกร้อยละ10-30 ติดผลร้อยละ10 เก็บเกี่ยวผลต้นเดือนสิงหาคม ผลกลม กว้าง 2.8 เซนติเมตร ยาว 2.8 เซนติเมตร น้ำหนักผล 12.4 กรัม น้ำหนักเปลือก 2.5 กรัม เปลือกเรียบ ค่อนข้างหนา สีเหลืองอมเขียว น้ำหนักเนื้อ 8.4 กรัม เนื้อสีขาวขุ่นอมชมพู กรอบ ฉ่ำน้ำปานกลาง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 19.6 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 68.1 น้ำหนักเมล็ด 1.4 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.3 เซนติเมตร เมล็ดกลม แบนด้านข้าง สีน้ำตาล ลักษณะเด่น เมล็ดค่อนข้างเล็ก รสชาติดี แต่ติดผลน้อย

8. ลูกผสมเพชรสาคร×นครพนม (รหัสต้น M-6) ออกดอกต้นเดือนกุมภาพันธ์ ดอกบานกลางเดือนมีนาคม ติดผลต้น-กลางเดือนเมษายน ออกดอกร้อยละ80 ติดผลร้อยละ 50-75 เก็บเกี่ยวผล ปลายเดือนกรกฎาคม-ต้นเดือนสิงหาคม ผลกลม กว้าง 2.8 เซนติเมตร ยาว 2.6 เซนติเมตร น้ำหนักผล 10.8 กรัม น้ำหนักเปลือก 2.3 กรัม เปลือกเรียบ หนาปานกลาง สีเหลืองอมเขียว น้ำหนักเนื้อ 7.2 กรัม เนื้อสีขาวใสอมเหลือง กรอบ ฉ่ำน้ำปานกลาง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 26.1 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 66.1 น้ำหนักเมล็ด 1.3 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.3 เซนติเมตร เมล็ดยาวรี แบนด้านข้าง สีน้ำตาล (ปี 2564) ลักษณะเด่น ติดผลดกมาก เมล็ดค่อนข้างเล็ก รสชาติดี

9. ลูกผสมเบี้ยวเขียว×เวียดนาม (รหัสต้น H1-6) ออกดอกต้น-กลางเดือนกุมภาพันธ์ ดอกบานกลางเดือนมีนาคม ติดผลกลาง-ปลายเดือนเมษายน ออกดอกร้อยละ 20-50 ติดผลร้อยละ 10-30 เก็บเกี่ยวผลกลางเดือนสิงหาคม ผลกลม. กว้าง 2.8 เซนติเมตร ยาว 2.4 เซนติเมตร น้ำหนักผล 9.3 กรัม น้ำหนักเปลือก 1.6 กรัม เปลือกหนาปานกลาง ผิวขรุขระ สีเหลืองอมเขียว น้ำหนักเนื้อ 6.9 กรัม เนื้อสีขาวขุ่นฉ่ำน้ำปานกลาง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 23.0 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 74.1 น้ำหนักเมล็ด 0.9 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.1 เซนติเมตร เมล็ดกลม สีน้ำตาล ลักษณะเด่น เมล็ดเล็ก รสชาติดี มีเนื้อที่รับประทานได้สูงมาก

พบว่าแม่พันธุ์ลำไยเกือบครึ่งหนึ่งที่ให้ลูกผสมที่มีเมล็ดเล็กหรือลีบคือพันธุ์เพชรสาคร ซึ่งไม่ได้เป็นลำไยที่มีเมล็ดเล็กหรือลีบแต่อย่างใด ขณะที่พ่อพันธุ์ลำไยพันธุ์ไร้เมล็ดซึ่งไม่มีเมล็ดไม่ได้ให้ลูกผสมลำไยที่มีเมล็ดเล็กหรือไม่มีเมล็ด ดังนั้นในการผสมพันธุ์ลำไยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีเมล็ดเล็กควรใช้แม่พันธุ์เพชรสาคร

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.5 กลุ่มลำไยลูกผสมเมล็ดเล็กหรือลีบ

กลุ่มลำไยลูกผสมเนื้อสีเหลือง (ภาพที่ 1.6) คือลำไยที่มีเนื้อสีเหลือง คัดเลือกได้ 4 ลูกผสม ได้แก่

1. ลูกผสมดอ×สายน้ำผึ้ง (รหัสต้น M1-8) ออกดอกต้นเดือนกุมภาพันธุ์ ดอกบานกลางเดือนมีนาคม ติดผลต้นเดือนเมษายน ออกดอกร้อยละ 70 ติดผลร้อยละ 30 เก็บเกี่ยวผลกลางเดือนสิงหาคม ผลกลม กว้าง 2.8 เซนติเมตร ยาว 2.6 เซนติเมตร น้ำหนักผล 11.9 กรัม น้ำหนักเปลือก 2.0 กรัม เปลือกขรุขระค่อนข้างบาง สีเหลืองอมเขียว น้ำหนักเนื้อ 8.1 กรัม เนื้อสีขาวอมเหลือง ค่อนข้างเหนียว ฉ่ำน้ำ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 19.9 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 68.4 น้ำหนักเมล็ด 1.7 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร เมล็ดกลม สีน้ำตาล ลักษณะเด่น เนื้อสีเหลืองสวย ติดผลค่อนข้างดก ผลค่อนข้างโต เปลือกค่อนข้างบาง ทำให้มีส่วนเนื้อที่รับประทานได้ค่อนข้างมาก

2. ลูกผสมนราภิรมย์×นครพนม (รหัสต้น F1-3) ออกดอกต้น-ปลายเดือนมีนาคม ดอกบานปลายเดือนมีนาคม-ปลายเดือนเมษายน ติดผลต้น-ปลายเดือนพฤษภาคม ออกดอกร้อยละ 30-80 ติดผลร้อยละ 10-40 เก็บเกี่ยวผลต้นเดือนสิงหาคม ผลกลม กว้าง 2.7 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร น้ำหนักผล 10.3 กรัม น้ำหนักเปลือก 1.9 กรัม เปลือกค่อนข้างขรุขระ บาง สีเหลืองอมเขียว น้ำหนักเนื้อ 6.5 กรัม เนื้อสีเหลือง นิ่ม ไม่ฉ่ำน้ำ (แห้ง) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 23.9 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 63.2 น้ำหนักเมล็ด 1.9 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.4 เซนติเมตรเมล็ดกลม สีน้ำตาล ลักษณะเด่น เนื้อสีเหลืองเข้ม นิ่ม รสชาติดี แต่ติดผลค่อนข้างน้อย และเมล็ดโต

3. ลูกผสมนราภิรมย์×แห้ว (รหัสต้น Y-19) ออกดอกปลายเดือนกุมภาพันธ์ ดอกบานปลายเดือนมีนาคม ติดผลปลายเดือนเมษายน ออกดอกร้อยละ 70 ติดผลร้อยละ 40 เก็บเกี่ยวผลต้นเดือนสิงหาคม ผลกลม กว้าง 2.9 เซนติเมตร ยาว 2.7 เซนติเมตร น้ำหนักผล 12.2 กรัม น้ำหนักเปลือก 3.1 กรัม เปลือกขรุขระ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

หนา สีเทาอมน้ำตาล น้ำหนักเนื้อ 7.2 กรัม เนื้อสีขาวอมเหลือง กรอบ ฉ่ำน้ำปานกลาง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 24.0 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 59.0 น้ำหนักเมล็ด 1.9 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร เมล็ดกลมแบนด้านข้าง สีน้ำตาล ลักษณะเด่น เนื้อสีเหลือง รสชาติดี ติดผลดก แต่เมล็ดใหญ่

4. ลูกผสมสายน้ำผึ้ง×ดอ (รหัสต้น T1-30) ออกดอกต้นเดือนมีนาคม-ต้นเดือนเมษายน ดอกบานต้น-ปลายเดือนเมษายน ติดผลปลายเดือนเมษายน ออกดอกร้อยละ 20-60 ติดผลร้อยละ 5-60 เก็บเกี่ยวผลต้นเดือนกันยายน ผลกลม กว้าง 2.4 เซนติเมตร ยาว 2.2 เซนติเมตร น้ำหนักผล 7.9 กรัม น้ำหนักเปลือก 1.7 กรัม เปลือกขรุขระค่อนข้างบาง สีเขียวอมเหลือง น้ำหนักเนื้อ 4.2 กรัม ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 19.8 องศาบริกซ์ เนื้อที่รับประทานได้ร้อยละ 53.0 น้ำหนักเมล็ด 2.0 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.6 เซนติเมตรเมล็ดกลม สีน้ำตาล ลักษณะเด่น ติดผลดก เนื้อสีเหลืองเข้ม แต่เมล็ดโต

ลูกผสมลำไยที่มีเนื้อสีเหลืองดังกล่าว พบว่าลำไยแม่พันธุ์เป็นลำไยพันธุ์นราภิรมย์ครึ่งหนึ่งและพ่อพันธุ์เป็นพันธุ์นครพนมและแห้วซึ่งมีเนื้อสีขาวทั้งหมด ขณะที่ลูกผสมที่เหลือมีพ่อหรือแม่พันธุ์เป็นลำไยที่มีเนื้อสีเหลือง แสดงให้เห็นว่า สีเหลืองของเนื้อลำไยอาจจะได้มาจากพ่อหรือแม่พันธุ์ที่มีเนื้อสีเหลืองหรือไม่ก็ได้แต่ถ้าแม่พันธุ์เป็นพันธุ์นราภิรมย์มีโอกาสได้ลูกผสมลำไยเนื้อสีเหลืองที่มีคุณภาพสูงกว่า

ลูกผสมดอ×สายน้ำผึ้ง (M1-8)

ลูกผสมนราภิรมย์×นครพนม (F1-3)

ลูกผสมนราภิรมย์×แห้ว (Y-19)

ลูกผสมสายน้ำผึ้ง×ดอ (T1-30)

ภาพที่ 1.6 กลุ่มลำไยลูกผสมเนื้อสีเหลือง

กล่าวโดยสรุป การคัดเลือกลูกผสมลำไยมุ่งเน้นเพื่อให้ได้ลำไยที่มีคุณภาพดี ซึ่งจำแนกได้ 3 กลุ่มคือ ลำไยลูกผสมคุณภาพดี 11 ลูกผสม เมล็ดเล็กหรือลีบ 8 ลูกผสม และเนื้อสีเหลือง 4 ลูกผสม อย่างไรก็ตามในลูกผสมที่มีคุณภาพดีนี้ยังพบอีกว่า มีลำไยที่ออกดอกติดผลนอกฤดูในกลุ่มคุณภาพดี เช่น เพชรยะลา×เบี้ยว กลุ่มเมล็ดเล็กหรือลีบ เช่น ลูกผสมเพชรสาคร×เบี้ยวเขียว และในกลุ่มเนื้อสีเหลืองออกดอกได้มากกว่า 1 ครั้ง เช่น นราภิรมย์×นครพนม ซึ่งการออกดอกลักษณะนี้อาจจะมีประโยชน์ทางด้านการผลิตลำไยนอกฤดูโดยไม่ใช้สารเคมีบังคับการปลูกลำไยอินทรีย์หรืออื่นๆ

กรมวิชาการเกษตร

สารสำคัญของลำไย

วิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของเนื้อผลลำไยในแปลงรวบรวมพันธุ์ จำนวน 7 ตัวอย่าง คือ ใบดำ อีแห้ว หนานซาว สีชมพู เบี้ยวเขียว ลำไยเถา และสายน้ำผึ้ง ใช้ค่าดูดกลืนแสงของตัวอย่าง และคำนวณหาค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (%Radical scavenging activity-RSA) พันธุ์ลำไยที่มีค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด คือพันธุ์ลำไยเถา (%RSA = 52.379) รองลงมาคือ เบี้ยวเขียว หนานซาว สายน้ำผึ้ง สีชมพู ใบดำ และแห้ว ตามลำดับ พันธุ์ที่มีค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระค่อนข้างสูง บางพันธุ์จะมีสีเนื้อผลแตกต่างจากพันธุ์อื่นๆ เช่น เนื้อผลสีเหลืองทองในพันธุ์สายน้ำผึ้ง และเนื้อผลสีชมพูอ่อนในพันธุ์สีชมพู เนื่องจากมีสารสี หรือสารจำพวก Flavonoids และ Lycopenes อยู่มาก ซึ่งส่งผลต่อค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในสองพันธุ์นี้ แต่สารเหล่านั้นอาจมีความไวในการเข้าทำปฏิกิริยากับตัวอนุมูล DPPH น้อย ทำให้มีค่า %RSA น้อยกว่าพันธุ์ลำไยเถาที่มีสีเนื้อผลเหมือนพันธุ์ลำไยส่วนใหญ่ที่มีสารต้านอนุมูลอิสระที่เข้าทำปฏิกิริยากับ DPPH ได้เร็วกว่า

จากตารางผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า พันธุ์ลำไยที่มีค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด คือ พันธุ์ลำไยเถา (%RSA = 52.379) รองลงมาคือ เบี้ยวเขียว หนานซาว สายน้ำผึ้ง สีชมพู ใบดำ และแห้ว ตามลำดับ โดยพันธุ์ที่มีค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระค่อนข้างสูง บางพันธุ์จะมีสีเนื้อผลแตกต่างจากพันธุ์อื่นๆ เช่น เนื้อผลสีเหลืองทองในพันธุ์สายน้ำผึ้ง และเนื้อผลสีชมพูอ่อนในพันธุ์สีชมพู เนื่องจากมีสารสี หรือสารจำพวก Flavonoids และ Lycopenes อยู่มาก ซึ่งส่งผลต่อค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในสองพันธุ์นี้ แต่สารเหล่านั้นอาจมีความไวในการเข้าทำปฏิกิริยากับตัวอนุมูล DPPH น้อย ทำให้มีค่า %RSA น้อยกว่าพันธุ์ลำไยเถาที่มีสีเนื้อผลเหมือนพันธุ์ลำไยส่วนใหญ่ที่มีสารต้านอนุมูลอิสระที่เข้าทำปฏิกิริยากับ DPPH ได้เร็วกว่า

นอกจากนั้น ได้วิเคราะห์หาปริมาณฟีโนลิคในเนื้อของผลลำไยที่ให้ผลผลิตอีกทั้งหมด 56 ตัวอย่าง โดยใช้วิธีวัดค่าดูดกลืนของแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer และนำมาเทียบกับกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน Gallic acid ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน เพื่อคำนวณหาความเข้มข้น หรือปริมาณฟีโนลิคในตัวอย่างลำไยแต่ละพันธุ์ (ตารางภาคผนวก ก2) พบว่า สายพันธุ์ลำไยที่มีปริมาณฟีโนลิคมากที่สุดคือ ลูกผสมเพชรยะลาxไร้เมล็ด (รหัสต้น V1-16) ซึ่งมีปริมาณฟีโนลิคบ 0.018 mg/ml รองลงมาคือ ลูกผสมเพชรสาครxเบี้ยวเขียว (รหัสต้น W-14) มีปริมาณฟีโนลิค 0.012 mg/ml ขณะที่ลำไยพันธุ์สายน้ำผึ้งมีปริมาณฟีโนลิค 0.010 mg/ml ส่วนลูกผสมเพชรยะลาxแห้ว (รหัสต้น R2-2) มีปริมาณฟีโนลิค ต่ำที่สุดเพียง 0.002 mg/ml เท่านั้น ผลการวิเคราะห์จะนำไปใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ลำไยที่มีคุณประโยชน์ด้านอื่นๆ ต่อไป

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1. ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย รวบรวมพันธุ์ลำไยได้ 59 พันธุ์/สายพันธุ์ พื้นที่ 8 ไร่ และ ศกล. เชียงใหม่ จำนวน 27 พันธุ์/สายพันธุ์ พื้นที่ 3 ไร่ ลำไยที่รวบรวมพันธุ์ไว้มีลักษณะใบ ดอก ผล เนื้อ และเมล็ดที่แตกต่างกัน ลักษณะสำคัญที่สามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกพันธุ์ได้คือ รูปร่างใบ ผล สีเนื้อ และช่วงการออกดอกติดผล ลำไยที่มีเมล็ดลีบหรือเมล็ดไม่พัฒนาได้แก่ พันธุ์ไร้เมล็ด และลำไยพันธุ์เบี้ยวเขียวลำพูนอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของไรสี่ขา

2. พันธุ์ลำไยที่มีสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดคือ ลำไยเถา นักวิจัยควรนำลำไยพันธุ์นี้ใช้เป็นพ่อหรือแม่พันธุ์เพื่อการพัฒนาพันธุ์ที่ให้สารต้านอนุมูลอิสระสูง

3. จัดทำฐานข้อมูลพันธุกรรมลำไยครบทุกลักษณะเพิ่มเติมจากโครงการพัฒนาพันธุ์ลำไยระยะที่ 1 จำนวน 20 พันธุ์/สายพันธุ์ พิมพ์เป็นเอกสารวิชาการพันธุ์ลำไยครั้งที่ 8 รวมทั้งสิ้น 52 พันธุ์/สายพันธุ์ เพื่อให้นักวิจัย และผู้ที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ประโยชน์ด้านการอนุรักษ์และปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

4. เสียบยอดบนลำไยพันธุ์ดอที่ออกดอกติดผลแล้วร้อยละ 81.9 ออกดอกร้อยละ 81.9 และติดผลคัดเลือกพันธุ์เบื้องต้นได้ร้อยละ 77.8 ของลำไยลูกผสมทั้งหมด ยังมีลูกผสมที่ไม่ได้คัดเลือกและลูกผสมต้นอื่น ๆ ที่ยังไม่ได้คัดเลือกอีกจำนวนมาก ซึ่งอาจจะพบลำไยที่มีคุณภาพดีหรือมีลักษณะพิเศษ เพราะลูกผสมจากพ่อแม่พันธุ์เดียวกันมีความแตกต่างกัน เช่น ลูกผสมเพชรสาครxเบี้ยวเขียวต้นที่ 4 (รหัสต้น W-4) ใบมีขนาดเล็ก กิ่งก้านสั้น ออกดอกติดผลหลายรุ่น ขณะที่ต้นที่ 9 (รหัสต้น W-9) ใบใหญ่กว่า กิ่งก้านยาวชะลูด ไม่ออกดอกทะวาย จึงควรทำการวิจัยต่อเนื่อง

5. ลูกผสมที่ผ่านเกณฑ์คัดเลือกจำแนกเป็นลำไยลูกผสมคุณภาพดี 11 ลูกผสม เมล็ดเล็กหรือลีบ 8 ลูกผสม และเนื้อสีเหลือง 4 ลูกผสม ควรวิจัยต่อเนื่องในการทดสอบพันธุ์เพื่อการเสนอรับรองพันธุ์หรือพันธุ์แนะนำให้เกษตรกรนำไปใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

6. ลูกผสมที่ออกดอกติดผลนอกฤดูในกลุ่มคุณภาพดี เช่น เพชรยะลาxเบี้ยว กลุ่มเมล็ดเล็กหรือลีบ เช่น ลูกผสมเพชรสาคร×เบี้ยวเขียว และในกลุ่มเนื้อสีเหลืองออกดอกได้มากกว่า 1 ครั้ง เช่น นราภิรมย์xนครพนมซึ่งการออกดอกลักษณะนี้อาจจะมีประโยชน์ทางด้านการผลิตลำไยนอกฤดูโดยไม่ใช้สารเคมีบังคับ การปลูกลำไยอินทรีย์หรืออื่นๆ

7. การพัฒนาพันธุ์ลำไยใช้ระยะเวลานาน ควรนำวิธีการใหม่ๆ มาใช้เพื่อย่นระยะเวลา เช่น การใช้สารโพแทสเซียมคลอเรต ($KClO_3$) บังคับออกดอก ทำให้ใช้พื้นที่วิจัยน้อยลง ได้จำนวนลูกผสมมากขึ้นหรือลูกผสมที่ยังมีการออกดอกติดผลที่น้อยอยู่ได้พัฒนาตามศักยภาพอย่างเต็มที่

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยที่ 2

พัฒนาเทคโนโลยีการลดการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยเพื่อการส่งออก
Study on Technological Development for Reducing the Sulfur Dioxide Residue Problem in Fresh Longan for Exporting

วิทยา อภัย[1] สถิตย์พงศ์ รัตนคำ[2] สุทธินี ลิขิตตระกูลรุ่ง[1] ณัฐนัย ตั้งมั่นคงวรกูล[1] สมเพชร เจริญสุข[1]
เกรียงศักดิ์ นักผูก[2] สนอง อมฤกษ์[2] ปรีชา ชมเชียงคำ[2] ชัยวัฒน์ เผ่าสันทัดพาณิชย์[2] เกรียงไกร สุภโตษะ[3]

Wittaya Apai[1] Satippong Rattanakam[2] Suttinee Likhittragulrung[1] Nuttanai Tangmunkongvorakul[1]
Sompech Charoensuk[1] Kriangsak Nukphuk[2] Sanong Amaroek[2] ปรีชา ชมเชียงคำ[2]
Chaiwat Paosantanpanid[2] เกรียงไกร สุภโตษะ[3]

คำสำคัญ : ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างทั้งผล กรดไฮโดรคลอริก (กรดเกลือ) โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ความผิดปกติของสีเนื้อ การทดสอบการส่งออก เครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต

Key words: sulfur dioxide (SO_2) residue in whole fruit, hydrochloric acid (HCl), sodium metabisulfite (SMS), flesh discoloration, export testing, rapid SO_2 detection equipment.

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์เพื่อทดสอบเทคโนโลยีในการลดปัญหาการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และยืดอายุการเก็บรักษาลำไยเพื่อการส่งออกดำเนินการระหว่างปี พ.ศ. 2559 – 2562 ณ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 (สวพ.1) จังหวัดเชียงใหม่ การทดสอบใช้ลำไยพันธุ์ดอเกรด A ที่บรรจุไว้ในตะกร้าพลาสติกขนาด 11.5 กก. โดยทดสอบรวมทั้งหมด 5 กรรมวิธี ได้แก่ 1) รม SO_2 ความเข้มข้น 1.5% + แผ่นระเหยทางการค้า (Uvasys®) ที่ปล่อยสาร SO_2 จากสาร sodium metabisulfite (SMS pad) ที่เคลือบอยู่บนแผ่น, 2) แช่ในกรดเกลือ (hydrochloric acid, HCl) ความเข้มข้น 5% + SMS ความเข้มข้น 1% นาน 5 นาที, 3) รมก๊าซโอโซน (O_3) นาน 2 ชม + รม SO_2 ความเข้มข้น 1.5%, 4) รม SO_2 ความเข้มข้น 1.5% + รมก๊าซ O_3 นาน 1 ชม. และ 5) รม SO_2 วิธีทางการค้า ความเข้มข้น 1.5% (Control) นำไปเก็บรักษาที่ 5°C นาน 40 - 80 วัน พบว่ากรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพดีและเป็นไปได้คือ การรม SO_2 ความเข้มข้น 1.5% + O_3 นาน 1 ชม. และวิธีการแช่ใน HCl ความเข้มข้น 5% + SMS ความเข้มข้น 1% นาน 5 นาที ช่วยลดการเกิดโรคได้นาน 70 และ50 วัน ตามลำดับ และช่วยลดการเปลี่ยนสีน้ำตาลของเปลือกและการเปลี่ยนสีของเนื้อผลเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5˚C และความชื้นสัมพัทธ์ 90% (RH) ได้นานเท่ากัน 80 และ 50 วัน การแช่ HCl ความเข้มข้น 5% + SMS ความเข้มข้น 1% มีค่า SO_2 ตกค้างคำนวณทั้งผลต่ำที่สุดไม่เกินมาตรฐานของประเทศสิงคโปร์ที่อ้างอิงค่ามาตรฐาน Codex (≤ 50 ppm) ตลอดอายุการเก็บรักษา สรุปแล้ว การรม SO_2 ความเข้มข้น 1.5% + O_3 นาน 1 ชม., รม SO_2 ความเข้มข้น 1.5%, การแช่ HCl ความเข้มข้น 5% + SMS ความเข้มข้น 1%, รม O_3 นาน 2 ชม. + SO_2 ความเข้มข้น 1.5% และ SO_2 ความเข้มข้น 1.5% + SMS pad ช่วย

[1] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 (Office of Agricultural Research and Development Region 1)
[2] ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ (Chiang Mai Agricultural Engineering Research Center)
[3] กองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช (Plant Standard and Certification Division)

ยืดอายุการเก็บรักษาที่ 5 ˚C, 90% RH และ (+) อายุการวางจำหน่ายได้ที่อุณหภูมิห้องนาน 40+5, 40+5, 40+5, 30+5 และ 30+<5 วัน ตามลำดับ การทดสอบร่วมกับผู้ประกอบการส่งออกเพื่อหาทางเลือกสำหรับใช้แก้ไขปัญหาการตกค้างของ SO_2 โดยเฉพาะปัญหาเร่งด่วนในลำไยส่งออกไปประเทศสิงคโปร์ พบว่าการแช่ HCl ความเข้มข้น 5% + SMS ความเข้มข้น 1% นาน 5 นาที เป็นทางเลือกหนึ่งในเชิงการค้าสามารถใช้ยืดอายุลำไยส่งออกไปประเทศสิงคโปร์ได้เนื่องจากพบค่าตกค้าง SO_2 ทั้งผลมีค่า 11.74 – 16.04 ppm ผลการทดสอบการส่งออกเป็นที่น่าพอใจ และสามารถรักษาคุณภาพผล ได้แก่ สีผิวเปลือก สีเนื้อที่ผิดปกติ และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้นานเพียงพอตลอดเวลาการขนส่งและวางจำหน่ายนาน 14 วัน ที่อุณหภูมิ 5 °C, 85% RH โดยมีอายุการวางจำหน่ายนาน 5 วัน ที่อุณหภูมิห้องเมื่อเปรียบเทียบลำไยไม่แช่สารวางจำหน่ายได้นานเพียง 2-3 วันที่อุณหภูมิห้อง

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องตรวจซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) แบบเร็วทดแทนการไทเทรตมาตรฐาน (AOAC, 2016) ด้วยวิธีคูลอมเมตริกไทเทรชั่นจากวิธีชรินทร์ และวัฒนากร (2550) โดยการศึกษาการทำปฏิกิริยาของ SO_2 กับไอโอดีนที่ผลิตขึ้นโดยใช้ไฟฟ้าในสภาวะที่เป็นกรด และหาความสัมพันธ์ของระยะเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยากับความเข้มข้น SO_2 แล้วจึงสร้างเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ 1) วงจรจ่ายกระแสไฟฟ้าคงที่ 2) วงจรจับเวลาที่จ่ายกระแสไฟฟ้า และ 3) ระบบการกวนผสม จากนั้นทดสอบหาความสัมพันธ์ของระยะเวลาที่เปลี่ยนสีของไอโอดีนกับความเข้มข้นของ SO_2 ได้จากสารมาตรฐาน formaldehyde sodium bisulfate สมการที่ได้ คือ $y = 0.0464x$, $R^2 = 0.9144$ และทดสอบประสิทธิภาพเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วเปรียบเทียบกับวิธีไทเทรตมาตรฐาน (AOAC, 2016) ในการทดสอบกับตัวอย่างลำไยที่รม SO_2 มีค่าการตกค้างต่ำกว่า 50 ppm พบว่า การวิเคราะห์ด้วยเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วตรวจพบค่าการตกค้างของ SO_2 ในเนื้อใกล้เคียงกับวิธีมาตรฐาน AOAC (2016) จึงสามารถใช้ในการวิเคราะห์คัดกรอง (Screening) เบื้องต้นกับตัวอย่างลำไยที่ผ่านการรม SO_2 ได้ และเครื่องต้นแบบมีต้นทุนประมาณ 50,000 บาท โดยจุดคุ้มทุนของต้นแบบเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต อยู่ที่ 179 ตัวอย่าง

กรมวิชาการเกษตร

Abstracts

The objective of this study was to test some alternative ways to decrease sulfur dioxide (SO_2) residue problem and prolong storage life in fresh longan for export. Office of Agricultural Research and Development Region 1, Chiang Mai province conducted the research and development from 2016-2019. A grade longan cv. Daw was packed in 11.5 kg perforated plastic baskets. They had 5 selected treatments comprising of 3 baskets as replication for each treatment, i.e. fruits fumigated with SO_2 1.5% + sodium metabisulfite (SMS)-impregnated pad (Uvasys®) that give slow release of SO_2 (SO_2 1.5% + SMS pad), dipping in hydrochloric acid (HCl) 5% mixed with SMS 1% for 5 min (HCl 5% + SMS 1%), ozone (O_3) fumigation for 2 hours (h) prior to SO_2 1.5% (O_3 2 h + SO_2 1.5%), SO_2 1.5% prior to O_3 fumigation for 1 h (SO_2 1.5% +O_3 1 h) and fruits fumigated with SO_2 1.5% alone as commercial treatment (SO_2 1.5%). They were stored at 5 ˚C, 90% RH for 40-80 days. The results found that the possible treatments, i.e. SO_2 1.5% + O_3 1 h and HCl 5% + SMS 1% could control disease incidence for 70 and 50 days respectively at 5 °C. They equally prevented pericarp browning and flesh discoloration for 80 and 50 days in the same period of time. Dipping in HCl 5%+SMS 1% detected the least SO_2 residue in whole fruit not

exceeding Codex and Singapore tolerant limit of 50 ppm throughout period of time. The fruit treated with SO_2 1.5% + O_3 1 h, SO_2 1.5%, HCl 5% + SMS 1%, O_3 2 h + SO_2 1.5% and SO_2 1.5% + SMS pad could prolong storage life for 40+5, 40+5, 40+5, 30+5 and 30+<5 days respectively at 5°C, 90% RH and (+) display for sale at room temperature. Testing cooperated with an exporter for some alternative ways to decrease SO_2 residue problem in fresh longan for export to Singapore was recently urgently investigated. It was found that dipping in HCl 5% + SMS 1% for 5 min could be commercially used for extending shelf life of fresh longan exported to Singapore due to less SO_2 residue in whole fruit ranging from 11.74 to 16.04 ppm. Fruit qualities, i.e. pericarp browning, flesh discoloration and disease incidence was maintained for 14 days at 5 °C, 85% RH and during display for sale for 5 days at room temperature. The results of export testing for several times were accepted and satisfied. This was compared with untreated fruit which became rotting by 2-3 days at room temperature.

Performance testing of the rapid sulfur dioxide (SO_2) detection equipment by coulometric titrations method following Techapun and Kaewpakdee (2007) to replace standard method (AOAC, 2016) was carried out. This principle was initially from the study of the reaction of SO_2 with iodine produced by electrolysis in acidic conditions and then determines the relationship between the times taken to react with the SO_2 concentration. It was then building the rapid SO_2 detection equipment, consists of three main parts: 1) constant current supply 2) timer circuit that supplies electricity and 3) mixing system. Testing for the relationship of iodine coloring time to 0-300 ppm SO_2 interval produced from formaldehyde sodium bisulfite as a standard solution, the equation was $y = 0.0464x$, $R^2 = 0.9144$ and tested the efficiency with longan samples use fumigated with SO_2. The results showed that it was the residual SO_2 content of fruit pulp was not different from that of standard titrations method (AOAC, 2016) and the prototype cost about 50,000 baht. The breakeven point of the prototype was 179 samples.

