

**บทสรุปผู้บริหาร**  
(Executive Summary)

**1. รายละเอียดเกี่ยวกับแผนงานวิจัย**

**1.1 ชื่อเรื่อง**

(ภาษาไทย) การวิจัยและพัฒนาแบบบูรณาการเพื่อการผลิตทุเรียนพันธุ์หลงและหลินลับแลเชิงพาณิชย์อย่างยั่งยืน ปีที่ 2

(ภาษาอังกฤษ) Integrated Research and Development for Sustainable Commercial Production of 'Long Lablae' and 'Lin Lablae' Durian (Second Year)

**1.2 ชื่อคณะผู้วิจัย (นาย นาง นางสาว)**

**1) ผู้อำนวยการแผนงาน**

ชื่อ-นามสกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พีระศักดิ์ ฉายประสาท  
หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาวิทยาศาสตร์เกษตร  
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม  
มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก  
โทรศัพท์ 055-963014 โทรสาร 055-963015  
E-mail: peerasakc@gmail.com

**2) ผู้ร่วมงานวิจัย**

ชื่อ-นามสกุล นายพุทธิพงษ์ สร้อยเพชรเกษม  
หน่วยงานที่สังกัด คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม  
มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัด พิษณุโลก  
โทรศัพท์ 055-963014 โทรสาร 055-963015  
E-mail: puttapong2007@gmail.com

ชื่อ-นามสกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กวี สุจิตฺติ  
ที่ทำงาน ภาควิชาวิทยาศาสตร์เกษตร  
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม  
มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก  
โทรศัพท์ 055-962726 โทรสาร 055-962704  
E-mail: Kawees35@hotmail.com

ชื่อ-นามสกุล อาจารย์ ดร.พิชัย ใจกล้า  
หน่วยงานที่สังกัด คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์  
ตำบลป่าเช่า อำเภอเมืองฯ จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000  
โทรศัพท์ 0-5581-7700 ต่อ 24 มือถือ 081-2809398

โทรสาร 0-5581-7700 ต่อ 16  
E-mail: pchaikla@yahoo.com

ชื่อ-นามสกุล อาจารย์ ดร.พิมพีใจ สีหะนาม  
หน่วยงานที่สังกัด คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์  
ตำบลป่าเซ่า อำเภอเมืองฯ จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000  
โทรศัพท์ 0-5581-7700 ต่อ 24 มือถือ 089-6345600  
โทรสาร 0-5581-7700 ต่อ 16  
E-mail: pimjai193@gmail.com

ชื่อ-นามสกุล อาจารย์ ดร.ณิ มูลโรจน์  
หน่วยงานที่สังกัด คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์  
ตำบลป่าเซ่า อำเภอเมืองฯ จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000  
โทรศัพท์ 0-5581-7700 ต่อ 17 โทรสาร 0-5581-7700 ต่อ 16  
E-mail: dmoonrot@yahoo.com

ชื่อ-นามสกุล อาจารย์ ดร.วิมลฉัตร สมนิยาม  
หน่วยงานที่สังกัด คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์  
ตำบลป่าเซ่า อำเภอเมืองฯ จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000  
โทรศัพท์ 0-5581-7700 ต่อ 24 โทรสาร 0-5581-7700 ต่อ 16  
E-mail: vimolchat@yahoo.com

ชื่อ-นามสกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจษฎา มิ่งฉาย  
หน่วยงานที่สังกัด คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์  
ตำบลป่าเซ่า อำเภอเมืองฯ จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000  
โทรศัพท์ 0-5581-7700 ต่อ 24 โทรสาร 0-5581-7700 ต่อ 16  
E-mail: chedsada@yahoo.com

ชื่อ-นามสกุล ดร.รัตนา การุญบุญญานันท์  
หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร  
ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000  
โทรสาร 0-5596-4004  
E-mail: rattanakar@nu.ac.th

