รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เครื่องตรวจสอบชั้นเนื้อมะพร้าวน้ำหอมบนต้น

The Instrument for Classification Young Aromatic Coconuts from tree

ผศ.ดร. ธเนศ เคารพาพงศ์

นางสาวปิยาพัชร ตันตระการสกุล

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประจำปีงบประมาณ 2556

บทคัดย่อ

การดำเนินงานวิจัยชิ้นนี้เพื่อพัฒนาโปรแกรมช่วยในการคัดแยกชั้นเนื้อมะพร้าวน้ำหอม โดยในงานวิจัยส่วนแรกเป็นการหาวิธีการปรับความสว่างของแสงของภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลที่มีความสว่างของแสงที่ต่างกันให้มีความสว่างของแสงที่เท่ากัน ซึ่งการวิจัยในส่วนนี้การถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมจะใช้ระยะห่าง 60 ซม. เท่ากันทุกผล ถ่ายกาพก้นมะพร้าวนำภาพถ่ายที่อยู่ในระบบสี RGB มาปรับความสว่างของแสงโดยใช้วิธีการเพิ่มค่าหรือลดค่าสีในปริมาณที่เท่ากันเข้าไปทุกตัวแม่สี เพื่อให้ได้ภาพถ่ายที่มีความสว่างเท่ากับความสว่างที่กำหนดไว้ให้เป็นค่าความสว่างของแสงมาตรฐาน จากนั้นจึงนำภาพถ่ายผลมะพร้าวน้ำหอมที่ปรับความสว่างแสงเรียบร้อยแล้วไปหาบริเวณพื้นที่สนใจและหาค่าขีดเริ่มเปลี่ยน (Threshold) ของพื้นที่สนใจเพื่อนำไปคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมโดยใช้วิธีการหาสมการการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมทั้ง 3 ประเภทจากการประมาณเส้นโค้งแบบโพลิโนเมียลกำลังสอง ผลการคัดแยกระบบสามารถคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว ประเภทเนื้อชั้นครึ่งและประเภทเนื้อสองชั้นได้ถูกต้องร้อยละ 92.8, 78.43 และ 72.2 ตามลำดับ งานวิจัยในส่วนที่สองจะเป็นวิจัยเรื่องระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอม โดยจะทดลองโดยการเปลี่ยนระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมให้มีระยะห่างที่ต่างไปจากระยะห่างที่ใช้ในการทดลองส่วนแรก ซึ่งการเปลี่ยนระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมจะมีผลทำให้ภาพถ่ายของผลมะพร้าวน้ำหอมมีขนาดที่เปลี่ยนแปลงไปตามระยะห่างที่ใกล้ไกล เมื่อขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอมเปลี่ยนแปลงไปจะมีผลกระทบต่อการหาขนาดของพื้นที่สนใจ ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องมีการปรับขนาดของพื้นที่สนใจให้เปลี่ยนไปตามขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอมที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อให้ได้บริเวณพื้นที่สนใจเป็นบริเวณเดียวกันกับบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายที่ระยะห่างอ้างอิง โดยใช้วิธีการปรับขนาดของพื้นที่สนใจจะใช้วิธีการปรับขนาดตามอัตราส่วนของขนาดมะพร้าวน้ำหอมที่เปลี่ยนไปเมื่อเทียบกับขนาดของมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายที่ระยะห่างอ้างอิง ถ้าหากขนาดของมะพร้าวน้ำหอมมีขนาดใหญ่ขึ้นหรือเล็กลง x เท่าของขนาดผลมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายที่ระยะห่างอ้างอิง ขนาดของพื้นที่สนใจใหม่ที่จะได้ก็จะมีขนาดใหญ่ขึ้นหรือเล็กลงเป็น x เท่าของขนาดพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายที่ระยะห่างอ้างอิง ดังนั้นไม่ว่าจะถ่ายผลมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะใดก็ตาม บริเวณพื้นที่สนใจที่ได้จะต้องเป็นบริเวณเดียวกันกับบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายที่ระยะห่างอ้างอิง ซึ่งเป็นบริเวณที่มีพื้นที่สีที่มีผลต่อการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม สำหรับในการทดสอบจะใช้ผลมะพร้าวน้ำหอมชุดเดียวกันกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ใช้ทดสอบในการทดลองส่วนแรก ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมเมื่อมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ต่างกัน ระบบสามารถคัดแยก

ประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว ประเภทเนื้อชั้นครึ่ง และประเภทเนื้อสองชั้นได้ถูกต้องร้อยละ 92.8, 78.43 และ 72.2 ตามลำดับ เมื่อนำผลการวิจัยทั้ง 2 ส่วนมาพัฒนาโปรแกรมแล้วนำไปทดสอบผลปรากฏว่าสามารถคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว ประเภทเนื้อชั้นครึ่ง และประเภทเนื้อสองชั้นได้ถูกต้องร้อยละ 81.8, 75 และ 77.7 ตามลำดับ

คำสำคัญ : การประมวลผลภาพ , มะพร้าวน้ำหอม , การคัดแยก, การปรับความสว่าง, การถดถอยแบบเส้นโค้งโพลิโนเมียล

สารบัญ

บทที่ 1 8

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย 8

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 10

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย 10

บทที่ 2 11

2.1 การประมวลผลภาพ 11

2.2. ระบบรู้จำรูปแบบ 11

2.3 การหาขอบภาพ (Edge detection) 12

2.4 มาตรฐานของสี 13

2.4. ความสว่าง 15

2.5. การถดถอย (Regression) 15

บทที่ 3 19

3.1. วัสดุและอุปกรณ์ 19

3.2 แนวทางในการวิจัย 20

3.3. วิธีการวิจัย 21

บทที่ 4 30

4.1. การเก็บบันทึกข้อมูล 30

4.2 ผลการคัดแยกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม 33

4.3 ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมเมื่อเปลี่ยนระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผล...37

มะพร้าวน้ำหอม 37

4.4 ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในการใช้งานจริง 43

บทที่ 5 48

5.1. สรุปผล 48

5.2 ปัญหาการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม 51

เอกสารอ้างอิง 55

รายการรูปภาพ

รูปที่ 1 ระบบสี HSV 14
รูปที่ 2 การถดถอยเส้นตรงแบบเชิงเดี่ยว 16
รูปที่ 3 ลักษณะของผลมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบ 19
รูปที่ 4 ชุดอุปกรณ์ทดลองในการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอม 21
รูปที่ 5 ขั้นตอนการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม 23
รูปที่ 6 รูปถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมก่อนและหลังการปรับแสง 24
รูปที่ 7 ขั้นตอนการหาขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอม 25
รูปที่ 8 ขั้นตอนการหาจุดกึ่งกลางและพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม 26
รูปที่ 9 พื้นที่สนใจในระนาบสี RGB 27
รูปที่ 10 พื้นที่สนใจในระนาบ S 27
รูปที่ 11 การกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนและการสร้างวงแหวนจำนวน 4 วง 27
รูปที่ 12 ภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะ 50 เซนติเมตร 29
รูปที่ 13 ภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะ 70 เซนติเมตร 29
รูปที่ 14 ภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะ 60 เซนติเมตร 29
รูปที่ 15 ภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมในสภาพแสงธรรมชาติ 30
รูปที่ 16 เนื้อมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว เนื้อชั้นครึ่ง และเนื้อสองชั้น 31
รูปที่ 17 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม 32
รูปที่ 18 จุดศูนย์กลางของมะพร้าวน้ำหอมที่ใช้ในการสร้างพื้นที่สนใจ 32
รูปที่ 19 ตัวอย่างพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมทั้ง 3 ประเภท 33
รูปที่ 20 ขั้นตอนในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม 34
รูปที่ 21 ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการทำขีดเริ่มเปลี่ยนบนพื้นที่สนใจของแต่ละประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม 35
รูปที่ 22 กราฟสมการจำแนกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม 36
รูปที่ 23 มะพร้าวน้ำหอมถ่ายที่ระยะห่าง 50, 60 และ 70 เซนติเมตร 38
รูปที่ 24 พื้นที่สนใจของภาพถ่ายที่ระยะห่าง 50, 60 และ 60 เซนติเมตร 39
รูปที่ 25 ภาพพื้นที่สนใจขนาด 300x300 พิกเซล 39
รูปที่ 26 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมโดยถ่ายที่ระยะห่าง 50 เซนติเมตร 41
รูปที่ 27 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมโดยถ่ายที่ระยะห่าง 70 เซนติเมตร 41
รูปที่ 28 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะห่าง 50, 60 และ 70 เซนติเมตร 42
รูปที่ 29 ตัวอย่างทะลายของมะพร้าวน้ำหอม 44
รูปที่ 30 อุปกรณ์ในการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมในการใช้งานจริง 45
รูปที่ 31 ภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมในการใช้งานจริง 46
รูปที่ 32 (ก) บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม (ข) พื้นที่สนใจตัดมาจาก (ก) 46

รูปที่ 33 ภาพขาวดำบริเวณพื้นที่สนและวงแหวนสนใจจำนวน 4 วง.....46
รูปที่ 34 ตัวอย่างการปรับความสว่างของภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมในสภาพแสงที่มีความสว่างต่างกันให้มีความสว่างเท่ากัน.....49
รูปที่ 35 ภาพผลมะพร้าวน้ำหอมถ่ายโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวที่ระยะห่าง 50 และ 70 เซนติเมตร..50
รูปที่ 36 ลักษณะของรอยถลอกที่ไม่อยู่ในบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม.....52
รูปที่ 37 ลักษณะของรอยถลอกที่อยู่ในบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม.....52
รูปที่ 38 สีของผลมะพร้าวน้ำหอม ได้รับแสงสว่างมากเกินไปจนมีลักษณะเป็นสีเหลือง (ก).....53
รูปที่ 39 ลักษณะชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่มีชั้นเนื้ออยู่ในประเภทชั้นเนื้อที่ใกล้เคียงกัน.....53