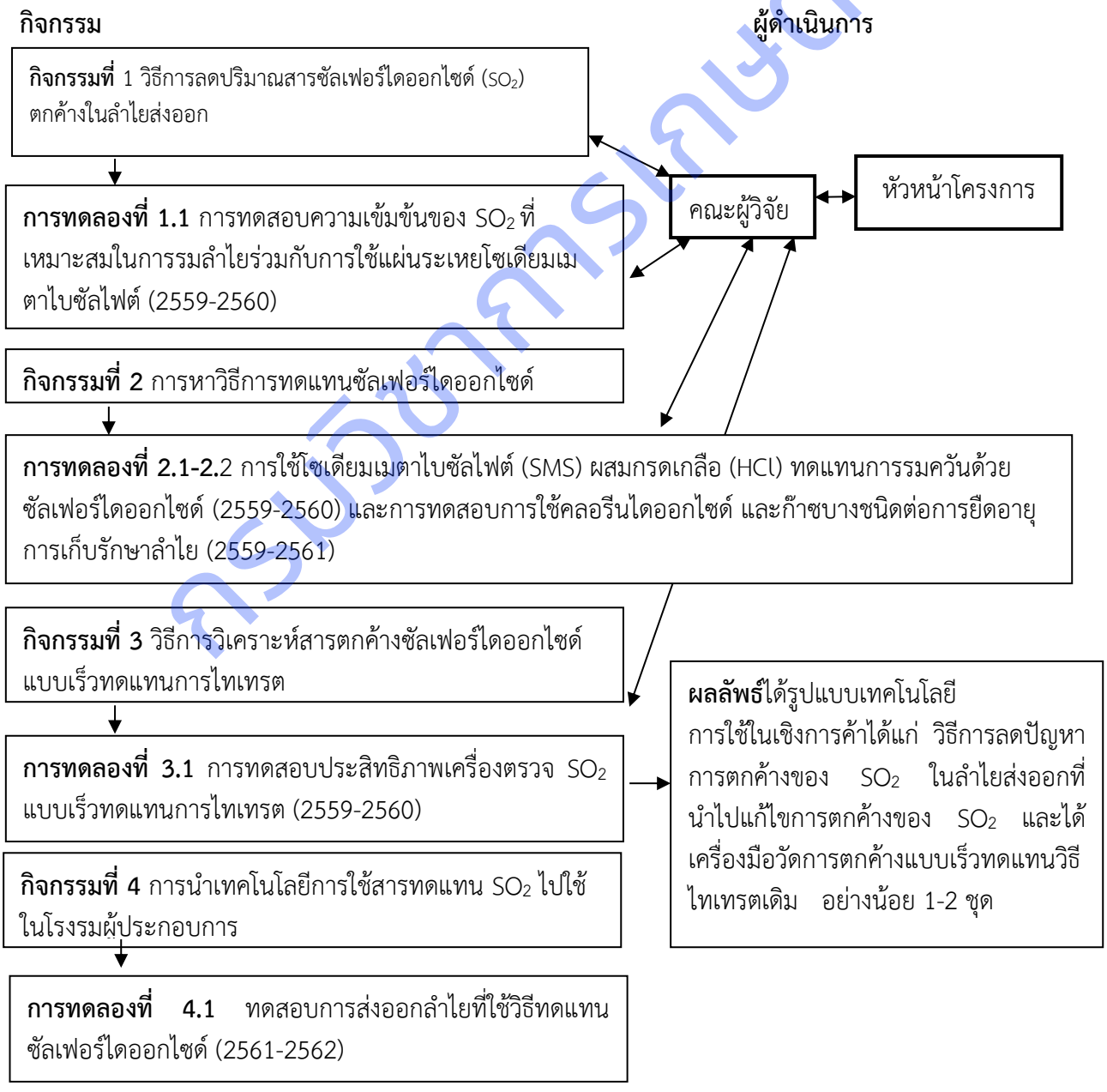
กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

โครงการพัฒนาเทคโนโลยีการลดการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยเพื่อการส่งออกเป็นโครงการหนึ่งที่อยู่ภายใต้ชุดโครงการวิจัยและพัฒนาลำไย ดำเนินการตั้งแต่ปี 2559-2562 ตามยุทธศาสตร์ เพื่อเพิ่มศักยภาพการแข่งขันการส่งออกลำไยให้มีศักยภาพและปริมาณการส่งออกสูงขึ้น จนสามารถแข่งขันกับประเทศอื่นๆ ได้ และต่อมาปี 2562 ได้ปรับโครงการชุดโครงการวิจัยและพัฒนาลำไยให้ไปอยู่ในภายใต้แผนบูรณาการวิจัยและพัฒนาไม้ผลเศรษฐกิจ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อศึกษาวิธีการลดปัญหาการตกค้างของ SO_2 ในลำไยส่งออก
2. เพื่อหาเทคโนโลยียืดอายุเก็บรักษาลำไยทดแทน SO_2
3. เพื่อพัฒนาวิธีการตรวจสอบการตกค้างของ SO_2 ที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

วิธีการวิจัย



กรมวิชาการเกษตร

การทบทวนวรรณกรรม

ลำไย (longan) เป็นผลไม้ส่งออกทางเศรษฐกิจที่สำคัญมากชนิดหนึ่งของประเทศไทยเช่นเดียวกับทุเรียนและมังคุด ประเทศส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ สาธารณรัฐประชาชนจีน ฮ่องกง เวียดนาม อินโดนีเซีย สิงคโปร์ เป็นต้น ปัญหาสำคัญหลังการเก็บเกี่ยวของลำไย คือ อายุการเก็บรักษาสั้นสาเหตุจากการเปลี่ยนสีน้ำตาลของเปลือกผลและการเน่าเสีย เป็นต้น การรมผลลำไยสดด้วยก๊าซ SO_2 ในช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมาช่วยยืดอายุได้อย่างน้อย 40-60 วันเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-5˚C, 85-90% RH ทำให้ลำไยส่งออกได้ปริมาณที่มากขึ้น แต่ปัญหาหลังการรมควันคือเกิดการตกค้าง SO_2 ในผลผลิตเกินมาตรฐานการนำเข้าของประเทศคู่ค้า เช่น ประเทศจีนกำหนดค่าตกค้างในเนื้อผลไม่เกิน 50 ppm สหภาพยุโรป (EU) กำหนดไว้ในเนื้อไม่เกิน 10 ppm สหรัฐอเมริกาห้ามใช้สารนี้กับผลิตผลด้านพืชสวนยกเว้นในผลองุ่น ประเทศสิงคโปร์กำหนดเป็นค่าทั้งผลตามมาตรฐาน Codex ไม่เกิน 50 ppm เป็นต้น และสาร SO_2 ยังมีรายงานถึงความเป็นพิษต่อผู้ป่วยบางประเภทที่เป็นโรคภูมิแพ้ การหาสารทดแทนหรือหาวิธีลดการตกค้างหลังรมจึงมีความสำคัญที่ต้องเร่งวิจัยโดยเร่งด่วน

มีงานวิจัยหาสารทดแทนมากมายในลำไย ลิ้นจี่ และองุ่นในช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมา ได้แก่ เทคโนโลยีการแช่ด้วยกรดชนิดต่างๆ เช่น การแช่กรดเกลือ หรือไฮโดรคลอริก (HCl) 5% นาน 20 นาที ลดการเปลี่ยนสีน้ำตาลลำไยในประเทศออสเตรเลียได้นาน 40 วัน ที่ 5˚C และควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการเก็บรักษาที่ไม่สูงมาก (Drinnan, 2004) การแช่กรด HCl 6.4% นาน 5 นาที และทดสอบการส่งออกไปประเทศสิงคโปร์ในปี 2556 ช่วยยืดอายุได้นาน 25-27 วัน ที่ 5˚C, 76-96% RH เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการค้ารม SO_2 และไม่แช่สารนาน 31 และ 12 วันตามลำดับ (Apai et al., 2015) ปัจจัยที่มีผลต่อการแช่ HCl ได้แก่ ความหนาเปลือก ความแก่ และขนาดผล รวมถึง HCl ควรผสมสารอื่นๆ เพื่อลดความเข้มข้นให้ต่ำลง การเพิ่มเวลาการผึ่งแห้ง และสภาพความชื้นสัมพัทธ์ที่เก็บรักษา การแช่ HCl 5.0% + sodium metabisulfite (SMS) 1.0% นาน 5 นาที พบว่ามีการตกค้างทั้งผลรวมทั้งในเปลือกและเนื้อต่ำ และลดการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อที่ผิดปกติได้เมื่อเปรียบเทียบกับการแช่ HCl 6.4% ระหว่างการเก็บรักษาที่ 5˚C นาน 21 วัน (วิทยา และคณะ, 2559) เทคโนโลยีอื่นๆ ได้แก่ การเคลือบผิว การใช้บรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ รวมทั้งเทคโนโลยีลดการตกค้างหลังรมด้วย SO_2 ได้แก่ การรมด้วยก๊าซโอโซน (Taimaneerak *et al.,* 2018) การใช้แผ่นระเหยที่เคลือบสาร SMS ให้ก๊าซ SO_2 (SMS slow release pad) และการล้างด้วยน้ำสะอาด เป็นต้น

แต่อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีเหล่านั้นยังขาดการทดสอบเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริงภายในสถานประกอบการ ดังนั้น สวพ.1 จ.เชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตรได้จัดทำโครงการพัฒนาเทคโนโลยีลดการตกค้างของ SO_2 ในลำไยส่งออกตั้งแต่ปี 2559 เป็นต้นมา โดยทดสอบเทคโนโลยีด้วยวิธีการต่างๆ ได้แก่ การศึกษาการใช้คลอรีนไดออกไซด์ (ClO_2) และก๊าซบางชนิดเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลำไย การพัฒนาการใช้กรด HCl ร่วมกับ SMS เพื่อช่วยยืดอายุ การหาวิธีลดการตกค้างของ SO_2 วิธีการวิเคราะห์สารตกค้างซัลเฟอร์ไดออกไซด์แบบเร็ว ทดแทนการไทเทรต รวมถึงการทดสอบเทคโนโลยีการใช้สารทดแทน SO_2 เพื่อนำไปใช้ในโรงรมผู้ประกอบการ

กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย

กิจกรรมที่ 1 วิธีการลดปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ตกค้างในลำไยส่งออก มี 1 การทดลอง **การทดลองที่ 1.1 การทดสอบความเข้มข้นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่เหมาะสมในการรมลำไยร่วมกับการใช้แผ่นระเหยโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์** ดำเนินการตั้งแต่ ตุลาคม 2558 – กันยายน 2560 ที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สวพ.1 แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) การทดสอบความเข้มข้นของการรมควันร่วมกับการใช้แผ่นระเหยผลิตจากโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ต่อการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยส่งออก วางแผนการทดลองแบบ 3x2 factorial in RCB จำนวน 3 ซ้ำ โดย ปัจจัยที่ 1 อัตราซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ใช้รม 3 อัตรา ได้แก่ 1.5 1.3 และ 1.0% และปัจจัยที่ 2 แผ่นระเหยขนาด 260x440 มิลลิเมตร สำหรับตะกร้า 11.5 กิโลกรัม ได้แก่ ไม่ใส่ และแบบใส่แผ่น รวม 6 กรรมวิธี

รมกำมะถันด้วยวิธีการเผาผงกำมะถันของชิง ชิง ทองดีและคณะ (2541) คำนวณน้ำหนักกำมะถันตามมาตรฐาน มกษ. 1004-2557 รมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ความเข้มข้นต่างๆ ตามกรรมวิธี ระยะเวลา 60 นาที และดูดบำบัดนาน 30 นาที จากนั้นนำออกมาเป่าบำบัดด้วยพัดลมอุตสาหกรรมนาน 30 นาทีเท่ากัน นำมาบรรจุใส่ตะกร้าที่รองพื้นด้วยแผ่นระเหยยี่ห้อ Uvasys® ชนิด dual phase จำนวน 2 แผ่นต่อตะกร้าโดยวางไว้ด้านบนและด้านล่างประกบกับแผ่นกระดาษซับทิชชู่จากนั้นสวมทั้งตะกร้าด้วยถุงพลาสติกชนิด linear low density polyethylene (LLDPE) เจาะรู นำไปเก็บรักษาที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพันธ์ 85-90% แบ่งเป็นสองชุด ชุดแรกส่งแถบเอเชียสุ่มทุก 7 วันนานตั้งแต่วันที่ 1-28 วัน และชุดที่สองส่งออกไปยุโรปเก็บรักษานาน 28 วันจึงสุ่มทุก 7 วันจนครบ 42 วัน การบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์คุณภาพทุกสัปดาห์

2) ทำการทดสอบซ้ำในข้อ 1 จำนวน 3 ซ้ำ โดยปัจจัยที่ 1 อัตราซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ใช้รม 2 อัตรา ปัจจัยที่ 2 แผ่นระเหยขนาด 260x440 มิลลิเมตร มี 4 กรรมวิธี

ทำการทดลองเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1 จนถึงขั้นตอนการเก็บรักษาที่ห้องเย็น โดยทำการเก็บรักษานาน 11 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง 25-35 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน และตรวจสอบคุณภาพทำภายหลังการเก็บรักษาในห้องเย็น 11 วัน และหลังจากย้ายมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้องทุก 2 วัน

3) การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผ่นระเหยที่เตรียมใช้เองกับแผ่นที่จำหน่ายทางการค้า

วางแผนการทดลองแบบ Split plot มี 3 ซ้ำ โดย Main plot คือ วิธีการรมลำไย 4 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 การรมควัน SO_2 ความเข้มข้น 1.3%

กรรมวิธีที่ 2 การรมควัน SO_2 ความเข้มข้น 1.3% + แผ่นระเหยที่ผลิตเองโดยดัดแปลงจากวิธีของบุษราและคณะ (2550)

กรรมวิธีที่ 3 การรมควัน SO_2 ความเข้มข้น 1.3% + แผ่นระเหยที่จำหน่ายยี่ห้อ Uvasys®

กรรมวิธีที่ 4 รมกำมะถันวิธีทางการค้า

Sub plot คือ อายุการเก็บรักษา 4 ระยะ คือ 0 10 30 และ 60 วัน

รมกำมะถันตามวิธีของชิง ชิง ทองดีและคณะ 2541 ในอัตราตามกรรมวิธี นำมาบรรจุใส่ฟิล์มพลาสติกชนิด Linear low density polyethylene (LLDPE) เจาะรู บุภายในตะกร้าใส่แผ่นระเหยยี่ห้อ Uvasys® ชนิด dual phase 2 แผ่นต่อตะกร้า เปรียบเทียบกับแผ่นระเหยที่ทำขึ้นเองโดยดัดแปลงจากวิธีของบุษราและคณะ (2550) เป็นแผ่นกระดาษซับจุ่มสาร SMS ที่ความเข้มข้น 17% จำนวน 2 แผ่นต่อตะกร้าจากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ 85-90% นาน 0 10 30 และ 60 วัน โดยวางไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 3 วันก่อนตรวจสอบคุณภาพทุกครั้ง

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 2 การหาวิธีการทดแทนซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มี 2 การทดลอง

การทดลองที่ 2.1 การใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) ผสมกรดเกลือ (HCl) ทดแทนการรมควันด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ดำเนินการตั้งแต่ ตุลาคม 2558 – กันยายน 2560 ที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สวพ.1 และศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่

1) ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องแช่สำหรับใช้แช่สารผสม HCl+SMS ในลำไยส่งออก และสร้างหอบำบัดสำหรับดูดควันของก๊าซ SO_2 ที่ระเหยระหว่างการแช่สารผสม HCl+SMS

2) ทดสอบการผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) ผสมกรดเกลือ (HCl) เพื่อความสะดวกของผู้ปฏิบัติการให้มีความปลอดภัย

3) ทดสอบการผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) ผสมกรดเกลือ (HCl) ต่อการตกค้างของ SO_2 ในลำไยส่งออก วางแผนการทดลองแบบ 3x2+2 Factorial in RCB จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยมี 2 ปัจจัย คือปัจจัยที่ 1 ความเข้มข้น SMS ได้แก่ 4, 5 และ 6% ปัจจัยที่ 2 ความเข้มข้น HCl ได้แก่ 0 และ 1% เปรียบเทียบกับการรม SO_2 วิธีทางการค้า และ การแช่ ใน SMS 1% + HCl 5% นาน 5 นาที รวม 8 กรรมวิธี แช่ลำไยตามกรรมวิธี เมื่อผึ่งลำไยแห้งแล้วทำการสุ่มตัวอย่างลำไยที่แช่สารแล้ว มาวัดสาร SO_2 ตกค้างในผลลำไย (AOAC, 2016 และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้น 85-90% RH นาน 35 วัน รอการขนส่งไปสถานประกอบการและส่งออกต่อไป สุ่มวิเคราะห์คุณภาพและสารตกค้าง

- ทดสอบวิธีการใช้สารทดแทนในการแช่ลำไยส่งออกไปต่างประเทศร่วมกับผู้ประกอบการส่งไป 3 ประเทศ ได้แก่ ประเทศจีนทางเรือ ประเทศสิงคโปร์ทางเรือ และแคนาดาทางเครื่องบิน และเก็บรักษาในห้องเย็นที่ห้องปฏิบัติการเพื่อเปรียบเทียบผลต่อไป

การทดลองที่ 2.2 การทดสอบการใช้คลอรีนไดออกไซด์ และก๊าซบางชนิดต่อการยืดอายุการเก็บรักษาลำไย แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) การทดสอบเทคโนโลยีการแช่ ClO_2 ต่อคุณภาพผล วางแผนการทดลองแบบ CRD 6 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1-3) แช่สารละลาย ClO_2 ความเข้มข้น 2.0 1.5 และ 1.0% นาน 5 นาที กรรมวิธีที่ 4 แช่ HCl เข้มข้น 6.4% นาน 5 นาที กรรมวิธีที่ 5 รมด้วย SO_2 วิธีทางการค้าปัจจุบัน และกรรมวิธีที่ 6 ลำไยไม่แช่สาร โดยนำลำไยมาแช่สารตามกรรมวิธี และผึ่งให้แห้งสนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C 85% RH นาน 28 วัน และทดสอบการวางจำหน่ายโดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25°C) นาน 3 วัน สุ่มตัวอย่างวิเคราะห์คุณภาพทุก 7 วัน

2) การทดสอบเทคโนโลยีการรมด้วย ClO_2 และผลต่ออายุการเก็บรักษา วางแผนการทดลองแบบ CRD รวม 6 กรรมวิธีฯ (ตัดขั้วเป็นผลเดี่ยว) โดยมีกรรมวิธีเดียวกับขั้นตอนที่ 1 (เปลี่ยนจากการแช่เป็นการรม) โดยทดสอบในกล่องพลาสติกใสในตู้ดูดควัน รมนาน 30 นาที ปล่อยให้ระเหยนาน 60 นาที บรรจุในกล่องพลาสติกเจาะรู (Clamshell) เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 °C 85% RH นาน 28 วัน และทดสอบการวางจำหน่ายที่อุณหภูมิห้อง (25°C) นาน 3 วัน สุ่มตัวอย่างวิเคราะห์คุณภาพทุก 7 วัน

3) การทดสอบเทคโนโลยีการเคลือบผิวลำไยด้วย Mixed wax และผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาลำไย วางแผนการทดลองแบบ CRD รวม 7 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธี 1-3 เคลือบผิวด้วย Mixed wax ความเข้มข้น 6 8 และ 10% กรรมวิธีที่ 4 แช่ ClO_2 ความเข้มข้น 2% นาน 5 นาที กรรมวิธีที่ 5 แช่ HCl เข้มข้น 6.4% นาน 5 นาที (วิทยา และคณะ, 2557) กรรมวิธีที่ 6 แช่ HCl เข้มข้น 6.4% นาน 5 นาที + Mixed wax ความเข้มข้น 6% กรรมวิธีที่ 7 รมด้วย SO_2 วิธีทางการค้าปัจจุบัน

กรมวิชาการเกษตร

เตรียมสารผสมระหว่าง Bees wax+carnuba wax (อัตราส่วน 2:1) ตามวิธีของ Hai et al. (2014) จัดการตามกรรมวิธี ผึ่งให้แห้ง และบรรจุในกล่องพลาสติกเจาะรู (Clamshell) เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 °C และ 85% RH นาน 28 วัน และทดสอบการวางจำหน่ายโดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 °C) นาน 3 วัน สุ่มตัวอย่างวิเคราะห์คุณภาพทุก 7 วัน

4) ทดสอบเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับลำไยปริมาณมากขึ้น โดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ

4.1) การทดสอบการส่งออก นำเทคโนโลยีที่เหมาะสม โดยทดสอบการส่งออกร่วมกับผู้ประกอบการส่งออกของประเทศไทยไปประเทศแคนาดาที่เข้มงวดการใช้ SO_2 โดยทดสอบแช่ HCl 6.4% นาน 5 นาที ส่งไปประเทศแคนาดาทางเครื่องบินใช้เวลาขนส่ง 2 วัน

4.2) ได้นำเทคโนโลยีที่ทดแทนในรูปของก๊าซมาใช้ คือ การใช้ก๊าซโอโซนรมผลลำไยเพื่อฟอกสีผิวร่วมกับการรมด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่อสีผิว และการลดตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผล และเปรียบเทียบกับกรรมวิธีทดแทนที่ผ่านมา วางแผนการทดลองแบบ CRD รวม 5 กรรมวิธี ดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 แช่ใน ClO_2 1.5% นาน 5 นาที กรรมวิธีที่ 2 รมโอโซน นาน 60 นาที ก่อนรม SO_2 กรรมวิธีที่ 3 แช่ใน HCl 6.4% นาน 5 นาที กรรมวิธีที่ 4 รมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (วิธีทางการค้า) กรรมวิธีที่ 5 ไม่แช่สาร

นำลำไยไปรมก๋ามะถันจากนั้นนำมาเก็บรักษาไว้ที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 5-7 °C ก่อนนำมาทดสอบแช่/รมก๊าซโอโซน กรรมวิธีที่ 2 รมก๊าซโอโซนนาน 1 ชั่วโมง ก่อนนำไปรมก๊าซ SO_2 ส่วนกรรมวิธีที่ 1 และ 3 แช่ในสารละลายที่เตรียมไว้ ก่อนแช่ล้างด้วยน้ำสะอาดนาน 5 นาที ผึ่งให้แห้งสนิทพร้อมกันจึงนำไปเก็บรักษาที่ 5-7°C สุ่มตรวจวัดคุณภาพผลทุก 7 วัน

กิจกรรมที่ 3 วิธีการวิเคราะห์สารตกค้างซัลเฟอร์ไดออกไซด์แบบเร็วทดแทนการไทเทรต

การทดลองที่ 3.1 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต

ดำเนินการตั้งแต่ ตุลาคม 2558 – กันยายน 2560 ที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สวพ.1 และศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) สร้างต้นแบบเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต ด้วยวิธีคูลอมเมตริกไทเทรชั่นจากวิธีชรินทร์ และวัฒนากร (2550) โดยศึกษาเทคนิคการตรวจ SO_2 แบบเร็ว ด้วยวิธีคูลอมเมตริกไทเทรชั่น คือ การทำปฏิกิริยาของ SO_2 กับไอโอดีน และสร้างต้นแบบเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต

2) การทดสอบต้นแบบเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต และทดสอบประสิทธิภาพเครื่องต้นแบบในการตรวจ SO_2 เปรียบเทียบกับวิธีไทเทรตมาตรฐาน (AOAC, 2016) ดังนี้

2.1) การทดสอบต้นแบบเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต ด้วยปฏิกิริยาของ SO_2 และไอโอดีน และหาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์โดยเทคนิคคูลอมเมตริกไทเทรชั่น ใช้สารมาตรฐานซัลไฟต์ 2 ชนิด คือ สารมาตรฐานโซเดียมซัลไฟต์ (ชรินทร์ และวัฒนากร, 2550) และสารมาตรฐาน formaldehyde sodium bisulphate (AOAC, 2016) สร้างกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ทำปฏิกิริยากับความเข้มข้นของสารมาตรฐานซัลไฟต์

2.2) ทดสอบประสิทธิภาพต้นแบบเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต ในการตรวจสารมาตรฐาน formaldehyde sodium bisulphate เปรียบเทียบกับวิธีไทเทรตมาตรฐาน (AOAC, 2016)

2.3) ทดสอบประสิทธิภาพต้นแบบเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต (แช่สารประกอบซัลไฟต์ คือ SMS 5%+ HCl 1%) เปรียบเทียบกับวิธีไทเทรตมาตรฐาน (AOAC, 2016)

กรมวิชาการเกษตร

3) ปรับปรุงและพัฒนาต้นแบบเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานภาคสนาม และลดต้นทุนในการวิเคราะห์ตัวอย่าง เนื่องจากเครื่องมือเดิมมีความแม่นยำที่ดีเฉพาะค่า SO_2 ที่ช่วงเกิน 100-2,000 ppm แต่เกณฑ์ค่าตกค้างของ SO_2 ในเนื้อผลลำไยส่งออกไปประเทศจีนเท่ากับ 50 ppm ดังนั้นจึงปรับปรุงพัฒนาให้วิเคราะห์ได้ในช่วง 0-100 ppm

3.1) ทดสอบต้นแบบเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต โดยทดสอบการใช้สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ที่ความเข้มข้น ต่างๆ และทดสอบการใช้ช่วงความเข้มของแสงในการจับเวลาทำปฏิกิริยาไอโอโดเมตริก ที่ช่วงความเข้มแสงต่างๆ กัน

3.2) ทดสอบต้นแบบเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต โดยการใช้ formaldehyde sodium bisulphate เป็นสารมาตรฐานซัลไฟด์ สร้างกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ทำปฏิกิริยากับความเข้มข้นของสารมาตรฐานซัลไฟต์ มีกรรมวิธี 6 กรรมวิธี 10 ซ้ำ (ความเข้มข้น ของ SO_2 ที่ 0 10 50 100 200 และ 300 ppm

3.3 ทดสอบประสิทธิภาพต้นแบบเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต เปรียบเทียบกับวิธีไทเทรตมาตรฐาน (AOAC, 2016) มี 2 กรรมวิธี 6 ซ้ำ ดังนี้ 1) วิเคราะห์วิธีมาตรฐาน (AOAC, 2016) 2) บดตัวอย่างเนื้อลำไยที่ผ่านการรม SO_2 ชั่งน้ำหนัก 50 g เติมน้ำกลั่น 100 ml แช่นาน 60 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 และวิเคราะห์ด้วยเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต ค่า SO_2 ที่ตกค้างในตัวอย่างลำไยคำนวณตามสมการ ($y = 0.0464x$, $R^2 = 0.9144$)

กิจกรรมที่ 4 การนำเทคโนโลยีการใช้สารทดแทน SO_2 ไปใช้ในโรงรมผู้ประกอบการ

การทดลองที่ 4.1 ทดสอบการส่งออกลำไยที่ใช้วิธีทดแทนซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ดำเนินการตั้งแต่ ตุลาคม 2560 – กันยายน 2562 ที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สวพ.1 และโรงคัดบรรจุบริษัทหยวนเซิงเฟรช จำกัด แบ่งเป็น 2 การทดลอง และการทดลองย่อย ดังนี้ คือ

1) การเปรียบเทียบเทคโนโลยีต่อการลดการตกค้างของ SO_2 และยืดอายุการเก็บรักษาลำไย นำกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพจากการดำเนินการในปีงบประมาณ 2559-2560 มาศึกษาในปีงบประมาณ 2561 โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD 5 กรรมวิธี ได้แก่ 1) การรม SO_2 1.5% + แผ่นระเหยทางการค้ายี่ห้อ Uvasys® (SMS pad) + LLDPE เจาะรู 2) การแช่ HCl 5% + SMS 1% นาน 5 นาที 3)การรมก๊าซโอโซน (O_3) นาน 2 ชั่วโมง (ชม.) + รม SO_2 1.5% 4) การรม SO_2 1.5% + รมก๊าซ O_3 นาน 1 ชม. 5) การรม SO_2 1.5% วิธีทางการค้า (ชุดควบคุม)

2) การทดสอบการยอมรับในวิธีการแช่ HCl+SMS ต่อคุณภาพผล และลดสาร SO_2 ตกค้างร่วมกับผู้ประกอบการ เพื่อทดสอบการส่งออกไปประเทศสิงคโปร์ในปีงบประมาณ 2562 ดังนี้

2.1 การทดสอบแช่ HCl+SMS ในลำไยส่งออกที่ห้องปฏิบัติการ สวพ.1 ทดสอบแช่กรรมวิธีดังนี้ กรรมวิธีที่ 1) HCl 5% + SMS 0.5% + Tween 20 0.1% นาน 5 นาที กรรมวิธีที่ 2) HCl 5% + SMS 1% + Tween 20 0.1% นาน 5 นาที

ใช้ลำไยสดเกรด A เก็บรักษาไว้ 1 คืนที่ 2 °C ที่ตู้คอนเทนเนอร์ของผู้ประกอบการโรงคัดบรรจุบริษัทหยวนเซิงเฟรชจำกัด จ.เชียงใหม่ ก่อนแช่ล้างน้ำสะอาด แช่สารละลาย HCl+SMS เติมสารลดแรงตึงผิว Tween 20 0.1% ผึ่งให้แห้ง สุ่มวิเคราะห์สาร SO_2 ตกค้างทั้งผล (AOAC, 2016, ข้อที่ 2 ภาคผนวก ข) ลำไยทั้งหมดแบ่งเป็นสองส่วน ได้แก่ ส่วนที่หนึ่งบริษัทขนกลับไปโรงคัดบรรจุสำหรับจำลองสภาพการวางจำหน่ายโดยเก็บรักษา

กรมวิชาการเกษตร

ที่ตู้คอนเทนเนอร์อุณหภูมิ 2ºC และสุ่มตัวอย่างลำไยมาวิเคราะห์ SO_2 ตกค้างทั้งผล ภายหลังเก็บรักษา 11 วัน ส่วนที่สอง คือลำไยแบ่งทดสอบที่ห้องปฏิบัติการ สวพ.1 เก็บรักษาที่ 5 ºC ไว้ 1 คืน สำหรับจำลองสภาพการส่งออกทางเรือไปประเทศสิงคโปร์และการวางจำหน่ายในห้างสรรพสินค้า

2.2 การทดสอบแช่ HCl+SMS ในลำไยส่งออกในสถานประกอบการต้นแบบ

2.2.1 การทดสอบหาความเข้มข้นและวิธีปฏิบัติที่เหมาะสม รวม 5 กรรมวิธี ดังนี้ T1 = HCl 2.5% + SMS 0.5% + Tween 20 0.1% นาน 5 นาที (แช่ครั้งที่ 1-5) T2 = T1 + เติม SMS อีก 0.5% นาน 5 นาที (ครั้งที่ 6-10) T3 = HCl 3.75% + SMS 0.5% + Tween 20 0.1% นาน 5 นาที (ครั้งที่ 1-3) T4 = HCl 5% + SMS 1% + Tween 20 0.1% นาน 5 นาที (ครั้งที่ 1-3) T5 = T3 + เติม SMS เพิ่มอีก 0.5% + Tween 20 0.1% นาน 5 นาที (ครั้งที่ 4-5) T6 = T4 + เติม SMS เพิ่มอีก 0.5% + Tween 20 0.1% นาน 5 นาที (ครั้งที่ 4-5)