### 1.3 งบประมาณและระยะเวลาทำวิจัย

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปี พ.ศ.2556



การวิจัยและพัฒนาการผลิตทุเรียนหลงลับแลเชิงพาณิชย์ พบว่าการฉีดพ่นทางใบด้วยสารละลายพาโคลบิวทรานโซลความเข้มข้น 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตทุเรียนหลงลับแลก่อนฤดู โดยมีวันที่ดอกบานก่อนกรรมวิธีอื่นๆ ถึง 16 วัน และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วกว่ากรรมวิธีอื่นๆ 15 วัน แต่เมื่อเก็บรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้ 6 วันเหมือนกรรมวิธีอื่นๆ ในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ผลของการใช้สารละลายแคลเซียม โบรอน และสาหร่ายสกัด ที่มีต่อการติดผลและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลทุเรียนหลงลับแล พบว่า การฉีดพ่นทางใบทั่วทรงพุ่มต้นทุเรียนพันธุ์หลงลับแลด้วยสารละลายแคลเซียม 40% โบรอน 0.3% ความเข้มข้น 0.5 มิลลิลิตรต่อลิตร ร่วมกับการเก็บรักษาผลทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยวที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีความเหมาะสมมากที่สุด มีอายุการเก็บรักษานาน 21 วัน ในขณะที่การฉีดพ่นทางใบด้วยสารละลายแคลเซียม 40% โบรอน 0.3% ความเข้มข้น 0.5 มิลลิลิตรต่อลิตร ผสมกับสาหร่ายสกัด 1 มิลลิลิตรต่อลิตร ร่วมกับการเก็บรักษาผลทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยวที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 12 วัน มากกว่าชุดควบคุมที่มีอายุการเก็บรักษา 9 วันและเกิดการแตกของผล ในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% การศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวของทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูโดยใช้การนับอายุผล พบว่า ทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูที่อายุการเก็บเกี่ยว 105 วันหลังดอกบาน เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวของทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูโดยใช้การนับอายุผลที่เหมาะสมที่สุดและให้คุณภาพดี การศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวของทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูโดยใช้น้ำหนักแห้ง พบว่า การเก็บเกี่ยวทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูที่อายุ 105 วันหลังดอกบานมีค่าน้ำหนักแห้งเท่ากับ 38.60% ซึ่งเป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวของทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูที่เหมาะสมโดยใช้น้ำหนักแห้ง และสามารถบริโภคได้ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวทุเรียนหลงลับแลนอกฤดู การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวในระยะเก็บเกี่ยว (11.4 เปอร์เซ็นต์) เกิดจากการเก็บทุเรียนที่อ่อน เนื่องจากการเคาะฟุ้งเสียง หรือดูลังคิตพลาด ต้องอาศัยความชำนาญของผู้ตัดทุเรียนสูง ในขณะที่การสูญเสียในขณะขนส่ง (7.5 เปอร์เซ็นต์) เกิดจากการใช้รถมอเตอร์ไซด์ บรรทุกจากสวนทุเรียนตามไหล่เขา มายังบริเวณโรงคัดบรรจุ ส่วนการสูญเสียในขณะวางจำหน่าย (81.1 เปอร์เซ็นต์) เกิดจากผลแตกมากที่สุด (26.5 เปอร์เซ็นต์) เนื่องจากการสูกของทุเรียน รองลงไปคือ ผลเน่า ราดำ ราแป้ง เพลี้ยแป้ง เพลี้ยหอย ตามลำดับ สาเหตุจากการขาดการจัดการศัตรูพืชไม่ดีเท่าที่ควร การประเมินคุณภาพทุเรียนหลงลับแลแบบไม่ทำลายผลผลิตผลโดยใช้เทคนิค Near Infrared Spectroscopy (NIRS) พบว่า การใช้เครื่อง NIR Spectrometer แบบพกพาโดยวัดสเปคตรัมที่ตำแหน่งเปลือกกลางผลทุเรียนหลงลับแล สามารถใช้สร้างสมการเทียบมาตรฐานและประเมินปริมาณของน้ำหนักเนื้อแห้ง (ค่า correlation coefficient (R) = 0.78 standard error of calibration (SEC) = 2.20%, standard error of prediction (SEP) = 1.67% และค่าความผิดพลาดเฉลี่ย (bias) = 0%) ปริมาณแห้งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (ค่า R = 0.94, SEC = 3.20%, SEP = 2.95% และ bias = -0.66%), ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (ค่า R = 8.8, SEC = 43.7 mg/g dry weight, SEP = 76.3 mg/g dry weight และ bias = 8.6 mg/g dry weight) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (ค่า R = 9.4, SEC = 55.4 mg/g dry weight, SEP = 61.3 mg/g dry weight และ bias = -0.19 mg/g dry weight) ของผลทุเรียนหลงลับแลแบบไม่ทำลายผลผลิตผลได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ โดยให้ค่าทำนายไม่แตกต่างจากการวิเคราะห์ทางเคมีแบบดั้งเดิมและการใช้เครื่อง NIR Spectrometer แบบตั้งโต๊ะโดยวัดสเปคตรัมที่ตำแหน่งหน้าตัดของก้านด้านล่างของทุเรียนหลงลับแลสามารถใช้สร้างสมการเทียบมาตรฐานและประเมินปริมาณของน้ำหนักเนื้อแห้ง (R = 8.95, SEC = 2.22%, SEP = 1.45% และ bias = -0.05%), ปริมาณแห้งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (R = 9.33, SEC = 3.28%, SEP = 2.83% และ bias = 0.41%), ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (R = 9.58, SEC =