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

จากงานวิจัยของศุภชัย มะเดื่อ (7) วิธีการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมโดยการประมวลผลภาพจากภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอม ซึ่งจะทำการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมออกเป็น 3 ประเภท คือ มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่ง และมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น สำหรับขั้นตอนในการทดลองจะเริ่มจากตัดผลมะพร้าวน้ำหอมลงมาจากต้นมะพร้าว จากนั้นทำการถ่ายภาพก้นของมะพร้าวน้ำหอมในชุดควบคุมแสงประดิษฐ์ โดยในการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลจะกำหนดระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมให้มีระยะห่างที่คงที่เท่ากันทุกผลตลอดการทดสอบ จากนั้นนำภาพถ่ายที่ได้ไปทำการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมโดยใช้สมการจำแนกจากการประมาณเส้นโค้งแบบโพลิโนเมียลกำลังสอง ซึ่งวิธีการนี้ให้ความถูกต้องในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมร้อยละ 88.43 สำหรับประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่เหมาะสมเป็นที่ต้องการของตลาดและเหมาะสมสำหรับการบริโภค คือมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น ถ้าหากในกรณีที่ผลมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบมีชั้นเนื้อไม่อยู่ในประเภทชั้นเนื้อที่เหมาะสม มะพร้าวน้ำหอมผลนั้นจะถูกทิ้งไปเพราะไม่สามารถนำไปทำการจำหน่ายหรือบริโภคได้ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดปัญหาการสูญเสียผลของมะพร้าวน้ำหอม แต่ถ้าหากสามารถตรวจสอบประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมก่อนจะทำการตัดผลมะพร้าวน้ำหอมลงมาจากต้นมะพร้าวก่อนได้ว่าอยู่ในประเภทชั้นเนื้อที่เหมาะสมหรือไม่ และเมื่ออยู่ในประเภทชั้นเนื้อที่เหมาะสมแล้วจึงจะทำการตัดผลมะพร้าวน้ำหอมผลนั้นลงมาจากต้นมะพร้าว ซึ่งวิธีการนี้จะเป็นการช่วยลดปริมาณการสูญเสียผลของมะพร้าวน้ำหอมได้เป็นอย่างดี

ดังนั้นการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมควรคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมได้โดยตรงจากบนต้นมะพร้าว โดยที่ไม่ต้องตัดผลมะพร้าวลงมาจากต้นมะพร้าว โดยการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมจะต้องถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่บนต้นมะพร้าวซึ่งอยู่ในสภาพแสงธรรมชาติที่มีความสว่างของแสงไม่คงที่ ซึ่งแตกต่างจากการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่ในชุดควบคุมแสงประดิษฐ์ที่มีความสว่างของแสงที่คงที่ ความสว่างของแสงที่ไม่คงที่จะมีผลกระทบต่อการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยน (Threshold) ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม และอาจส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมได้

นอกจากนี้ในการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมในชุดควบคุมแสงประดิษฐ์สามารถที่จะจัดวางตำแหน่งของกล้องถ่ายรูปและผลมะพร้าวน้ำหอมให้มีตำแหน่งที่คงที่แน่นอน รวมทั้งกำหนดระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมให้มีระยะห่างที่คงที่ได้ แต่การถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่บนต้นมะพร้าวที่อยู่ในสภาพแวดล้อมธรรมชาติไม่สามารถที่จะกำหนดตำแหน่งของมะพร้าวน้ำหอมให้มีตำแหน่งคงที่แน่นอนได้ เนื่องจากมะพร้าวน้ำหอมบนต้นมะพร้าวจะอยู่รวมกันเป็นทะลาย และอยู่รวมกันหลายผล แต่ละผลจะอยู่ในตำแหน่งที่แตกต่างกันไป จึงจำเป็นต้องมีการปรับตำแหน่งของกล้องถ่ายรูปและระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมในการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลที่อยู่บนต้นมะพร้าวให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมที่ชัดเจนที่สุด

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดลองคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมโดยใช้ภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมและสามารถคัดแยกผลมะพร้าวน้ำหอมบนต้นมะพร้าวได้โดยตรง โดยไม่ต้องตัดผลมะพร้าวน้ำหอมลงมาจากต้นมะพร้าว ซึ่งในการทดลองจะแบ่งการทดลองเป็นสองส่วน ในส่วนแรกหาวิธีการแก้ไขในเรื่องความสว่างของแสงที่ไม่คงที่ โดยทำการทดลองปรับความสว่างของแสงของภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลให้มีความสว่างของแสงที่เท่ากัน เพื่อให้สามารถกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนให้มีค่าคงที่ตลอดการทดลองได้ จากนั้นทำการนำภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมที่ปรับความสว่างของแสงให้ภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมของมะพร้าวน้ำหอมเพื่อทำการวิเคราะห์และตรวจสอบความถูกต้องของผลในการคัดแยก สำหรับการทดลองในส่วนที่สองจะทำการทดลองโดยการนำมะพร้าวน้ำหอมชุดเดียวกันแต่จะถ่ายโดยใช้ระยะห่างหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ต่างกัน เพื่อทดสอบว่าการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมที่ใช้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ต่างกันจะมีผลกระทบต่อการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมหรือไม่ หรือเมื่อนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบแล้วผลการทดลองที่ได้ให้ผลที่เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร ถ้าหากในการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมโดยใช้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับมะพร้าวน้ำหอมที่ต่างมีผลกระทบต่อผลการทดลองที่ได้หรือมีผลต่อการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม ทางผู้วิจัยจะได้คิดหาแนวทางในแก้ไขปัญหาความผิดพลาดที่เกิดขึ้น และปรับปรุงวิธีการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าว น้ำหอมในสภาพแสงธรรมชาติให้ผลการคัดแยกมีความถูกต้องแม่น รวมทั้งลดปริมาณการสูญเสียผลของมะพร้าวน้ำหอมและเพิ่มคุณภาพผลผลิตของมะพร้าวน้ำหอมให้ได้มากที่สุด

สำหรับความหนาของเนื้อเยื่อมะพร้าวน้ำหอมสามารถแบ่งออกเป็นได้ **3** ประเภท **(จุลพันธ์, 2538)** คือ

1. มะพร้าวชั้นเดียว จะมีอายุหลังจากจั่นเปิดประมาณ 170 วัน มะพร้าวเริ่มที่จะสร้างเนื้อภายในกะลาเนื้อจะมีลักษณะเป็นวุ้นบางๆ ประมาณครึ่งผล น้ำยังไม่ค่อยหวาน วัดความหวานได้ประมาณ 5.0-5.6 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ไม่เหมาะในการบริโภค

2. มะพร้าวชั้นครึ่ง จะมีอายุประมาณ 180-185 วัน มะพร้าวเริ่มสร้างเนื้อมากขึ้นจนเกือบเต็มกะลา แต่บริเวณส่วนขั้วของผลยังมีลักษณะเป็นวุ้นอยู่บ้าง น้ำมีความหวานประมาณ 6.0-6.6 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เริ่มรับประทานได้ ขึ้นกับความชอบของผู้บริโภค

3. มะพร้าวสองชั้น มีอายุประมาณ 200-210 วัน มีเนื้อเต็มกะลา เนื้อหนาอ่อนนุ่ม สามารถรับประทานได้ทั้งผล น้ำมีความหวานประมาณ 6.6-7.0 เปอร์เซ็นต์บริกซ์

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

.1เพื่อสร้างเครื่องมือตรวจสอบชั้นเนื้อมะพร้าวน้ำหอมจากต้นมะพร้าวได้โดยตรง

.2เพื่อทำการปรับปรุงเทคโนโลยีการจำแนกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมโดยไม่ทำลายผลมะพร้าว

.3เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยวผลผลิตของชาวสวนและเพิ่มคุณภาพผลผลิตมะพร้าวน้ำหอม

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

.1พันธุ์มะพร้าวที่ใช้ในการตรวจสอบใช้พันธุ์มะพร้าวน้ำหอมเปลือกสีเขียวก้นจีบลำต้นเตี้ย

.2จำแนกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมโดยการวิเคราะห์จากลักษณะสีภายนอกจากต้นมะพร้าวโดยตรง

1.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

.1 ได้เครื่องมือจำแนกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมอ่อนได้จากต้นมะพร้าวโดยตรง

.2 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยวผลผลิตมะพร้าวน้ำหอมอ่อนของชาวสวน

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 การประมวลผลภาพ

การประมวลผลภาพ (Image Processing) คือ การให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลภาพ เพื่อให้ทราบว่าภาพนั้นคือภาพอะไร หรือมีสิ่งที่สนใจอยู่ในภาพหรือไม่ โดยที่ไม่ต้องใช้สายตาของคนมาช่วยตัดสิน การคิดคำนวณนั้นมีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็มีประโยชน์แตกต่างกันไป ไม่ว่าจะเป็นการนำเอาสีแต่ละจุด (Pixel) มาคิด, การคิดคำนวณเป็นบริเวณหลายๆ จุดรวมๆ กัน (Area) เช่น การดูพื้นผิว (Texture), การดูรูปแบบ (Pattern), การวิเคราะห์หารูปร่าง (Shape) หรือการวิเคราะห์แบบอื่นๆ เพื่อหาค่าที่สามารถระบุได้ว่า ภาพนั้นมีลักษณะอย่างไร ซึ่งจะนำไปสู่การตัดสินได้ว่าสิ่งนั้นเป็นสิ่งที่กำลังค้นหาหรือสนใจอยู่หรือไม่