ลำไยสดเกรด AA เก็บรักษาไว้ 1 คืนที่ 5 ºC ดำเนินการทดสอบที่โรงคัดบรรจุบริษัทหยวนเชิงเฟรชจำกัด อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่ แช่สารละลายตามกรรมวิธี สุ่มวิเคราะห์ SO_2 ตกค้างทั้งผล (AOAC, 2016) และตรวจสอบคุณภาพผล นำมาเก็บรักษาไว้ 1 คืน ที่ 5˚C สำหรับทดสอบการวางจำหน่าย ตรวจสอบคุณภาพลำไยระหว่างการเก็บรักษา ที่ 5˚C นาน 7 วัน และวางจำหน่ายที่อุณหภูมิห้องนาน 1, 3 และ5 วัน

2.2.2) การทดสอบแช่และวิธีปฏิบัติที่เหมาะสม 4 กรรมวิธี ดังนี้ T1 = ถังที่ 1 HCl 5% + SMS 0.5% + Tween 20 0.1% นาน 5 นาที (แช่ครั้งที่ 1-3) T2 = ถังที่ 1 + เติม SMS เพิ่มอีก 0.5% นาน 5 นาที แช่ 2 ครั้งๆ ละ 5 ตะกร้า (ครั้งที่ 4-5) T3 = ถังที่ 2 HCl 5.0% + SMS 0.5% + Tween 20 0.1% นาน 5 นาที (ครั้งที่ 1-3) T4 = ถังที่ 2 + เติม SMS เพิ่มอีก นาน 5 นาที แช่ 2 ครั้งๆ ละ 5 ตะกร้า (ครั้งที่ 4-5)

ลำไยสดเกรดส่งประเทศจีน เก็บรักษาไว้ห้องเย็น 1 คืนที่ 5 ºC ดำเนินการที่โรงคัดบรรจุบริษัทหยวนเชิงเฟรชจำกัด อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่ แช่สารตามกรรมวิธี ผึ่งแห้ง สุ่มวิเคราะห์ SO_2 ตกค้างทั้งผล (AOAC, 2016) และตรวจสอบคุณภาพผล เก็บรักษาไว้ 1 คืน ที่ 5˚C จำลองสภาพการส่งออกไปประเทศสิงคโปร์ทางเครื่องบินนาน 4 วัน และวางจำหน่ายที่อุณหภูมิห้องนาน 3-5 วัน ตรวจสอบคุณภาพ

2.2.3) ทดสอบการส่งออก ผู้ประกอบการทดสอบการแช่ใน HCl 5% + SMS 1% นาน 5 นาที ตัดขั้วผล และส่งออกทางเครื่องบินจำนวน 3-4 ครั้งเพื่อดูการยอมรับในสินค้าของผู้นำเข้าและผู้บริโภคของประเทศสิงคโปร์ และส่งออกทางเรือเป็นตู้คอนเทนเนอร์แบบสั้นและยาว ขนาด 20 และ 40 ฟุต ตามลำดับ เป็นต้น

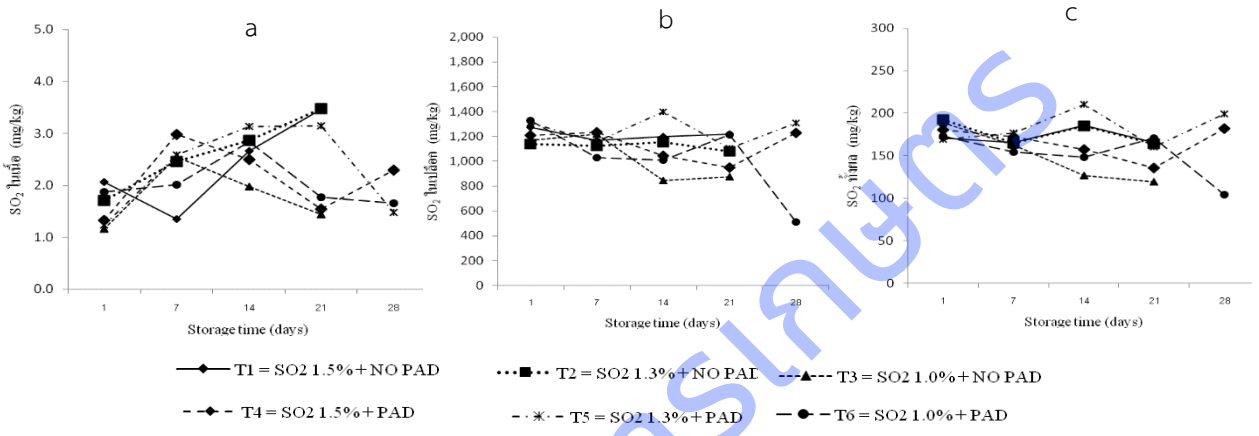
กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัย

กิจกรรมที่ 1 วิธีการลดปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ตกค้างในลำไยส่งออก

การทดลองที่ 1.1 การทดสอบความเข้มข้นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่เหมาะสมในการรมลำไยร่วมกับการใช้แผ่นระเหยโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ทดสอบ 2 ขั้นตอน คือ

1) การทดสอบความเข้มข้นของการรมควันร่วมกับการใช้แผ่นระเหยผลิตจากโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ต่อการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยส่งออก พบว่า ความเข้มข้นทั้ง 3 ความเข้มข้นมีค่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้นโดยทุกกรรมวิธีการตกค้างในเนื้อต่ำกว่า 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เช่นเดียวกับในเปลือกและทั้งผล (ภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 ผลของการรม SO_2 + pad ต่อการตกค้างของ SO_2 ในเนื้อผล (a) ในเปลือก (b) และทั้งผล (c) ระหว่างการเก็บรักษานาน 28 วันที่อุณหภูมิ 5 °C

การรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทุกความเข้มข้น+แผ่นระเหยไม่พบการเน่าเสียเมื่อเก็บรักษานาน 28 วัน ลำไยคงความสดและไม่เน่าเสียแสดงว่าลำไยยังสามารถยืดอายุการเก็บได้อีก ขณะที่การรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทุกความเข้มข้น+ไม่ใช้แผ่นระเหยมีเชื้อราขึ้นอยู่ทุกกรรมวิธี การเก็บรักษาผลลำไยร่วมกับการเก็บในตะกร้าที่หุ้มทั้งตะกร้าด้วยฟิล์ม LLDPE เจาะรูมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในตะกร้าสูง (สังเกตจากมีหยดน้ำเกาะใต้ถุง) ช่วยคงความสดและทำให้คุณภาพการบริโภคดีขึ้นแต่ทำให้เชื้อราเกิดได้เร็วขึ้น มีปริมาณการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไย ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และลำไยทั้งผล ไม่เกิน 350 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งมีปริมาณที่สามารถส่งออกได้ ส่วนในเปลือกไม่ได้กำหนดไว้

2) การทดสอบความเข้มข้นของการรมควันร่วมกับการใช้แผ่นระเหยผลิตจากโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ต่อการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยส่งออก (ทดสอบซ้ำ) พบว่า การรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยลดความเข้มข้นเท่ากับ 1.3% และ 1.5% + ใส่แผ่นระเหย (pad) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 10% ไม่แตกต่างกันภายหลังย้ายจากอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 11 วันและนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 12 วัน จึงนำวิธีการนี้ไปทดสอบต่อในการทดลองที่ 3 ได้ ส่วนการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ความเข้มข้น 1.3 และ 1.5%+ ไม่ใส่แผ่นระเหย (no pad) มีการเน่าเสีย 100% อย่างไรก็ตามทุกกรรมวิธีพบค่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในเนื้อเปลือกผล และทั้งผลไม่แตกต่างกัน ในเนื้อทุกกรรมวิธีมีค่าต่ำกว่า 2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (เกณฑ์ของ EU ในเนื้อไม่เกิน 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) (ตารางที่ 2.1) สรุปได้ว่าการรมไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค จึงควรเลือกใช้ความเข้มข้นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 1.3% ในการรม เพื่อลดการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไย และควรใช้

กรมวิชาการเกษตร

ร่วมกับแผ่นระเหยเนื่องจากแผ่นระเหยมีการปลดปล่อยซัลเฟอร์ไดออกไซด์อย่างช้าๆ ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำ

ตารางที่ 2.1 ผลของการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์และการใช้แผ่นระเหยแบบ Dual phase แบบ slow release ต่อการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลลำไย ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 11 วัน และย้ายมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 วัน

กรรมวิธี	การตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในส่วนต่างๆ ของผล (มก./กก.)					
	เนื้อผล		เปลือกผล		ทั้งผล	
	Day **11**	Day **11+12**	Day **11**	Day **11+12**	Day **11**	Day **11+12**
1.5% SO_2 + no pad	1.44	NA	1,077.20	NA	171.98	NA
1.3% SO_2 + no pad	1.34	NA	1,232.00	NA	178.8	NA
1.5% SO_2 + pad	1.4	1.27	1,109.9	901.68	181.93	133.33
1.3% SO_2 + pad	1.83	1.63	1,156.5	947.43	192.16	154.88

หมายเหตุ NA ไม่ได้วิเคราะห์เนื่องจากเกิดการเน่าเสีย
Day ลำไยมีการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5˚C

3) การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผ่นระเหยที่เตรียมใช้เองกับแผ่นที่จำหน่ายทางการค้า

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผ่นระเหยที่เตรียมใช้เองกับแผ่นที่จำหน่ายทางการค้า พบว่า วิธีการที่ดีที่สุด คือ T3 การรมควันซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ความเข้มข้น 1.3% + แผ่นระเหยที่จำหน่ายยี่ห้อ Uvasys® ยืดอายุได้นาน 30 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส รองลงมา ได้แก่ T2 การรมควันซัลเฟอร์ไดที่ความเข้มข้น 1.3% + แผ่นระเหยที่ผลิตเองด้วยการดัดแปลงตามวิธีของบุษราและคณะ (2550) T4 รมกำมะถันวิธีทางการค้า และ T1 การรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ความเข้มข้น 1.3% ตามลำดับ

การตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยในเนื้อ เมื่อเก็บไว้ที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 วัน แล้วนำออกมาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน และเมื่อเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส ตั้งแต่ 0 วัน ถึง 60 วัน แล้วนำออกมาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่าทุกกรรมวิธีมีค่าลดลงต่ำกว่าเกณฑ์ส่งออกไป EU คือ ต่ำกว่า 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยกรรมวิธี T2 มีการตกค้างในเนื้อมากที่สุด (ตารางที่ 2.2) ส่วนในเปลือกไม่แตกต่างกัน (การตกค้างก่อนเก็บรักษา หลังเก็บรักษา 10 30 และ 60 วันแล้วนำออกมาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่าง 1388.66-1932.27, 1020.48-1772.31, 796.89-851.84 และ 540.75-817.68 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ) และการวิเคราะห์ทั้งผล พบว่า เมื่อเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส ตั้งแต่ 0 วัน ถึง 30 วัน แล้วนำออกมาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ทั้ง 4 กรรมวิธีไม่แตกต่างกัน ขณะที่การเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส ใน 0 วัน ถึง 60 วัน แล้วนำออกมาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน กรรมวิธีที่ 3 รมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ความเข้มข้น 1.3% + แผ่นระเหยยี่ห้อ Uvasys® มีการตกค้างมากที่สุดแตกต่างกรรมวิธีที่ 1 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ 2 (ตารางที่ 2.3)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.2 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในเนื้อเมื่อเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส ตั้งแต่ 0 วัน ถึง 60 วัน แล้วนำออกมาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (เกณฑ์การยอมรับส่งไป EU ≤ 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม)

กรรมวิธี	ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในเนื้อผล (มก./กก.)			
	Day 0	Day 10+3	Day 30+3	Day 60+3
รม SO_2 ความเข้มข้น 1.3% (T1)	23.74a	2.12b	2.18b	1.43b
รม SO_2 ความเข้มข้น 1.3% + แผ่นระเหยที่ผลิตเองด้วยวิธีของบุษราและคณะ (2550) (T2)	9.00b	2.14b	3.78a	3.50a
รม SO_2 ความเข้มข้น 1.3% + แผ่นระเหยยี่ห้อ Uvasys® (T3)	7.50b	1.62b	2.15b	1.48b
รมกำมะถันวิธีทางการค้า (รมแบบส่งจีน) (T4)	2.22b	4.05a	1.77b	1.19b
CV (%)	73.40	36.61	22.10	21.99
F-test	*	*	*	*

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

a,b ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 2.3 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในลำไยทั้งผลเมื่อเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส ตั้งแต่ 0 วัน ถึง 60 วัน แล้วนำออกมาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในลำไยทั้งผล (มก./กก.)			
	Day 0	Day 10+3	Day 30+3	Day 60+3
รม SO_2 ความเข้มข้น 1.3% (T1)	241.98	142.35	128.54	85.32c
รม SO_2 ความเข้มข้น 1.3% + แผ่นระเหยที่ผลิตเองด้วยวิธีของบุษราและคณะ (2550) (T2)	261.52	161.07	129.22	114.15ab
รม SO_2 ความเข้มข้น 1.3% + แผ่นระเหยยี่ห้อ Uvasys® (T3)	223.94	151.52	137.56	127.80a
รมกำมะถันวิธีทางการค้า (รมแบบส่งจีน) (T4)	187.11	127.01	101.96	96.65bc
CV (%)	16.55	19.9	10.91	12.69
F-test	NS	NS	NS	*

หมายเหตุ NS ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

a,b ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

คุณภาพการเก็บรักษาพบว่าการเปลี่ยนสีน้ำตาลของเปลือกนอกและเนื้อของลำไยหลังเก็บรักษาที่ 60 วัน พบว่า ไม่เกินเกณฑ์การยอมรับและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 4 กรรมวิธี T4 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 31.00 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธี T1, T2 และ T3 ที่มีเปอร์เซ็นต์เกิดโรค 100 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ผลดีของลำไยหลังเก็บรักษา 30 วัน พบว่า T1, T2 และ T3 มีค่ามากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ผลนิ่มของลำไยพบว่าหลังเก็บรักษา 60 วัน กรรมวิธี T4 มีเปอร์เซ็นต์ผลนิ่มของลำไยต่ำที่สุด คือ 66.00% ค่าความเป็นกรด/ด่างในเปลือกและเนื้อ พบว่า โดยภาพรวมค่าความเป็นกรด/ด่างในเปลือกมีค่า pH ประมาณ 4

การยอมรับของผู้บริโภค พบว่า คะแนนการยอมรับด้านสีผิวเปลือกนอกของลำไย คะแนนการยอมรับด้านสีผิวเปลือกในของลำไย คะแนนการยอมรับด้านสีเนื้อผลของลำไย คะแนนการยอมรับความแน่นเนื้อของลำไย เมื่อเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส ตั้งแต่ 0 วัน ถึง 60 วัน แล้วนำออกมาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่า มีคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 4 กรรมวิธี ผลการทดลองดังตารางที่ 8-12 คะแนนการยอมรับด้านสีผิวเปลือกนอก

กรมวิชาการเกษตร

ของลำไยไม่เกินเกณฑ์การยอมรับทั้ง 4 กรรมวิธี ส่วนคะแนนการยอมรับด้านสีผิวเปลือกในของลำไยเมื่อเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส นาน 60 วัน แล้วนำออกมาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน T2 และ T4 มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์การยอมรับ สำหรับคะแนนการยอมรับด้านสีเนื้อผลของลำไย และคะแนนการยอมรับความแน่นเนื้อของลำไย พบว่าเมื่อเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส นาน 60 วัน แล้วนำออกมาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์การยอมรับทั้ง 4 กรรมวิธี คะแนนการยอมรับรสชาติของลำไยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 4 กรรมวิธี เมื่อเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน แล้วนำออกมาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน โดย T3 และ T4 คะแนนการยอมรับรสชาติของลำไยต่ำกว่าเกณฑ์การยอมรับ และเมื่อเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส นาน 60 วัน แล้วนำออกมาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่าทั้ง 4 กรรมวิธีมีคะแนนการยอมรับรสชาติของลำไยต่ำกว่าเกณฑ์การยอมรับ คะแนนการยอมรับลักษณะโดยรวมของลำไยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 4 กรรมวิธี เมื่อเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส นาน 60 วัน แล้วนำออกมาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่า T2, T3 และ T4 คะแนนการยอมรับลักษณะโดยรวมของลำไยต่ำกว่าเกณฑ์การยอมรับ ข้อสังเกต ค่าการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อผลในการทดลองนี้ต่ำกว่าเกณฑ์ของลำไยส่งออกไป EU คือ 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตลอดอายุการเก็บรักษานาน 60 วัน โดยสีเนื้อยอมรับได้นาน 30 วัน

กิจกรรมที่ 2 การหาวิธีการทดแทนซัลเฟอร์ไดออกไซด์

การทดลองที่ 2.1 การใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) ผสมกรดเกลือ (HCl) ทดแทนการรมควันด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์

1) ดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องแช่สำหรับใช้แช่สารผสม HCl+SMS ในลำไยส่งออก โดยนำต้นแบบเครื่องจุ่มสาร HCl สำหรับผลลำไยสด และมีการสร้างหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ตามแบบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของโรงรมลำไยสด พบว่าเครื่องสามารถทำงานได้ต่อเนื่อง

ภาพที่ 2. หอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ปรับปรุงเพิ่มเติมกับเครื่องแช่ลำไย

2) ดำเนินการทดสอบการผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) ผสมกรดเกลือ (HCl) เพื่อความสะดวกของผู้ปฏิบัติการให้มีความปลอดภัย โดยการลดความเข้มข้นของสารผสม HCl+SMS ก่อนที่จะใช้ในการแช่ลำไยด้วยวิธีการเจือจางกับน้ำเปล่า

กรมวิชาการเกษตร

3) ดำเนินการทดสอบแช่ลำไยด้วยสารทดแทน

การแช่ลำไยด้วยสารทดแทนทุกซ้ำช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกันทางสถิติ การแช่ลำไยด้วยสารทดแทน Tr.6 และ Tr.8 ช่วยชะลอการเปลี่ยนสีเปลือกด้านนอกได้ดีที่สุด นานถึง 35 วันและ Tr.6-8 ช่วยชะลอการเปลี่ยนสีเปลือกด้านนอกได้ดีค่าไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น เมื่อผ่านไป 22 วัน การเปลี่ยนสีเปลือกด้านใน ขณะที่ Tr.6 และ Tr.8 ช่วยชะลอการเปลี่ยนสีเปลือกด้านในได้ดีค่าไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น นานถึง 35 วัน (ตารางที่ 2.5) ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อในได้ดีค่าไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น นานถึง 29 วัน และ Tr.2, Tr.4 และ Tr.6-8 ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อในได้ดีค่าไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับการแช่สารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) อย่างเดียว เมื่อผ่านไป 22 วัน (ตารางที่ 2.6) ทุกกรรมวิธีมีค่า SO_2 ตกค้างในเนื้อไม่เกินค่าตกค้างมาตรฐาน EU (10 ppm) (ตารางที่ 2.7) มีค่า pH ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ผู้บริโภคผลลำไยด้วยสารทดแทน Tr.6 – 8 คะแนนยอมรับคุณภาพโดยรวมไม่แตกต่างกัน เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น นานถึง 15 วัน (ตารางที่ 2.8) จากการทดสอบแช่ผลลำไยในสารทดแทน SMS 4, 5 และ 6% มีความปลอดภัย เนื่องจากสาร SMS สามารถละลายในน้ำได้ ทำให้มีก๊าซ SO_2 เกิดขึ้นน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับการแช่ในผลลำไยในสารทดแทนที่มี HCl ผสมทุกความเข้มข้น เนื่องจากไอระเหยมีกลิ่นรุนแรงแต่ไม่สามารถป้องกันการเปลี่ยนสีน้ำตาลและการเน่าเสียได้ และการแช่ผลลำไยในสารทดแทน SMS 6% + HCl 1% และ SMS 1% + HCl 5% นาน 5 นาที สามารถช่วยยืดอายุผลลำไยได้มีคุณภาพผลดีกว่า ได้แก่ ช่วยชะลอการเปลี่ยนสีเปลือกด้านนอก-ด้านใน และสีเนื้อได้การตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อไม่เกินค่าตกค้างมาตรฐาน EU (10 ppm) และการยอมรับของผู้บริโภคคุณภาพโดยรวม การแช่ผลลำไยในสารทดแทน SMS 1% + HCl 5% นาน 5 นาทีพบค่าตกค้างทั้งผลต่ำกว่า 50 ppm (Codex) เมื่อเปรียบเทียบกับ SMS 6%+ HCl 1%

ตารางที่ 2.5 ผลของการแช่ SMS+HCl ต่อการเปลี่ยนสีน้ำตาลของเปลือกผลด้านในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °Cและความชื้นสัมพัทธ์ 85 - 90% นาน 35วัน

กรรมวิธี	1	8	15	22	29	35
Tr1 = SMS 4%	1.00	4.87a	4.93a	5.00a	5.00a	5.00a
Tr2 = SMS 4% + HCl 1%	1.00	1.80b	2.40b	2.60b	5.00a	5.00a
Tr3 = SMS 5%	1.00	4.60a	5.00a	5.00a	5.00a	5.00a
Tr4 = SMS 5% + HCl 1%	1.00	1.33b	1.80bc	1.87b	5.00a	5.00a
Tr5 = SMS 6%	1.00	4.07a	4.73a	5.00a	5.00a	5.00a
Tr6 = SMS 6% + HCl 1%	1.00	1.27b	1.40c	1.53b	1.80b	2.67b
Tr7 = รม SO_2	1.00	1.07b	1.13c	1.60b	5.00a	5.00a
Tr8 = SMS 1% + HCl 5%	1.00	1.60b	1.67bc	1.80b	1.80b	2.40b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.6 ผลของการแช่ SMS+HCl ต่อการเปลี่ยนสีของเนื้อผลระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 85 - 90% นาน 35 วัน

กรรมวิธี	1	8	15	22	29	35
Tr1 = SMS 4%	1.00	2.33a	2.53a	5.00a	5.00a	5.00a
Tr2 = SMS 4% + HCl 1%	1.00	1.47bc	1.87a	2.27b	5.00a	5.00a
Tr3 = SMS 5%	1.00	2.07ab	2.60a	5.00a	5.00a	5.00a
Tr4 = SMS 5% + HCl 1%	1.00	1.80abc	1.80a	2.13b	5.00a	5.00a
Tr5 = SMS 6%	1.00	1.67abc	2.47a	5.00a	5.00a	5.00a
Tr6 = SMS 6% + HCl 1%	1.00	1.47bc	1.80a	2.13b	2.33b	3.60c
Tr7 = รม SO_2	1.00	1.13c	2.13a	2.20b	5.00a	5.00a
Tr8 = SMS 1% + HCl 5%	1.00	1.20c	1.60a	1.87b	2.47b	4.00b

ตารางที่ 2.7 ผลการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อ (ppm) หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 85 - 90% นาน 35 วัน

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
	1	8	15	22	29	35
Tr1 = SMS 4%	1.1	2.03	1.81	0	0	0
Tr2 = SMS 4% + HCl 1%	1.42	2.51	2.03	1.3	0	0
Tr3 = SMS 5%	1.79	3.38	2.18	0	0	0
Tr4 = SMS 5% + HCl 1%	5.31	2.97	1.76	1.75	0	0
Tr5 = SMS 6%	2.02	1.9	1.74	0	0	0
Tr6 = SMS 6% + HCl 1%	1.14	1.47	1.47	1.68	3.52	0.98
Tr7 = รม SO_2	2.23	3.41	3.41	1.54	0	0
Tr8 = SMS 1% + HCl 5%	1.72	2.23	2.23	1.91	4.49	1.09

ตารางที่ 2.8 ผลการทดสอบการแช่ผลลำไยด้วยสารทดแทนต่อการยอมรับของผู้บริโภคคุณภาพโดยรวม หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 85 - 90% นาน 35 วัน

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
	1	8	15	22	29	35
Tr1 = SMS 4%	2.90	2.70 ab	2.20 bc	-	-	-
Tr2 = SMS 4% + HCl 1%	3.40	3.40 ab	3.10 abc	3.90	-	-
Tr3 = SMS 5%	2.90	2.90 ab	2.20 bc	-	-	-
Tr4 = SMS 5% + HCl 1%	3.00	3.40 ab	3.20 ab	3.50	-	-
Tr5 = SMS 6%	3.80	2.60 ab	2.00 c	-	-	-
Tr6 = SMS 6% + HCl 1%	3.80	3.30 ab	3.40 a	3.80	3.50	3.30
Tr7 = รม SO_2	3.70	3.90 a	3.70 a	3.40	-	-
Tr8 = SMS 1% + HCl 5%	3.30	3.20 ab	3.50 a	3.30	3.60	3.30
CV (%)	24.83	28.46	28.81	27.62	34.88	35.57

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กรมวิชาการเกษตร

4) ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพการแช่ใน HCl+SMS จากกรรมวิธีที่เหมาะสมจากการทดลองข้อที่ (3) ใน คือ การแช่ใน HCl 5%+ SMS 1% นาน 5 นาที เพราะมีคุณภาพผลที่ยอมรับได้ และการตกค้างต่ำ และมีการระเหยของก๊าซ SO_2 ต่ำกว่าการใช้ HCl 1%+SMS 6% โดยเตรียมกรด HCl 5% ดูดจากถังกรดปริมาตร 171 ลิตรต่อน้ำ 1200 ลิตร ดูดด้วยปั๊มไฟฟ้า ลงในน้ำในรางเลื่อนที่มีน้ำไว้แล้ว 1000 ลิตร ส่วนสาร SMS 1% ชั่งน้ำหนัก 12 kg ละลายในน้ำ 100 ลิตร และค่อยๆ ดูดลงในรางแช่ที่มี HCl อย่างช้าๆ พร้อมกับเปิด SO_2 waste scrubber ดูดแก๊ส จากนั้นปรับปริมาตรสารละลายในรางเลื่อนที่มี HCl 5%+ SMS 1% ให้ครบ 1,200 ลิตร และเปิดระบบไหลเวียนน้ำนาน 1 ชั่วโมง (ไม่มีลำไยแช่) แต่ในขั้นตอนการเตรียมสารทดแทนสำหรับแช่ พบว่าสารทดแทนมีสีฟ้าขุ่น และมีตะกอนเกิดขึ้น เนื่องจากมีสารเคมีจำพวก waste ปะปนมาด้วย ทำให้ไม่สามารถใช้แช่ลำไยด้วยสารทดแทนที่เตรียมไว้ จึงปรับเปลี่ยนวิธีโดยใช้คนแช่ โดยทดสอบแช่ลำไย 4 ตะกร้า/ครั้ง ทั้งหมดจำนวน 6 ครั้ง เก็บรักษาที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 85-90%

- การสุ่มวิเคราะห์ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในผล พบว่าค่าการตกค้างโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.93, 403.81 และ52.36 ppm ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับ untreated fruit 1 ตะกร้า มีค่าเท่ากับ 0.93, 12.45 และ2.00 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 2.9) พบว่าค่าตกค้างของ SO_2 ในลำไยทั้งผลมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานประเทศสิงคโปร์เล็กน้อย (กำหนดตามมาตรฐาน Codex ไม่เกิน 50 ppm) เมื่อเก็บรักษาผ่านไป 3 วันค่าการตกค้างลดลงเท่ากับ 2.52, 381.23 และ43.46 ppm ตามลำดับ และค่าตกค้างทั้งผลไม่เกินมาตรฐานของประเทศสิงคโปร์ที่อ้างอิง Codex

ตารางที่ 2.9 ค่าตกค้างที่วัดทันทีและทิ้งไว้นาน 3 วันที่ 5 °C นาน 3 วัน ก่อนส่งออก

code	ลำดับการแช่	จำนวนตะกร้า	ค่าตกค้างของ SO_2 (ppm)			หมายเหตุ
			เนื้อ	เปลือก	ทั้งผล	
1) วัดทันทีก่อนการเก็บรักษาที่ 5 °C						
T1	ครั้งที่ 1	4	0.40	481.31	60.35	
T2	ครั้งที่ 2	4	0.83	451.66	58.10	
T3	ครั้งที่ 3	4	0.87	345.07	43.73	
T4	ครั้งที่ 4	4	1.21	395.98	51.12	
T5	ครั้งที่ 5	4	1.02	320.03	48.88	
T6	ครั้งที่ 6	4	1.23	428.80	51.96	
	ค่าเฉลี่ย		0.93	403.81	52.36	
T7	Untreated fruit	1	0.57	12.45	2.00	
2) ตรวจวัดหลังจากเก็บรักษานาน 3 วัน						
		1	2.52	381.23	43.46	

- การสุ่มตรวจสอบคุณภาพที่ต้นทางประเทศไทย เมื่อจำลองการเก็บรักษาผ่านไป 10 วัน พบว่าผลที่แช่ HCl 5%+SMS 1% มีเปอร์เซ็นต์ผลดี ผลนิ่ม เกิดโรค และผลแตก เท่ากับ 86.89, 8.2, 4.92 และ 2.46 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลลำไยไม่แช่สาร (Untreated fruit) มีค่าเท่ากับ 74.28, 24.28, 1.43 และ 0% ตามลำดับ (ตารางที่ 2.10) มีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลต่ำและสีเนื้ออยู่ในเกณฑ์ปกติมีสีเนื้อเปลี่ยนสีเพียงเล็กน้อย

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.10 การสุ่มลำไยเพื่อทวนสอบคุณภาพผลลำไยที่เก็บรักษาบางตะกร้าไว้ที่ประเทศไทยนาน 10 วันที่ 5 °C

Fruit quality	HCl 5% + SMS 1% (สุ่ม 122 ผล)	Untreated fruit (สุ่ม 140 ผล)
เปอร์เซ็นต์ผลดี	86.89	74.28
เปอร์เซ็นต์ผลนิ่ม	8.2	24.28
เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค/เน่าเสีย	4.92	1.43
เปอร์เซ็นต์ผลแตก	2.46	0
คะแนนการเปลี่ยนสีน้ำตาล (1-5)	1 (ปกติ)	5 (เกิดสีน้ำตาลมากกว่า 50%)
คะแนนการเปลี่ยนสีเนื้อ (1-5)	1.7 (สีเนื้อเปลี่ยนสีเล็กน้อย)	1.2 (สีเนื้อเปลี่ยนสีเล็กน้อย)

- แบ่งตัวอย่างส่งออกไปต่างประเทศรวม 3 ประเทศ ได้แก่ ส่งออกทางเรือไปประเทศสิงคโปร์และประเทศจีนจำนวน 15 และ5 ตะกร้าตามลำดับ และส่งทางเครื่องบินไปประเทศแคนาดา 2 ตะกร้า สรุปผลการทดสอบการส่งออกดังนี้ คือ