64.53 mg/g dry weight , SEP = 45.14 mg/g dry weight และ bias = -0.28 mg/g dry weight), ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ( $R = 9.27$ ,  $SEC = 69.87$  mg/g dry weight,  $SEP = 63.75$  mg/g dry weight และ  $bias = -1.82$  mg/g dry weight) ของผลทุเรียนหลงลับแลแบบไม่ทำลายผลิตผลได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ โดยให้ค่าทำนายไม่แตกต่างจากการวิเคราะห์ทางเคมีแบบดั้งเดิม การยืดอายุการเก็บรักษาทุเรียนหลงลับแล พบว่า การเคลือบผิวเปลือกทุเรียนหลงลับแลทั้งผลด้วยสารละลายกัมอะราบิก ความเข้มข้น 5% และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด สามารถเก็บรักษาผลทุเรียนหลงลับแลได้นาน 15 วัน โดยไม่พบการแตกหรือการเกิดโรคของผล มีค่าการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด (17.45%) และความแน่นเนื้อของเนื้อมากที่สุด ( $1.79$  kg/cm<sup>2</sup>) และการเคลือบผิวด้วยกัมอะราบิกความเข้มข้น 5% ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 6 วัน ค่าการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด (30.31%) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (39.60%) น้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ การชะลอการสุกของทุเรียนหลงลับแลนอกฤดู จากการศึกษาผลของการใช้สาร สาร 1-Methylcyclopropane (1-MCP) ที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของทุเรียนหลงลับแล พบว่า การรม 1-MCP ที่ระยะเวลา 30 นาที ก่อนการเก็บรักษาที่ 15 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 9 วัน ในขณะที่ไม่รม 1-MCP ความแน่นเนื้อมีค่าต่ำที่สุด ทุเรียนที่ไม่รม 1-MCP และเก็บรักษาที่ 15 องศาเซลเซียส พบการแตกของผลตั้งแต่วันที่ 9 ของการเก็บรักษา ส่วนทุเรียนที่รม 1-MCP ทุกระยะเวลาเกิดสีคล้ำที่เปลือก ทุเรียนที่ผ่านการรมด้วย 1-MCP และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ไม่พบการแตกของผล แต่พบการเข้าทำลายเปลือกของผลจากเชื้อราฐานข้อมูลสารสนเทศเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนหลงลับแลคุณภาพดีตามพิกัดภูมิศาสตร์ พบว่า เกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนหลงลับแลคุณภาพดี มีจำนวน 132 ราย ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่บ้านดำนนาขาม หมู่ที่ 7 อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ละติจูดอยู่ในช่วง 17.712649-17.841879 ลองจิจูดอยู่ในช่วง 100.052818-100.129059 ผลของการวิจัยดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการสร้างคู่มือการผลิตทุเรียนหลงลับแลที่ดีและเหมาะสม (GAP) ได้

### 3. บทคัดย่อภาษาไทยและบทคัดย่อภาษาอังกฤษ

#### บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาครั้งนี้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูคุณภาพดีเพื่อการพาณิชย์และการส่งออกในเขตจังหวัดอุตรดิตถ์ เพื่อศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาทุเรียนหลงลับแลที่เหมาะสมสำหรับการพาณิชย์และส่งออก เพื่อศึกษาเครื่องปลูกทุเรียนหลงลับแล และเพื่อศึกษาวิจัยในการสร้างคู่มือการผลิตทุเรียนหลงลับแลที่ถูกต้องและเหมาะสม (GAP) ผลการศึกษาพบว่า

การศึกษามผสมเกสรทุเรียนข้ามชนิดพันธุ์ในระบบวนเกษตรจังหวัดอุตรดิตถ์ในครั้งนี้ดำเนินการวิจัยกับพันธุ์ทุเรียนจำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์หลงลับแล พันธุ์หลินลับแล พันธุ์หมอนทอง พันธุ์ชะนี พันธุ์ก้านยาว และพันธุ์กระดุมทอง ที่ปลูกอยู่ในพื้นที่สวนระบบวนเกษตร ตำบลน่านกกก ตำบลแม่พูล และตำบลฝายหลวง อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ดำเนินการทดลอง 4 การทดลองคือ พัฒนาการของดอกทุเรียน ความสมบูรณ์และความมีชีวิตของละอองเรณูทุเรียน การผสมเกสรทุเรียน และลักษณะทางกายภาพและเคมีภายหลังการเก็บเกี่ยวของผลทุเรียนที่เกิดจากการผสมเกสร