2.2. ระบบรู้จำรูปแบบ

การรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition) เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยกระบวนการตัดสินใจที่เกี่ยวกับการจำแนกกลุ่ม การจัดกลุ่มการรู้จำ (Classification, Clustering, Recognition) ศึกษาถึงความแนวคิดต่างๆให้คอมพิวเตอร์สามารถทำงานเหล่านี้ได้โดยใช้เหตุผลหรือคณิตศาสตร์เพื่อหารูปแบบ (Pattern) ตัวอย่างปัญหาในงานด้านนี้ได้แก่ การทำให้คอมพิวเตอร์รู้ว่าภาพที่เข้ามาเป็นอักษรอะไร เสียงที่เข้ามาเป็นเสียงตัวเลขอะไร หรือคำพูดอะไร ภาพใบหน้าคนเป็นภาพของใคร จากตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าสิ่งต่างๆ ที่จะนำมาแยกแยะนั้น ต้องมีลักษณะเฉพาะที่บ่งบอกความเป็นตัวมันเอง สำหรับงานวิจัยนี้สิ่งที่ต้องการสอนให้คอมพิวเตอร์ทำการคัดแยกก็คือ การคัดแยกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม ซึ่งสามารถคัดแยกได้ 3 ประเภท คือ ประเภทเนื้อชั้นเดียว ประเภทเนื้อชั้นครึ่งและประเภทเนื้อสองชั้น

ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการสามารถแบ่งออกได้เป็นสามส่วนใหญ่ คือ

2.2.1 ส่วนการเก็บข้อมูล (Data Collection)

การเก็บข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์สำหรับแต่ละงานจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และขอบเขตของงานที่ต้องการ สำหรับในงานวิจัยนี้ข้อมูลก็คือมะพร้าวน้ำหอม

2.2.2 ส่วนจัดเตรียมข้อมูล (Data Pre-Processing)

การสร้างและสกัดคุณลักษณะเด่น (Feature Extraction) เป็นการนำข้อมูลดิบที่ได้มาจัดรูปแบบให้อยู่ในลักษณะที่เหมาะสม โดยลักษณะหรือคุณลักษณะนั้นจะเป็นเวกเตอร์ของคุณลักษณะของวัตถุ เช่น คนหนึ่งคน อาจกำหนดคุณลักษณะที่ใช่เป็น น้ำหนัก, ส่วนสูง, อายุ หรือ ชนชาติ เก็บมาเป็นเวกเตอร์คุณลักษณะ ซึ่งคุณลักษณะนั้นอาจจะเป็นตัวเลข ตัวอักษร หรือ ถูก/ผิด ก็ได้ โดยหลักการในการเลือกคุณลักษณะจากข้อมูลดิบคือ สามารถปรับเปลี่ยนหรือคำนวณได้ สามารถนำไปจำแนกประเภทได้ดี และยังคงมีคุณค่าของข้อมูลเดิมอยู่ สำหรับงานวิจัยนี้จะให้ปริมาณของพื้นที่สีเป็นลักษณะเด่นในการจำแนก

2.2.3 การจำแนก (Data Classification)

การจำแนกประเภทข้อมูลคือกระบวนการสร้างโมเดลจำแนกประเภทข้อมูล (Data Classification Model) เพื่อทำนายกลุ่มของข้อมูลใหม่ (Unseen data) ตัวอย่างของกลุ่มเช่น กลุ่มของลูกค้าที่ซื้อคอมพิวเตอร์-ไม่ซื้อคอมพิวเตอร์ กลุ่มของลูกค้าที่ฐานะดี-ปานกลาง-แย่ กลุ่มของการผลิตสินค้า ผ่านเกณฑ์-ไม่ผ่านเกณฑ์ ในที่นี้คำว่ากลุ่มจะเรียกว่า class ของข้อมูล ซึ่งใน class เดียวกันนั้นจะต้องมีข้อมูลที่มีความเหมือนหรือคล้ายคลึงกันมากกว่าข้อมูลที่อยู่ใน class ที่แตกต่างกัน

2.3 การหาขอบภาพ (Edge detection)

การหาขอบภาพ คือ การหาเส้นรอบวัตถุที่อยู่ในภาพ โดยเมื่อทราบเส้นรอบวัตถุจะสามารถคำนวณหาขนาดของพื้นที่หรือจดจำชนิดของวัตถุนั้นได้ ซึ่งขอบภาพเกิดจากความแตกต่างของความเข้มแสงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยมักวัดจากการเปลี่ยนแปลงของความเข้มในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับจุดดังกล่าว ถ้าหากความแตกต่างนั้นมีค่ามากขอบภาพก็จะเห็นได้ชัดเจน ถ้าความแตกต่างมีน้อย ขอบภาพก็จะไม่ชัดเจน อย่างไรก็ตาม การหาขอบภาพที่ถูกต้องสมบูรณ์นั้นเป็นเรื่องที่มีความยุ่งยากพอสมควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหาขอบของภาพที่มีคุณภาพต่ำ วิธีการหาขอบภาพนั้นมีหลายวิธี สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม หลัก คือ

1. Gradient method หรือ การตรวจหาขอบภาพด้วยอนุพันธ์อันดับที่หนึ่ง (First Order Derivative) ซึ่งวิธีนี้จะหาขอบโดยการหาจุดต่ำสุดและจุดสูงสุดในรูปของอนุพันธ์อันดับหนึ่งของภาพ โดยจุดที่เป็นขอบจะอยู่ในส่วนที่เหนือค่า threshold ตัวอย่างวิธีการหาขอบของกลุ่มนี้ได้แก่ Robert, Prewitt, Sobel และ Canny เป็นต้น

2. Laplacian method หรือ การตรวจหาขอบภาพด้วยอนุพันธ์อันดับสอง (Second Order Derivative) ซึ่งวิธีนี้จะใช้จุดที่ค่า y เป็น 0 (zero-crossing) ซึ่งใช้เวลาในการคำนวณมากกว่า Gradient method ตัวอย่างวิธีการหาขอบของกลุ่มนี้ ได้แก่ Laplacian of Gaussian และ Marrs-Hildreth เป็นต้น

2.4 มาตรฐานของสี

มาตรฐานของสีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลายระบบด้วยกัน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ แต่โดยทั่วไปแล้วทุกมาตรฐานจะมีแนวคิดเดียวกันคือ การแทนจุดสีด้วยจุดที่อยู่ภายในสเปซ 3 มิติ โดยจะมีแกนอ้างอิงสำหรับจุดสีนั้นในสเปซซึ่งแต่ละแกนจะมีความเป็นอิสระต่อกัน ตัวอย่างเช่นในระบบ RGB จะมีแกนสีคือ แกนสีแดง เขียว และน้ำเงินในระบบ HLS จะมีแกนเป็น ค่าสี(hue) ความสว่าง(lightness)และความบริสุทธิ์ของสี(saturation)

2.4.1 ระบบสี RGB

ระบบสี RGB เป็นระบบสีของแสง เกิดจากการหักเหของแสงผ่านแท่งแก้วปริซึมซึ่งจะเกิดแถบสีที่เรียกว่าสีรุ้ง (Spectrum) ซึ่งแยกสีตามที่สายตามองเห็นได้ 7 สี คือ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง ซึ่งเป็นพลังงานที่อยู่ในรูปของรังสี ที่มีช่วงคลื่นที่สายตา สามารถมองเห็นได้ แสงสีม่วงมีความถี่คลื่นสูงที่สุด คลื่นแสงที่มีความถี่สูงกว่าแสงสีม่วง เรียกว่า อัลตราไวโอเลต (Ultra Violet)

และคลื่นแสงสีแดง มีความถี่คลื่นต่ำที่สุด คลื่นแสง ที่ต่ำกว่าแสงสีแดงเรียกว่า อินฟราเรด (InfraRed) คลื่นแสงที่มีความถี่สูงกว่าสีม่วง และต่ำ กว่าสีแดงนั้น สายตาของมนุษย์ไม่สามารถรับได้ สำหรับภาพที่นำมาประมวลผลนั้นจะเก็บค่าสีในรูปแบบสี RGB ซึ่งค่าของสีแดง เขียว และน้ำเงิน จะเปลี่ยนไปตามความเข้มแสง กล่าวคือ ถ้าแสงสว่างมากค่าของสีทั้งสามจะเพิ่มขึ้น แต่หากมีแสงสว่างน้อย ค่าของสีทั้งสามจะลดลง

2.4.2 ระบบสี HSV

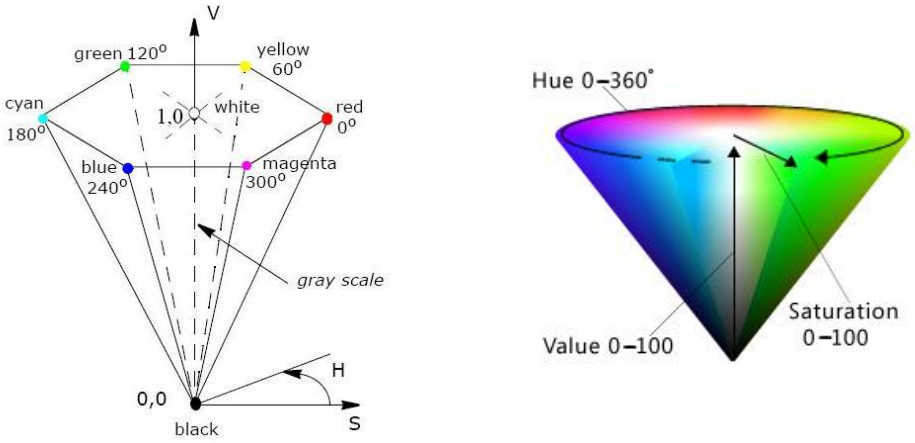
ระบบสี HSV (Hue Saturation Value) เป็นการพิจารณาสีโดยใช้ Hue, Saturation และ Value ดังรูปที่ 1 ซึ่ง Hue คือค่าสีของสีหลัก(แดง เขียวและน้ำเงิน)ในทางปฏิบัติจะอยู่ระหว่าง 0 และ 255 ซึ่งถ้า Hue มีค่าเท่ากับ 0 จะแทนสีแดงและเมื่อ Hue มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สีก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามสเปกตรัมของสีจนถึง 256 จึงจะกลับมาเป็นสีแดงอีกครั้ง ซึ่งสามารถแทนให้อยู่ในรูปขององศาได้ ดังนี้คือ สีแดง = 0 องศา สีเขียวเท่ากับ 120 องศา สีน้ำเงินเท่ากับ 240 องศา