1) ประเทศสิงคโปร์ทางเรือ มีสาร SO_2 ตกค้างทั้งผลไม่เกินมาตรฐาน 50 ppm สีผิวเหลืองสวย แต่ลำไยมีสีแดงเรื่อๆ บริเวณขั้ว มีผลแตกเล็กน้อย รสชาติเปลี่ยนเล็กน้อยในบางผล ผู้ประกอบการชาวสิงคโปร์ได้เดินทางมาดูลำไยที่เก็บรักษาที่ประเทศไทยที่ห้องปฏิบัติการ กพป.สวพ.1 จ.เชียงใหม่ควบคู่กัน และประเมินผลร่วมกันอีกครั้ง ผู้ประกอบการรู้สึกพึงพอใจจะนำผลที่ได้ไปแนะนำผู้นำเข้าจากประเทศสิงคโปร์มีประมาณ 3-5 บริษัทให้สามารถใช้วิธีนี้ได้ เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับแก้ไขปัญหาหากพบสาร SO_2 ตกค้างเกินมาตรฐานลำไยทั้งผล

2) ประเทศจีนทางเรือ ผลการประเมินคล้ายคลึงกับประเทศสิงคโปร์

3) ประเทศแคนาดา สามารถวางจำหน่ายที่ประเทศแคนาดาได้เลย แต่ไม่ควรมีสาร SO_2 ตกค้างในเนื้อผล

โดยสรุปแล้วพบว่า ผู้ประกอบการมีความพอใจ ในเรื่องคุณภาพสีผิวเปลือกด้านนอกที่ไม่แตกต่างกับวิธีการรม SO_2 แต่เนื้อในมีสีชมพูที่บริเวณขั้วบางส่วน เนื่องจากลำไยมีเปลือกบาง จึงทำให้มีการซึมเข้าเนื้อในได้ง่าย

การทดลองที่ 2 การทดสอบการใช้คลอรีนไดออกไซด์ และก๊าซบางชนิดต่อการยืดอายุการเก็บรักษาลำไย

1) การทดสอบเทคโนโลยีการแช่ ClO_2 ต่อคุณภาพผล จากการตรวจสอบคุณภาพของผล ได้แก่ การเปลี่ยนสีน้ำตาลของเปลือก ความผิดปกติของสีเนื้อ การวัดสีเปลือก และการยอมรับของผู้บริโภคในด้านสีเปลือก สีเนื้อ รสชาติ กลิ่น และการยอมรับโดยรวม พบว่า การแช่ด้วย ClO_2 2% อยู่ในเกณฑ์การยอมรับตลอดอายุการเก็บรักษา 28+3 วัน ที่อุณหภูมิ 25 °C

2) การทดสอบเทคโนโลยีการรมด้วย ClO_2 และผลต่ออายุการเก็บรักษา พบว่า การรมด้วย ClO_2 1% และ 1.5% อยู่ในเกณฑ์การยอมรับที่อุณหภูมิ 5 °C ในเก็บรักษาเป็นเวลา 14+3 วัน

3) การทดสอบเทคโนโลยีการเคลือบผิวลำไยด้วย Mixed wax และผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาลำไย พบว่าวิธีการที่ดีที่สุด คือ การแช่ HCl 6.4%+mixed wax 6% สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 28 วัน ที่อุณหภูมิ 5°C รองลงมา ได้แก่การแช่ด้วย ClO_2 2% และ HCl 6.4% ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม คือการรม SO_2 วิธีทางการค้า

- **การเปลี่ยนสีน้ำตาลของเปลือก** การเปลี่ยนสีน้ำตาลของเปลือกนอก พบว่าการเปลี่ยนสีน้ำตาลของเปลือกนอกการแช่ HCl 6.4%+mixed wax 6% มีคะแนนการเปลี่ยนสีน้ำตาลของเปลือกเท่ากับ 4 ในการเก็บรักษาที่ 7+3 วัน ที่ 25°C ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชุดควบคุมมีคะแนนเท่ากับ 3.3 แต่เมื่อวันที่ 14 +3 ของ

กรมวิชาการเกษตร

การเก็บรักษา การแช่ด้วย mixed wax เพียงอย่างเดียว พบว่าเกิดการเน่าเสียจากเชื้อราขึ้นปกคลุมทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้

- การเปลี่ยนสีของเนื้อผล พบว่าการเคลือบด้วย Mixed wax สิ้นอายุการเก็บรักษาที่ 14+3 วัน ส่วนวิธีการรม SO_2, ClO_2 2% และ HCl 6.4% วันที่ 28+3 มีคะแนนการเปลี่ยนสีของเนื้อผลเท่ากันมีค่า 2.0 ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์การยอมรับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการแช่ HCl 6.4%+mixed wax 6%, มีคะแนนที่ 2.6

- เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค พบว่าการเคลือบด้วย mixed wax พบการเกิดโรค 100% ในวันที่ 14+3 ส่วนการการแช่ HCl 6.4%+mixed wax 6% มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 6.67% การแช่ ClO_2 2% มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 3.33% และการแช่ HCl 6.4% มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 16.67% ซึ่งทั้ง 3 กรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการรม SO_2 ไม่พบการเกิดโรคในการเก็บรักษาที่ 28+3 วัน

- เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก พบว่าทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียไม่แตกต่างจากวิธีการรม SO_2 ในทุก 7 วัน ของการเก็บผล แต่การสูญเสียน้ำหนักจะลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 28+3 ของการเก็บรักษา โดยน้ำหนักที่ลดลงจะอยู่ในช่วง 2.46-3.80 กรัม

4) ทดสอบเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับลำไยปริมาณมากขึ้น

4.1) การทดสอบการส่งออก ทดสอบการส่งออกร่วมกับผู้ประกอบการส่งออกของประเทศไทยไปประเทศแคนาดาที่เข้มงวดการใช้ SO_2 กำหนดมาตรฐานค่าตกค้างของ SO_2 ในเนื้อผลต้องต่ำกว่า 0 ppm ตรวจสอบพบค่าตกค้างในเนื้อ เปลือก และทั้งผลเท่ากับ 1.33, 23.88 และ 3.77 ppm ตามลำดับ เมื่อถึงปลายทาง ผู้ประกอบการนำเข้าได้นำสินค้ามาเก็บรักษาเพื่อประเมินผลดูความเป็นไปได้ในการจำหน่ายที่ปลายทาง พบว่าลำไยแช่กรด HCl สามารถวางจำหน่ายได้ แต่ผู้ประกอบการปลายทางเก็บไว้เพื่อดูคุณภาพ มีบางผลเปลือกแตก และบุบบ้าง เนื่องจากเปลือกบาง สีผิวส้มเหลือง ผู้ประกอบการให้ข้อคิดเห็นสีผิวหากสีผิวเหลืองขึ้นจะดีมากให้เน้นแช่ HCl กับลำไยเปลือกหนาและเป่าผลให้แห้งสนิทโดยเฉพาะตำแหน่งกลางตะกร้าทุกครั้งก่อนส่งออก ซึ่งผู้ประกอบการให้ข้อมูลว่ามีลำไยพันธุ์ลองจากประเทศเวียดนามแช่ HCl เช่นกัน แต่ความเข้มข้นสูงถึง 13% สามารถส่งออกมาจำหน่ายที่ประเทศแคนาดาได้ โดยลำไยพันธุ์ลองมีเปลือกที่หนากว่าลำไยพันธุ์ดอจากประเทศไทยมาก ดังนั้นหากใช้ลำไยพันธุ์ดอเปลือกหนาแช่น่าจะดีกว่าลำไยที่เปลือกบาง คุณภาพจะดีขึ้น

4.2) การนำเทคโนโลยีก๊าซมาใช้ โดยได้นำเทคโนโลยีที่ทดแทนในรูปของก๊าซมาใช้ คือ การใช้ก๊าซโอโซนรมผลลำไยเพื่อฟอกสีผิวร่วมกับการรมด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่อสีผิว และการลดตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผล และเปรียบเทียบกับกรรมวิธีทดแทนที่ผ่านมา อายุการเก็บรักษา พบว่า การรม O_3 60 นาที+SO_2 ไม่ต่างจากการรม SO_2 มีอายุการเก็บรักษานานเท่ากันคือ 42+3 วัน ที่อุณหภูมิ 25°C รองลงมา คือการแช่ ClO_2 1.5% มีอายุการเก็บรักษาได้นาน 42 วัน ที่ 5°C ในขณะที่การไม่แช่สารมีอายุการเก็บรักษา 7 วัน ที่ 5°C

การตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เปลือกและเนื้อ ในกรรมวิธีที่รม SO_2 มีค่าตกค้างที่เปลือกอยู่ในช่วง 1,174.20-1,783.80 ppm ในเนื้อมีค่า 0.38-1.92 ppm ส่วน การรม O_3 60 นาที+SO_2 มีการค่าการตกค้าง ที่เปลือก 743.00-1,039.70 ppm ที่เนื้อมีค่า 0.54-1.78 ppm ค่าการตกค้างของกรดเกลือในเปลือกและเนื้อ พบว่าทุกกรรมวิธีมีค่าการตกค้างของกรดเกลือไม่แตกต่างจากลำไยที่ไม่แช่สาร และค่า pH เปลือกและเนื้อ พบว่าการแช่ HCl 6.4% มีค่า pH เปลือกต่ำที่สุด ในทุกกรรมวิธีมีค่า pH ไม่แตกต่างกันอยู่ในช่วง 3.38-5.98 ของลำไยปกติ ซึ่ง pH เปลือกจะมีค่า ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ส่วน pH ในเนื้อ ในทุกกรรมวิธีมีค่า pH ไม่แตกต่างกันอยู่ในช่วง 5.06-8.12 ของลำไยปกติ

การเปลี่ยนสีน้ำตาลของเปลือกนอก พบว่าการรม O_3 60 นาที+SO_2 มีค่าการเปลี่ยนสี น้ำตาลที่เปลือกต่ำสุด มีค่าเท่ากับการรม SO_2 รองลงมา คือ การแช่ ClO_2 1.5% และ HCl 6.4% มี ค่าการเปลี่ยนสีน้ำตาล

กรมวิชาการเกษตร

ของเปลือกนอก ≤3 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์การยอมรับ ส่วนการไม่แช่สารมีค่าสูงกว่า 3 ระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 42+3 วัน ความผิดปกติของสีเนื้อพบว่า รม O_3 60 นาที+SO_2 ซึ่งไม่ แตกต่างจากกรรมวิธีการรม SO_2 มีค่าเท่ากับ 2 จนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษานาน 42 +3วัน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ของการยอมรับที่≤ 2.0 และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคพบว่าตลอดอายุการเก็บรักษานาน 42+3 วันที่อุณหภูมิ 25^0C การแช่ ClO_2 1.5% ไม่พบการเกิดโรค ไม่ต่างจากการรม SO_2 การแช่ HCl 6.4% และ การรม O_3 60 นาที+SO_2 ส่วนเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธีตลอดอายุการเก็บรักษานาน 42+3 วัน ที่ 5^0C

การทดสอบด้านประสาทสัมผัส ในการยอมรับโดยรวม พบว่า การรม O_3 60 นาที+SO_2 และ SO_2 มีการยอมรับโดยรวม ≥3 อยู่ที่ 35 วัน การแช่ ClO_2 1.5% และ HCl 6.4% อยู่ที่ 14+3 วัน และ ไม่แช่สารมีการยอมรับอยู่ที่ 14 วัน

กิจกรรมที่ 3 วิธีการวิเคราะห์สารตกค้างซัลเฟอร์ไดออกไซด์แบบเร็วทดแทนการไทเทรต

การทดลองที่ 3.1 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต

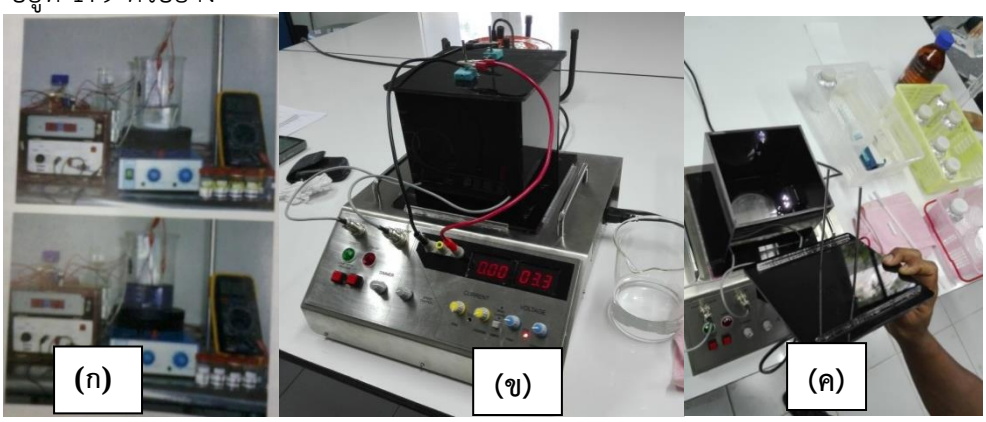
เครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรตด้วยหลักการคูลอมเมทริกจากวิธีชรินทร์และวัฒนากร (2550) ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ 1) วงจรจ่ายกระแสไฟฟ้าคงที่ตั้งค่าได้ 2) วงจรจับเวลาที่จ่ายกระแสไฟฟ้าและมี sensor วัดความเข้มของแสงที่ตั้งค่าได้สำหรับหยุดวงจรเวลา 3) ระบบการกวนผสม ด้วยเครื่องกวนชนิดแท่งแม่เหล็กหมุน (magnetic stirrer) มีประสิทธิภาพในการตรวจสอบสาร SO_2 ตกค้างในเนื้อผลลำไย โดยสามารถใช้ screening ค่าเบื้องต้นได้ระหว่าง 0-300 ppm ในตัวอย่างเนื้อผล ต้นทุนต่ำกว่าวิธีมาตรฐาน AOAC การสกัดง่ายและใช้เวลาวิเคราะห์สั้นลง สารเคมีที่ใช้ปลอดภัย และสะดวกกว่าวิธีมาตรฐาน AOAC

ผลการทดสอบการทำงานเครื่องต้นแบบตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรตเบื้องต้น โดยทดสอบเปรียบเทียบการใช้สารมาตรฐานซัลไฟต์ พบว่า สารมาตรฐาน formaldehyde sodium bisulphate มีความเสถียรของ SO_2 มากกว่าสารมาตรฐานโซเดียมซัลไฟต์ โดยมีความสัมพันธ์กันระหว่างระยะเวลาที่เปลี่ยนสีของไอโอดีนสัมพันธ์กับความเข้มข้นทุกความเข้มข้น สมการที่ได้ เมื่อ $y = 0.0269x + 5.9454$, $R^2 = 0.9746$ แล้วทวนสอบผลของสารมาตรฐานกับสมการ พบว่า มีค่าความแตกต่างอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และทดสอบประสิทธิภาพเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรตเปรียบเทียบกับวิธีไทเทรตมาตรฐาน (AOAC, 2016) ในการทดสอบกับตัวอย่างลำไยที่แช่สารประกอบซัลไฟต์ คือ SMS 5%+ HCl 1% พบว่า วิธีสกัดด้วยการนำไปเขย่าด้วยความเร็วรอบ 300 rpm นาน 15 นาที และวิเคราะห์ด้วยเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต มีค่าการตกค้างของ SO_2 ในเนื้อไม่แตกต่างจากวิธีมาตรฐาน AOAC (2016) แต่การแช่นาน 60 นาที ค่าการตกค้างของ SO_2 ในเนื้อลดลงอาจจะเนื่องจากการเตรียมเนื้อผลด้วยวิธีการฉีกเป็นชิ้นเล็กๆ

การปรับปรุงและพัฒนาต้นแบบเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรตก่อนนำไปใช้งานจริง โดยการหาสภาวะที่เหมาะสมของการใช้สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ที่ความเข้มข้นต่างๆ พบว่า สามารถใช้สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ที่ความเข้มข้น 0.05 % จากเดิมใช้ 0.1 % ในการทดสอบของเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วแทนได้ ซึ่งเป็นการลดต้นทุนในการวิเคราะห์ตัวอย่าง และหาสภาวะที่เหมาะสมของการใช้ช่วงความเข้มของแสงในการจับเวลาทำปฏิกิริยาไอโอโดเมตริก พบว่า ช่วงความเข้มของแสงในการจับเวลาทำปฏิกิริยาไอโอโดเมตริก (%) ที่ 90/75 ให้ค่า R^2 สูงสุด เมื่อเทียบกับช่วงความเข้มของแสงในการจับเวลาอื่นๆ โดยมีความสัมพันธ์กันระหว่างระยะเวลาที่เปลี่ยนสีของไอโอดีนสัมพันธ์กับความเข้มข้นทุกความเข้มข้น สมการที่ได้เมื่อ $y = 0.0464x$, $R^2 = 0.9144$ และทดสอบประสิทธิภาพเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต เปรียบเทียบกับวิธีไทเทรตมาตรฐาน (AOAC, 2016) ในการทดสอบกับตัวอย่างลำไยที่รม SO_2 พบว่า การวิเคราะห์ด้วยเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต มีค่าการตกค้างของ SO_2 ในเนื้อไม่แตกต่างจากวิธีมาตรฐาน AOAC (2016) และ

กรมวิชาการเกษตร

เครื่องต้นแบบปัจจุบันมีต้นทุนประมาณ 50,000 บาท โดยจุดคุ้มทุนของต้นแบบเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต อยู่ที่ 179 ตัวอย่าง



ภาพที่ 2.2 ต้นแบบเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรตตามแบบชรินทร์และวัฒนากร (2550) (ก) ต้นแบบเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต (ข) ใช้ขั้วไฟฟ้าจากแสตนเลสทดแทนแท่งกราไฟต์แบบเดิม (ค)

การนำไปใช้งานจริงในอนาคต ควรทดสอบกับตัวอย่างลำไยที่ผ่านการรมจริงเปรียบเทียบกับวิธีมาตรฐานให้มีจำนวนตัวอย่างที่เพียงพอต่อความเชื่อมั่นในผลวิเคราะห์ และควรเผยแพร่อย่างมีขั้นตอน เริ่มต้นสาธิต ฝึกอบรม และให้ห้องปฏิบัติงานภาคเอกชนเริ่มต้นทดสอบใช้ก่อนนำไปใช้ในโรงงานต่อไป ในปัจจุบันเริ่มมีบริษัทที่ใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังสนใจในการนำไปใช้ทดสอบ เป็นต้น

กิจกรรมที่ 4 การนำเทคโนโลยีการใช้สารทดแทน SO_2 ไปใช้ในโรงรมผู้ประกอบการ

การทดลองที่ 1 ทดสอบการส่งออกลำไยที่ใช้วิธีทดแทนซัลเฟอร์ไดออกไซด์

1) การเปรียบเทียบเทคโนโลยีต่อการลดการตกค้างของ SO_2 และยืดอายุการเก็บรักษาลำไย

กรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพดีและเป็นไปได้ คือ SO_2 1.5% + O_3 นาน 1 ชม. และการแช่ HCl 5% + SMS 1% เมื่อเปรียบเทียบกับการรมด้วย SO_2 วิธีทางการค้าปัจจุบัน (Control) ช่วยลดการเปลี่ยนน้ำตาลได้นาน 80 วันเท่ากันที่ 5°C (โดยมีคะแนนการยอมรับไม่เกิน 3.0) การใช้ SO_2 1.5% + O_3 นาน 1 ชม.และ SO_2 ช่วยลดการเปลี่ยนสีของเนื้อที่ผิดปกติได้นาน 50 วันเท่ากัน ขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ ได้แก่ การรม SO_2 1.5% + แผ่นระเหยทางการค้ายี่ห้อ Uvasys® (SMS pad), การแช่ HCl 5% + SMS 1%, การรมก๊าซ O_3 นาน 1 ชม.+ รม SO_2 เข้มข้น 1.5% การยอมรับด้านคุณภาพเมื่อพิจารณาจากการเปลี่ยนสีของเนื้อ (เกณฑ์คะแนนการยอมรับไม่เกิน 3.0) ได้นาน 30 40 และ30 วัน ตามลำดับ การแช่ HCl 5% + SMS 1% นาน 5 นาทีช่วยลดปัญหาการเปลี่ยนสีของเนื้อผล จากเดิมใช้ HCl 6.4% มีผลกับคุณภาพเนื้อและสีผิวเปลือกไม่สม่ำเสมอ นอกจากนั้นการเกิดไอระเหยของก๊าซ SO_2 ขณะแช่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ SMS 5% + HCl 1% ที่มีปริมาณก๊าซ SO_2 เกิดขึ้นมาก จาก SMS ที่ความเข้มข้นสูงถึง 5% ทำให้อันตรายกับผู้ปฏิบัติงาน (สถิตย์พงศ์ และคณะ, 2560, Apai *et al.*, 2015) การใช้ SO_2 1.5% + O_3 นาน 1 ชม. ยังช่วยลดการเกิดโรคได้นานตลอด 70 วัน (เกณฑ์การยอมรับต่ำกว่า 25%) เมื่อเปรียบเทียบกรรมวิธีอื่นๆ คือ HCl 5% + SMS 1%, SO_2 1.5%, SO_2 1.5%+SMS pad, O_3 นาน 2 ชม. + SO_2 1.5% ลดได้นาน 50, 50, 50 และ 40 วัน ตามลำดับ (ภาพที่ 1c) การรม O_3 มีแนวโน้มช่วยลดการเกิดโรคได้ดีขึ้นรวมทั้งการรักษาสีผิวเปลือกเมื่อเปรียบเทียบกับการรม SO_2 เพียงอย่างเดียวสอดคล้องงานวิจัยของ Taimaneerak et al. (2018) และยังลดการตกค้างให้ต่ำลงหากรมก๊าซโอโซนเป็นระยะเวลานานขึ้น

ศรีวิชัยการบินยุคส

นอกจากนั้นค่าการตกค้างของสาร SO_2 ในเปลือกผลหลังรม SO_2 1.5% + O_3 นาน 1 ชม. มีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีทางการค้า SO_2 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ การแช่ HCl 5%+SMS 1% มีค่าตกค้างในเปลือกต่ำที่สุด และลดลงภายหลังการเก็บรักษาผ่านไป 40 วัน มีค่าเท่ากับ 384 ppm ในวันแรก และวันที่ 40 มีค่าเท่ากับ 248.4 ppm เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ มีค่าระหว่าง 1,077 – 2,622.5 ppm โดยมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วภายหลังการเก็บรักษาผ่านไป 15 วัน การรม SO_2 1.5% + O_3 นาน 1 ชม. มีค่าตกค้างในเปลือกลดลงเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างกับวิธีการค้า SO_2 สันนิษฐานว่าเกิดจากกำลังการผลิตของเครื่อง O_3 ที่ใช้เพียง 10 กรัม/ชม. ต้องรมนานมากกว่า 1 ชม. สามารถลดการตกค้างได้มากขึ้นเมื่อศึกษาข้อมูลจากงานวิจัยของ Taimaneerak et al. (2018) จึงควรทดสอบกำลังการผลิตเครื่อง O_3 ที่เหมาะสมกับปริมาตรตู้รมโดยเฉพาะห้องรมลำไยทางการค้า เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในอนาคตหากนำไปใช้ทางการค้ากับลำไยส่งออก เมื่อคำนวณเป็นค่าการตกค้างทั้งผล พบว่าการแช่ HCl 5% + SMS 1% มีค่าต่ำกว่าทุกกรรมวิธีมีค่าในวันแรก 54.93 ppm และวันที่ 40 มีค่าเท่ากับ 26.16 ppm (ภาพที่ 2c) สอดคล้องกับรายงานของสถิตย์พงศ์ และคณะ (2560) และวิทยา และคณะ (2559) เป็นค่าที่ไม่เกินเกณฑ์ของ Codex กำหนดไว้ไม่เกิน 50 ppm ในขณะกรรมวิธีอื่นๆ มีค่าระหว่าง 115.13 – 357.74 ppm การใช้ HCl และ SMS เป็นสารที่อยู่ในรายชื่อ food additives ที่รัฐบาลสิงคโปร์ให้ใช้ได้ในขบวนการผลิตตามมาตรฐาน GMP โดยอ้างอิงจากมาตรฐาน Codex ประเด็นการตกค้างของ HCl จากรายงานของ Apai et al. (2015) ที่ทดสอบการส่งออกกับผู้ส่งออกและนักวิจัยของ Agri-Food & Veterinary Authority (AVA) ของรัฐบาลประเทศสิงคโปร์พบค่าตกค้างมากเฉพาะที่เปลือกผลเท่านั้น แต่มีค่าต่ำที่เนื้อผลและมีค่าไม่แตกต่างกันกับผลลำไยไม่แช่สารสอดคล้องกับค่า pH เนื้อที่ไม่แตกต่างกัน กรดเกลือพบในกระเพาะมนุษย์สำหรับย่อยโปรตีนอยู่แล้วจึงมีความปลอดภัย และยังใช้เป็นสารสำหรับปรับค่า pH ของอาหารที่ Codex ให้ใช้ได้ในระดับที่เหมาะสม นอกจากนั้น HCl ยังเคยใช้แช่ลิ้นจี่ส่งออกในการค้าปัจจุบัน

การทดสอบอายุการจำหน่ายภายหลังการเก็บรักษานาน 30 และ 40 วัน ที่ 5˚C โดยวางจำหน่ายนานจนลำไยเกิดการเน่าเสียที่อุณหภูมิห้อง (25-35˚C) ในระยะเวลานาน 1-19 วัน พบว่าเมื่อสุ่มลำไยที่เก็บรักษานาน 40 วัน ที่ 5˚C มาวางจำหน่ายที่อุณหภูมิห้อง การรม SO_2 1.5% + O_3 นาน 1 ชม., การแช่ HCl 5% + SMS 1% และ SO_2 1.5% ช่วยลดการเกิดโรคได้ดีนาน 19 วันที่อุณหภูมิห้อง (ภาพที่ 3a) รวมทั้งช่วยลดการเปลี่ยนสีของเนื้อผลได้นาน 6 วัน โดยการรม SO_2 1.5% + SMS pad มีการเกิดโรคที่สูงที่สุดเนื่องจากมีการหุ้มทั้งตะกร้าด้วยถุงพลาสติก LLDPE เจาะรู มีการสะสมความชื้นภายในถุงสูงขึ้นทำให้เกิดเน่าเสียได้ง่าย เมื่อสุ่มลำไยที่เก็บรักษานาน 40 วันมาวางจำหน่ายที่อุณหภูมิห้อง พบว่าการแช่ HCl 5%+SMS 1% มีการเกิดโรคที่ต่ำที่สุดแต่ผลนิ่ม รองลงมา คือ SO_2 1.5% + O_3 นาน 1 ชม. และ SO_2 1.5% ตามลำดับ (ภาพที่ 3b) แต่เมื่อตรวจสอบการเปลี่ยนสีของเนื้อในช่วงเวลาเดียวกันพบว่า SO_2 1.5% + O_3 นาน 1 ชม., HCl 5% + SMS 1% และ SO_2 1.5% มีค่าต่ำกว่า 3.0 ในวันแรกมีค่าไม่แตกต่างกัน และไม่สามารถลดการเปลี่ยนสีของเนื้อได้เมื่อเก็บรักษาผ่านไป 6 วัน

การทดสอบการยอมรับด้านประสาทสัมผัสโดยสุ่มและวางจำหน่ายนาน 5 วัน พบว่าทุกกรรมวิธีมีค่าการยอมรับลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา ทุกกรรมวิธีมีคะแนนการยอมรับด้านสีผิวเปลือกอยู่ในเกณฑ์สูงกว่า 3.0 ตลอดอายุการเก็บรักษานาน 40 วัน และค่าลดลงเมื่อวางจำหน่ายนาน 5 วัน โดยการรม SO_2 1.5% + O_3 นาน 1 ชม. HCl 5% + SMS 1% และ SO_2 1.5% มีค่าสูงที่สุดและไม่ต่างกันเมื่อเก็บรักษานาน 40 วัน การยอมรับด้านสีเนื้อพบว่าคุณภาพลดลงเมื่อเก็บรักษานาน 40 วันและวางจำหน่ายนาน 5 วัน โดยการรม SO_2 1.5% + SMS pad มีค่าต่ำที่สุด คือ 2.83 เมื่อเปรียบเทียบกรรมวิธีอื่นๆ ที่มีค่ามากกว่า 3.0 ซึ่งสอดคล้องกันการประเมินสีเนื้อมีค่าเกิน 3.0 ตลอดอายุการวางจำหน่าย เนื่องจากมีการเกิดโรคที่สูงกว่าทุกกรรมวิธี (ส่วนคุณภาพการยอมรับด้านรสชาตินั้นพบว่าทุกกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างกันและอยู่ในเกณฑ์การยอมรับมากกว่า 3.0 ตลอดอายุการเก็บรักษา

กรมวิชาการเกษตร

2. การทดสอบการยอมรับในวิธีการแช่ HCl+SMS ต่อคุณภาพผล และลดสาร SO_2 ตกค้างร่วมกับผู้ประกอบการ

2.1 การทดสอบแช่ HCl+SMS ในลำไยส่งออกที่ห้องปฏิบัติการสวพ.1 กับลำไยเกรด A โดยทั้งสองกรรมวิธีมีค่าการตกค้างของ SO_2 ที่วิเคราะห์ทั้งผลต่ำกว่า 50 ppm ตั้งแต่วันแรกของเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 6.04 และ 24.84 ppm (ตารางที่ 2.11) เมื่อเก็บรักษาที่ห้องเย็นของห้องปฏิบัติการ สวพ.1 มีค่าลดลงมีค่าเท่ากับ 2.3 และ3.39 ppm ภายหลังการเก็บรักษาผ่านไป 7 วันที่ 5˚C, 65% RH และวางจำหน่ายที่อุณหภูมิห้อง (25-35˚C) นาน 3 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาที่ห้องเย็นผู้ประกอบการส่งออกมีค่าสูงขึ้นเท่ากับ 143.27 และ160.02 ppm ภายหลังการเก็บรักษาผ่านไป 11 วัน ที่ 2˚C, 90% RH มีค่าสูงขึ้น 6-20 เท่าเกิดจากการปนเปื้อนเมื่อเก็บรักษาในตู้คอนเทนเนอร์รวมกับลำไยรม SO_2 สภาพการค้า (ความเข้มข้นของก๊าซ SO_2 รม ≥ 1.5%)

ลำไยเกรด A เมื่อแช่ใน HCl 5%+SMS 0.5% มีแนวโน้มช่วยรักษาคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาที่ 5˚C, 65% RH นาน 7 และ11 วัน และวางจำหน่ายที่อุณหภูมิห้อง นาน 3-4 วัน ได้แก่ มีเปอร์เซ็นต์ผลดีที่สูงกว่า ผลนิ่มน้อยกว่า และช่วยลดความผิดปกติของสีเนื้อ (ไม่แสดงข้อมูล) และมีคะแนนการทดสอบด้านประสาทสัมผัสสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ HCl 5%+SMS 1% โดยทั้งสองกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันสถิติในคุณภาพอื่นๆ ได้แก่ ลดการเปลี่ยนสีน้ำตาลทั้งเปลือกด้านนอก และใน และการเกิดโรคได้ดีไม่แตกต่างกัน เป็นต้น สรุปแล้ววิธีการนี้สามารถใช้ยืดอายุลำไยส่งไปประเทศสิงคโปร์ได้เมื่อจำลองสภาพการส่งออกนาน 14 วัน วางจำหน่ายที่อุณหภูมิห้องได้นาน 5-7 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมไม่แช่สารที่ผลเน่าเสียจากเชื้อราภายใน 3 วัน