การศึกษาพัฒนาการของดอกทุเรียนพันธุ์หลงลับแลจากสไลด์เนื้อเยื่อถาวรที่ผ่านการเตรียมโดยวิธีฝังพาราฟิน พบว่า ทุเรียนมีการเจริญและพัฒนาเนื้อเยื่อของดอกตั้งแต่พัฒนาตาดอกและมีการเจริญเพื่อสร้างส่วนประกอบของดอกจนครบวงจรถึงระยะดอกบาน ความสมบูรณ์และความมีชีวิตของละอองเรณูทุเรียนทั้งหกพันธุ์ในระยะเวลาและอุณหภูมิเก็บรักษาที่แตกต่างกัน (0, 5 และ 25 องศาเซลเซียส) สามารถเก็บรักษาละอองเรณูไว้ได้นาน 36, 28 และ 6 วัน ตามลำดับ พันธุ์ที่มีแนวโน้มว่าสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานและมีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ดี ได้แก่ พันธุ์ชะนี พันธุ์ก้านยาว และพันธุ์หมอนทอง

การผสมเกสรทุเรียนทั้งหกพันธุ์แบบพบกันหมดและติดตามการเจริญเติบโตทุกสัปดาห์ พบว่า ทุกดอกที่ผสมเกสรสามารถติดผลได้ทุกคู่ผสมในสัปดาห์แรกหลังจากการผสมเกสร แต่เมื่อถึงสัปดาห์ที่ 3-4 หลังการผสมเกสร ผลทุเรียนบางคู่ผสมเกิดการหลุดร่วง แม้พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์การติดผลมากที่สุดคือ พันธุ์หมอนทอง รองลงมาคือพันธุ์หลงลับแล โดยผสมเกสรกับพ่อพันธุ์หลงลับแล พันธุ์หลินลับแล และพันธุ์หมอนทอง เมื่อวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีภายหลังการเก็บเกี่ยวของผลทุเรียนที่เกิดจากการผสมเกสรพิจารณาในด้านน้ำหนัก ขนาด จำนวน สี และความแน่นเนื้อ ของลักษณะภายนอกของผล ลักษณะเปลือกเนื้อ และเมล็ด พบว่า มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับพันธุ์แม่มากกว่าพันธุ์พ่อ เมื่อพิจารณาสัดส่วนเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อเทียบกับน้ำหนักทั้งผล พบว่า ทุเรียนเกิดจากการผสมเกสรที่มีทุเรียนพันธุ์หมอนทองเป็นแม่พันธุ์หรือพ่อพันธุ์มีแนวโน้มที่จะมีน้ำหนักเนื้อมากเมื่อเทียบกับพันธุ์อื่น ๆ และเมื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีและชีวเคมีซึ่งประกอบด้วยปริมาณวิตามินซี ปริมาณแคโรทีนอยด์รวม ปริมาณสารประกอบฟีนอล กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ ค่าพีเอช ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ มีแนวโน้มว่า น่าจะได้รับอิทธิพลมาจากพันธุ์แม่ค่อนข้างมาก

การพัฒนาเครื่องปลูกเปลือกทุเรียนพันธุ์หลงลับแล เพื่อให้สามารถปลูกเปลือกทุเรียนที่มีขนาดความสูงแตกต่างกันได้โดยไม่ต้องปรับตั้งอุปกรณ์ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนผลทุเรียน สามารถลดเวลาและภาระที่ใช้ในกระบวนการปลูกเปลือก ผลจากการศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางกลของผลทุเรียนพันธุ์หลงลับแล พบว่า ตำแหน่งปลายผลทุเรียนเป็นตำแหน่งที่เหมาะสมต่อการเปิดเปลือก ทำการออกแบบและสร้างเครื่องปลูกเปลือกทุเรียนต้นแบบ โดยอาศัยหลักการการเคลื่อนที่ของกลไกด้วยระบบนิวแมติกส์และควบคุมด้วยระบบเซนเซอร์ ทดสอบการทำงานโดยการกดหัวเจาะแบบ 5 ครีบบนทุเรียนมีมุมเอียงต่างกัน 3 รูปแบบคือ 1) แบบ

กรวยมีครีบบึงทำมุม 30 องศา 2) แบบกรวยมีครีบบึงทำมุม 45 องศา และ 3) แบบกรวยมีครีบบึงทำมุม 60 องศา ลงบนผลทุเรียนลึก 3 เซนติเมตรแล้วบิดหัวเจาะเพื่อให้เปลือกฉีกออกตามแนวสาแทรก และทดสอบหัวเจาะแบบแหวกเปลือก โดยการกดหัวเจาะลงไปที่ยาลผลทุเรียนและแหวกเปลือกออก โครงสร้างเครื่องทดสอบต้นแบบทำจากเหล็ก จากผลการทดสอบพบว่าหัวเจาะแบบหมุนแหวกเปลือกแบบกรวยมีครีบบึงสามารถเปิดผลทุเรียนสุกได้ดีที่ค่า %SS ประมาณ 23.7 ขึ้นไป เมื่อพิจารณาจากความสามารถในการลอกเปลือกและความเสียหายของเนื้อทุเรียน พบว่าแบบกรวยมีครีบบึงทำมุม 30 องศา กับแนวตั้งมีความเหมาะสมที่สุด ใช้เวลาเปิดผลเฉลี่ย 27 วินาที และเวลาที่ใช้ในการเปิดผลรวมกับเวลาแกะด้วยมือเฉลี่ย 2 นาที 45 วินาที จากผลการทดสอบ ทำการสร้างเครื่องลอกเปลือกทุเรียนแบบกึ่งอัตโนมัติด้วยสแตนเลส