Hue สามารถคำนวณได้จากระบบสี RGB ได้ดังนี้

red_h = red - min(red, green, blue) (1)

$green_h$ = green - min(red, green, blue) (2)

$blue_h$ = blue - min(red, green, blue) (3)



รูปที่ 1 ระบบสี HSV

จากลักษณะโมเดลของระบบ Hue พบว่าจะมีค่าอย่างน้อยหนึ่งค่าที่จะเท่ากับ 0 แต่ถ้ามีสองค่าเท่ากับ 0 แล้ว hue จะเป็นมุมของสี(ค่าสี)มีค่าเป็นไปตามสี่ที่สามและถ้าทั้งสามสีมีค่าเท่ากับ 0 แล้วจะทำให้ไม่มีค่าของ Hue หรือสีที่ได้จะมีค่าเท่ากับสีขาวนั่นเอง ตัวอย่างเช่น จอภาพขาว-ดำ ถ้าเกิดมีสีใดสีหนึ่งมีค่าเท่ากับ 0 จะทำให้ค่าสีที่ได้เป็นไปตามสีที่เหลือ การให้น้ำหนักในการพิจารณาเมื่อสีแดงมีค่าเท่ากับ 0

Saturation คือความบริสุทธิ์ของสีซึ่งถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 0 สีที่ได้จะไม่มี Hue ซึ่งจะเป็นสีขาวล้วน แต่ถ้าความบริสุทธิ์มีค่าเท่ากับ 255 แสดงว่าไม่มีแสงสีขาวผสมอยู่เลย ค่าความบริสุทธิ์ของสีสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{Saturation} \quad \frac{\max(\text{red, green, blue}) - \min(\text{red, green, blue})}{\max(\text{red, green, blue})} \qquad (4)$$

Value คือความสว่างของสี ซึ่งสามารถวัดได้โดยค่าความเข้มของความสว่างของแต่ละสีที่ประกอบกันสามารถคำนวณได้จาก

$$\text{Value} = \max(\text{red}, \text{green}, \text{blue}) \quad (5)$$

2.4. ความสว่าง

ความสว่าง (Brightness) เป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของการรับรู้ภาพ โดยเป็นการรับรู้ว่ามีกำเนิดภาพได้เปล่งแสงออกมา พูดอีกอย่างก็คือ ความส่องสว่าง (luminance) เป็นการรับรู้ อันเกิดจากความส่องสว่างของวัตถุที่มองเห็นนั้นนั่นเอง เดิมนั้น คำว่า "ความสว่าง" ใช้ในความหมายกว้าง แต่เมื่อมีเทคโนโลยีเกี่ยวกับแสงมากขึ้น จึงต้องมีคำเฉพาะสำหรับคุณสมบัติต่างๆ ของแสงโดยละเอียด ด้วยเหตุนี้จึงมีการกำหนดความหมายเฉพาะของคำนี้เอาไว้ โดยมาตรฐาน Federal Standard 1037C ว่า "ความสว่าง" (brightness) นั้น ในปัจจุบันนี้ใช้อ้างถึงคุณลักษณะของแสงในเชิงการรับรู้และเชิงจิตวิทยาเท่านั้น ไม่รวมไปถึงคุณสมบัติเชิงปริมาณ

สำหรับในปริภูมิสี RGB นั้น ความสว่าง อาจคิดได้เป็น ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (arithmetic mean) "μ" ของโคออร์ดิเนตสีแดง เขียว และน้ำเงิน (แม้ว่าองค์ประกอบบางส่วนของทั้งสามสีนี้จะทำให้แสงนั้นดูเหมือนสว่างกว่าสีอื่น ซึ่งอาจชดเชยได้จากระบบแสดงผลบางระบบได้โดยอัตโนมัติ) ดังนี้

$$\mu = \frac{R + G + B}{3} \quad (6)$$

สำหรับหลักการปรับความสว่างหรือความมืดของภาพ ทำได้โดยการเพิ่มค่าหรือลดค่าสีในปริมาณที่เท่ากันเข้าไปทุกตัวแม่สี ก็จะทำให้ภาพที่ได้นั้นมีความมืดหรือสว่างตามต้องการ ถ้าต้องการให้ภาพมีความสว่างก็เพิ่มค่าความสว่างเข้าไปและหากต้องการได้ภาพที่มีความมืดก็ทำการลดค่าความสว่างของสีลง ความสว่างในระบบสี RGB จะมีค่าความสว่างตั้งแต่ 0-255 เริ่มจาก 0 มีความสว่างน้อยที่สุดจะมองเห็นเป็นสีดำจนไปถึงค่าความสว่าง 255 มีความสว่างมากจะมองเห็นเป็นสีขาว สำหรับในงานวิจัยนี้ค่าความสว่างที่เหมาะสมที่นำมาใช้ในการทดลองคือค่าความสว่างที่ 210 ซึ่งเป็นค่าความสว่างที่อยู่ในช่วงกลางๆ ไม่มีมืดจนเกินไปและไม่สว่างจ้าจนเกินไป

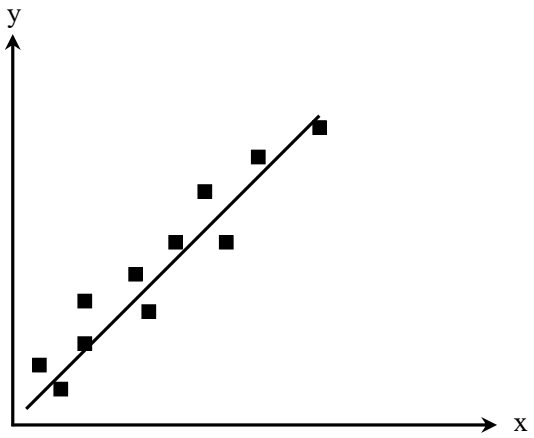
2.5. การถดถอย (Regression)

การถดถอยเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม ที่เรียกว่าตัวเกณฑ์กับตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นตัวอื่นๆ ที่สัมพันธ์ ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ซึ่งเรียกว่าตัวพยากรณ์ ถ้ามีตัวพยากรณ์เพียงตัวเดียวจะเรียกการศึกษาความสัมพันธ์นั้นกว่า การถดถอยอย่างง่าย (Simple Regression) แต่ถ้ามีตัวพยากรณ์ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยมีตัวเกณฑ์เพียงตัวเดียว จะเรียกการศึกษาความสัมพันธ์นั้นว่า การถดถอยพหุคุณ (Multiple Regression) สำหรับในด้านงานวิศวกรรมสามารถนำการถดถอยมาประยุกต์ใช้ในการปรับแต่งเส้นโค้ง

(Curve fitting) เพื่อทำการหาแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างชุดข้อมูลที่มีตัวแปรต้นและตัวแปรตามที่อยู่ในการทดลองได้ แล้วเรียกความสัมพันธ์นี้ว่าการถดถอยแบบเส้นโค้ง (Curvilinear Regression)

2.5.1 การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression)

การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร ที่มีความสัมพันธ์กันในลักษณะเชิงเส้น (Linear) ดังรูปที่ 2 อาจเป็นความสัมพันธ์ตามกันหรือผกผันกันก็ได้ โดยมีสมการถดถอยก็คือ $Y = \alpha + \beta X$ เนื่องจากในการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่ายนั้น ตัวแปร X จะถูกกำหนดค่าไว้ก่อน และค่า Y จะเปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปร X เนื่องจากค่า X ค่าหนึ่งจะมีค่า Y ที่เป็นคู่ของค่า X หลายๆ ค่า และเมื่อนำค่า X และ Y ทั้งหมดไปพล๊อตบนแกน X, Y แล้วลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดที่ปรากฏเส้นกราฟที่ได้จะเป็นเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวแปร X กับตัวแปร Y ซึ่งก็คือ เส้นกราฟถดถอย (Regression Line) นั่นเอง



รูปที่ 2 การถดถอยเส้นตรงแบบเชิงเดียว

จากสมการเส้นตรง $Y = \alpha + \beta X$ ซึ่ง α และ β เป็นพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า จึงจะต้องประมาณค่าโดยใช้ข้อมูลจากตัวอย่าง โดยวิธีที่นิยมใช้ในการประมาณค่า α และ β ก็คือวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (The Least Squares Method) ซึ่งจะแทนค่าของ α และ β ด้วยค่า a และ b โดยที่ a ก็คือค่าคงที่ (Constant) เป็นค่าที่เส้นกราฟถดถอยตัดกับแกน Y ส่วน b เป็นความชัน (Slope) ของเส้นกราฟ ซึ่งแสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของ Y เมื่อ X เปลี่ยนแปลง เรียกส่วนนี้ว่า สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) สมการถดถอยอย่างง่าย เขียนได้ดังนี้

$$Y = a + bX \qquad (7)$$

โดยที่ Y = ตัวแปรตาม (เนื่องจากค่าของ Y ขึ้นอยู่กับค่าของ X)

X = ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น

a = ค่าคงที่ (Constant) เป็นค่าที่ตัดกับแกน Y

b = ความชัน (Slope) ของเส้นกราฟ

สมการถดถอยอย่างง่าย สามารถหาค่าของ a และ b ได้จากสูตรดังนี้

$$a = Y - bX \quad (8)$$

$$b = \Sigma xy \ / \Sigma x^2 \quad (9)$$

เมื่อ

a = ค่าคงที่ของสมการถดถอยอย่างง่าย

b = สัมประสิทธิ์การถดถอย

Y = มัชฌิมเลขคณิตของตัวแปรตาม

X = มัชฌิมเลขคณิตของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น

Y = ค่าเบี่ยงเบนจากมัชฌิมเลขคณิตของตัวแปรตามมีค่าเท่ากับ Y - Y

X = ค่าเบี่ยงเบนจากมัชฌิมเลขคณิตของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นมีค่าเท่ากับ X - X

2.5.2 การถดถอยแบบพหุคูณ (Multiple Regression)

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) จะเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นที่ทำหน้าที่พยากรณ์ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปกับตัวแปรตาม 1 ตัว ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณนั้นจะต้องหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation Coefficient) เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นจำนวนทั้ง 3 ตัวกับตัวแปรตามว่ามีความสัมพันธ์กันเช่นใด สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ จะต้องหาสมการถดถอยเพื่อใช้ในการพยากรณ์ค่าของตัวแปรตาม (Y) เช่นเดียวกับการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย และหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน รวมทั้งหาค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงที่เป็นไปได้สูงสุดระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

2.5.3 การถดถอยแบบเส้นโค้งโพลิโนเมียล (Polynomial Regression)

การถดถอยแบบเส้นโค้ง เป็นการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น X และตัวแปรตาม Y ซึ่งจะมีลักษณะเป็นปริมาณสามารถอธิบายได้ด้วยตัวแบบโพลิโนเมียล
สมการทั่วไปของเส้นโค้งโพลิโนเมียล

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + ... + \beta_p X^p + e \quad (10)$$

p แทนเลขชี้กำลังสูงสุดของโพลิโนเมียลจากสมการที่ (10) หากสมการมีการยกกำลังสองเพียง 1 ค่า เรียกว่า ตัวแบบระดับสองใน 1 ตัวแปร (second-order model) บางครั้งอาจเรียกสมการกำลังสอง (quadratic model) สามารถเขียนได้เป็น

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + e \quad (11)$$

บทที่ 3
การออกแบบและพัฒนาระบบ

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมจากต้นมะพร้าว โดยแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมจากการวิเคราะห์สีบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมในสภาพแสงธรรมชาติ เพื่อใช้ในการเก็บเกี่ยวหรือบริโภค ซึ่งสามารถแบ่งชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมได้ 3 ประเภท คือ ประเภทเนื้อชั้นเดียว ประเภทเนื้อชั้นครึ่ง และประเภทเนื้อสองชั้น

3.1. วัสดุและอุปกรณ์

ในการทดลองได้ใช้มะพร้าวน้ำหอมที่มีอยู่พื้นที่จังหวัดสงขลา และเป็นมะพร้าวที่ปลูกเป็น โดยจะเลือกผลที่ค่อนข้างสมบูรณ์ ไม่ถูกทำลายด้วยโรคหรือแมลง ทำการเลือกมะพร้าวในประเภทชั้นเนื้อที่แตกต่างกัน 3 ประเภท คือ มะพร้าวอ่อนประเภทเนื้อชั้นเดียว มะพร้าวอ่อนปานกลางประเภทเนื้อชั้นครึ่ง และมะพร้าวอ่อนค่อนข้างแก่ประเภทเนื้อสองชั้น ทั้งหมดจะคละอยู่ในช่วงอายุ 150-300 วัน หลังจากจั่นบาน โดยใช้จำนวนหลายผลในแต่ละประเภทชั้นเนื้อ ทำการทดลองภายในระยะเวลาไม่เกิน 2 วันหลังจากการเก็บเกี่ยว

รูปที่ 3 ลักษณะของผลมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบ

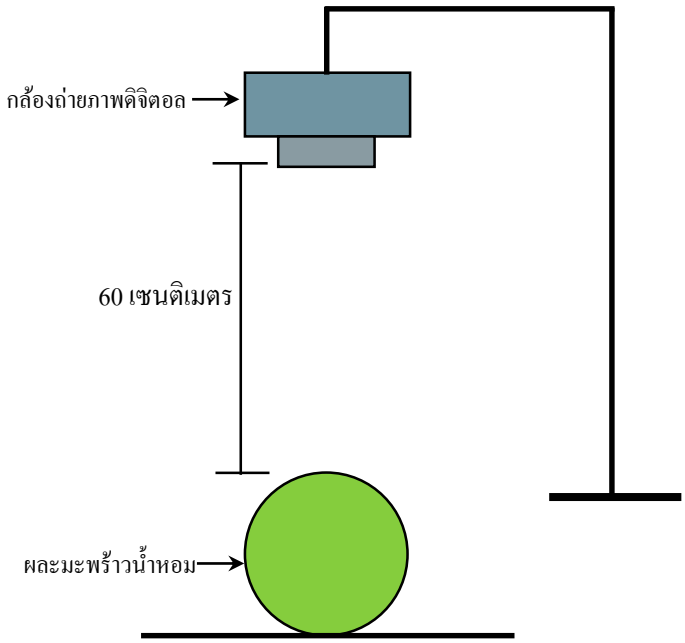
3.2 แนวทางในการวิจัย

ในงานวิจัยนี้จึงเป็นการปรับปรุงวิธีการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมของศุภชัย(7) ให้สามารถวิเคราะห์คัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมได้จากบนต้นมะพร้าว โดยตรงโดยไม่ต้องตัดผลมะพร้าวน้ำหอมลงมาจากต้น เพื่อลดปัญหาการสูญเสียผลมะพร้าวน้ำหอมในกรณีที่ชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมไม่อยู่ในช่วงที่เหมาะสมในการบริโภคหรือเป็นที่ต้องการของตลาด

มะพร้าวน้ำหอมสามารถแบ่งประเภทชั้นเนื้อได้ 3 ประเภท คือมะพร้าวเนื้อชั้นเดียว มะพร้าวเนื้อชั้นครึ่งและมะพร้าวเนื้อสองชั้น สำหรับชั้นเนื้อที่เหมาะสมต่อการบริโภคและเป็นที่ต้องการของตลาดซื้อขาย คือชั้นเนื้อประเภทเนื้อสองชั้นซึ่งมีน้ำที่หอมหวานและเนื้อของมะพร้าวกำลังพอดีไม่แข็งไปหรืออ่อนไป แต่ในบางครั้งอาจจะมีผู้บริโภคบางรายอาจจะชอบรับประทานเนื้อมะพร้าวประเภทชั้นครึ่ง หรือผู้บริโภคบางรายอาจจะชอบรสชาติของน้ำมะพร้าวน้ำหอมในประเภทชั้นเนื้อหนึ่งชั้น เป็นต้น ดังนั้นหากสามารถระบุประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลได้ จะเป็นการเพิ่มความสะดวกสบายในการเลือกซื้อและสร้างความพึงพอใจให้กับผู้บริโภคในการเลือกซื้อมะพร้าวน้ำหอมให้ได้ประเภทตรงตามความต้องการ

3.2.1 ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในงานวิจัยนี้ผลมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาใช้ในการทดลองจะเป็นมะพร้าวน้ำหอมที่ปลูกกันในเชิงพาณิชย์หรือการปลูกไว้สำหรับขายให้ร้านค้า ตลาดและผู้บริโภค มะพร้าวน้ำหอมที่นำมาใช้ในการทดลองนี้นำมาจากสวนมะพร้าวน้ำหอมชื่อวังมะพร้าวน้ำหอม ซึ่งอยู่ในตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ในการเก็บผลมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาใช้ในการทดลองนี้จะต้องเก็บผลมะพร้าวที่มีประเภทของชั้นเนื้อแตกต่างกันออกไปคือ ประเภทเนื้อชั้นเดียว ประเภทเนื้อชั้นครึ่งและประเภทเนื้อสองชั้น จากนั้นจึงนำมะพร้าวน้ำหอมประเภทชั้นเนื้อต่างๆ มาทำการถ่ายภาพกับกล้องดิจิตอลโดยจะถ่ายบริเวณส่วนก้นของมะพร้าวน้ำหอม พร้อมกับติดหมายเลขให้กับผลมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผล เพื่อสะดวกในการจดบันทึกผลการทดลอง ในการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมนั้นมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบจะต้องวางอยู่ในสภาพแสงธรรมชาติและควรวางตำแหน่งของมะพร้าวน้ำหอมให้อยู่บริเวณตรงกลางภาพ และวางห่างจากกล้องถ่ายรูปเป็นระยะห่าง 60 เซนติเมตร ดังรูปที่ 4 ซึ่งจะใช้เป็นระยะอ้างอิงสำหรับทำการทดลองนี้ จากนั้นนำผลมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายภาพเสร็จเรียบร้อยแล้วมาผ่าดูชั้นที่แท้จริงเนื้อภายในผลมะพร้าวน้ำหอมและถ่ายภาพชั้นเนื้อที่แท้จริงเก็บไว้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตรวจสอบความถูกต้องในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม เพราะหากปล่อยทิ้งไว้นานเนื้อมะพร้าวเปลี่ยนสีทำให้สังเกตชั้นเนื้อมะพร้าวได้ไม่ชัดเจน



รูปที่ 4 ชุดอุปกรณ์ทดลองในการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอม

3.3. วิธีการวิจัย

หลังจากที่เก็บรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมแล้ว นำภาพที่ได้มาคัดแยกโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ ซึ่งการทดลองจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนโดยส่วนแรกจะเป็นการทดลองหาวิธีการปรับแสงของมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลให้มีความสว่างเท่ากัน เพื่อกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยน (Thresholding) ให้มีค่าคงที่ตลอดการทดลอง สำหรับส่วนที่สองจะเป็นถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมโดยให้มีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่แตกต่างจากระยะอ้างอิงในการทดลองในส่วนแรก เพื่อทำการทดสอบระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมมีผลต่อการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมอย่างไร จากนั้นทำการปรับปรุงวิธีการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม โดยการนำระยะห่างในการถ่ายภาพมาช่วยในการประมวลผลภาพ และส่วนสุดท้ายเป็นการนำเอาโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาไปทดสอบจริง

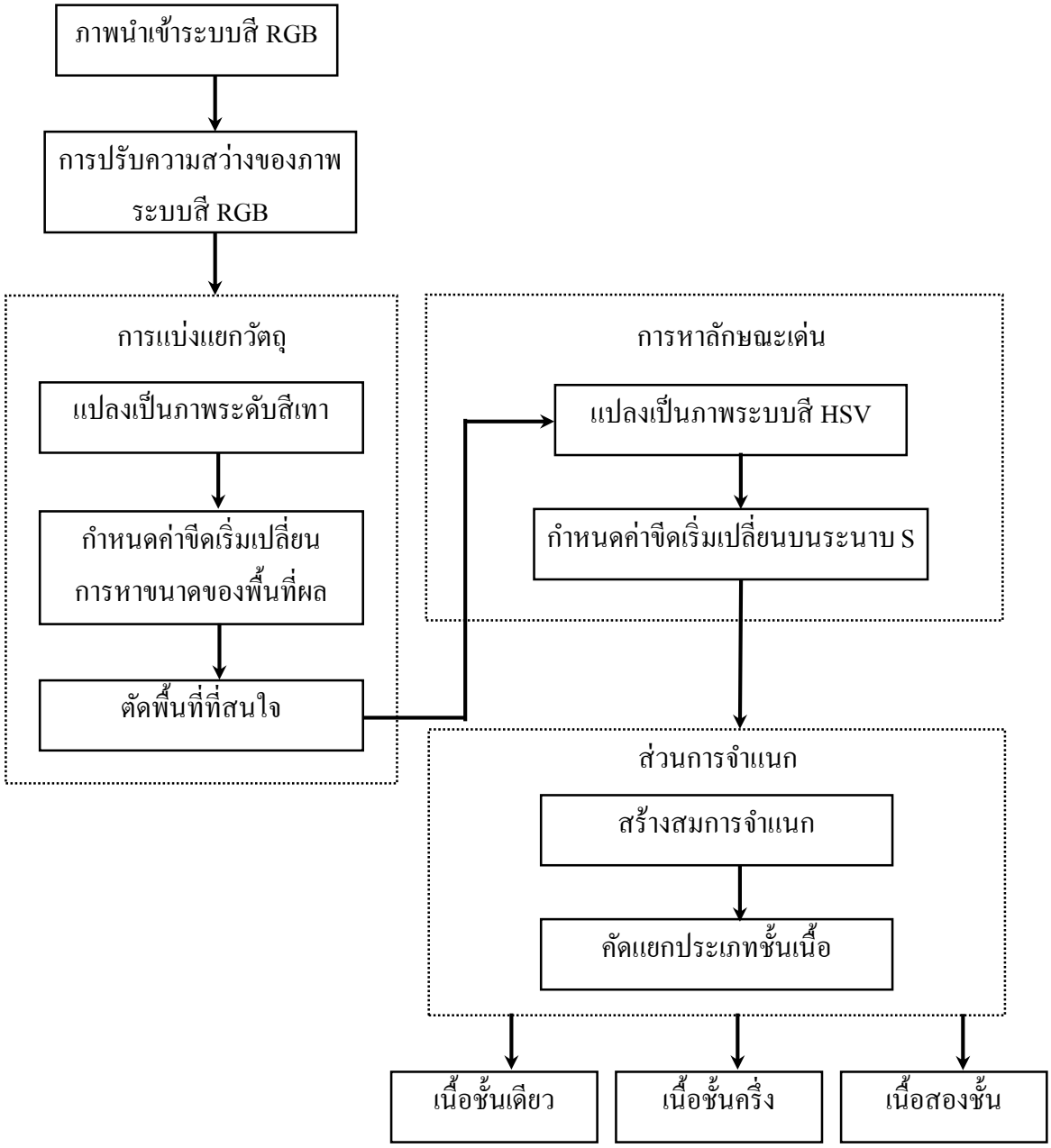
3.3.1 การทดลองการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

สำหรับขั้นตอนการทดลองการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมมีขั้นตอนดังนี้ เริ่มจากภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมที่นำเข้ามาในระบบจะอยู่ในระบบสี RGB จากนั้นทำการปรับแสงภาพถ่ายของมะพร้าวน้ำหอมให้มีความสว่างเท่ากับค่าความสว่างที่กำหนดไว้ใช้ในการ

ทดลอง จากนั้นทำการแยกวัตถุส่วนที่เป็นพื้นหลังกับผลมะพร้าวออกจากกัน จากนั้นทำการหาขอบของภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมเพื่อนำไปใช้หาขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอม แล้วจึงทำการสร้างบริเวณพื้นที่สนใจเพื่อนำไปใช้วิเคราะห์คัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม จากนั้นทำการสร้างสมการจำแนกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมซึ่งสามารถคัดแยกออกได้เป็น 3 ประเภท คือ ประเภทเนื้อชั้นเดียว ประเภทเนื้อชั้นครึ่งและประเภทเนื้อสองชั้น ดังรูปที่ 5

3.3.1.1 การปรับความสว่างของแสงของภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอม

จากภาพถ่ายของมะพร้าวน้ำหอมที่ใช้ในการทดลองนี้อยู่ในระบบสี RGB ดังรูปที่ 6(ก) ซึ่งได้จากการถ่ายภาพในสภาพแสงธรรมชาติทำให้มีความสว่างของแสงแตกต่างกันไปในแต่ละผล ซึ่งความสว่างของแสงที่ต่างกันทำให้มีผลต่อการกำหนดค่าคงที่ของค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่เหมาะสม จึงจำเป็นที่จะต้องทำการปรับความสว่างของแสงให้มีค่าเท่ากันทุกผลก่อนที่จะทำการกำหนดค่าคงที่ของค่าขีดเริ่มเปลี่ยน สำหรับค่าความสว่างที่เหมาะสมในการทดลองนี้มีค่าความสว่างเท่ากับ 210 ลักซ์ ซึ่งเป็นค่าความสว่างที่ไม่สว่างจนเกินไปและไม่น้อยจนมืดจนเกินไป ดังรูปที่ 6(ข)



รูปที่ 5 ขั้นตอนการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

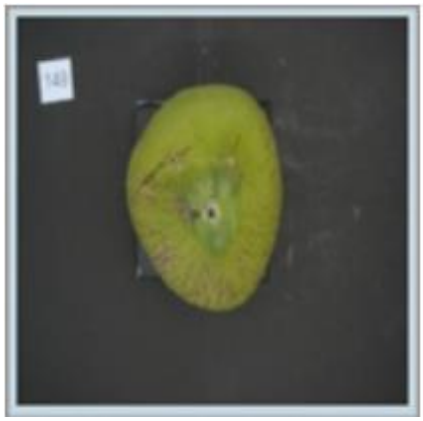
(ก) ก่อนการปรับแสง (ข) หลังการปรับแสงให้มีความสว่าง 210 ลักซ์

รูปที่ 6 รูปถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมก่อนและหลังการปรับแสง

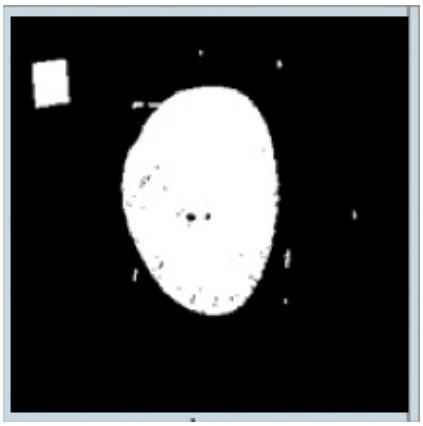
3.3.1.2 การแบ่งแยกวัตถุ

การแบ่งแยกวัตถุ (Segmentation) คือ การแยกข้อมูลภาพของส่วนที่ต้องการออกมาได้ วิธีการพื้นฐานสำหรับการแบ่งแยกวัตถุ คือการพิจารณา Image amplitude ได้แก่การพิจารณาความสว่างของภาพสำหรับภาพแบบ Gray scale และความแตกต่างของสีสำหรับภาพสี นอกจากนี้ขอบของภาพและลักษณะของ Texture ก็เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่จะทำให้สามารถทำการแบ่งแยกวัตถุ ได้สะดวกยิ่งขึ้น การทำการแบ่งแยกวัตถุสามารถทำได้โดยการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยน ซึ่งเป็นค่าความเข้มให้มีค่าที่สามารถแยกความแตกต่างของวัตถุและพื้นหลังได้ ซึ่งในการทดลองนี้คือการแยกพื้นที่ส่วนบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมออกจากพื้นหลังซึ่งเป็นส่วนที่ไม่ต้องการนำมาพิจารณาในการคัดแยกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม จากนั้นทำการหาขอบภาพของผลมะพร้าวน้ำหอม เพื่อนำมาคำนวณขนาดของผลและกำหนดบริเวณพื้นที่สนใจที่จะใช้ในการวิเคราะห์คัดแยกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม เริ่มจากภาพนำเข้าที่ได้จากการถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมซึ่งเป็นภาพที่อยู่ในระบบสี RGB มีขนาดภาพ 4288x2848 พิกเซล ดังรูปที่7 (ก) จากนั้นทำการแยกภาพผลมะพร้าวน้ำหอมออกจากพื้นหลังของภาพโดยใช้วิธีการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่เหมาะสมดังรูปที่ 6(ข) ทำการหาขอบภาพของผลมะพร้าวน้ำหอมดังแสดงในรูปที่ 6(ค) จากนั้นสร้างสี่เหลี่ยมล้อมรอบผลมะพร้าวน้ำหอมเพื่อคำนวณขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอมดังรูปที่ 6(ง) โดยการประมาณเส้นผ่านศูนย์กลางของผลมะพร้าวน้ำหอมจากสมการ (12)