ตารางที่ 2.11 ค่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างทั้งผลระหว่างการเก็บรักษาที่ห้องเย็นห้องปฏิบัติการ สวพ.1 และบริษัทหยวนเซิ่งเฟรช จำกัด

Treatments	pH solution					SO_2 residue in whole fruit (ppm)				
	Before	AF[1/] 1st	2nd	3rd	Avg.	D1	D3	D7	D7+3	D11[2/]
HCl 5%+SMS 0.5%	0.24	0.24	0.19	0.27	0.24	6.04	4.79	2.67	2.3	143.27
HCl 5%+SMS 1.0%	0.17	0.21	0.20	0.15	0.18	24.84	16.53	13.4	3.39	160.02

Note [1/]= After dipping time

[2/]= Stored at cold container truck of company

2.2 การทดสอบแช่ HCl+SMS ในลำไยส่งออกในสถานประกอบการต้นแบบ

1) การทดสอบหาความเข้มข้นและวิธีปฏิบัติที่เหมาะสม พบว่ามีค่าตกค้างของ SO_2 ทั้งผลไม่เกิน 50 ppm การแช่ลำไยจาก จ.ตาก ผลขนาดใหญ่เกรด AA ความเข้มข้นต่ำ HCl 2.5%+SMS 0.5% (T1) และเติม SMS คั่น คือ T1+เติม SMS ~ 0.5% (T2) มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.60 - 4.13 ppm ทั้งสองกรรมวิธีไม่สามารถลดการเปลี่ยนสีน้ำตาลของเปลือกได้ คะแนนมีค่าเกินเกณฑ์การยอมรับ 3.0 ผลของการลดการเปลี่ยนสีน้ำตาลของเปลือกผลไม่สอดคล้องกับการทดลองก่อนหน้านี้ที่ใช้ลำไยไม่แก่จากสวนเกษตรกร จ.เชียงใหม่ มีขนาดผลเล็กกว่าเป็นเกรด A ที่ความเข้มข้นระดับนี้ลดการเปลี่ยนสีน้ำตาลและลดการเกิดสีเนื้อที่ผิดปกติได้ดี ผู้ประกอบการจึงต้องเพิ่มความเข้มข้น พบว่า แช่ใน HCl 5% + SMS 0.5% (T4) และเติม SMS คั่น คือ T4+เติม SMS~0.5% (T6) ช่วยลดการเปลี่ยนสีน้ำตาลได้ดีขึ้น ค่าตกค้างของ SO_2 ทั้งผลไม่เกิน 50 ppm การเติม SMS คั่นเมื่อแช่ซ้ำเพื่อป้องกันการสูญเสีย SO_2 ระหว่างการแช่ เมื่อแช่ซ้ำผ่านไป 3 ครั้ง แต่มีผลทำให้ค่า pH สารละลายสูงขึ้นจาก 0.31 เป็น 0.79 และค่าตกค้างสูงขึ้นจาก 1.72 เป็น 18.83 ppm

กรมวิชาการเกษตร

2) การทดสอบแช่และวิธีปฏิบัติที่เหมาะสม

การทดสอบแช่ใน HCl 5% + SMS 0.5% รวม 2 ถัง กับลำไยผลขนาดใหญ่และเปลือกบาง เกรด AA โดยแช่ซ้ำ 3 ครั้งๆ ที่ 1-3 และเติม SMS คั่นในครั้งที่ 4-5 พบว่าค่าตกค้างของ SO_2 ทั้งผลไม่เกิน 50 ppm แต่การเติม SMS มีผลทำให้ค่าตกค้างสูงขึ้นสอดคล้องกับการทดลองก่อนหน้านี้ โดยค่าเฉลี่ยกรรมวิธีที่ 1 และ2 มีค่าสูงขึ้นจาก 1.70 เป็น 15.95 ppm และกรรมวิธีที่ 3 และ4 มีค่าสูงขึ้นจาก 1.43 เป็น 22.48 ppm สอดคล้องกับค่า pH ของสารละลายที่สูงขึ้นเกิดจากต้องมีน้ำปริมาตร 10 ลิตร มาละลาย SMS น้ำหนัก 1.5 กก. ส่วนด้านคุณภาพระหว่างการวางจำหน่ายภายหลังการเก็บรักษาที่ 5˚C, 65% RH นาน 4 วัน พบว่ามีอายุการวางจำหน่ายได้นาน 5 วันที่อุณหภูมิห้อง เมื่อประเมินจากค่าการยอมรับไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานได้แก่ การเกิดโรคต่ำกว่า 25% คะแนนสีน้ำตาลและการเกิดสีเนื้อที่ผิดปกติต่ำกว่า 3.0

3) การทดสอบการส่งออก ผู้ประกอบการได้แช่ HCl 5%+SMS 0.5% แช่ซ้ำ และเติม SMS 0.5% คั่นและตัดขั้วบรรจุใส่กล่อง clamshell ภายหลังการเก็บรักษาผ่านไป 4 วัน ที่ 5˚C และส่งออกไปประเทศสิงคโปร์ทางเครื่องบิน รวม 3-4 ครั้ง ช่วงเดือน ธ.ค. 2562 โดยวางจำหน่ายในห้างสรรพสินค้า จำนวน 500-1,000 กก./ครั้ง ปริมาณ ~3,000 กก. พบว่า ครั้งที่ 1 พบว่าจำหน่ายหมดภายใน 1 วัน และผลการวิเคราะห์ SO_2 ทั้งผลที่ปลายทางพบมีค่าไม่เกิน 50 ppm ครั้งที่ 2 ส่งออกทางเครื่องบินจำนวน 1,000 กก. แช่และตัดขั้วบรรจุในกล่องทันทีในวันเดียวกันห่อด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์และฟิล์มพลาสติกไว้ 1 คืน ที่ 5 ºC พบมีปัญหาทำให้ไปเพิ่มความอับชื้นมีผลทำให้เปลือกเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลและมีการเกิดโรคทำลายซ้ำที่รอยแผลระหว่าง 20-30% ระหว่างการวางจำหน่าย การแก้ไขควรผึ่งไว้ในห้องเย็นนาน 1 คืนและตัดผลในวันถัดไป ครั้งที่ 3 แก้ไขโดยการเพิ่ม SMS เป็น 1% คือ การแช่ HCl 5%+SMS 1% แช่ซ้ำได้หลายครั้งโดยไม่ต้องเติม SMS คั่น เก็บรักษาไว้ 1 คืน ที่ 5˚C และตัดขั้วในวันถัดไป พบว่าสีผิวเหลืองสวยและมีค่า SO_2 ตกค้างทั้งผลไม่เกินมาตรฐานมีค่า 16.04 ppm และผลการทดสอบการส่งออกมีผลที่ดีขึ้นสามารถวางจำหน่ายได้นานขึ้นในห้างสรรพสินค้าภายในประเทศสิงคโปร์ และการทดสอบการส่งออกทางเรือเป็นตู้สั้นรวม 2 ครั้ง ช่วงปลายเดือน ธ.ค. 2562 – ม.ค. 2563 โดยแช่ 2 วันๆ ละ 500 ตะกร้าจนเต็มตู้คอนเทนเนอร์มีค่า SO_2 ตกค้างทั้งผลไม่เกินมาตรฐานมีค่า 11.74 ppm ใช้เวลาเดินทางนาน 12 วัน สีผิวเปลือกมีตำหนิสีคล้ำในบางผล แต่ยังสามารถวางจำหน่ายได้ ผู้บริโภคภายในประเทศสิงคโปร์ และผู้นำเข้ายอมรับในคุณภาพลำไยจากประเทศไทย

การทดสอบการส่งออกทางเรือโดยใช้ตู้แบบยาว 40 ฟุต รวม 2 ครั้ง ช่วงเดือน ก.พ. 2563 เป็นต้นไป โดยแช่รวม 3 วันจนเต็มตู้คอนเทนเนอร์มีค่า SO_2 ตกค้างทั้งผลไม่เกินมาตรฐานมีค่า 24.80 ppm โดยลดความชื้นสัมพัทธ์ของตู้ให้ต่ำลงโดยการเปิดช่องระบายอากาศ (Vent) ให้มากขึ้น ช่วยลดปัญหาเรื่องคุณภาพได้ สีผิวเปลือกมีตำหนิสีคล้ำและเปลือกมีรอยแตกในบางผลประมาณ 3% แต่ยังสามารถวางจำหน่ายได้ และผู้ประกอบการได้พัฒนาวิธีการปฏิบัติอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นในอนาคต

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

1. วิธีการรม SO_2 1.5% +O_3 นาน 1 ชม., SO_2 1.5%, HCl 5%+ SMS 1%, O_3 นาน 2 ชม.+SO_2 1.5%, และ SO_2 1.5% + SMS pad ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาที่ 5°C, 90% RH + อายุการวางจำหน่ายได้ที่อุณหภูมิห้อง (25-35˚C) ได้นาน 40+5, 40+5, 40+5, 30+5 และ 30+<5 วัน ตามลำดับ วิธีที่มีความเป็นไปได้จะนำไปทดสอบใช้จริงในสถานประกอบการของผู้ส่งออก คือ การรม SO_2 1.5% +O_3 นาน 1 ชม. และการแช่ HCl 5%+ SMS 1% ส่วนกรรมวิธีอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การรม และ/หรือการแช่คลอรีนไดออกไซด์ (ClO_2) ยังมีข้อจำกัดในเรื่องความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน ค่าการตกค้างในผล และการยอมรับของผู้ประกอบการ และผู้บริโภคที่ประเทศปลายทางที่ต้องมีการศึกษาวิจัยหาข้อมูลเพิ่มเติม เป็นต้น

2. การทดสอบการลดสาร SO_2 ตกค้างด้วยการรมด้วยก๊าซโอโซน (O_3) รวม 3 ครั้ง โดยใช้เครื่องผลิตโอโซนกำลังการผลิต 10, 20 และ 30 กรัม/ชม. รมในตู้ขนาดต่างๆ ได้แก่ 0.432 ลบ.ม. (ความจุลำไย 4 ตะกร้า/ครั้ง) และ 1.44 ลบ.ม. (ความจุลำไย 12 ตะกร้า/ครั้ง) ด้วยระยะเวลารม O_3 นาน 0, 1, 2, 3, 4 และ5 ชม. พบว่าความสามารถในการลดการตกค้างของ O_3 ขึ้นอยู่กับค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของลำไยที่รม SO_2 หากรมความเข้มข้นสูงเกินค่าตกค้างในเนื้อผลจะเกิน 50 ppm เครื่องผลิต O_3 ที่ใช้จะลดได้เฉพาะที่เปลือกผล แต่ในเนื้อไม่สามารถลดได้ วิธีแก้ไขต้องเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซ O_3 โดยใช้เครื่องที่มีกำลังผลิตที่สูงขึ้นหรือลดปริมาตรของตู้รมให้เล็กลง หรือเพิ่มเวลาการรมให้นานขึ้น

จากการทดลองพบว่าหากใช้ความเข้มข้นของ SO_2 ที่คำนวณให้เท่ากับ 13,000-15,000 ppm (1.3-1.5%) ตามคู่มือการปฏิบัติงาน (SOP) มาตรฐานมกษ. 1004: 2557 ลำไยที่ผ่านการรมจะมีค่าตกค้างในเนื้อผลไม่เกิน 50 ppm โดยการรม SO_2 1.5% + รม O_3 จากเครื่องที่มีกำลังการผลิต O_3 ที่ 30 กรัม/ชม. ในตู้รมขนาด 0.432 ลบ.ม. รม O_3 นาน 1-2 ชม. ช่วยลดสารตกค้างได้ทั้งในเปลือกและเนื้อได้ดี แต่หากลำไยรม SO_2 ด้วยความเข้มข้นสูงเกินมีผลค่าตกค้างในเนื้อผลเกิน 50 ppm ก๊าซ O_3 จะลด SO_2 ได้เฉพาะเปลือก ดังนั้นหากนำไปใช้ในเชิงการค้าต้องใช้เครื่องโอโซนที่มีกำลังผลิตที่สูงพอกับขนาดห้องรม ดังนั้นหากนำไปใช้เชิงการค้าห้องรมมีขนาดใหญ่มากปริมาตรระหว่าง 25-70 ลบ.ม. (ความจุลำไย 200-700 ตะกร้า) จึงต้องใช้เครื่อง O_3 ที่มีกำลังผลิตที่สูงพอกับขนาดห้องรม การใช้เครื่องที่มีกำลังผลิตต่ำเกินไปกับขนาดห้องที่ใหญ่เกินไป เช่น ตู้รมที่มีปริมาตร 1.44 ลบ.ม. และใช้เครื่องผลิต O_3 ที่ 20 กรัม/ชม. มีประสิทธิภาพไม่เพียงพอในการไปลดสารตกค้างและลดการเกิดโรคระหว่างการวางจำหน่าย

3. การทดสอบวิธีการแช่ HCl 5.0% + SMS 1.0% นาน 5 นาที สามารถใช้ลดปัญหาสาร SO_2 ตกค้างร่วมกับผู้ประกอบการสำหรับส่งออกไปประเทศสิงคโปร์ได้ และมีอายุการเก็บรักษาอย่างน้อย 14 วันขึ้นไป ได้ทดสอบแช่ร่วมกันที่ห้องปฏิบัติการสวพ.1 และโรงคัดบรรจุของผู้ประกอบการส่งออก อ. จอมทอง จ.เชียงใหม่ จำนวน 2 และ 3 ครั้ง และทดสอบการส่งออก 5 ครั้ง พบว่ามีปัจจัยที่มีผลต่อการแช่ HCl+SMS หลายประการ ได้แก่ ผลลำไยที่มีความแก่ ขนาดผล และพื้นที่ปลูกแตกต่างกัน ตลอดจนความเข้มข้นของสารละลายที่แช่ HCl 2.5-5.0%+SMS 0.5% และเติม SMS 0.5% คั่นกรณีแช่ซ้ำหลายครั้ง พบว่าการแช่ HCl 5%+SMS 1% นาน 5 นาที มีแนวโน้มปรับใช้วิธีการนี้ได้ในการช่วยยืดอายุการเก็บรักษาลำไยส่งออกไปประเทศสิงคโปร์ โดยตัดขั้วเป็นลำไยผลเดี่ยวและบรรจุในกล่อง clamshell เจาะรูความจุ 0.7-1.0 กก. ที่อุณหภูมิ 5˚C, 65% RH นานเพียงพอที่จะขนส่งและวางจำหน่ายรวมระยะเวลานาน 14 วัน สีผิวเปลือก สีเนื้อที่ผิดปกติ และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และค่าไม่เกินมาตรฐานของประเทศสิงคโปร์ โดยพบค่า SO_2 ทั้งผลไม่เกิน 50 ppm มีค่าระหว่าง 11.74 – 24.80 ppm ขณะที่ผลลำไยรม SO_2 1.5% (วิธีทางการค้า) และไม่แช่สารมีค่า SO_2 ตกค้างทั้งผลเท่ากับ 152.15 และ1.62 ppm โดยลำไยไม่แช่สารวางจำหน่ายได้นานเพียง 2-3 วันที่อุณหภูมิห้อง (25-35˚C)

กรมวิชาการเกษตร

ประเทศสิงคโปร์มีปริมาณการนำเข้าลำไยจากประเทศไทยปริมาณ 4 - 5 พันกว่าตัน/ปี และลดลงอย่างมากในปัจจุบันตามสภาวะเศรษฐกิจที่ถดถอย ข้อกีดกัน และสงครามทางการค้า วิธีการแช่ HCl 5% + SMS 1% นาน 5 นาที สามารถใช้เป็นวิธีทางการค้าและพัฒนาวิธีการใช้เพิ่มปริมาณการส่งออกให้มากขึ้นได้ในอนาคต แต่ขั้นตอนปฏิบัติงานค่อนข้างยุ่งยาก ได้แก่ การคัดเลือกผลลำไยจากสวนเกษตรกรต่างพื้นที่กันมีผลต่อสีผิว หากลำไย จ.ตากใช้เวลาเดินทางนานขึ้นมาถึงเชียงใหม่ก่อนเที่ยงคืน ควรแช่ทันทีในกลางคืน ลำไยในพื้นที่ จ.เชียงใหม่ การป้องกันผลแตกต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำไว้ 1 คืนหากแช่ช่วงเช้า หรือเก็บรักษาอย่างน้อย 4-5 ชม. ลดผลแตกได้หากแช่กลางคืน โดยส่วนมากนิยมแช่กลางคืน ผู้ปฏิบัติงานควรแต่งตัวให้รัดกุมสวมเสื้อแขนยาว ใส่หน้ากากกันแก๊สถุงมือยาง รองเท้าบูท ระวังความปลอดภัยการดูดกรดลงในน้ำ และควรใช้ SMS ไม่เกิน 1% การแช่สามารถแช่ซ้ำได้ 10 ครั้งอาจจะเพิ่มได้ ผึ่งลำไยไว้ 3 ชม. และเก็บรักษาต่อในห้องเย็นอีก 1 คืน ช่วงเช้าจึงตัดขั้วบรรจุในกล่อง clamshell ใช้เวลานานพอสมควร และมีต้นทุนรวมการส่งออกทางเครื่องบิน 80 บาท/กก. แต่จำหน่ายได้ราคาสูงถึง 100-150 บาทที่ปลายทาง หากส่งทางเรือเป็นตู้สั้นได้ต้นทุนรวมจะต่ำลงเหลือ 69 บาท/กก. หากใช้วิธีแช่ในถังพลาสติกรวม 10 ถังจะได้ 500 ตะกร้า/วัน ต้นทุนแรงงานสูงขึ้น หากในอนาคตใช้เครื่องแช่ลิ้นจี่ที่มีความยาวสามารถแช่ได้ครั้งละ 25 ตะกร้าต่อครั้ง จะช่วยลดต้นทุนแรงงานได้มากขึ้น และวิธีนี้ การแช่ HCl 1-3%+SMS 1% ยังสามารถพัฒนาการแช่กับลิ้นจี่ส่งออกได้เช่นเดียวกัน

4. การวิจัยเพื่อการแก้ไขปัญหาการตกค้าง SO_2 ขึ้นอยู่ค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยประเทศปลายทางเป็นหลัก แต่ละประเทศกำหนดค่าไม่เท่ากัน สามารถเลือกวิธีสำหรับใช้ทดสอบการยืดอายุให้ตกค้างไม่เกินได้ เช่น สาธารณรัฐประชาชนจีนกำหนดไม่เกิน 50 ppm ในเนื้อผล สามารถรม SO_2 ให้มีความเข้มข้น 1.3-1.5% ได้ตามวิธีปัจจุบัน มกษ.1004-2557 หากปฏิบัติตามค่าตกค้างในเนื้อไม่เกิน 50 ppm การประยุกต์ใช้โอโซนกับการรมสามารถทำได้เพราะโอโซนช่วยฟอกสีผิวให้ใสขึ้น ช่วยลดค่าการตกค้างในผลและลดการเกิดโรคได้ดีขึ้น แต่ต้องทดสอบความเป็นไปได้เพราะต้นทุนเครื่องสูง เครื่องผลิตโอโซนที่ผลิตทางการค้ายังมีกำลังผลิตที่ต่ำ หากทดสอบใช้รมห้องรมลำไยการค้าที่มีปริมาตร 40-60 ลบ.ม.จะต้องใช้เครื่องที่มีกำลังผลิตสูงมากๆ ซึ่งหายากและราคาสูง การทดสอบต้องคำนึงถึงความคุ้มค่า จึงแก้ไขปัญหาด้วยการรมในตู้รมโอโซนขนาดเล็กก่อนด้วยโอโซนกำลังการผลิตไม่เกิน 30 กรัมต่อชั่วโมงก่อนขยายผลต่อไป เวลารมโอโซนที่เหมาะสมควรไม่เกิน 1-2 ชม./ครั้ง หากใช้เครื่องที่มีกำลังผลิตสูง 100-500 กรัม/ชม. ต้นทุนโดยประมาณสูงถึง 200,000 –1,000,000 บาท แต่สามารถหาเช่าเครื่องรมของบริษัทได้แต่มีต้นทุนการทดสอบต่อครั้งสูง หากทดสอบใช้ต้องวัดความเข้มข้นของแก๊สภายในห้องรมด้วย และต้องควบคุมการรั่วไหลของแก๊สเพื่อความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงาน

5. การปรับปรุงและพัฒนาต้นแบบเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรตก่อนนำไปใช้งานจริง สมการที่ได้ เมื่อ $y = 0.0464x$, $R^2 = 0.9144$ และทดสอบประสิทธิภาพเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต เปรียบเทียบกับวิธีไทเทรตมาตรฐาน (AOAC, 2016) ในการทดสอบกับตัวอย่างลำไยที่รม SO_2 พบว่า การวิเคราะห์ด้วยเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต มีค่าการตกค้างของ SO_2 ในเนื้อไม่แตกต่างจากวิธีมาตรฐาน AOAC (2016) และเครื่องต้นแบบปัจจุบันมีต้นทุนประมาณ 50,000 บาท โดยจุดคุ้มทุนของต้นแบบเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็วทดแทนการไทเทรต อยู่ที่ 179 ตัวอย่าง การนำไปใช้งานจริงในอนาคต ควรทดสอบกับตัวอย่างลำไยที่ผ่านการรมจริงเปรียบเทียบกับวิธีมาตรฐานให้มีจำนวนตัวอย่างที่เพียงพอต่อความเชื่อมั่นในผลวิเคราะห์ และควรเผยแพร่อย่างมีขั้นตอน เริ่มต้นสาธิตฝึกอบรม และให้ห้องปฏิบัติงานภาคเอกชนเริ่มต้นทดสอบใช้ก่อนนำไปใช้ในโรงงานต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยที่ 3

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลำไยในภาคตะวันออก
Improvement of Production Technology for Longan in the Eastern Region

คณะผู้วิจัย

รัชนี ฉัตรบรรยงค์[1] ปาริชาติ พจนศิลป์[2] อัมพิกา ปุนนจิต[2] ศิริพร วรกุลดำรงชัย[2]
อรวินทินี ชูศรี[1] วิโรจน์ โหราศาสตร์[3] ปัญจพร เลิศรัตน์[4]

Ratchanee Chatbanyong[1] Parichart Potchanasin[2] Ampika Punnajit[2]
Siriporn Vorakuldumrongchai[2] Orwintinee Choosri[3] Wirot Horasat[4] Panjaporn Lertrat[5]

คำสำคัญ

สารโพแทสเซียมคลอเรต ลำไยนอกฤดู ฤดูฝน
ลำไย การให้ปุ๋ยในระบบน้ำ การจัดการปุ๋ย คุณภาพผลผลิต

Keywords

potassium chlorate, off-season longan, rainy season
Longan, fertigation, fertilizer management, yield quality

บทคัดย่อ

โครงการการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลำไยในภาคตะวันออก มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาการออกดอกไม่สม่ำเสมอในฤดูฝนรวมถึงการจัดการปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพเพื่อลดต้นทุนการผลิตในแก่เกษตรภาคตะวันออก ซึ่งประกอบด้วย 2 การทดลอง ดังนี้ 1. การศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารโพแทสเซียมคลอเรต ($KClO_3$) ในการชักนำการออกดอกของลำไยในฤดูฝน ดำเนินการทดลองที่ศูนย์พัฒนาไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก ห้วยสะพานหิน จังหวัดจันทบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2560 ถึง กุมภาพันธ์ 2563 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 10 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น จำนวน 4 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ราดสารแพคโคลบิวทราซอล อัตรา 2 กรัม/เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 1 เมตร ก่อนราด $KClO_3$ ทางดิน 2) ราด $KClO_3$ ทางดิน ร่วมกับพ่น $KClO_3$ 2,000 ppm จำนวน 1 ครั้ง ห่าง 3 วันหลังราด $KClO_3$ 3) ราด $KClO_3$ ทางดิน ร่วมกับพ่น $KClO_3$ 2,000 ppm จำนวน 3 ครั้ง ห่างกัน 3 วันต่อครั้ง และ 4) ราด $KClO_3$ เฉพาะทางดิน (วิธีควบคุม) ผลการทดลอง พบว่า การชักนำต้นลำไยให้ออกดอกและติดผลในฤดูฝนด้วย $KClO_3$ ในช่วงฝนตก โดยให้ $KClO_3$ ในอัตรา 150 กรัมต่อเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่ม 1 เมตร ทางดิน และพ่น $KClO_3$ 2,000 ppm จำนวน 3 ครั้ง มีเปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อนน้อยที่สุด คิดเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ และ

[1] ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี (Chanthaburi Horticultural Research Center)
[2] สถาบันวิจัยพืชสวน (Horticultural Research Institute)
[3] สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม (Agricultural Engineering Research Institute)
[4] กรมวิชาการเกษตร (Department of Agriculture)

กรมวิชาการเกษตร

เปอร์เซ็นต์การออกดอกมากที่สุด คิดเป็น 70 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การราดสารแพคโคลบิวทราซอล อัตรา 2 กรัมต่อเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 1 เมตร ก่อนราด $KClO_3$ มีเปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อนและเปอร์เซ็นต์การออกดอกไม่แตกต่างจากวิธีควบคุม 2. ศึกษาผลของการให้ปุ๋ยในระบบน้ำ ดำเนินการในลำไยพันธุ์ดอ ณ สวนเกษตรกร อ.เขาสมิง จ.ตราด ในปี พ.ศ.2561-2563 วางแผนการทดลองโดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 2 กรรมวิธี 10 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น ประกอบด้วย การให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการเกษตรกร และการให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดิน พบว่าในปี 2562 ทั้ง 2 กรรมวิธี ปริมาณผลผลิต เกรดผลขนาดใหญ่ เกรดผลขนาดเล็ก น้ำหนักเฉลี่ยของผล ความแน่นเนื้อและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการเกษตรกร มีปริมาณผลผลิต 27.30 กิโลกรัม/ต้น เกรดผลขนาดใหญ่ 79.32% เกรดผลขนาดเล็ก 20.68% น้ำหนักเฉลี่ยของผล 10.63 กรัม ความแน่นเนื้อ 1.43 นิวตัน และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 19.29 °Brix ขณะที่การให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณผลผลิต 33.13 กิโลกรัม/ต้น เกรดผลขนาดใหญ่ 78.89% เกรดผลขนาดเล็ก 21.11% น้ำหนักเฉลี่ยของผล 11.50 กรัม ความแน่นเนื้อ 1.61 นิวตัน และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 18.91 °Brix อย่างไรก็ตาม ในปี 2563 กรรมวิธีที่ให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดินมีปริมาณผลผลิต เกรดผลขนาดใหญ่ เกรดผลขนาดเล็ก และน้ำหนักเฉลี่ยของผลมากกว่ากรรมวิธีที่ให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดินมีปริมาณผลผลิต 97.84 กิโลกรัม/ต้น เกรดผลขนาดใหญ่ 91.47% เกรดผลขนาดเล็ก 8.53% น้ำหนักเฉลี่ยของผล 11.19 กรัม ขณะที่การให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการเกษตรกรมีปริมาณผลผลิต 59.81 กิโลกรัม/ต้น เกรดผลขนาดใหญ่ 70.10% เกรดผลขนาดเล็ก 29.9% น้ำหนักเฉลี่ยของผล 9.32 กรัม ขณะที่ ความแน่นเนื้อและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ทั้ง 2 กรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับค่าใช้จ่ายการผลิตและผลตอบแทนการผลิตพบว่า กรรมวิธีที่ให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดินเฉลี่ย 2 ปี มีค่าใช้จ่าย 38,513 บาท/ไร่ รายได้ผลผลิต 81,639 บาท/ไร่ ผลตอบแทนสุทธิ 43,126 บาท/ไร่ ขณะที่การให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการเกษตรกรเฉลี่ย 2 ปี มีค่าใช้จ่าย 36,780 บาท/ไร่ รายได้ผลผลิต 59,960 บาท/ไร่ ผลตอบแทนสุทธิ 23,180 บาท/ไร่ ทั้งนี้ การให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดินสามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีได้ถึง 30%

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

The project of Improvement of Production Technology for Longan in the Eastern Region aims to solve irregular longan flowering during rainy season and manage improve fertilizer use efficiency and decrease costs of longan production. This project includes two activities.

Firstly, study on the efficiency of potassium chlorate ($KClO_3$) to induce flowering of longan in rainy season was determined at Chanthaburi Horticultural Research Center, Chanthaburi Province during 2017-2020. The experiment arrangement was a randomized complete block (RCB) with 10 replications in 4 treatments as follow: (1) application of paclobutrazol 2,000 ppm + $KClO_3$ 150 g/m canopy diameter as a soil drench (2) application of $KClO_3$ 150 g/m canopy diameter as a soil drench + $KClO_3$ 2,000 ppm as foliar spray 1 time (3) application of $KClO_3$ 150 g/m canopy diameter as a soil drench + $KClO_3$ 2,000 ppm as foliar spray 3 times and (4) application of KClO3 150 g/m canopy diameter as a soil drench (control). The result showed that the application of $KClO_3$ 150 g/m canopy diameter as a soil drench + $KClO_3$ 2,000 ppm as foliar spray 3 times had induced the leastest flushing at 20 percents and the highest flowering at 70 percents which

significantly different from control. While the application of paclobutrazol 2,000 ppm + $KClO_3$ 150 g/m canopy diameter as a soil drench has no significant.

Lastly, study on using fertigation was conducted in longan orchard at Trat province during 2018-2020. The experimental arrangement was a t-test with 10 replications. Treatments were two fertilizer management practices: (1) fertilizer application followed by a farmer method (broadcasting) and (2) fertigation with fertilizer recommendation based on the soil analysis. The results showed that There were no statistically significant differences in yield, fruit grades (large and small), fruit weight, firmness, and total soluble solid from using fertilizer application followed by a farmer method and fertigation with fertilizer recommendation based on the soil analysis ($p<0.05$) in 2019. Using fertilizer application followed by a farmer method had 27.30 kg/tree in yield, 79.32% large fruit size, 20.68% small fruit size, 10.63 g fruit weight, firmness 1.43 Newton, and 19.29% total soluble solid while fertigation with fertilizer recommendation based on the soil analysis had 33.13 kg/tree in yield, 78.89% large fruit size, 21.11% small fruit size, 11.50 g fruit weight, firmness 1.61 Newton, and 18.91% total soluble solid. However, in 2020, there were significant increase in yield, large fruit grade, small fruit grade, and fruit weight in fertigation with fertilizer recommendation based on the soil analysis (97.84 kg/plant, 91.47%, 8.53%, and 11.19 g) compared to fertilizer application followed by a farmer method (59.81 kg/plant), 70.10%, 29.9%, and 9.32 g). While, there were no statistically significant differences in firmness and total soluble solid from using fertilizer application followed by a farmer method and fertigation with fertilizer recommendation based on the soil analysis ($p<0.05$).