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูคุณภาพดีเพื่อการพาณิชย์และการส่งออกในเขตจังหวัดอุดรธานี การศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาทุเรียนหลงลับแลที่เหมาะสม และเพื่อใช้พิกัดภูมิศาสตร์ในการบ่งชี้พื้นที่การผลิตและคุณภาพของทุเรียนพันธุ์หลงลับแล โดยใช้ระบบข้อมูลสารสนเทศและการขึ้นทะเบียนเกษตรกร จากการศึกษาพบว่าผลของชนิดพันธุ์สารพาโคลบิวทราโซลทางใบที่มีต่อการออกดอกนอกฤดูของทุเรียนหลงลับแล พบว่า การฉีดพ่นทางใบด้วยสารละลายพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตทุเรียนหลงลับแลก่อนฤดู โดยมีวันที่ดอกบานก่อนกรรมวิธีอื่นๆ ถึง 16 วัน และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วกว่ากรรมวิธีอื่นๆ 15 วัน แต่เมื่อเก็บรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้ 6 วันเหมือนกรรมวิธีอื่นๆ ในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ผลของการใช้สารละลายแคลเซียม โบรอน และสาหร่ายสกัด ที่มีต่อการติดผลและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลทุเรียนหลงลับแล พบว่า การฉีดพ่นทางใบทั่วทรงพุ่มต้นทุเรียนพันธุ์หลงลับแลด้วยสารละลายแคลเซียม 40% โบรอน 0.3% ความเข้มข้น 0.5 มิลลิลิตรต่อลิตร ร่วมกับการเก็บรักษาผลทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยวที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีความเหมาะสมมากที่สุด มีอายุการเก็บรักษานาน 21 วัน ในขณะที่การฉีดพ่นทางใบด้วยสารละลายแคลเซียม 40% โบรอน 0.3% ความเข้มข้น 0.5 มิลลิลิตรต่อลิตร ผสมกับสาหร่ายสกัด 1 มิลลิลิตรต่อลิตร ร่วมกับการเก็บรักษาผลทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยวที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 12 วัน มากกว่าชุดควบคุมที่มีอายุการเก็บรักษา 9 วันและเกิดการแตกของผล ในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% การศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวของทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูโดยใช้การนับอายุผล พบว่า ทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูที่อายุการเก็บเกี่ยว 105 วันหลังดอกบาน เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวของทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูโดยใช้การนับอายุผลที่เหมาะสมที่สุดและให้คุณภาพดี การศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวของทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูโดยใช้น้ำหนักแห้ง พบว่า การเก็บเกี่ยวทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูที่อายุ 105 วันหลังดอกบานมีค่าน้ำหนักแห้งเท่ากับ 38.60% ซึ่งเป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวของทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูที่เหมาะสมโดยใช้น้ำหนักแห้ง และสามารถบริโภคได้ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวทุเรียนหลงลับแลนอกฤดู การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวในระยะเก็บเกี่ยว (11.4 เปอร์เซ็นต์) เกิดจากการเก็บทุเรียนที่อ่อน เนื่องจากการเคาะฟังเสียง หรือดูปลิงผิดพลาด ต้องอาศัยความชำนาญของผู้ตัดทุเรียนสูง ในขณะที่การสูญเสียในขณะขนส่ง (7.5 เปอร์เซ็นต์) เกิดจากการใช้รถมอเตอร์ไซด์ บรรทุกจากสวนทุเรียนตามไหล่เขา มายังบริเวณโรงคัดบรรจุ ส่วนการสูญเสียในขณะวางจำหน่าย (81.1 เปอร์เซ็นต์) เกิดจากผลแตกมากที่สุด (26.5 เปอร์เซ็นต์) เนื่องจากการสูกของทุเรียน รongลงไปคือ ผลเน่า ราดำ ราแป้ง เพลี้ยแป้ง เพลี้ยหอย ตามลำดับ สาเหตุจากการขาดการจัดการศัตรูพืชไม่ดีเท่าที่ควร การประเมินคุณภาพทุเรียนหลงลับแลแบบไม่ทำลายผลผลิตโดยใช้เทคนิค Near Infrared Spectroscopy (NIRS) พบว่า การใช้เครื่อง NIR Spectrometer แบบพกพาโดยวัดสเปคตรัมที่