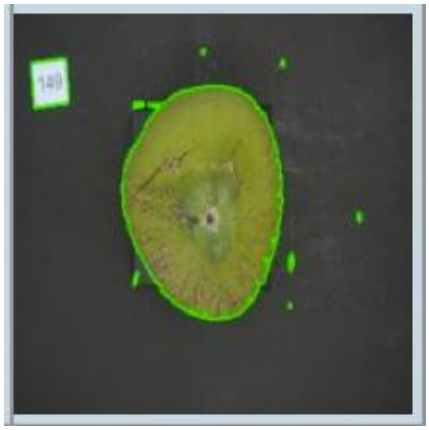
เส้นผ่านศูนย์กลาง = (ความกว้าง + ความยาว) / 2 (12)



(ก) ภาพนำเข้าในระบบสี RGB



(ข) ภาพสีขาวดำ



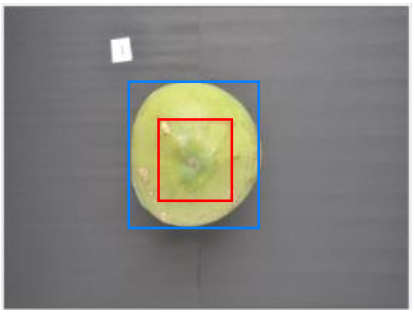
(ค) หาขอบภาพของมะพร้าวน้ำหอม

(ง) หาขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอม

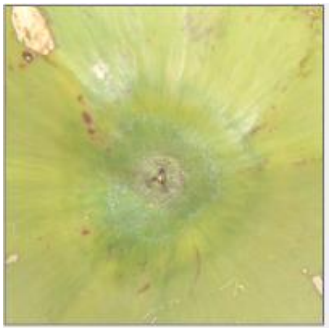
รูปที่7 ขั้นตอนการหาขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอม

3.3.1.3 การหาจุดกึ่งกลางและการหาพื้นที่สนใจ

การหาจุดกึ่งกลางของผลมะพร้าวน้ำหอมนั้น ผู้ใช้สามารถเลือกจุดกึ่งกลางของผลมะพร้าวได้ด้วยตัวเองโดยการคลิกจุดตรงกลาง(จุดสีดำบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอม) ดังรูปที่ 8(ก) และทำการสร้างสี่เหลี่ยมที่มีขนาด 300x300 พิกเซล (8x8 เซนติเมตร) จากจุดกึ่งกลางที่ได้ดังรูปที่ 6(ข) ซึ่งก็คือพื้นที่สนใจที่จะนำไปใช้ในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม จากนั้นทำการตัดเอาพื้นที่สี่เหลี่ยมดังกล่าว ดังรูปที่ 6(ค) ซึ่งพื้นที่สี่เหลี่ยมที่ตัดมานั้นซึ่งก็คือส่วนของบริเวณพื้นที่สนใจที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์คัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม



(ก) การหาจุดกึ่งกลางและการสร้างพื้นที่สนใจ



(ข) พื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม

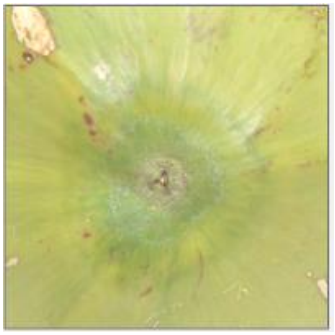
รูปที่8 ขั้นตอนการหาจุดกึ่งกลางและพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม

3.3.1.4 การแยกคุณลักษณะ

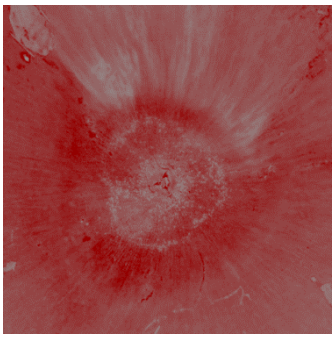
หลังจากได้ขอบของมะพร้าวน้ำหอมจากภาพถ่ายแล้ว ขั้นต่อมาคือการแยกคุณลักษณะและจัดเก็บข้อมูลดังกล่าว ในการทดลองนี้คุณลักษณะเด่นที่ต้องการคือคุณลักษณะทางสี (color features) การบ่งบอกความแตกต่างของสีสามารถบ่งบอกได้หลายระบบ เช่น HSV (Hue, Saturation และ Value) RGB (Red, Green และ Blue) และ HLS (Hue, Lightness และ Saturation) เป็นต้น ซึ่งภาพถ่ายที่ได้จากกล้องดิจิตอลจะเก็บค่าของสีในรูปแบบ RGB สำหรับในงานวิจัยนี้ใช้ภาพในระบบสี HSV เป็นคุณลักษณะเด่น จากภาพพื้นที่สนใจในระบบสี RGB ดังรูปที่ 69 ทำการแปลงภาพเป็นระบบสี HSV จากนั้นทำการแยกระนาบสีออกเป็นสีในระนาบ H, S, และ V นำภาพถ่ายที่แปลงอยู่ในระนาบ S ดังรูปที่ 60 (ซึ่งเป็นระนาบสีที่มีนัยสำคัญต่อการจำแนกการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม) มาหาค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่เหมาะสมจะได้ภาพขาวดำ จากนั้นทำการสร้างพื้นที่วงแหวนบนพื้นที่สนใจ (ขนาด dxd : ในการทดลองขนาดพื้นที่สนใจ 300x300) จำนวน 4 วงแหวน ดังรูปที่11 ซึ่งมีขนาดของรัศมีวงแหวนดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การกำหนดพื้นที่สนใจวงแหวน 4 วง

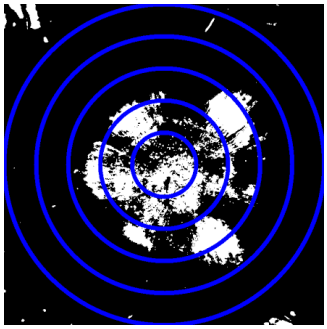
ลำดับที่วงแหวน	รัศมีวงแหวน (วงใน - วงนอก)
วงแหวนที่ 1	4(d)/15 - 6.5(d)/15
วงแหวนที่ 2	6.5(d)/15 - 9(d)/15
วงแหวนที่ 3	9(d)/15 - 11.5(d)/15
วงแหวนที่ 4	11.5(d)/15 - 14(d)/15



รูปที่ 9 พื้นที่สนใจในระนาบสี RGB



รูปที่ 10 พื้นที่สนใจในระนาบ S



รูปที่ 11 การกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนและการสร้างวงแหวนจำนวน 4 วง

3.3.1.5 การสร้างสมการจำแนกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

สร้างสมการจำแนกโดยนำความสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่ของวงแหวนกับร้อยละของพื้นที่สีขาวบนพื้นที่สนใจมาทำการประมาณสมการจำแนกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมทั้ง 3 ประเภท ด้วยวิธีการประมาณสมการถดถอยแบบเส้นโค้งโพลิโนเมียลกำลังสอง โดยให้ลำดับที่ของวงแหวนเป็นตัวแปรต้นและร้อยละของพื้นที่สีขาวบนพื้นที่สนใจเป็นตัวแปรตาม โดยในการทดลองนี้จะใช้มะพร้าวน้ำหอมทั้ง 3 ประเภทชั้นเนื้อละ 50 ผลมาใช้เป็นชุดข้อมูลในการประมาณโดยใช้โปรแกรม MATLAB

3.3.1.6 การจำแนกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

การจำแนกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมทำได้โดยการเปรียบเทียบค่าระยะห่างของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่ของวงแหวนกับร้อยละของพื้นที่สีขาวบนพื้นที่สนใจในแต่ละวงแหวนของภาพบริเวณของมะพร้าวน้ำหอมกับกราฟความสัมพันธ์ของสมการจำแนกที่ได้จากการประมาณเส้นโค้งแบบโพลิโนเมียลกำลังสองของมะพร้าวน้ำหอมทั้ง 3

ประเภท ระยะห่างของสมการจำแนกประเภทใดมีค่าน้อยที่สุด สรุปได้ว่าผลมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบจัดเป็นชั้นเนื้อประเภทนั้น ประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ มะพร้าวประเภทเนื้อชั้นเดียว มะพร้าวประเภทเนื้อชั้นครึ่งและมะพร้าวประเภทเนื้อสองชั้น

3.3.2 การวิจัยเพื่อปรับปรุงวิธีการจำแนก

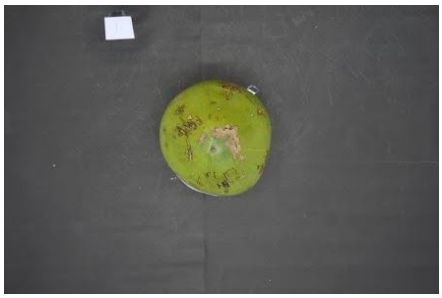
3.3.2.1. การถ่ายภาพมะพร้าวในระยะที่แตกต่างกัน