For costs and returns of longan production, the treatment of fertigation with fertilizer recommendation based on the soil analysis had cost (38,513 baht/rai/year), return (81,639 baht/rai/year), and net return (43,126 baht/rai/year) while the treatment of fertilizer application followed by a farmer method had cost (36,780 baht/rai/year), return (59,960 baht/rai/year), and net return (23,180 baht/rai/year). The data demonstrated that using fertilizer recommendation based on the soil analysis reduced 30% in costs.

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

จากมติคณะรัฐมนตรีที่ได้มีการเผยแพร่เมื่อวันที่ 29 ธันวาคม 2558 ได้เห็นชอบในหลักการเกี่ยวกับยุทธศาสตร์พัฒนาผลไม้ไทย พ.ศ. 2558-2562 เพื่อพัฒนาและแก้ไขปัญหาของไม้ผลเศรษฐกิจ จำนวน 7 ชนิด คือ ทุเรียน มังคุด เงาะ ลองกอง ลำไย ลิ้นจี่ และมะม่วง โดยเน้นการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ 5 ด้าน ส่วนที่เกี่ยวข้องกับกรมวิชาการเกษตร คือ ยุทธศาสตร์การวิจัยและพัฒนา ซึ่งการพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไม้ผล จัดเป็นเรื่องที่ได้รับความสำคัญในลำดับต้นๆ

ลำไย เป็นหนึ่งในไม้ผลเศรษฐกิจหลักที่สำคัญในลำดับต้นๆ เนื่องจากสามารถส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศได้ในปริมาณสูง ทั้งในรูปผลสดและแปรรูป (อบแห้ง) โดยตลาดลำไยที่สำคัญ คือ สาธารณรัฐประชาชนจีน เวียดนาม อินโดนีเซีย และเมียนมา สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2562) รายงานสถิติการปลูกลำไยว่า ในปี 2562 พื้นที่ปลูกลำไยทั่วประเทศมีถึง 1.1 ล้านไร่ แหล่งผลิตที่สำคัญ คือ เชียงใหม่ (308,395 ไร่) เชียงราย (137,221 ไร่) ลำพูน (269,924 ไร่) และจันทบุรี (208,453 ไร่) ผลผลิตรวมทั้งประเทศ 1,011,276 ตัน โดยผลผลิตเฉลี่ยของจังหวัดจันทบุรีสูงถึง 1,342 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ผลผลิตเฉลี่ยของจังหวัดเชียงใหม่สูงเพียง 869 กิโลกรัมต่อไร่ การผลิตลำไยในพื้นที่จังหวัดจันทบุรีเกือบทั้งหมดเป็นการผลิตลำไยนอกฤดู โดยใช้สารโพแทสเซียมคลอเรต (Potassium chlorate) ในการชักนำการออกดอกของลำไย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าของเกษตรกรชาวสวนลำไยในจังหวัดจันทบุรีในการพัฒนาการผลิตและการรับเทคโนโลยีการผลิตได้ค่อนข้างเร็ว มีการวางแผนการผลิตและมีการกำหนดช่วงเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไยที่แน่นอนเพื่อให้ตรงตามความต้องการของตลาดและได้ผลตอบแทนสูง

การผลิตลำไยนอกฤดูให้ประสบความสำเร็จนั้น จะมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในส่วนของคน (แรงงาน) เทคโนโลยีการผลิต และปัจจัยของสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ หรือปริมาณน้ำฝน เป็นต้น โดยเฉพาะเทคโนโลยีในการใช้สารคลอเรตทางดินเพื่อกระตุ้นให้ลำไยออกดอก และติดผลนั้นจะมีข้อจำกัดมากในช่วงฤดูฝน ซึ่งจะพบปัญหาในเรื่องประสิทธิภาพของโพแทสเซียมคลอเรตที่ไม่สามารถทำให้ลำไยออกดอกได้เต็มประสิทธิภาพเนื่องจากมีฝนตกมากหลังการให้สาร และต้นลำไยบางต้นมีการแตกใบอ่อนไม่แทงช่อดอกหรือมีการแตกใบอ่อนพร้อมออกดอก ถึงแม้จะมีการใช้ปุ๋ยทางใบและสารควบคุมการเจริญเติบโตเพื่อยับยั้งการเจริญของใบอ่อนเพื่อให้การแทงช่อสมบูรณ์แต่ได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร ส่งผลทำให้มีการออกดอกติดผลน้อย ผลผลิตต่อต้นต่ำ

ส่วนการจัดการปุ๋ยในระบบน้ำที่เหมาะสมนั้น เป็นวิธีการที่จะช่วยลดต้นทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากในปัจจุบันการใช้ปุ๋ยกับต้นลำไยของเกษตรกรนั้น เกษตรกรชาวสวนลำไยจำนวนไม่น้อยที่มีการใส่ปุ๋ยตามความเชื่อและได้ข้อมูลการสอบถามจากเพื่อนเกษตรกรผู้ที่มีสวนลำไยที่มีต้นลำไยสมบูรณ์และให้ผลผลิตสูงหรืออาศัยข้อมูลจากประสบการณ์ที่เคยปฏิบัติ ซึ่งสูตรปุ๋ยจะเป็นสูตรสำเร็จหรือปุ๋ยสั่งตัด ทำให้มีค่าใช้จ่ายปัจจัยการผลิตในส่วนนี้ค่อนข้างสูงและชาวสวนเสียค่าใช้จ่ายโดยเปล่าประโยชน์ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น การศึกษาเกี่ยวกับอัตราตลอดทั้งการจัดปุ๋ยในระบบน้ำจะช่วยให้การให้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งจะทำให้ต้นทุนจากการใช้ปุ๋ยลดลง

ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา เกษตรกรชาวสวนลำไยจังหวัดจันทบุรี ประสบปัญหาขาดแคลนแรงงานภาคเกษตรทำให้ไม่สามารถจัดการปัจจัยการผลิตในบางช่วงการพัฒนาการของลำไยได้ตามต้องการ ประกอบกับการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรต กระตุ้นการออกดอกของลำไยในบางช่วงไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากการผลิตลำไยนอกฤดูในสภาพพื้นที่จังหวัดจันทบุรีนั้นมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ผลผลิตออกมาตรงกับช่วงเดือนกุมภาพันธ์หรือมีนาคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีความต้องการสูงของตลาดส่งออก ดังนั้นเกษตรกรจะต้องทำการใช้สารโพแทสเซียม

กรมวิชาการเกษตร

คลอเรตในช่วงเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม ซึ่งตรงกับช่วงฤดูฝนทำให้พื้นที่จังหวัดจันทบุรีจะมีปริมาณฝนค่อนข้างมาก ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การออกดอกของลำไยค่อนข้างต่ำ นอกจากนี้จากสภาพอากาศที่แปรปรวนในปัจจุบัน ทำให้ผลผลิตลำไยลดลง ไม่สามารถควบคุมปริมาณผลผลิตได้เท่าที่ควร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลำไยนั้นจะมีพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ภาคเหนือและส่วนในพื้นที่ภาคตะวันออกยังมีไม่มากนัก ฉะนั้นจึงควรมีการศึกษาถึงวิธีการจัดการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้โพแทสเซียมคลอเรตในช่วงฤดูฝนและการจัดการปุ๋ยเพื่อลดปัจจัยการผลิตในสภาวะแวดล้อมปัจจุบันที่มีความแปรปรวนของสภาพอากาศเพื่อแก้ไขและลดปัญหาการผลิตลำไยนอกฤดู

ระเบียบวิธีการวิจัย

การทดลองที่ 1 การจัดการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารโพแทสเซียมคลอเรตในการชักนำการออกดอกของลำไยในฤดูฝน

ดำเนินการที่ ศูนย์พัฒนาไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก ห้วยสะพานหิน จังหวัดจันทบุรี และสถาบันวิจัยพืชสวน ตั้งแต่ตุลาคม 2561 ถึงกันยายน 2563 โดยวางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ RCB 4 กรรมวิธี

ได้ดำเนินการทดลองจำนวน 2 รอบการผลิต คือ ปีที่ 1 ระหว่างเดือน ตุลาคม 2561 ถึง มีนาคม 2562 และ ปีที่ 2 ระหว่างเดือน เมษายน 2562 ถึง กุมภาพันธ์ 2563 ดำเนินการดังนี้

1. ทำการคัดเลือกต้นลำไยเพื่อใช้ในการทดลอง เลือกต้นลำไยที่มีอายุประมาณ 10 ปีขึ้นไป มีขนาดทรงพุ่มและความสมบูรณ์ของต้นใกล้เคียงกัน จำนวน 40 ต้น

2. ทำการปฏิบัติดูแลรักษาให้ต้นมีความสมบูรณ์พร้อม โดยการจัดการตัดแต่งกิ่งเพื่อให้ต้นลำไยมีการแตกใบในระยะเดียวกัน ทำการใส่ปุ๋ยคอก (ขี้ไก่) อัตรา 20-30 กิโลกรัมต่อต้น ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 + 16-16-16

3. พ่นสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูลำไย เพื่อจัดการให้ต้นลำไยมีการแตกใบอ่อนอย่างน้อย 2 ชุด และใบชุดที่ 2 เข้าสู่ระยะใบแก่ที่มีสภาพสมบูรณ์ หรือมีอายุใบอย่างน้อย 3 สัปดาห์ เพื่อพร้อมทำการทดลองในเดือนกรกฎาคมหรือเดือนสิงหาคม

4. ดำเนินการทดลองตามกรรมวิธีที่ 1 โดยการราดสารแพคโคลบิวทราโซลใน อัตรา 2 กรัมต่อเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 1 เมตร (ก่อนการราดสารโพแทสเซียมคลอเรตครั้งแรก ประมาณ 2 อาทิตย์) โดยดำเนินการทดลองปีที่ 1 ในช่วงปลายเดือนกรกฎาคม 2561 และในการดำเนินงานปีที่ 2 ในช่วงต้นเดือนสิงหาคม

5. ดำเนินการราดสารโพแทสเซียมคลอเรต ($KClO_3$ มีสารออกฤทธิ์ไม่ต่ำกว่า 95%) ในทุกกรรมวิธี ในอัตรา 150 กรัมต่อเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่ม 1 เมตร (อัตราแนะนำของกรมวิชาการเกษตร) โดยราดลงดินเป็นวงรอบชายพุ่มเข้ามาก 50 – 100 เซนติเมตร ก่อนราดมีการเตรียมโคนต้นหรือทรงพุ่มโดยกำจัดวัชพืชและกวาดเศษใบลำไยออกนอกทรงพุ่ม โดยดำเนินการทดลองปีที่ 1 ในช่วงปลายเดือนกรกฎาคม 2561 และในการดำเนินงานปีที่ 2 ในช่วงต้นเดือนสิงหาคม

6. ดำเนินการทดลองตามกรรมวิธีที่ 2 โดยพ่นสารโพแทสเซียมคลอเรต 2,000 ppm พ่นทางใบ จำนวน 1 ครั้ง โดยพ่นครั้งที่ 1 ทำการพ่นหลังจากการราดทางดิน 3-5 วัน โดยใช้ $KClO_3$ อัตรา 400 กรัมต่อน้ำ 200 ลิตร พ่นในและนอกทรงพุ่มให้ทั่วต้นอย่างชุ่มโชก จนน้ำหยดจากใบ

7. ดำเนินการทดลองตามกรรมวิธีที่ 3 โดยพ่นสารโพแทสเซียมคลอเรต 2,000 ppm พ่นทางใบ จำนวน 3 ครั้ง โดยพ่นครั้งที่ 1 ทำการพ่นหลังจากการราดทางดิน 3 วัน พ่นทางใบครั้งที่ 2 ทำการพ่นทางใบครั้งที่ 1 3-5 วัน

กรมวิชาการเกษตร

และพ่นทางใบครั้งที่ 3 ทำการพ่นทางใบครั้งที่ 2 3-5 วัน โดยใช้ $KClO_3$ อัตรา 400 กรัมต่อน้ำ 200 ลิตร พ่นในและนอกทรงพุ่มให้ทั่วต้นอย่างชุ่มโชก จนน้ำหยดจากใบ

8. ดูแลตามตารางปฏิบัติคำแนะนำของกรมวิชาการ เพื่อให้ต้นลำไยมีการเจริญเติบโต เพื่อสามารถเก็บข้อมูลที่มีผลต่อการทดลอง

การทดลองที่ 2 การให้ปุ๋ยในระบบน้ำเพื่อลดต้นทุนการผลิตลำไย

วิธีเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 2 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 10 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น

กรรมวิธีที่ 1 ให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการของเกษตรกร

กรรมวิธีที่ 2 ให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดิน

1. เลือกสวนเกษตรกรที่มีต้นลำไยที่สมบูรณ์ให้ผลผลิตแล้ว มีอายุและขนาดใกล้เคียงกัน จำนวน 20 ต้น (อ.เขาสมิง จ.ตราด) ติดตั้งระบบน้ำ ดำเนินงานตั้งแต่ ตุลาคม 2560 ถึง กันยายน 2563 รวม 3 ปี

2. สัมภาษณ์เกษตรกรเจ้าของสวนเพื่อหาข้อมูลการใช้ปุ๋ย ในปี 2562 การให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการเกษตรกร ซึ่งมีการจัดการการให้ปุ๋ยในช่วงการพัฒนาผลและการปรับปรุงคุณภาพผล ดังนี้ ในช่วงการพัฒนาผลให้ปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15 ปริมาณ 500 กรัม/ต้น ทุก 2 อาทิตย์ จนกระทั่งก่อนเก็บเกี่ยว 1 เดือน จึงให้ปุ๋ย 12-12-17 ปริมาณ 500 กรัม/ต้น ในปี 2563 การให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการเกษตรกร ซึ่งเกษตรกรมีการปรับการให้ปุ๋ยในช่วงการพัฒนาผลและการปรับปรุงคุณภาพผล โดยให้ปุ๋ยเดือนละ 1 ครั้ง ดังนี้ ให้ปุ๋ยทางดินสูตร 21-7-14 ปริมาณ 1,000 กรัม/ต้นหลังราดสารโพแทสเซียมคลอเรต 2 เดือน สูตร 15-0-0 ปริมาณ 1,000 กรัม/ต้นหลังราดสารโพแทสเซียมคลอเรต 3 เดือน สูตร 16-16-16 ปริมาณ 1,000 กรัม/ต้นหลังราดสารโพแทสเซียมคลอเรต 4 เดือน และสูตร 15-5-20 ปริมาณ 1,000 กรัม/ต้นหลังราดสารโพแทสเซียมคลอเรต 5 และ 6 เดือน

3. วิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและนำมาคำนวณเป็นสัดส่วนของปุ๋ย N-P-K ที่ให้กับลำไยในกรรมวิธีการให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดิน จากผลวิเคราะห์ดิน ในปี 2561 สามารถคำนวณหาปริมาณ N-P-K ในระยะพัฒนาผล ผสมแม่ปุ๋ยและแบ่งใส่ทุกสัปดาห์พร้อมระบบน้ำ ดังนี้ ด้วยปุ๋ยสูตร 46-0-0 ปริมาณ 450 กรัม/ต้น/ปี สูตร 12-61-0 ปริมาณ 165 กรัม/ต้น/ปี และสูตร 0-0-60 ปริมาณ 300 กรัม/ต้น/ปี สำหรับในช่วงปรับปรุงคุณภาพผล (ก่อนเก็บเกี่ยว 1 เดือน) ผสมแม่ปุ๋ยและแบ่งใส่ทุกสัปดาห์พร้อมระบบน้ำ ด้วยปุ๋ยสูตร 46-0-0 ปริมาณ 200 กรัม/ต้น/ปี สูตร 12-61-0 ปริมาณ 75 กรัม/ต้น/ปี และสูตร 0-0-50 ปริมาณ 200 กรัม/ต้น/ปี ในปี 2562 นำผลวิเคราะห์ดินมาคำนวณหาปริมาณ N-P-K ในระยะพัฒนาผล ผสมแม่ปุ๋ยและแบ่งใส่ทุกสัปดาห์พร้อมระบบน้ำ ด้วยปุ๋ยสูตร 46-0-0 ปริมาณ 500 กรัม/ต้น/ปี สูตร 12-61-0 ปริมาณ 180 กรัม/ต้น/ปี และสูตร 0-0-60 ปริมาณ 500 กรัม/ต้น/ปี สำหรับในช่วงปรับปรุงคุณภาพผล ผสมแม่ปุ๋ยและแบ่งใส่ทุกสัปดาห์พร้อมระบบน้ำ ด้วยปุ๋ยสูตร 46-0-0 ปริมาณ 80 กรัม/ต้น/ปี สูตร 12-61-0 ปริมาณ 50 กรัม/ต้น/ปี และสูตร 0-0-50 ปริมาณ 180 กรัม/ต้น/ปี

ทั้งนี้ การจัดการปุ๋ยในช่วงเตรียมต้น ได้มีการจัดการเหมือนกันทั้งในกรรมวิธีการให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการเกษตรกรและการให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยเริ่มให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการเกษตรกรและให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดินในช่วงการพัฒนาผลและการปรับปรุงคุณภาพผล และหลักในการเลือกแม่ปุ๋ยพิจารณาจากสูตรปุ๋ยที่สามารถใช้ในระบบน้ำได้ (ตารางภาคผนวก ค-1) ความสามารถในการละลายน้ำของปุ๋ยเคมีแต่ละชนิด และความเข้ากันได้ของสารละลายธาตุอาหารในรูปของสารละลายพร้อมใช้

4. คำนวณต้นทุนการผลิต ได้แก่ ค่าวัสดุและอุปกรณ์ระบบน้ำ ค่าวัสดุปุ๋ยและสารเคมี ค่าแรงงาน และค่าสาธารณูปโภค เป็นต้น คำนวณรายได้ผลผลิต และผลตอบแทนสุทธิ

กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การทดลองที่ 1 การจัดการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารโพแทสเซียมคลอเรตในการชักนำการออกดอกของลำไยในฤดูฝน

การแตกใบอ่อนของต้นลำไย ผลการทดลองในปีที่ 1 และปีที่ 2 เป็นไปทางเดียวกัน พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้ $KClO_3$ ทางดิน + พ่น $KClO_3$ 2,000 ppm ทางใบ จำนวน 3 ครั้ง ต้นลำไยมีการแตกใบอ่อนน้อยที่สุด ซึ่งในแต่ละปีมีการแตกใบอ่อน คิดเป็น 14.4 และ 19.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และกรรมวิธีที่มีการใช้ $KClO_3$ ทางดิน + พ่น $KClO_3$ 2,000 ppm ทางใบ จำนวน 1 ครั้ง มีการแตกใบอ่อนในการทดลองปีที่ 1 และปีที่ 2 คิดเป็น 78.6 และ 36.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ส่วนการใช้ $KClO_3$ ทางดิน ร่วมกับการใช้แพคโคลบิวทราซอล ต้นลำไยมีการแตกใบอ่อนมาก ในการทดลองปีที่1 และปีที่ 2 คิดเป็น 93.5 และ 87.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมที่ต้นลำไยมีการแตกใบอ่อนในทุกต้น (ตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 เปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อนหลังให้สารโพแทสเซียมคลอเรต ($KClO_3$) หลังราดสารทางดิน 60 วัน

กรรมวิธี	การแตกใบอ่อนหลังให้สาร $KClO_3$ ทางดิน (เปอร์เซ็นต์)	
	ปี 2561	ปี 2562
$KClO_3$ ทางดิน + แพคโคลบิวทราซอล 2 g/mCD	93.5 c	87.0 a
$KClO_3$ ทางดิน + พ่น $KClO_3$ 2,000 ppm 1 ครั้ง	78.6 b	36.1 b
$KClO_3$ ทางดิน + พ่น $KClO_3$ 2,000 ppm 3 ครั้ง	14.4 a	19.8 c
วิธีควบคุม ($KClO_3$ ทางดิน)	100 c	100 a
CV. (%)	29.5%	24.7%

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

การแทงช่อดอก พบว่า ในปีที่ 1 กรรมวิธีที่มีการใช้ $KClO_3$ ทางดิน ร่วมกับการพ่น $KClO_3$ ทางใบ สามารถกระตุ้นและชักนำให้ลำไยออกดอกวันแรกที่ 40 วัน หลังจากราดสารคลอเรต ซึ่งเร็วกว่ากรรมวิธีที่มีการใช้ $KClO_3$ ทางดิน ร่วมกับการใช้แพคโคลบิวทราซอลที่มีชักนำให้ลำไยออกดอกวันแรกที่ 49 วัน หลังจากราดสารคลอเรต ซึ่งมีผลทดลองไปในทางเดียวกันกับในปีที่ 2 กรรมวิธีที่มีการใช้ $KClO_3$ ทางดิน ร่วมกับการพ่น $KClO_3$ ทางใบ สามารถกระตุ้นและชักนำให้ลำไยออกดอกวันแรกที่ 28 วัน หลังจากราดสาร คลอเรต ซึ่งเร็วกว่ากรรมวิธีที่มีการใช้ $KClO_3$ ทางดิน ร่วมกับการใช้แพคโคลบิวทราซอลที่มีชักนำให้ลำไยออกดอกวันแรกที่ 35 วัน หลังจากราดสารคลอเรต และการออกดอกเป็นลักษณะดอกปนใบทั้งหมด ในขณะที่กรรมวิธีควบคุม (ราดทางดินเท่านั้น) มีผลการทดลองทั้งปีที่ 1 และปีที่ 2 พบว่า ไม่สามารถชักนำให้ต้นลำไยออกดอกและต้นลำไยมีการแตกใบอ่อนในทุกต้น (ตารางที่ 3.2)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.2 ระยะเวลาแทงช่อดอกหลังให้สารโพแทสเซียมคลอเรต ($KClO_3$) ในแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	ระยะเวลาแทงช่อดอกหลังให้สาร $KClO_3$ ทางดิน (วัน)	
	ปี 2561	ปี 2562
$KClO_3$ ทางดิน + แพคโคลบิวทราซอล 2 g/mCD	49	35
$KClO_3$ ทางดิน + พ่น $KClO_3$ 2,000 ppm 1 ครั้ง	40	28
$KClO_3$ ทางดิน + พ่น $KClO_3$ 2,000 ppm 3 ครั้ง	49	28
วิธีควบคุม ($KClO_3$ ทางดิน)	-	-

การออกดอก ของต้นลำไยในปีที่ 1 และปีที่ 2 พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้ $KClO_3$ ทางดิน + พ่น $KClO_3$ 2,000 ppm ทางใบ จำนวน 3 ครั้ง ต้นลำไยมีการออกดอกมากที่สุด ในการทดลองปีที่ 1 และปีที่ 2 มีการออกดอก คิดเป็น 82.5 และ 69.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมา ได้แก่ กรรมวิธีที่มีการใช้ $KClO_3$ ทางดิน + พ่น $KClO_3$ 2,000 ppm ทางใบ จำนวน 1 ครั้ง ในการทดลองปีที่ 1 และปีที่ 2 มีการออกดอก คิดเป็น 19.7 และ 56.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่น ส่วนการใช้ $KClO_3$ ทางดิน ร่วมกับการใช้แพคโคลบิวทราซอล ต้นลำไยมีการออกดอกค่อนข้างน้อย ในการทดลองปีที่ 1 และปีที่ 2 มีการออกดอก คิดเป็น 6.5 และ 1.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมที่ต้นลำไยไม่มีการออกดอก (ตารางที่ 3.3)

ตารางที่ 3.3 เปอร์เซ็นต์การออกดอกหลังให้สารโพแทสเซียมคลอเรต ($KClO_3$) ทางดิน 60 วัน

กรรมวิธี	การออกดอกหลังให้สาร $KClO_3$ ทางดิน (เปอร์เซ็นต์)	
	ปี 2561	ปี 2562
$KClO_3$ ทางดิน + แพคโคลบิวทราซอล 2 g/mCD	6.5 c	1.6 b
$KClO_3$ ทางดิน + พ่น $KClO_3$ 2,000 ppm 1 ครั้ง	19.7 b	56.0 a
$KClO_3$ ทางดิน + พ่น $KClO_3$ 2,000 ppm 3 ครั้ง	82.5 a	69.6 a
วิธีควบคุม ($KClO_3$ ทางดิน)	0 c	0 b
CV. (%)	39.3%	26.4%

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

การผลิตลำไยในพื้นที่จังหวัดจันทบุรีเป็นการผลิตลำไยในรูปแบบการทำนอกฤดูทั้งหมด มีการใช้สาร $KClO_3$ เป็นสารหลักในการชักนำการออกดอก ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีและสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดอื่นเข้ามาเป็นส่วนผสมเพื่อให้เกิดความแม่นยำว่าลำไยจะออกดอกติดผลและสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตตามที่กำหนดวางแผนการผลิตไว้เพื่อให้ตรงตามความต้องการของตลาดภายในและต่างประเทศและได้ผลตอบแทนสูง ทำให้ในการผลิตลำไยในพื้นที่นี้จะมีปัจจัยสภาพแวดล้อมเข้ามาเป็นข้อจำกัดและเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึง

จากการเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ศึกษา อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี พบว่า ในปี 2561 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดใน เดือนกันยายน เท่ากับ 807.1 มิลลิลิตร เฉลี่ยต่ำสุดใน เดือนกุมภาพันธ์ เท่ากับ 8.2 มิลลิลิตร

กรมวิชาการเกษตร

และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี เท่ากับ 2,992.4 มิลลิลิตร มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยทั้งปี อยู่ระหว่าง 31.5 – 36.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยทั้งปี อยู่ระหว่าง 16.0 – 22.8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพันธ์ในบรรยากาศสูงสุดเฉลี่ยทั้งปี อยู่ระหว่าง 91 – 98 เปอร์เซ็นต์ ต่ำสุดเฉลี่ยทั้งปี อยู่ระหว่าง 56 – 78 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2562 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดใน เดือนกันยายน เท่ากับ 903.7 มิลลิลิตร เฉลี่ยต่ำสุดใน เดือนกุมภาพันธ์ เท่ากับ 10.2 มิลลิลิตร ส่วนเดือนมกราคมและธันวาคม ไม่มีฝนตก และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี เท่ากับ 3,817.3 มิลลิลิตร มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยทั้งปี อยู่ระหว่าง 30.7 – 36.7 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยทั้งปี อยู่ระหว่าง 16.8 – 23.7 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพันธ์ในบรรยากาศสูงสุดเฉลี่ยทั้งปี อยู่ระหว่าง 89 – 97 เปอร์เซ็นต์ ต่ำสุดเฉลี่ยทั้งปี อยู่ระหว่าง 50 – 77 เปอร์เซ็นต์ (สถานีตรวจอากาศพลิ้ว, 2563) ส่วนข้อมูลปริมาณน้ำฝนในแปลงทดลองที่ศูนย์พัฒนาไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก ห้วยสะพานหิน จังหวัดจันทบุรี พบว่า ในปี 2561 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดใน เดือนกรกฎาคม เท่ากับ 846.0 มิลลิลิตร เฉลี่ยต่ำสุดใน เดือนพฤศจิกายน เท่ากับ 25.0 มิลลิลิตร และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี เท่ากับ 325.0 มิลลิลิตร และมีจำนวนวันที่ฝนตกมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม จำนวน 30 วัน น้อยที่สุดในเดือนธันวาคมเท่ากับ 4 วัน และในปี 2562 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดใน เดือนสิงหาคม เท่ากับ 839.0 มิลลิลิตร เฉลี่ยต่ำสุดใน เดือนมกราคม เท่ากับ 15.0 มิลลิลิตร และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี เท่ากับ 298.0 มิลลิลิตร และมีจำนวนวันที่ฝนตกมากที่สุดในเดือนสิงหาคม จำนวน 28 วัน น้อยที่สุดในเดือนมกราคมเท่ากับ 1 วัน และในเดือนธันวาคมไม่มีฝนตก ซึ่งจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาดังกล่าว จะเห็นได้ว่าในพื้นที่ศึกษามีปริมาณฝนค่อนข้างมากในช่วงระยะเวลาดำเนินการทดลอง

การกระตุ้นหรือการชักนำการออกดอกโดยการใช้สาร $KClO_3$ เนื่องจากหนึ่งในปัจจัยหลักที่ทำให้ประสบความสำเร็จในการใช้คลอเรต คือ ต้นลำไยต้องมีความสมบูรณ์ ต้องมีการเตรียมต้นลำไยให้มีความพร้อม ให้ต้นลำไยมีระยะใบที่อยู่ในช่วงเหมาะสม ต้องอยู่ในระยะใบแก่หรือใบเพสลาดขึ้นไป ซึ่งมีงานวิจัยที่ผ่านมาที่ได้ยืนยันว่าต้นลำไยมีการตอบสนองต่อสาร $KClO_3$ ได้ดีในระยะใบแก่ พาวินและคณะ (2542) รายงานว่า การให้สาร $KClO_3$ ในระยะใบแก่สามารถชักนำให้ลำไยออกดอกได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การให้ในระยะใบอ่อนสามารถชักนำการออกดอกได้เพียง 6.7 เปอร์เซ็นต์ (หลังจากการให้สาร 60 วัน) ส่วนการให้สาร $KClO_3$ ในระยะใบอ่อน ลำไยจะออกดอกได้น้อยกว่าและช้ากว่าการให้ในระยะใบแก่ (ชิติ และคณะ, 2542) ส่วนสาเหตุที่ต้นลำไยที่อยู่ในระยะใบอ่อนตอบสนองต่อสาร $KClO_3$ ได้ไม่ดี คาดว่าใบอ่อนมีสารยับยั้งการออกดอก ถ้าปลิดใบอ่อนออกและให้สาร $KClO_3$ พบว่าลำไยสามารถออกดอกได้ดีเท่ากับระยะใบแก่ (พาวิน และคณะ, 2545) ทำให้ในปัจจุบันเกษตรกรมีความนิยมใช้สารแพคโคลบิวทราซอลมาช่วยในการยับยั้งการแตกใบอ่อนกันอย่างแพร่หลาย

จากผลการศึกษาของการแตกใบอ่อนของลำไย ในกรรมวิธีการให้สารแพคโคลบิวทราซอลก่อนมีการชักนำด้วยสารคลอเรตทางดิน มีเปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อนค่อนข้างสูง เท่ากับ 87-93 เปอร์เซ็นต์ (ปีที่ 1 และปีที่ 2) และไม่แตกต่างจากวิธีควบคุม ซึ่งแตกต่างจาก พิจิตร และคณะ (2555) ได้ทำการศึกษาการบังคับลำไยไม่ให้แตกใบอ่อนในช่วงฤดูฝน พบว่า การพ่นสารแพคโคลบิวทราซอล อัตรา 400 ppm จำนวน 1 ครั้ง 2 ครั้ง และ 3 ครั้ง ห่างกัน 1 สัปดาห์ ให้เปอร์เซ็นตการแตกใบอ่อนเท่ากับ 16.3, 13.8 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วน นภดล (2557) พบว่า ต้นลำไยที่ได้รับสารแพคโคลบิวทราซอลด้วยการราดทางดินในอัตรา 2 กรัมต่อเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 1 เมตร ให้เปอร์เซ็นต์การออกดอกเป็นช่อดอกล้วนและปริมาณผลผลิตลำไยต่อต้นมากที่สุดเมื่อเทียบกับการพ่นสารทางใบและชุดควบคุม แต่จากผลการทดลองในครั้งนี้ที่พบว่าการให้สารแพคโคลบิวทราซอลไม่สามารถยับยั้งการแตกใบอ่อนของลำไยได้ ทั้งอาจเนื่องมาจากในพื้นที่ศึกษามีปริมาณฝนค่อนข้างมาก จากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาดังที่กล่าวไว้ข้างต้น จะเห็นได้ว่า ในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม มีฝนตกเกือบทุกวัน (จำนวนวันฝนตกประมาณ 29-30 วัน) ทำให้มีปริมาณฝนและความชื้นสัมพันธ์ค่อนข้างสูงหลังจากการราดสารแพคโคลบิวทราซอล ทำให้สารแพคโคลบิวทราซอลซึ่งเป็นสารที่อยู่ในกลุ่มสารประกอบไทรอะโซล (triazole) มีกลไกการทำงานใน