ตำแหน่งเปลือกกลางผลทุเรียนหลงลับแล สามารถใช้สร้างสมการเทียบมาตรฐานและประเมินปริมาณของ น้ำหนักเนื้อแห้ง (ค่า correlation coefficient (R) = 0.78 standard error of calibration (SEC) = 2.20%, standard error of prediction (SEP) = 1.67% และค่าความผิดพลาดเฉลี่ย (bias) = 0%) ปริมาณ แห้งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (ค่า R = 0.94, SEC = 3.20%, SEP = 2.95% และ bias = -0.66%), ปริมาณคาร์ โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (ค่า R = 8.8, SEC = 43.7 mg/g dry weight , SEP = 76.3 mg/g dry weight และ bias = 8.6 mg/g dry weight) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (ค่า R = 9.4, SEC = 55.4 mg/g dry weight, SEP = 61.3 mg/g dry weight และ bias = -0.19 mg/g dry weight) ของผลทุเรียนหลงลับแลแบบไม่ ทำลายผลิตผลได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ โดยให้ค่าทำนายไม่แตกต่างจากการวิเคราะห์ทางเคมีแบบดั้งเดิม และการใช้เครื่อง NIR Spectrometer แบบตั้งโต๊ะโดยวัดสเปกตรัมที่ตำแหน่งหน้าต่างตัดของก้านด้านล่างของ ทุเรียนหลงลับแลสามารถใช้สร้างสมการเทียบมาตรฐานและประเมินปริมาณของน้ำหนักเนื้อแห้ง (R = 8.95, SEC = 2.22%, SEP = 1.45% และ bias = -0.05%), ปริมาณแห้งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (R = 9.33, SEC = 3.28%, SEP = 2.83% และ bias = 0.41%), ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (R = 9.58, SEC = 64.53 mg/g dry weight , SEP = 45.14 mg/g dry weight และ bias = -0.28 mg/g dry weight), ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (R = 9.27, SEC = 69.87 mg/g dry weight, SEP = 63.75 mg/g dry weight และ bias = -1.82 mg/g dry weight) ของผลทุเรียนหลงลับแลแบบไม่ทำลายผลิตผลได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ โดยให้ค่าทำนายไม่แตกต่างจากการวิเคราะห์ทางเคมีแบบดั้งเดิม การยืดอายุการเก็บรักษาทุเรียนหลงลับแล พบว่า การเคลือบผิวเปลือกทุเรียนหลงลับแลที่ผลด้วยสารละลายกัมกัมอะราบิก ความเข้มข้น 5% และเก็บ รักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด สามารถเก็บรักษาผลทุเรียนหลงลับแลได้นาน 15 วัน โดยไม่พบการแตกหรือการเกิดโรคของผล มีค่าการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด (17.45%) และความแน่นเนื้อ ของเนื้อมากที่สุด ( $1.79 \text{ kg/cm}^2$ ) และการเคลือบผิวด้วยกัมอาราบิกความเข้มข้น 5% ร่วมกับการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 6 วัน ค่าการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด (30.31%) และ ปริมาณของแห้งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (39.60%) น้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ การชะลอการสุกของทุเรียนหลงลับ แลนอกฤดู จากการศึกษาค้นคว้าของการใช้สาร สาร 1-Methylcyclopropane (1-MCP) ที่มีต่อคุณภาพและอายุ การเก็บรักษาของทุเรียนหลงลับแล พบว่า การรม 1-MCP ที่ระยะเวลา 30 นาที ก่อนการเก็บรักษาที่ 15 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 9 วัน ในขณะที่ไม่รม 1-MCP ความแน่นเนื้อที่มีค่าต่ำที่สุด ทุเรียนที่ไม่รม 1-MCP และเก็บรักษาที่ 15 องศาเซลเซียส พบการแตกของผลตั้งแต่วันที่ 9 ของการเก็บรักษา ส่วนทุเรียนที่รม 1-MCP ทุกระยะเวลาเกิดสีคล้ำที่เปลือก ทุเรียนที่ผ่านการรมด้วย 1-MCP และเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ไม่พบการแตกของผล แต่พบการเข้าทำลายเปลือกของผลจากเชื้อราฐานข้อมูล สารสนเทศเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนหลงลับแลคุณภาพดีตามพิกัดภูมิศาสตร์ พบว่า เกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนหลง ลลับแลคุณภาพดี มีจำนวน 132 ราย ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่บ้านดำนานาขาม หมู่ที่ 7 อำเภอเมือง จังหวัด อุตรดิตถ์ ละติจูดอยู่ในช่วง 17.712649-17.841879 ลองจิจูดอยู่ในช่วง 100.052818-100.129059