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

การยับยั้งการสังเคราะห์ฮอร์โมนจิบเบอเรลลินในพืชจึงมีผลชะลอการแบ่งเซลล์และการยืดยาวของเซลล์บริเวณใต้ปลายยอดนั้น ซึ่งส่งผลโดยตรงกับแตกใบอ่อน ไม่สามารถทำงานได้ จึงทำให้ต้นลำไยแตกใบอ่อน (พัชรียา, 2560)

ส่วนผลของการชักนำให้ต้นลำไยออกดอกในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า การให้ $KClO_3$ ทางดิน ร่วมกับการพ่นทางใบด้วย $KClO_3$ อัตรา 2,000 ppm ให้ผลการออกดอกที่ดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญ โดยการพ่นทางใบ จำนวน 3 ครั้ง แสดงเปอร์เซ็นต์การออกดอกที่มากที่สุด ซึ่งเป็นในทิศทางเดียวกับการศึกษาในลำไยเพื่อกระตุ้นการออกดอกนอกฤดูในฤดูฝน พบว่า การใช้ $KClO_3$ ร่วมกับการพ่นทางใบด้วย 0-52-34 ผสมเอทิฟอน สามารถกระตุ้นให้ต้นลำไยออกดอกได้หลังราด 21 วัน และมีการออกดอกร้อยละ 86 มีลักษณะเป็นช่อดอกล้วนทั้งหมด (วิชชุดา, 2556) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากต้นลำไยที่ได้รับสารคลอเรตหรือสารควบคุมการเจริญเติบโตโดยการพ่นซ้ำ สามารถทดแทนจากการชะล้างหรือความเข้มข้นของสารคลอเรตที่ลดลงโดยน้ำฝน ซึ่งจากการศึกษาการเคลื่อนที่และผลตกค้างของสารคลอเรตในดิน พบว่า การเคลื่อนที่ของสารคลอเรตจะไปกับน้ำได้ดีเมื่อถูกน้ำชะล้าง แต่การกระจายตัวของสารคลอเรตที่ถูกน้ำชะในปริมาณเท่ากันจะมีความแตกต่างระหว่างดินชนิดต่างกัน โดยดินที่อุ้มน้ำได้มาก เช่น ดินเหนียว จะทำให้สารคลอเรตแพร่ลงดินได้ลึกน้อยกว่าดินที่อุ้มน้ำได้น้อย และสารคลอเรตจะไม่ถูกตรึงในดินที่เป็นชนิดไม่อุ้มน้ำ (สมชาย และคณะ,2544) ส่วนเปอร์เซ็นต์การติดผลในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ต้นลำไยในทุกกรรมวิธีทดลองมีการติดผลค่อนข้างต่ำ อาจเนื่องมาจากการเกิดฝนตกอย่างต่อเนื่องในช่วงหลังการชักนำการออกดอกด้วยสาร $KClO_3$.ซึ่งจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาได้แสดงให้เห็นถึงปริมาณน้ำฝนที่มีปริมาณค่อนข้างสูงและจำนวนวันที่ฝนตกเกือบทุกวันในช่วงเวลาดำเนินการทดลอง ทำให้ความชื้นในอากาศค่อนข้างสูง ต้นลำไยจึงเกิดการแตกใบอ่อนแทนการเกิดตาดอก ทำให้เปอร์เซ็นต์การออกดอกค่อนข้างต่ำ อีกทั้งยังเกิดการร่วงของดอก เนื่องจากในช่วงการออกดอกนั้น ในพื้นที่ศึกษามีสภาพอากาศที่แปรปรวน มีลมแรง ฝนตกติดต่อกัน ทำให้ดอกลำไยเกิดการร่วงค่อนข้างมาก ส่งผลให้การติดผลค่อนข้างน้อยนั้นเอง

ทั้งนี้กลไกการทำงานของสารคลอเรตยังไม่สามารถพิสูจน์ได้อย่างแน่นอน เพียงแต่มีรายงานจากการศึกษาเกี่ยวกับกลไกการทำงานของสาร $KClO_3$ ที่สามารถกระตุ้นและชักนำทำให้ต้นลำไยออกดอก พบว่า สาร $KClO_3$ ละลายน้ำจะแตกตัวให้โพแทสเซียมอิออน (K^+) และคลอเรตอิออน (ClO^-_3) สารคลอเรตเมื่อถูกดูดซึมและลำเลียงเข้าสู่รากผ่านทางลำต้น และโดยปกติในรากและใบพืชจะมีการใช้ธาตุไนโตรเจนที่เกิดจากกระบวณการสังเคราะห์เอนไซม์ที่เรียกว่า ไนเตรทรีดักเตส (Nitrate reductase) จากโครงสร้างของไนเตรต (NO^-_3) และอนุมูลคลอเรต (ClO^-_3) ซึ่งคล้ายคลึงกัน ทำให้เอนไซม์ไนเตรตรีดักเตสสามารถจับอนุมูลคลอเรตได้และมีความสามารถในการทำปฏิกิริยารีดักชั่นได้ดีกว่าไนเตรท (NO^-_3) ทำให้เปลี่ยนเป็นไปยับยั้งและอัตราการทำงานของเอนไซม์ไนเตรทรีดักเตสภายใต้ต้นพืชลดลง ส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนลดลงในขณะที่พืชยังสามารถสร้างคาร์โบไฮเดรตได้ตามปกติ ทำให้อัตราส่วน C/N ห่างกันอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้พืชมีการชะงักการเจริญเติบโตทางกิ่งใบและสามารถออกดอกได้ (ธนะชัย, 2542) ทั้งนี้ ดรุณี และคณะ (2553) ได้กล่าวถึงกลไกการทำงานของสารคลอเรต ว่า เมื่อราด $KClO_3$ ทางดิน อนุมูลคลอเรตจะแข่งขันกับอนุมูลไนเตรทเข้าสู่รากพืช ซึ่งมีผลต่อปริมาณไซโตไคนินที่เพิ่มขึ้นอย่างมากในยอด ซึ่งอาจมาจากอนุมูลคลอเรตเคลื่อนที่ไปสู่ใบและยอด และมีการสร้างไซโตไคนินที่ยอด ส่วนในใบ สาร $KClO_3$ จะไปมีผลต่อการลดลงของกิจกรรมเอนไซม์ไนเตรทรีดักเตสและคาร์โบไฮเดรต และอาจมีสัญญาณบางอย่างจากใบส่งไปที่ยอด ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมดุลของฮอร์โมนไซโตไคนินและฮอร์โมนออกซิน ซึ่งหากอัตราส่วนของฮอร์โมนดังกล่าวสูงนั้นจะส่งผลให้ยอดจะพัฒนาไปเป็นดอก และถ้ามีอัตราส่วนต่ำ ตายอดจะไม่มีการพัฒนาไปเป็นดอกนั่นเอง

สำหรับการบังคับดอกลำไยในช่วงฤดูฝนที่ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควรนั้น อาจมีเนื่องมาจากพื้นที่ศึกษานั้น ในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคมจะเป็นเดือนที่มีปริมาณฝนมากและมีจำนวนวันที่ฝนตกเกือบทุกวัน ซึ่งจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาแสดงให้เห็นถึงปริมาณฝนที่มาก และมีความชื้นสัมพันธ์ในบรรยากาศที่ค่อนข้างสูง ทำให้เมื่อมี

กรมวิชาการเกษตร

การใช้สาร $KClO_3$ แล้วเกิดมีฝนตกลงมาจะทำให้ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาชะล้างสารบางส่วนไหลพ้นจากรากหรือทำให้ความเข้มข้นของสารลดลง มีผลทำให้การออกดอกน้อยลงด้วย (Manochai *et al*., 2001) นอกจากนี้ในช่วงฤดูฝนจะมีเมฆหนาทึบ จะมีช่วงเวลาที่ท้องฟ้าปิดเป็นส่วนใหญ่ ทำให้การออกดอกของลำไยได้ไม่ดีแม้ว่าจะให้สารคลอเรตในปริมาณมากขึ้นก็ตาม เนื่องจากแสงแดดไม่พอและส่งผลต่อความเข้มของแสงน้อยลงไปด้วย ซึ่งความเข้มของแสงก็มีบทบาทสำคัญต่อการตอบสนองของต้นลำไยต่อสารคลอเรต ถ้าต้นลำไยได้รับแสงน้อยลง จะมีอัตราการสังเคราะห์แสงลดลงและมีการออกดอกลดลงด้วย (สุภาวดี และคณะ,2544) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับบุญชาติ และคณะ (2551) ได้ศึกษาพบว่า การให้สาร $KClO_3$ ในเดือนสิงหาคมและกุมภาพันธ์จะออกดอกน้อยกว่าการให้สารในเดือนตุลาคม ธันวาคม เมษายน และมิถุนายน และจากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ พบว่า ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์จะมีความสัมพันธ์กับระยะการแทงช่อดอก

ผลการศึกษาการจัดการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้สาร $KClO_3$ ในการผลิตลำไยระหว่างฤดูฝนในครั้งนี้ พบว่า ผลของการศึกษาในส่วนของการออกดอก ติดผล ยังไม่สามารถเปรียบเทียบกับการผลิตทางการค้าได้ อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาดังกล่าวอาจสามารถอธิบายถึงประสิทธิภาพในการออกดอกที่เปรียบเทียบกับต้นทุนการผลิต ซึ่งหากเทียบแล้ววิธีการเกษตรกรผู้ปลูกลำไยทางการค้าในเขตจันทบุรีและจังหวัดตราด จะมีการใช้สารคลอเรต จำนวน 6-7 ครั้ง จะมีในส่วนของต้นทุนการผลิตเฉพาะในส่วนของการใช้สารเคมีในช่วงชักนำการออกดอก ประมาณ 13,400 บาท ในขณะที่หากมีการใช้สารคลอเรตจำนวนน้อยครั้งลง ก็จะสามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ได้ อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาเห็นได้ว่า การใช้สารคลอเรต โดยใช้พ่นทางใบจำนวน 3 ครั้ง ก็สามารถที่จะชักนำให้ลำไยออกดอกได้ ทั้งนี้ ปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศมีอิทธิพลต่อการออกดอกของลำไยในฤดูฝนมากกว่าการใช้สาร $KClO_3$ ดังนั้นการใช้ สารคลอเรตต้องมีการวางแผนวิธีการใช้ เวลาที่เหมาะสม ตลอดทั้งความพร้อมของต้นลำไย เพื่อให้การใช้สาร $KClO_3$ มีประสิทธิภาพที่สุด

การทดลองที่ 2 การให้ปุ๋ยในระบบน้ำเพื่อลดต้นทุนการผลิตลำไย

จากผลการวิเคราะห์ดิน ในปีที่ 1 พบว่า มีปริมาณอินทรียวัตถุ 3.66% ปริมาณฟอสฟอรัส 118 มก./กก. โพแทสเซียม 224 มก./กก. แคลเซียม 1,095 มก./กก. แมกนีเซียม 250 มก./กก. Extractable Zn 1.86 มก./กก. Extractable Mn 7.36 มก./กก. Extractable Fe 196.68 มก./กก. Extractable Cu 2.60 มก./กก. Extractable B 2.69 มก./กก. ดินที่ปลูกลำไยควรเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพ ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง คือ ดินที่ให้ปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นแก่พืชได้ทุกธาตุอย่างเพียงพอและไม่มากเกินไป จากผลวิเคราะห์ดินในปีที่ 1 มีอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และเหล็กมากเกินไป ขณะที่ปริมาณจุลธาตุต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสมากเกินไป ซึ่งฟอสฟอรัสจะทำปฏิกิริยาตกตะกอนกับจุลธาตุ โดยเฉพาะสังกะสี เหล็ก และแมงกานีส ทำให้พืชดูดจุลธาตุเหล่านี้ไปใช้ไม่ได้ การมีปริมาณโพแทสเซียมมากเกินไปจะจำกัดการดูดแมกนีเซียมและแคลเซียมของรากพืช ส่งผลให้พืชดูดธาตุแมกนีเซียมและแคลเซียมลดลง (นันทรัตน์; ปฏิภาณ, 2555)

หลังจากได้มีการให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่สอดคล้องกับปริมาณผลผลิตที่ต้องการ (70 กก./ต้น/ปี) และขนาดทรงพุ่ม (รัศมี 3.5 เมตร) จากการวิเคราะห์ดินในปีที่ 2 พบว่า มีปริมาณอินทรียวัตถุ 2.62% ปริมาณฟอสฟอรัส 84 มก./กก. โพแทสเซียม 149 มก./กก. แคลเซียม 620 มก./กก. แมกนีเซียม 186 มก./กก. Extractable Zn 2.20 มก./กก. Extractable Mn 13.17 มก./กก. Extractable Fe 171.06 มก./กก. Extractable Cu 4.12 มก./กก. Extractable B 2.11 มก./กก. ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงค่ามาตรฐานหรือใกล้เคียงค่ามาตรฐานปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมในดินทั่วๆ ไป ของประเทศไทยมากขึ้น (ตารางที่ 3.4) ขณะที่กรรมวิธีของเกษตรกรมีให้ปุ๋ย

กรมวิชาการเกษตร

เกินความต้องการของพืช ซึ่งจะยิ่งส่งผลมีปริมาณธาตุอาหารที่เกินความจำเป็นและมีความสัมพันธ์กันแบบปฏิปักษ์ (Antagonistic relationship) ทำให้พืชดูดธาตุอาหารไปใช้ได้ไม่เต็มที่

ตารางที่ 3.4 แสดงผลสมบัติทางกายภาพและเคมีที่เหมาะสมในดินทั่วๆ ไป และการวิเคราะห์ดินจากสวนเกษตรกร อ.เขาสมิง จ.ตราด ในปีที่ 1 และ 2

ปริมาณธาตุอาหาร		ไทย[1]	ปีที่ 1 (2561)	ปีที่ 2 (2562)
ความเป็นกรด ด่าง (pH)		5.5-6.5	5.9	5.4
% ขนาดอนุภาค	ทราย	-	38	34
	ทรายแป้ง	-	20	25
	ดินเหนียว	-	42	41
เนื้อดิน		-	ดินเหนียว	ดินเหนียว
อินทรียวัตถุ (%)		2.0-3.0	3.66	2.62
ความเค็ม (EC 1:5)		-	0.08	0.08
ฟอสฟอรัส (มก./กก.)		35-60	118	84
โพแทสเซียม (มก./กก.)		100-120	224	149
แคลเซียม (มก./กก.)		800-1,500	1,095	620
แมกนีเซียม (มก./กก.)		250-450	250	186
Total P (%)		-	0.06	0.05
Extractable Zn (mg kg^{-1})		3-15	1.86	2.20
Extractable Mn (mg kg^{-1})		20-60	7.36	13.17
Extractable Fe (mg kg^{-1})		60-70	196.68	171.06
Extractable Cu (mg kg^{-1})		3-5	2.60	4.12
Extractable SO_4^{-2} (mg kg^{-1})		-	9.39	25.95
Extractable B (mg kg^{-1})		4-6	2.69	2.11

ที่มา: 1 ยุทธนาและคณะ, 2545

ในด้านปริมาณและคุณภาพผลผลิต ปี 2562 พบว่า การให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการเกษตรกรและการให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดินมีปริมาณผลผลิต เกรดผลขนาดใหญ่ เกรดผลขนาดเล็ก น้ำหนักเฉลี่ยของผล ความแน่นเนื้อและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.5-3.6) โดยการให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการเกษตรกร มีปริมาณผลผลิต 27.30 กิโลกรัม/ต้น เกรดผลขนาดใหญ่ 79.32% เกรดผลขนาดเล็ก 20.68% น้ำหนักเฉลี่ยของผล 10.63 กรัม ความแน่นเนื้อ 1.43 นิวตัน และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 19.29 °Brix ขณะที่การให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณผลผลิต 33.13 กิโลกรัม/ต้น เกรดผลขนาดใหญ่ 78.89% เกรดผลขนาดเล็ก 21.11% น้ำหนักเฉลี่ยของผล 11.50 กรัม ความแน่นเนื้อ 1.61 นิวตัน และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 18.91 °Brix ทั้งนี้ อาจเนื่องจากการปรับการให้ปุ๋ยโดยทั่วไปแล้วต้องใช้เวลาและไม่ค่อยเห็นผลในปีแรก โดยเฉพาะในแปลงเกษตรกรที่มีการให้ปุ๋ยที่มากเกินความต้องการของพืช จึงต้องรอให้พืชมีการออกดอก-ติดผล ใช้ธาตุอาหารส่วนที่เกินก่อน ประกอบกับในช่วงที่ทำการราดสารโพแทสเซียมคลอเรตในวันที่ 16 มิถุนายน 2561 จากการเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา สถานีตรวจอากาศพลิ้ว พบว่า ในปี2561 เดือนมิถุนายนเป็นเดือนที่มีจำนวนวันที่มีฝนตกมากที่สุดถึง 28 วัน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ที่ 536.2 มิลลิลิตร อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยทั้งปี 31.5-36.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยทั้งปีอยู่ระหว่าง 16.0-22.5 องศาเซลเซียส

กรมวิชาการเกษตร

ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศสูงสุดเฉลี่ยทั้งปีอยู่ระหว่าง 88-98 เปอร์เซ็นต์ ต่ำสุดเฉลี่ยทั้งปีอยู่ระหว่าง 61-82 เปอร์เซ็นต์ การที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตกมาก ส่งผลให้ต้นลำไยมีการแตกใบอ่อนมากกว่า 50 % และมีการออกดอกได้น้อย ซึ่งจากการทดลองในปี 2561 พบว่า ลำไยมีการออกดอกเพียง 40-50% ของทุกต้น ส่งผลให้ต้นลำไยนำอาหารส่วนหนึ่งไปเลี้ยงใบอ่อน จึงทำให้ไม่เกิดความแตกต่างระหว่างสองกรรมวิธี อย่างไรก็ตาม การให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดินมีแนวโน้มที่มีปริมาณผลผลิตมากกว่าการให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการเกษตรกร

สำหรับในปี 2563 กรรมวิธีที่ให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดินมีปริมาณผลผลิต เกรดผลขนาดใหญ่ เกรดผลขนาดเล็ก และน้ำหนักเฉลี่ยของผลมากกว่ากรรมวิธีที่ให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดินมีปริมาณผลผลิต 97.84 กิโลกรัม/ต้น เกรดผลขนาดใหญ่ 91.47% เกรดผลขนาดเล็ก 8.53% น้ำหนักเฉลี่ยของผล 11.19 กรัม ขณะที่การให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการเกษตรกรมีปริมาณผลผลิต 59.81 กิโลกรัม/ต้น เกรดผลขนาดใหญ่ 70.10% เกรดผลขนาดเล็ก 29.9% น้ำหนักเฉลี่ยของผล 9.32 กรัม ขณะที่ ความแน่นเนื้อและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ทั้ง 2 กรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.5-3.6) ทั้งนี้ น่าจะเป็นผลมาจากการปรับการให้ปุ๋ยเป็นปีที่ 2 ดังจะเห็นได้จากผลวิเคราะห์ดินในปีที่ 2 มีปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชดีขึ้น จึงเห็นผลมากขึ้น ร่วมกับการที่เกษตรกรเลื่อนการราดสารโพแทสเซียมคลอเรตมาเป็นช่วงปลายฤดูฝน คือ เดือนตุลาคม ซึ่งมีจำนวนวันที่มีฝนตกมากที่สุดถึง 9 วัน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ที่ 42.1 มิลลิลิตร อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยทั้งปี 32.5-35.7 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยทั้งปีอยู่ระหว่าง 16.8-23.7 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศสูงสุดเฉลี่ยทั้งปีอยู่ระหว่าง 83-98 เปอร์เซ็นต์ ต่ำสุดเฉลี่ยทั้งปีอยู่ระหว่าง 52-83 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ลำไยออกดอกถึง 90-95% ของทุกต้น จึงทำให้เห็นความแตกต่างของกรรมวิธีทั้งสองมากขึ้น โดยจะเห็นได้ว่า การให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดินมีแนวโน้มที่เพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิตลำไย เมื่อเปรียบเทียบกับการที่ให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการเกษตรกร สามารถเพิ่มปริมาณได้ 40% และคุณภาพผลผลิตเพิ่มขึ้น 20% ทั้งนี้ น่าจะเกิดจากเกษตรกรให้ปุ๋ยในปริมาณที่มากเกินความต้องการของพืช โดยจะเห็นได้จากผลวิเคราะห์ดินในปี 2562 แม้การให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดินจะให้ปุ๋ยในปริมาณที่น้อยกว่ากรรมวิธีของเกษตรกรก็ตาม ก็ยังพบว่าธาตุอาหารบางชนิด ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ก็ยังคงเกินเกณฑ์มาตรฐานปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสม ดังนั้นในกรรมวิธีของเกษตรกรจึงเป็นไปได้ว่าอย่างยิ่งทำให้มีธาตุอาหารที่เกินค่ามาตรฐานมากกว่า ส่งผลให้ต้นลำไยดูดธาตุอาหารบางชนิดได้ลดลง เมื่อต้นลำไยไม่สามารถใช้ปุ๋ยได้อย่างเต็มที่ จึงส่งผลให้ได้ปริมาณและคุณภาพน้อยกว่ากรรมวิธีที่ให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดิน รวมถึงการให้ปุ๋ยที่ละน้อยแต่บ่อยครั้งในกรรมวิธีที่ให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดิน ยิ่งส่งเสริมให้พืชมีการนำธาตุอาหารไปใช้ได้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้น จึงเห็นได้ว่าการให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดินมีแนวโน้มที่เพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิตลำไยได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยด้านการให้ปุ๋ยในระบบน้ำที่ผ่านมา จิรพงษ์และอุบล (2003) พบว่า การให้ปุ๋ยในระบบน้ำอัตรา 600-250-750 กรัม N-P_2O_5-K_2O/ต้น/ปี ให้ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ปริมาณใบต่อต้น ปริมาณผลผลิตลำไย สูงกว่าการใส่ปุ๋ยทางดินอัตรา 900-375-1,125 กรัม N-P_2O_5-K_2O/ต้น/ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Porro *et al*. (2013) พบว่า การให้ปุ๋ยในระบบน้ำสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยและคุณภาพผลแอปเปิ้ลได้เมื่อเทียบกับการให้ปุ๋ยทางดิน Alva *et al*. (1998; 2003) ศึกษาในส้ม 'Valencia' บนต้นตอ 'Rough lemon' พบว่า ในระยะเวลา 4 ปี การให้ปุ๋ยในระบบน้ำสามารถเพิ่มผลผลิตส้ม ได้ 11% เมื่อเทียบกับการให้ปุ๋ยทางดิน

สำหรับค่าใช้จ่ายการผลิตและผลตอบแทนการผลิตลำไยทั้ง 2 ปี โดยบันทึกค่าวัสดุและอุปกรณ์ระบบน้ำ ค่าวัสดุปุ๋ยและสารเคมี ค่าใช้จ่ายแรงงาน ค่าสาธารณูปโภค รายได้ผลผลิต และผลตอบแทนสุทธิ พบว่า กรรมวิธีที่

ให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดินเฉลี่ย 2 ปี มีค่าใช้จ่าย 38,513 บาท/ไร่ (ค่าวัสดุและอุปกรณ์ระบบน้ำ 4,000 บาท ค่าปุ๋ยเคมี 9,083 บาท ค่าสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช 1,400 บาท ค่าแรงงานการตัดแต่งกิ่ง 1,500 บาท ค่าฉีดพ่นสารเคมี 7,680 บาท ค่าเก็บเกี่ยว 8,644 บาท และค่าไฟฟ้า 1,750 บาท) รายได้ผลผลิต 81,639 บาท/ไร่ ผลตอบแทนสุทธิ 43,126 บาท/ไร่ ขณะที่การให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการเกษตรกรเฉลี่ย 2 ปี มีค่าใช้จ่าย 36,780 บาท/ไร่ (ค่าวัสดุและอุปกรณ์ระบบน้ำ 3,000 บาท ค่าปุ๋ยเคมี 12,750 บาท ค่าสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช 1,400 บาท ค่าแรงงานการตัดแต่งกิ่ง 1,500 บาท ค่าฉีดพ่นสารเคมี 7,680 บาท ค่าเก็บเกี่ยว 8,700 บาท และค่าไฟฟ้า 1,750 บาท) รายได้ผลผลิต 59,960 บาท/ไร่ ผลตอบแทนสุทธิ 23,180 บาท/ไร่ (ตารางที่ 3.7) จะเห็นได้ว่าเกษตรกรใช้ปุ๋ยสูตรสำเร็จเป็นส่วนใหญ่ซึ่งมีราคาแพง และใช้ในปริมาณที่มากเกินความจำเป็น จึงทำให้มีต้นทุนในการผลิตสูง ได้ผลตอบแทนต่ำ ในขณะที่การให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำใช้แม่ปุ๋ยและให้ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสมต่อความต้องการของพืช และระบบที่ใช้ในการติดตั้งระบบน้ำมีราคาไม่แพงนัก จึงทำให้กรรมวิธีที่ให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำมีต้นทุนที่ต่ำกว่า ได้ผลตอบแทนที่สูงกว่า ทั้งนี้ การให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดินสามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีได้ถึง 30% อย่างไรก็ตาม ผลตอบแทนไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับปริมาณ คุณภาพ และราคาผลผลิตที่เกษตรกรขายได้

ตารางที่ 3.5 ปริมาณผลผลิต เปอร์เซ็นต์เกรดผลขนาดใหญ่และเล็กของผลผลิตลำไยแต่ละกรรมวิธี ในปี 2562 และ 2563

กรรมวิธี	ปริมาณผลผลิต (กิโลกรัม/ต้น)		เกรดผลขนาดใหญ่ (%)		เกรดผลขนาดเล็ก (%)	
	ปี 2562	ปี 2563	ปี 2562	ปี 2563	ปี 2562	ปี 2563
ให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการของเกษตรกร	27.30	59.81	79.32	70.10	20.68	29.90
ให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดิน	33.13	97.84	78.89	91.47	21.11	8.53
T-test	ns	**	ns	**	ns	**

หมายเหตุ 1. ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

2. เนื่องจากเกษตรกรขายผลผลิตแบบคละเกรด โดยแบ่งออกเป็น 2 เกรด ดังนี้ 1. เกรดผลขนาดใหญ่ในที่นี้คือ ขนาดผลเบอร์ 1-4 ส่วนเกรดผลขนาดเล็กคือ ขนาดผลเบอร์ 5-6 ผลแตก และผลร่วง ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร (2551)

ตารางที่ 3.6 น้ำหนักเฉลี่ยของผล ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำของผลผลิตลำไยแต่ละกรรมวิธี ในปี 2562 และ 2563

กรรมวิธี	น้ำหนักเฉลี่ยของผล (กรัม)		ความแน่นเนื้อ (นิวต้น)		ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (°Brix)	
	ปี 2562	ปี 2563	ปี 2562	ปี 2563	ปี 2562	ปี 2563
ให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการของเกษตรกร	10.63	9.32	1.43	1.54	19.29	16.82
ให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดิน	11.50	11.19	1.61	1.62	18.91	17.92
T-test	ns	*	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.7 ค่าใช้จ่ายการผลิตและผลตอบแทนการผลิตลำไยที่ทำการให้ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกรและตามค่าวิเคราะห์ดินทางระบบน้ำ (ค่าเฉลี่ยต่อไร่/ปี)

รายการ	ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร (ทางดิน)			ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินทางระบบน้ำ		
	ปี 2562	ปี2563	ค่าเฉลี่ย	ปี 2562	ปี2563	ค่าเฉลี่ย
1. ค่าวัสดุและอุปกรณ์ระบบน้ำ (เฉลี่ยการใช้งาน 5ปี)						
1.1 อุปกรณ์ระบบน้ำ	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
1.2 อุปกรณ์จ่ายปุ๋ย	-	-		1,000	1,000	1,000
รวม	3,000	3,000	3,000	4,000	4,000	4,000
2. ค่าวัสดุปุ๋ยและสารเคมี						
2.1 ปุ๋ยเคมี ก่อนและราดสารโพแทสเซียมคลอเรต						
15-15-15 300 กก./ไร่/6เดือน (1 กก./ต้น = 20 บาท)	6,000	-	-	6,000	-	-
15-0-0 50 กก./ไร่/เดือน (1 กก./ต้น = 14 บาท)	-	700	-	-	700	-
16-16-16 150 กก./ไร่/3เดือน (1 กก./ต้น = 21 บาท)	-	3,150	-	-	3,150	-
15-5-20 100 กก./ไร่/2เดือน (1 กก./ต้น = 30 บาท)	-	3,000	-	-	3,000	-
สารโพแทสเซียมคลอเรต (350 ก./ต้น = 20 บาท)	1,000	1,000	-	1,000	1,000	-
รวม	7,000	7,850	7,425	7,000	7,850	7,425
หลังราดสารโพแทสเซียมคลอเรต						
15-15-15 200 กก./ไร่/4เดือน (500 ก./ต้น = 10 บาท)	4,000	-	-	-	-	-
12-12-17 50 กก./ไร่/เดือน (500 ก./ต้น = 11.5 บาท)	1,150		-	-	-	-
21-7-14 50 กก./ไร่/เดือน (1 กก./ต้น = 15 บาท)	-	750	-	-	-	-
15-0-0 50 กก./ไร่/เดือน (1 กก./ต้น = 14 บาท)	-	700	-	-	-	-
16-16-16 50 กก./ไร่/เดือน (1 กก./ต้น = 21 บาท)	-	1,050	-	-	-	-
15-5-20 100 กก./ไร่/2เดือน (1 กก./ต้น = 30 บาท)	-	3,000	-	-	-	-
46-0-0 32.5 กก./ไร่/ปี (650 ก./ต้น/ปี = 8 บาท)	-	-	-	400	-	-
12-61-0 12 กก./ไร่/ปี (240 ก./ต้น/ปี = 15.36 บาท)	-	-	-	768	-	-
0-0-60 15 กก./ไร่/ปี (300 ก./ต้น/ปี = 3.75 บาท)	-	-	-	188	-	-
0-0-50 10 กก./ไร่/2เดือน (200 ก./ต้น/ปี = 5.90 บาท)	-	-	-	295	-	-
46-0-0 29 กก./ไร่/ปี (580 ก./ต้น/ปี = 7 บาท)	-	-	-	-	350	-
12-61-0 11.5 กก./ไร่/ปี (230 ก./ต้น/ปี = 14.72 บาท)	-	-	-	-	736	-
0-0-60 25 กก./ไร่/ปี (500 ก./ต้น/ปี = 6.25 บาท)	-	-	-	-	313	-
0-0-50 9 กก./ไร่/2เดือน (180 ก./ต้น/ปี = 5.31 บาท)	-	-	-	-	266	-
รวม	5,150	5,500	5,325	1,651	1,665	1,658
รวมค่าปุ๋ย	12,150	13,350	12,750	8,651	9,515	9,083
2.2 สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
รวมค่าวัสดุปุ๋ยและสารเคมี	13,550	14,750	14,150	10,051	10,915	10,483
3. ค่าใช้จ่ายแรงงาน						
3.1 การตัดแต่งกิ่ง (30 บาท/ต้น)	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
3.2 การฉีดพ่นสารเคมี	7,680	7,680	7,680	7,680	7,680	7,680
3.3 การเก็บเกี่ยว (4 บาท/กก.)	5,400	12,000	8,700	6,600	19,600	13,100
รวม	14,580	21,180	17,880	15,780	28,780	22,280