## Abstract

This research work was aimed to increase the productivity and quality of off season 'Long lablae' durians for commercial and export, design and develop the semi-automatic 'Long Lablae' Durian peeler, the extend the shelf life of 'Long lablae' durians and use the geographic coordinate for production area and quality of 'Long lablae' durians by using geographic information system (GIS) and register of durian growers. The study consisted 3 parts as following

Effect of Pollination Between 'Long Lablae' and 'Lin Lablae' Durian with other Cultivars in Uttaradit Agro-forest System was studied. Pollination of durian (*Durio zibethinus* Murray) in agro-forest system was carried out in 6 cultivars, i.e. Long Lablae, Lin Lab-lae, Mon Thong, Chanee, Kan Yao and Kradoom Thong in Tambon Na Nok Kok, Tambon Mae Phun and Tambon Fai Luang, Lab-lae district, Uttaradit province. Development of flower, pollen viability and germination, pollination, development and characteristics of pollinated fruits were conducted. Development of flower was investigated from longitudinal and transverse sections prepared via paraffin embedding technique. Permanent slides of those sections showed developmental stage from floral bud to blooming stage. All of six-cultivars durian pollens were studied their viability. They were storage at 0, 5 and 25oC for different periods. The results showed that pollens could be storage for 36, 28 and 6 days, respectively. Pollen of Chanee, Kan Yao and Mon Thong could be storage for long period and provided good percentage of germination. Trials on pollination used each cultivars as pollen parent were observed the growth and development of fruit set. It was found that all of them could be fruit set after a week pollination. Although some fruits had fallen until three to four weeks after pollination, but most of them could grow. The highest percentage of fruit set belonged to Mon Thong, followed by Long Lablae pollinated with Long Lablae, Lin Lab-lae and Mon Thong. Morphological characteristics of pollinated fruits were then investigated on weight, size, number, colour and firmness of fruit, peel, flesh and seed. The result showed that most of them were similar mother more than father. Durian from pollination of Mon Thong as mother or father showed that the ratio of flesh and whole fruit was higher than others. Chemical and bio-chemical analysis, i.e. vitamin C, total carotenoid, phenolic compounds, anti-oxidant activity, pH, titratable acidity, soluble solids and TSS/TA ratio, showed that they might be influenced from mother.

Design and Development of Semi-automatic 'Long Lablae' Durian Peeler was studied. The objectives of this study were to design, build and test the 'Long Lablae' durian

peeler, which can peel durians with different heights without additional adjustment for each fruit, in order to reduce time and labor in peeling process. The study of physical and mechanical properties of 'Long Lablae' durian found that the calyx end was the suitable position for opening its hard shell. The prototype peeler was designed and built, applying pneumatic mechanisms and sensors with three conical bits with twisting mechanism and one open-jaw type opener. The three conical bits consisted of 5 radial blades each with different conical angle of 30, 45 and 60 degrees. Durians were penetrated with conical bits for 3 cm before twisted to shear the durian shell along the fault lines. The results showed that conical bit type peeler could peel durian successfully at the %SS above 23.7. Considering the peeling performance and the effect on durian flesh, the 30-degree conical bit was most suitable for this semi-automatic peeling machine. Average peeling time was 27 seconds while the total peeling time, including manual removal of durian from fruits, was 2 minutes 45 seconds. The peeling capacity of peeling machine was 22 fruits per time quicker than peeling by hands (8 fruits per hour).

The sustainable production and postharvest quality of 'Long lablae' Durians for commercial in Utaradit province were studied. The first study was to investigate the effect of paclobutrazol foliar application on flowering and total non-structural carbohydrate (TNC) in leaves of durian. The experiment was done in RCB consisted 5 treatments in 3 replications (1 plant each). 10 years old uniformed 'Long Lablae' durian trees were selected and pruned, followed by 2 times leaf flushing stimulation by thiourea 30 g/20 L and potassium nitrate 300 g/20 L. The paclobutrazol solution was foliar application. The experiment consists of paclobutrazol 25 50 75 100 g/20L and compared with control. The volume of each foliar application was 20 liters/tree. Paclobutrazol were sprayed to durian tree when the new flushing leaves developed to the stage of fully expanded. Leaf sampling was collected every month after foliar application until anthesis. The results showed that 100 g/20L paclobutrazol treated durian trees showed the highest TNC in leaves was 80.41 mg/g dry weight after the foliar application for 4 months. Flowering responded to paclobutrazol, was more readily in higher rates. However, floral induction by paclobutrazol was related to increase TNC content after treatment until flowering. Moreover, this application showed the anthesis earlier than control for 16 days. The second study was aimed to investigate the micronutrient application for improving the qualities of durian fruits. The experimental design was 7 x 2 factorial in CRD. The 40% calcium (Ca) and 0.3 % boron (B) solution and algae extract 100% (algae) by foliar spray. Seven levels of solution concentration (Ca-B 0.5