กรมวิชาการเกษตร

รายการ	ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร (ทางดิน)			ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินทางระบบน้ำ		
	ปี 2562	ปี2563		ปี 2562	ปี2563	
4. ค่าสาธารณูปโภค (250 บาท/ไร่/เดือน)						
4.1 ค่าไฟฟ้า ปี 2562 (ก.พ.61-พ.ค61, พ.ย.61-ม.ค.62)						
4.2 ค่าไฟฟ้า ปี 2563 (พ.ย.62-พ.ค.63)		1,750			1,750	
รวม	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750
5. รวมค่าใช้จ่าย	**32,880**	**40,680**	**36,780**	**31,581**	**45,445**	**38,513**
6. รายได้ผลผลิต						
6.1 รายได้ผลผลิต ปี 2562 ผลใหญ่ 35 บาท/กก.	47,250	-	-	57,750	-	-
ผลเล็ก 5 บาท/กก.	5,170	-	-	5,278	-	-
6.1 รายได้ผลผลิต ปี 2563 ผลใหญ่ 20 บาท/กก.	-	60,000	-	-	98,000	-
ผลเล็ก 5 บาท/กก.	-	7,500	-	-	2,250	-
7. รวมรายได้ผลผลิต	**52,420**	**67,500**	**59,960**	**63,028**	**100,250**	**81,639**
8. ผลตอบแทนสุทธิ	**19,540**	**26,820**	**23,180**	**31,447**	**54,805**	**43,126**

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1. การให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดินมีแนวโน้มที่เพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิตลำไย เมื่อเปรียบเทียบกับการที่ให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการเกษตรกร สามารถเพิ่มปริมาณได้ 40% และคุณภาพผลผลิตเพิ่มขึ้น 20% ทั้งนี้ ผลตอบแทนไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับปริมาณ คุณภาพ และราคาผลผลิตที่เกษตรกรขายได้
2. การให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดินสามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีได้ถึง 30% เมื่อเทียบกับการที่ให้ปุ๋ยทางดินตามวิธีการเกษตรกร
3. การใช้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำควรศึกษาถึงการเลือกใช้ปุ๋ยที่มีการละลายน้ำได้ดี ไม่เกิดปฏิกิริยาที่เข้ากันไม่ได้ในการผสมปุ๋ย

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการดำเนินงานทั้ง 3 โครงการ ทั้งในส่วนของการรวบรวม อนุรักษ์และพัฒนาพันธุ์ลำไยที่ออกดอกติดผลนอกฤดูและมีเมล็ดลีบ ทำให้มีฐานพันธุกรรมลำไยที่สำหรับใช้เป็นข้อมูลให้ผู้สนใจ รวมทั้งใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ การแก้ปัญหาการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์และการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยเพื่อการส่งออก รวมทั้งการปรับปรุงและพัฒนาต้นแบบเครื่องตรวจ SO_2 แบบเร็ว และการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลำไย การดำเนินงานทั้ง 3 โครงการดังกล่าวจะช่วยในการพัฒนาการผลิตและการส่งออกลำไยได้ระดับหนึ่ง แต่จำเป็นต้องมีการพัฒนาต่อเนื่องโดยเฉพาะในเรื่องพันธุ์ เพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ที่มีลักษณะตรงตามความต้องการผู้บริโภคและการใช้ประโยชน์เฉพาะด้านให้เพิ่มมากขึ้น เพื่อเพิ่มช่องทางเลือกของเกษตรกรและตลาด มีการจัดการการผลิตที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิตให้เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งวิธีการจัดการศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัยเพื่อให้ผลผลิตลำไยได้มาตรฐาน ปราศจากศัตรูพืชและสารตกค้าง มีการพัฒนาระบบชลประทานและการใช้น้ำที่มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นเพื่อกระจายการผลิต ไม่ให้ผลผลิตกระจุกตัว สิ่งต่างๆ เหล่านี้จะช่วยเพิ่มศักยภาพการผลิตและการแข่งขันของประเทศให้เพิ่มมากขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

บรรณานุกรม

ชรินทร์ เตชะพันธุ์ และวัฒนากร แก้วภัคดี. 2550. การพัฒนาเครื่องมือตรวจวัดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์แบบเร็วสำหรับบ่งชี้ความปลอดภัยในอาหาร. วารสารสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วิทยาศาสตร์). 39 (2): 33-46.

ธนะชัย พันธ์เกษมสุข. 2542. ลำไยกับสารประกอบคลอเรต. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 53 หน้า

พาวิน มะโนชัย วรินทร์ สุทนต์ จิรนันท์ เสนานาญ ธีรนุช เจริญกิจ พิชัย สมบูรณ์วงศ์ ยุทธนา เขาสุเมรุ จริยา วิสิทธิ์พานิช และชาตรี สิทธิกุล. 2550. การผลิตลำไยนอกฤดู. โรงพิมพ์ยูเนี่ยนออฟเซต เชียงใหม่. 34 หน้า.

พาวิน มะโนชัย วรินทร์ สุทนต์ วินัย วิริยะอลงกรณ์ นพดล จรัสสัมฤทธิ และเสกสันต์ อุสสหตานนท์. 2542. ระยะการพัฒนาของใบกับการกระตุ้นการออกดอกของลำไยโดยใช้สารโพแทสเซียมคลอเรต. ใน รายงานสัมมนาฮอร์โมนพืชเพื่อการผลิตไม้ผลนอกฤดู. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. หน้า 9-14.

มนตรี ทศานนท์. 2548. การใช้สารกลุ่มคลอเรตกระตุ้นการออกดอกของลำไย. ใน เอกสารวิชาการ ลำไย กรมวิชาการเกษตร หน้า 65-85. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย 160 หน้า.

วิทยา อภัย, สมเพชร เจริญสุข, สุทธินี ลิขิตตระกูลรุ่ง, นิพัฒน์ สุขวิบูลย์, อุทัย นพคุณวงศ์, สนอง อมฤกษ์, สถิตพงศ์ รัตนคำ , ชัยวัฒน์ เผ่าสันทัดพาณิชย์ และมานพ หาญเทวี. 2557. การพัฒนาการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวลำไยเพื่อการส่งออก. เรื่องเต็มการประชุมวิชาการกรมวิชาการเกษตรปี 2557

อรุณี วัฒนวรรณ. 2550. พัฒนาคุณภาพลำไยสดสู่ตลาดโลก. นสพ.กสิกร ปีที่ 80 ฉบับที่ 4. หน้า 33-38

Saengnil, K., Chumyam, A., Faiyue, B. and Uthaibutra, J. 2014. Use of chlorine dioxide fumigation to alleviate enzymatic browning of harvested 'Daw' longan pericarp during storage under ambient conditions. *Post. Biol.Technol.* 91: 49-56.

โครงการวิจัยที่ 1 พัฒนาพันธุ์ลำไยระยะที่ 2 (ปี 2559-2564)

นิพัฒน์ สุขวิบูลย์. 2559. วิจัยและพัฒนาลำไย – กรมวิชาการเกษตร. สืบค้นจาก:https://www.doa.go.th › research › showthread (ม.ค. 2565)

มนตรี ทศานนท์ วีระ วรปิติรังสี และปรีชา จันทราช. 2535ก. ศึกษาขนาดความเข้มข้นของรังสีแกมม่าเพื่อชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในลำไยพันธุ์ดอ. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2535 ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย กรมวิชาการเกษตร. หน้า 51-53.

มนตรี ทศานนท์ นิพัฒน์ สุขวิบูลย์ปรีชา จันทราช และกฤษณะ หาญพิพัฒน์. 2535ข. การทดสอบต้นพันธุ์ลำไยพันธุ์ดอที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2535 ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย กรมวิชาการเกษตร. หน้า 39-50.

วรรณภา เสนาดี. 2562. กรจัดการสวนลำไยในสภาวะขาลงอย่างไรให้รอด. วารสารเคหะการเกษตร. 12 (ธันวาคม) : 111-114.

เสาวลักษณ์ ภูมิวสนะ. 2527. ลำไย. ใน: ไม้ผลที่น่าสนใจ. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. คุรุสภา. กรุงเทพฯ. หน้า 194-237.

อดิศร กระแสชัย ธวัชชัย รัตน์ชเลศ และวไลลักษณ์ แพทย์วิบูลย์. 2534. การศึกษาการปรับปรุงพันธุ์ลำไยโดยวิธีกระตุ้นให้เกิดการกลายพันธุ์. ผลของปริมาณรังสีแกมม่าต่อการพัฒนาของเมล็ดและกิ่งตอน. วารสารเกษตร. 7(2):154-167.

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยที่ 2 พัฒนาเทคโนโลยีการลดการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยเพื่อการส่งออก

ชิง ชิง ทองดี, สมศักดิ์ ชัยมงคล, สดศรี เนียมเปรม, สัมพันธ์ ศรีสุริยวงษ์, มานัส แจ่มจำรูญ, ศิริพงษ์ พัฒนวิบูลย์, อนวัช สุวรรณกุ, ยุวดี รัตนไชย, จิตตา ศาสตร์เพ็ชร และน้ำเพชร ชัยวิภา. 2541. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.กรุงเทพ. 97 หน้า.

บุษรา จันทร์แก้วมณี, สมคิด รื่นภาควุฒิ, เกรียงไกร สุภโตษะ, อุมาภรณ์ สุจริตทวีสุข, ปรียานุช ทิพยะวัฒน์ และรุ่งทิวา รอดจันทร์. 2550. รายงานผลวิจัยเรื่องเต็ม การศึกษาบรรจุภัณฑ์เคลือบด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสด.สนับสนุนโดยเงินรายได้จากการดำเนินงานวิจัยด้านการเกษตร กรมวิชาการเกษตร 50 หน้า.

วิทยา อภัย, สมเพชร เจริญสุข, สุทธินี ลิขิตตระกูลรุ่ง, นิพัฒน์ สุขวิบูลย์, อุทัย นพคุณวงศ์, สนอง อมฤกษ์, สถิตพงศ์ รัตนคำ , ชัยวัฒน์ เผ่าสันทัดพาณิชย์ และมานพ หาญเทวี. 2557. การพัฒนาการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวลำไยเพื่อการส่งออก. เรื่องเต็มการประชุมวิชาการกรมวิชาการเกษตรปี 2557

สถิตย์พงศ์ รัตนคำ, วิทยา อภัย, สมเพชร เจริญสุข, เกรียงศักดิ์ นักผูก, สนอง อมฤกษ์ และชัยวัฒน์ เผ่าสันทัดพาณิชย์. 2560. การใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) ผสมกรดเกลือ (HCl) ทดแทนการรมควันด้วย SO_2. รายงานผลงานวิจัยการทดลองสิ้นสุดประจำปี 2560

AOAC. 2016. *Sulfites in Food Optimized Monier – Williams Methods*, Vol.2, Ch. 47, Official Method 990.28, Section 47.3.43. In Official Method of AOAC, 17th edition.

Apai, W., Klongdee, H., Sukhvibul, N., Noppakoonwong, U.,Lim, S.S., Luk, S.C., Tan, S.C.A., Neo,S.Y., Khoo, G.H., Ch'ng, A.L., Amareok, S., Rattanakam, S. and Sardsud, V. 2015. Study on the feasibility of use of hydrochloric acid as an alternative to sulphur dioxide for preserving longan. *Food and Applied Bioscience Journal*. 3 (3): 193–205.

Hai, H.L., Uthaibutra., J. Chanbang, Y. and Joomwong, A. 2014. Effects of bee-carnauba mixed wax coating on the reduction of respiration rate, weight loss, fruit decay, and the maintenance of visual appearance and quality of Vietnamease longan cv. Long during low temperature storage. *International Journal of Agriculture Innovation and Research*. 2 (4): 554-550.

Taimaneerak, A., Uthaibutra, J., Sugaya, S., Kunkhum, W. and Whangchai, K. 2018. Ozone fumigation on sulfur dioxide treated longan for sulfur residue reduction and delaying of pericarp browning as well as disease control in longan fruit during storage. *Food and Applied Bioscience Journal* 6 (Special issue): 240–252.

โครงการวิจัยที่ 3 การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลำไยในภาคตะวันออก

ชิติ ศรีตนทิพย์ ยุทธนา เขาสุเมรุ และสันติ ช่างเจรจา 2542. ผลของสารโพแทสเซียมคลอเรต ($KClO_3$) ต่อการออกดอกนอกฤดูของลำไยพันธุ์ดอ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 60 หน้า

กรมวิชาการเกษตร

ดรุณี นาพรหม กนกวรรณ ศรีงาม พาวิน มะโนชัย Wuensche, J.-N และ Bangeth, F. 2553. การเปลี่ยนแปลงปริมาณฮอร์โมนในช่วงก่อนการออกดอกนอกฤดูของลำไยและลิ้นจี่. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 128 หน้า

ธนะชัย พันธ์เกษมสุข. 2542. ลำไยกับสารประกอบคลอเรต. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 53 หน้า

นภดล ศรีเหรา. 2557. ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อขนาดทรงพุ่ม ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตลำไยพันธุ์อีดอ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่. 152 หน้า

นันทรัตน์ ศุภกำเนิด. การจัดการดินและปุ๋ยสำหรับพืชสวน. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 81 หน้า.

ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร. 2555. การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการธาตุอาหารลำไยอินทรีย์. รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 103 หน้า.

พัชรียา บุญกอแก้ว. 2560. สารควบคุมการเจริญเติบโตในพืชสวน. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 230 หน้า

พาวิน มะโนชัย วรินทร์ สุทนต์ วินัย วิริยะอลงกรณ์ นพดล จรัสสัมฤทธิ และเสกสันต์ อุสสหตานนท์. 2542. ระยะการพัฒนาของใบกับการกระตุ้นการออกดอกของลำไยโดยใช้สารโพแทสเซียมคลอเรต. ใน รายงานสัมมนาฮอร์โมนพืชเพื่อการผลิตไม้ผลนอกฤดู. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. หน้า 9-14.

พิจิตร ศรีปินตา อนันต์ ปัญญาเพิ่ม สุพัฒธณกิจ โพธิ์สว่าง จันทร์เพ็ญ แสนพรหม สมพงษ์ คูตระกูล พัชราภรณ์ ลีลาภิรมย์กุล ศิริพร หัสสรังสี อุทัย นพคุณวงศ์. 2555. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลำไยนอกฤดูในเขตภาคเหนือ. หนังสือ ผลงานวิจัยดีเด่น กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2555, 320 หน้า

วิชชุดา ตองอ่อน นุดี เจริญกิจ และพิทยา สรวมศิริ. 2556. การใช้เอทิฟอนและโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟตร่วมกับโพแทสเซียมคลอเรต เพื่อกระตุ้นการออกดอกนอกฤดูของลำไยพันธุ์ดอในฤดูฝน. วารสารเกษตร 29(1). หน้า 13-18.

สมชาย องค์ประเสริฐ ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร และศุภธิดา อ่ำทอง. 2544. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการประเมินผลกระทบของการใช้สารคลอเรตในสวนลำไยต่อสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. สารสนเทศ เศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า ปี 2562. โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.

Alva, A.K., S. Paramasivam and W.D. Graham. 1998. Impact of nitrogen management practices on nutritional status and yield of Valencia orange trees and groundwater nitrate. *Journal of Environmental Quality* 27:904-910.

Alva, A.K., S. Paramasivam, W.D. Graham, and T.A. Wheaton. 2003. Best nitrogen and irrigation management practices for citrus production in sandy soils. *Water Air and Soil Pollution* 143: 139-154.

Manochai, P., P. Sruamsiri., W. Wiriya-alongkorn., D.Naphrom., M. Hegele and F. Bangerth. 2005. Year around off season flower induction in longan (Dimocarpus longan, Lour.) trees. By $KClO_3$ applications: potentials and problems. *Scientia Horticulturae*. 104: 379-390.

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก ก

โครงการวิจัยที่ 1 พัฒนาพันธุ์ลำไยระยะที่ 2 (ปี 2559-2564)

ตารางภาคผนวก ก-1 ลูกผสมจำนวน 72 ลูกผสมที่ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

ลูกผสม	ต้น	ลูกผสม	ต้น	ลูกผสม	ต้น
เวียดนามxลำไยเถา	2	เบี้ยวเขียวxเพชรสาคร	5	เพชรยะลาxชมพู	19
สายน้ำผึ้งxเวียดนาม	2	เบี้ยวเขียวxสายน้ำผึ้ง	14	เพชรยะลาxพวงทอง	16
สายน้ำผึ้งxเพชรสาคร	3	เบี้ยวเขียวxเวียดนาม	11	เพชรยะลาXสาย	14
นครพนมxเบี้ยวเขียว	7	เบี้ยวเขียวxเพชรยะลา	3	เพชรยะลาXแห้ว	16
นครพนมxแห้ว	42	เบี้ยวเขียวxลิ้นจี่	5	เพชรยะลาXดอ	15
นครพนมxสีชมพู	13	เบี้ยวเขียวxดอหอม	10	เพชรยะลาXเบี้ยว	16
นครพนมxพวงทอง	31	เบี้ยวเขียวxดอสุขุม	8	เพชรยะลาXนครพนม	14
นครพนมxดอ	27	เบี้ยวเขียวxพวงทอง	4	เพชรยะลาXไร้เมล็ด	16
นครพนมXสายน้ำผึ้ง	5	เบี้ยวเขียวxหนานซาว	2	นราภิรมย์xกระทุ่ม	24
นครพนมxเพชรยะลา	16	ดอxเวียดนาม	20	นราภิรมย์xแห้ว	25
เพชรสาครxพวงทอง	7	ดอxเพชรสาคร	17	นราภิรมย์xดอ	38
เพชรสาครxเพชรยะลา	5	ดอxไร้เมล็ด	1	นราภิรมย์xชมพู	32
เพชรสาครxนครพนม	11	ดอxนครพนม	2	นราภิรมย์xสายน้ำผึ้ง	2
เพชรสาครxสายน้ำผึ้ง	6	ดอxสายน้ำผึ้ง	50	นราภิรมย์xพวงทอง	9
เพชรสาครxไร้เมล็ด	5	สีชมพูxดอ	5	นราภิรมย์xนครพนม	3
เพชรสาครxแห้ว	26	สีชมพูxสายน้ำผึ้ง	4	แห้วxหนองช้างคืน	4
เพชรสาครxดอ	28	ดอสุขุมxดอทอง	14	แห้วxดอสุขุม	4
เพชรสาครxเบี้ยวเขียวเขียวพระอินทร์	3	ดอสุขุมxสีชมพู	8	แห้วxเพชรยะลา	2
เพชรสาครxแดงกลม	5	ดอสุขุมxดอคำลาง	2	แห้วxลิ้นจี่	6
เพชรสาครxลำไยเถา	6	ดอสุขุมxหนานซาว	3	แห้วxดอทอง	5
เพชรสาครxกระทุ่มแบน	26	ใบดำxดอ	3	เวียดนามxกระทุ่ม	8
เพชรสาครxสีชมพู	27	พวงทองXเวียดนาม	16	กระทุ่มแบนx	2
เพชรสาครxเบี้ยวเขียว	34	พวงทองXนครพนม	6	สายน้ำผึ้งxดอ	29
				รวมทั้งสิ้น	869

กรมวิชาการเกษตร

ตารางภาคผนวก ก-2 ค่าดูดกลืนแสงและปริมาณฟีโนลิคในเนื้อผลลำไยแต่ละพันธุ์/สายพันธ์หรือลูกผสม

ลูกผสม พันธุ์/สายพันธุ์	ค่าดูดกลืนแสงที่ 760 nm ของแต่ละซ้ำ			ค่าเฉลี่ย	ปริมาณฟีโนลิคในตัวอย่าง (mg/ml)
นราภิรมย์xสีชมพู (A1-33)	0.129	0.107	0.136	0.124	0.004
นราภิรมย์xสีชมพู (A1-26)	0.190	0.161	0.159	0.170	0.006
ใบขิงxฮงฮวย (A3-7)	0.206	0.215	0.230	0.217	0.009
ดอสุขุมxหนานซาว (B2-2)	0.256	0.244	0.230	0.243	0.010
ใบดำxดอ (C2-2)	0.183	0.214	0.188	0.195	0.008
เบี้ยวเขียวxดอ (D1-16)	0.220	0.233	0.211	0.221	0.009
เบี้ยวเขียวxสายน้ำผึ้ง (G1-6)	0.277	0.273	0.228	0.259	0.010
นครพนมxดอ (H-26)	0.071	0.084	0.100	0.085	0.003
เบี้ยวเขียวxเวียดนาม (H1-7)	0.141	0.191	0.166	0.166	0.006
นครพนมxเพชรยะลา (I1-2)	0.139	0.150	0.153	0.147	0.005
เบี้ยวเขียวxเพชรยะลา (J2-2)	0.192	0.206	0.182	0.193	0.007
พวงทองxเวียดนาม (R1-12)	0.182	0.199	0.175	0.185	0.007
เพชรสาครxนครพนม (M-8)	0.192	0.199	0.151	0.181	0.007
ดอxสายน้ำผึ้ง (M1-20)	0.222	0.219	0.270	0.237	0.009
เพชรสาครxสายน้ำผึ้ง (N-1)	0.110	0.105	0.125	0.113	0.004
พวงทองxเวียดนาม (R1-12)	0.097	0.093	0.087	0.092	0.003
เพชรยะลาxแห้ว (R2-2)	0.085	0.070	0.081	0.079	0.002
พวงทองxนครพนม (S1-3)	0.180	0.178	0.173	0.177	0.007
เพชรยะลาxดอ (S2-2)	0.215	0.194	0.234	0.214	0.008
สายน้ำผึ้งxดอ (T1-16)	0.103	0.124	0.131	0.119	0.004
สายน้ำผึ้งxดอ (T1-19)	0.224	0.233	0.241	0.233	0.009
สายน้ำผึ้งxดอ (T1-22)	0.194	0.215	0.204	0.204	0.008
สายน้ำผึ้งxดอ (T1-30)	0.165	0.157	0.148	0.157	0.006
เพชรยะลาxเบี้ยวเขียว (T2-14)	0.123	0.133	0.131	0.129	0.005
เพชรยะลาxเบี้ยวเขียว (T2-2)	0.236	0.221	0.241	0.233	0.009
เพชรสาครxกระพุ่มแบน (U-19)	0.190	0.189	0.191	0.190	0.007
เพชรยะลาxนครพนม (U1-1)	0.115	0.100	0.121	0.112	0.004
เพชรยะลาxไร้เมล็ด (V1-16)	0.431	0.396	0.452	0.426	0.018
เพชรยะลาxไร้เมล็ด (V1-16)	0.171	0.183	0.180	0.178	0.007
เพชรยะลาxไร้เมล็ด (V1-16)	0.148	0.172	0.143	0.154	0.006
เพชรยะลาxไร้เมล็ด (V1-16)	0.109	0.100	0.104	0.104	0.004

กรมวิชาการเกษตร

ลูกผสม พันธุ์/สายพันธุ์	ค่าดูดกลืนแสงที่ 760 nm ของแต่ละซ้ำ			ค่าเฉลี่ย	ปริมาณฟีโนลิคในตัวอย่าง (mg/ml)
เพชรยะลาxไร้เมล็ด (V1-16)	0.081	0.088	0.089	0.086	0.003
เพชรสาครxเบี้ยวเขียว (W-14)	0.312	0.298	0.277	0.296	0.012
ดอสุขุมxดอทอง (X1-6)	0.229	0.198	0.229	0.219	0.009
ไม่ทราบชื่อ (UK8-1)	0.114	0.088	0.102	0.101	0.003
ไม่ทราบชื่อ (UK8-2)	0.091	0.093	0.087	0.090	0.003
ไม่ทราบชื่อ (UK-12)	0.159	0.184	0.178	0.174	0.007
ไม่ทราบชื่อ (UK-18)	0.239	0.241	0.248	0.243	0.010
ดอน้ำผึ้ง	0.188	0.191	0.178	0.186	0.007
ดอใบดำ	0.191	0.210	0.194	0.198	0.008
ดอคำลาง	0.216	0.167	0.232	0.205	0.008
กระทุ่มแบน	0.177	0.171	0.190	0.179	0.007
พวงทอง	0.192	0.192	0.181	0.188	0.007
ฟิลิปปินส์	0.218	0.211	0.244	0.224	0.009
ดอตาเห็น	0.158	0.192	0.168	0.173	0.007
สายน้ำผึ้ง	0.256	0.251	0.216	0.241	0.010
ใบหยก	0.191	0.184	0.148	0.174	0.007
เบี้ยวเขียวลำพูน	0.129	0.126	0.146	0.134	0.005
ดอยอดขาว	0.174	0.160	0.192	0.175	0.007
ดอหนองช้างคืน	0.199	0.180	0.185	0.188	0.007
ดอก้านแข็ง	0.158	0.173	0.189	0.173	0.007
สร้อยทอง	0.127	0.138	0.154	0.140	0.005
ดอยอดแดง	0.166	0.205	0.147	0.173	0.007
ดอยอดขาวน่าน	0.144	0.138	0.142	0.141	0.005
อีสร้อย	0.134	0.135	0.136	0.135	0.005

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก ข

โครงการวิจัยที่ 2 พัฒนาเทคโนโลยีการลดการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยเพื่อการส่งออก

ตารางภาคผนวก ข-1 ข้อกำหนดการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไย

ประเทศ	ปริมาณสูงสุดของสารตกค้างยอมให้ตรวจพบ (ppm)	ระยะเวลาขนส่งทางเรือ (วัน)
สิงคโปร์	**50 (ค่าทั้งผล)**	**5-7**
จีน	50 (ในเนื้อผล, พิธีสารประเทศไทย/จีนปี 2547)	7-10
มาเลเซีย	30 (ในเนื้อผล)	3
Codex	50 (ค่าทั้งผล)	-
แคนาดา	0	30
อินโดนีเซีย	ไม่ตรวจ	7-10
เวียดนาม	ไม่ตรวจ	2-3
ฝรั่งเศส	10 (ในเนื้อผล) 350 (ในเปลือกผล)	25-28
สหรัฐอเมริกา	10 (เฉพาะผลองุ่น)	28-30

2. Determination of Sulphur Dioxide (Longan)

Steps:

1. Record weight of 20 pcs whole fruit, skin, flesh and seed
สุ่มผลลำไยจำนวน 20 ผล ชั่งน้ำหนักทั้งผล แยกเปลือก เนื้อ และเมล็ด

2. Carry out SO_2 analysis for:
Skin and Flesh (Blended together)
เปลือกและเนื้อมาบด แบ่งชั่งน้ำหนัก 50 กรัม ± 0.5

3. Using the calculation, the SO_2 present in the whole fruit is :

$$\text{Amount of } SO_2 \text{ in whole fruit} = \text{Result of Blended Skin \& Flesh (ppm)} \times \frac{\text{Weight of Skin (g) + Flesh (g)}}{\text{Weight of Whole Fruit (g)}}$$

Longan	Weight (g)
Whole Fruit	180.57
Seed	33.86
Skin	27.68
Flesh	118.87

V HCl (ml) : **10.00**

N HCl : **0.0100**

V NaOH (ml) : **10.10**

N NaOH : **0.0099**

กรมวิชาการเกษตร

Application No.	Spl Info	Sample wt (g)	V $_{NaOH}$ for SO_2 (ml)	**SO_2 (ppm)**	**Conversion to whole fruit (ppm)**
33-2015-07-3585	Skin + Flesh	50.46	23.70	149	**120.93**

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก ค

โครงการวิจัยที่ 3 การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลำไยในภาคตะวันออก

ตารางภาคผนวก ค-1 ปุ๋ยเคมีชนิดต่าง ๆ ที่นิยมใช้ในระบบการให้น้ำ

	สูตร	รูป
Nitrogen Fertilizers		
Ammonium Nitrate	34-0-0	NH_4HO_3
Ammonium Sulfate	21-0-0	$(NH_4)SO_4$
Calcium Nitrate	15-0-0	$Ca(NO_3)_2$
Urea	46-0-0	$CO(NH_2)_2$
Phosphate Fertilizers		
Ammonium Phosphate	8-24-0	$NH_4H_2PO_4$
Ammonium Polyphosphate	10-34-0	$(NH_4)_5P_3O_{10}$ & others
Ammonium Polyphosphate	11-37-0	$(NH_4)_7P_5O_{16}$
Potash Fertilizers		
Potassium Chloride	0-0-60	KCl
Potassium Nitrate	13-0-46	KNO_3
Potassium Sulfate	0-0-50	K_2SO_4
Mono Potassium Phosphate	0-52-34	KH_2PO_4
Micronutrients		
Borax	11% B	$Na_2B_4O_7.10H_2O$
Boric acid	17.5% B	H_3BO_3
Solubor	20% B	$Na_2B_8O_{13}.4H_2O$
Copper Sulfate (acidified)	25% Cu	$CuSO_4.5H_2O$
Iron Sulfate (acidified)	20% Fe	$FeSO_4.7H_2O$
Magnesium Sulfate	9.67% Mg	$MgSO_4.7H_2O$
Zinc Sulfate	36% Zn	$ZnSO_4.7H_2O$
Zinc Chelate	5% - 14% Zn	DTPA & EDTA
Manganese Chelate	5% -12% Mn	DTPA & EDTA
Iron Chelate	4% -14% Fe	DTPA & EDDHA
Copper Chelate	5% - 14% Cu	DTPA & EDTA

กรมวิชาการเกษตร

ตารางภาคผนวก ค-2 ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิต ที่น้ำหนักผลผลิตต่าง ๆ

ปริมาณธาตุอาหาร	50 กก./ต้น	100 กก./ต้น	200 กก./ต้น
N (ก.)	185.5	371.0	742.0
P (ก.)	21.0	42.0	84.0
K (ก.)	186.5	373.0	746.0
Ca (ก.)	76.5	153.0	306.0
Mg (มก.)	13.0	26.0	52.0
Zn (มก.)	0.22	0.44	0.88
Mn (มก.)	0.75	1.51	3.02
Fe (มก.)	1.02	2.05	4.11
Cu (มก.)	0.16	0.33	0.66
B (มก.)	0.32	0.65	1.30

ที่มา: ดัดแปลงจากยุทธนาและคณะ, 2545

กรมวิชาการเกษตร