ml/L., Ca-B 0.5 ml/L. + algae 1 ml/L., Ca-B 1ml/L., Ca-B 1 ml/L. + algae 1 ml/L., Ca-B 2 ml/L., Ca-B 2 ml/L. + algae 1 ml/L. and compared with control) were set as the first factor. The volume of each spray was 10 liters/tree of durian cv. Long Lablae at 6 stages. (egg fish, eggplant, head bracelets, 40, 60 and 80 days after anthesis). Two levels of storage temperature (15 and 30°C) were set as the second factor (durian fruits were harvested at 105 days after anthesis). The results showed that fruit spraying a solution of Ca-B 0.5 ml/L combined with storage at 15°C, could be stored for 21 days. The changes in total soluble solids (29.47%Brix), color values the flesh of chroma (49.47), the percentage of dry weight (41.51%), the percentage of weight loss (38.25%), glucose (1.63%) and sucrose (13.43%) were less than other treatments and control. The fruit sprayed with Ca-B 0.5 ml/L and algae extract 1 ml/L and kept at 30°C could be stored for 9 days which showed that the firmness of the husk (0.23 Kg/cm<sup>2</sup>) and flesh (0.11 Kg/cm<sup>2</sup>) were more than other treatments and control but total soluble solids (30.60%Brix), fructose (0.48%), changes in color values of flesh as shown by chroma (50.53) were less than other treatments and control. The third study, the harvesting index of 'Long Lablae' durian fruits were studied by the days after flowering (anthesis) and dry weight matter. The results found that the best harvesting index was 105 after anthesis, the fruits can ripe at 3 days after kept at ambient temperature. Another harvest index was 38.60 % dry weight matter. The fourth study, postharvest losses evaluation found that at the harvesting stage was 11.4% due to immature durian fruits were harvested by less skill harvesters. At the transporting stage was 7.5% due to fruit loading in the basket on the back of motorcycles to packing house and on the trucks to wholesale markets and fresh markets. At the market was 81.1% consisted of split fruits, Phytophthora infected fruits, fruit rot, powdery mildew infected fruits, damage of Mealybug and Coccus due to lack of good management. The fifth study, 'Long lablae' durian Fruits was originated in Amphoe Lub-lae, Uttaradit province, Thailand. It is a very popular variety among consumers. Mature durian fruits are very difficult to determine from the external appearance. For local market, the maturity of durian is identified using sound from knocking on the peel of fruits. However, this method is subjective nature based on skill of durian growers and sellers. According to in Thai Agricultural Standard (TAS) 3-2013 for Durian, numbers of days from anthesis (harvesting period is about 105-110 days after anthesis) and dry matter (DM) are also used as parameters of maturity. This method is destructive measurement method and time consuming (48 hours). NIR technique is an interesting method which is non-destructive and fast analysis. Therefore, this research aimed to study

the determination of DM at upper fruit stem, lower fruit stem and the center of durian fruit by using portable NIR spectrometer over the wavelength range of 700-1,100 nm. The calibration equations were developed from correlation between NIR spectra and DM of aril using multiple linear regression analysis (MLR). From the results, the equation derived from the spectrum of the center of durian fruit provided the best DM of 'Long lablae' durian prediction with the highest multiple correlation coefficient (R) at 0.78, the lowest standard error of prediction (SEP) at 1.67% and no bias. The sixth study, the aim of this study was determined the effect of gum arabic and chitosan coating on postharvest quality of 'long lablae' durian fruits at low temperature storage. The results found that the coating durian fruits with gum arabic 5% kept at 15°C was the most appropriate method, could be stored for 15 days with no fruit dehiscence and disease infection. They showed the lowest of weight loss (17.45%) and the highest of firmness of flesh (1.79 kg / cm<sup>2</sup>). Each method has significant difference at level of 95%. The seventh study, effect of 1-Methylcyclopropane to postharvest qualities of durian fruit at different temperature storage was investigated. It was RBC experiments with 3 replications (3 fruits each). The results found that the 1- MCP fumigated fruits for 30 minute and kept at 15 °C could be extend the shelf life for 9 days. The control fruits and kept at 15 °C cracked after storage for 9 days. All fumigated fruits with all duration and kept at 15 °C for 9 days showed the brown color on the peel. Moreover, all fumigated fruits and kept at 15 °C showed no fruit dehiscence but started fungus infection. The last study, the data base of Long Lablae durian growers on the geographic coordinate system found that 131 growers located in Bandannakam village, village no. 7, Muang district, Uttaradit Province. Latitude and Longitude were 17.7712649-17.841879 and 100.052818-100.129059.

**Keywords:** Durian, Long Lablae, pollination, floral development peeler, durian peeler, physical characteristic, off –season, coating, NIR, storage, data base