ส่วนที่สองจะเป็นการปรับปรุงวิธีการจำแนกในส่วนแรก โดยมีสมมติฐานในการทดลองคือ ถ้าระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่เปลี่ยนแปลงไปจากระยะห่างอ้างอิงในการวิจัยส่วนแรก จะมีผลต่อการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมหอย่างไร ดังนั้นในส่วนการวิจัยที่สองนี้จึงได้ทำการถ่ายรูปบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอม โดยมีการเปลี่ยนแปลงระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมจากระยะห่างอ้างอิงเป็นระยะ X, Y เซนติเมตร ซึ่งในการทดลองการถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมในการทดลองส่วนนี้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ใช้คือ ระยะห่าง 50 เซนติเมตร และระยะห่าง 70 เซนติเมตร สำหรับสาเหตุที่เลือกใช้ระยะห่าง 2 ระยะนี้ เพื่อให้เห็นความแตกต่างของผลลัพธ์ได้ชัดเจนขึ้นเมื่อระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมมีระยะที่ใกล้กว่าระยะอ้างอิง ผลลัพธ์ที่ได้จะมีลักษณะเป็นอย่างไร และระยะที่ไกลกว่าระยะอ้างอิง ผลลัพธ์ที่ได้จะลักษณะอย่างไร การทดลองในส่วนแรกระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมคือระยะห่าง 60 เซนติเมตร ซึ่งจะใช้เป็นระยะห่างอ้างอิงของการทดลองทั้งหมด

สำหรับมะพร้าวน้ำหอมที่จะนำมาทดสอบในการทดลองส่วนที่สองนี้จะเป็นมะพร้าวน้ำหอมชุดเดิมซึ่งเป็นชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบในการทดลองในส่วนแรก วิธีการทดลองในส่วนที่สองเริ่มจากการนำมะพร้าวน้ำหอมที่จะใช้ทดสอบมาถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอม โดยถ่ายภาพให้มีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะ 50 และ 70 เซนติเมตร ผลลัพธ์แสดงในรูปที่ 12 และ รูปที่ 12 ตามลำดับ เมื่อถ่ายภาพเรียบร้อยแล้ว นำภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมมาเข้าสู่กระบวนการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม พิจารณาเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร และให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมได้ถูกต้องมากน้อยแค่ไหน เมื่อเทียบกับผลการคัดแยกกับการทดลองในส่วนแรก

รูปที่ 12 ภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะ 50 เซนติเมตร

รูปที่13 ภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะ 70 เซนติเมตร



รูปที่14 ภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะ 60 เซนติเมตร

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1. การเก็บบันทึกข้อมูล

ทำการถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมด้วยกล้องดิจิตอล โดยผลมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาถ่ายภาพจะต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมธรรมชาติและได้รับแสงสว่างธรรมชาติ สำหรับกล้องดิจิตอลที่ใช้ในการถ่ายภาพจะเชื่อมต่ออยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการควบคุมการถ่ายภาพ ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่15

รูปที่15 ภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมในสภาพแสงธรรมชาติ

สำหรับงานวิจัยนี้จะแบ่งเป็นสองส่วน ดังนั้นในการถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมจะถ่ายภาพทั้งหมด 3 ชุดโดยใช้มะพร้าวน้ำหอมชุดเดียวกันทั้งหมดและอยู่ในสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ได้รับแสงสว่างธรรมชาติเหมือนกันทั้งหมด แต่สิ่งที่แตกต่างกันคือระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอม โดยชุดแรกผลมะพร้าวน้ำหอมจะวางอยู่ห่างจากกล้องถ่ายรูปเป็นระยะ 60 เซนติเมตร เป็นชุดข้อมูลของการทดลองในส่วนแรก และเป็นชุดข้อมูลอ้างอิงเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับการทดลองในส่วนที่สอง สำหรับชุดที่สองและชุดที่สาม มะพร้าวน้ำหอมที่จะนำมาถ่ายภาพจะวางอยู่ห่างจากกล้องถ่ายรูปเป็นระยะ 50 และ 70 เซนติเมตร ตามลำดับ

การคัดแยกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมสามารถทำการคัดแยกออกเป็น 3 ประเภทคือ มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่ง และมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น หลังจาก

ที่ถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบทั้งหมดแล้ว จากนั้นได้นำผลมะพร้าวทั้งหมดมาทำการผ่าดูลักษณะเนื้อด้านในของมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลว่าในประเภทชั้นเนื้อแต่ละชั้นนั้นมีลักษณะเนื้อด้านในของมะพร้าวน้ำหอมเป็นอย่างไร ซึ่งผลจากการผ่าดูลักษณะเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมสามารถแยกลักษณะเนื้อด้านในของมะพร้าวน้ำหอมตามประเภทเนื้อชั้นเดียว เนื้อชั้นครึ่งและเนื้อสองชั้น ได้ดังรูปที่16 (ก), 16(ข) และ 16(ค) ตามลำดับ

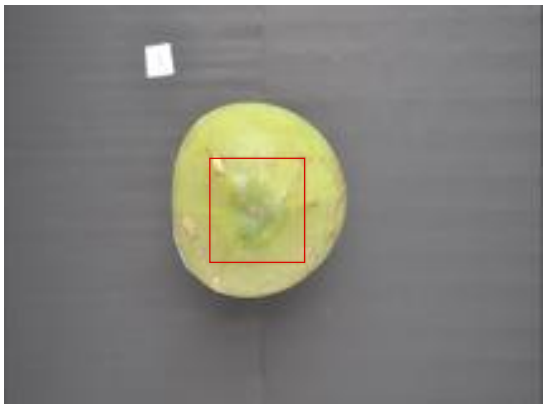
(ก) เนื้อมะพร้าวน้ำหอมประเภทชั้นเดียว

(ข) เนื้อมะพร้าวน้ำหอมประเภทชั้นครึ่ง

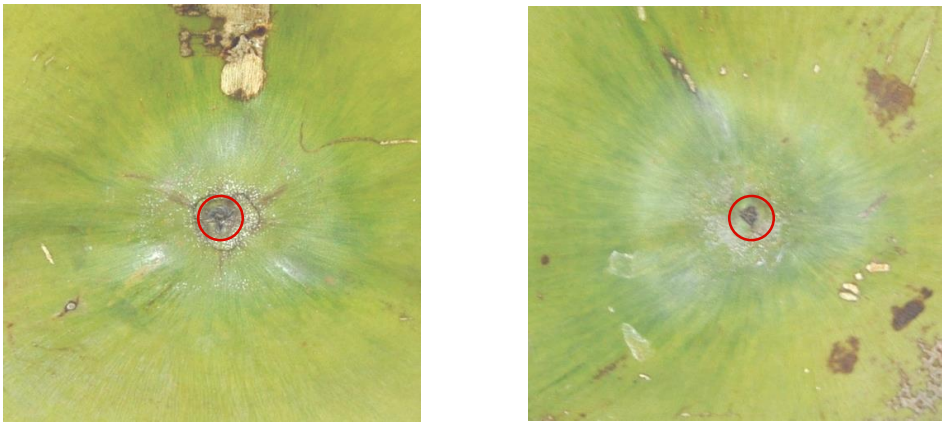
(ค) ลักษณะเนื้อด้านในของมะพร้าวน้ำหอมประเภทสองชั้น

รูปที่16 เนื้อมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว เนื้อชั้นครึ่ง และเนื้อสองชั้น

สำหรับในการวิจัยการคัดแยกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม บริเวณพื้นที่สนใจที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์การคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมจะอยู่ตรงพื้นที่บริเวณส่วนตรงกลางของผลมะพร้าวน้ำหอม มีขนาดเฉลี่ยโดยประมาณ 300 x 300 พิกเซล ดังรูปที่17 จากภาพพื้นที่สนใจในรูปที่18 จะสังเกตได้ว่าพื้นที่ส่วนตรงกลางจะมีจุดสีดำที่มีขนาดประมาณ 20 x 20 พิกเซล ซึ่งบริเวณจุดสีดำตรงนี้จะใช้เป็นจุดศูนย์กลางของผลมะพร้าวน้ำหอมในแต่ละผล เพื่อใช้เป็นจุดอ้างอิงในการสร้างพื้นที่สนใจตรงบริเวณพื้นที่ส่วนตรงกลาง

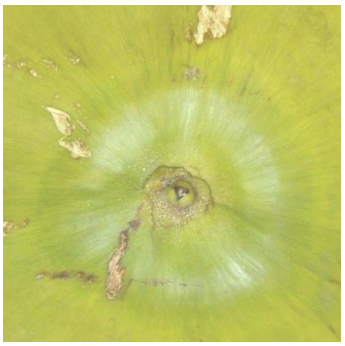


รูปที่17 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม



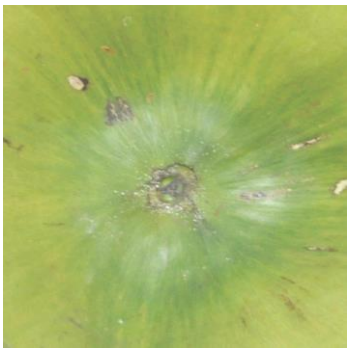
รูปที่18 จุดศูนย์กลางของมะพร้าวน้ำหอมที่ใช้ในการสร้างพื้นที่สนใจ

จากรูปพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมในแต่ละประเภทชั้นเนื้อ ในรูปที่19 จะสังเกตเห็นว่าบริเวณพื้นที่สนใจของผลมะพร้าวน้ำหอมในแต่ละประเภทชั้นเนื้อจะมีปริมาณการเปลี่ยนแปลงพื้นที่สีเขียวที่แตกต่างกันตามอายุของผล มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียวจะมีปริมาณพื้นที่สีเขียวเข้มน้อยที่สุด และจะมีปริมาณพื้นที่สีเขียวเข้มมากที่สุดในมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น



(ก) มะพร้าวประเภทเนื้อชั้นเดียว

(ข) มะพร้าวประเภทเนื้อชั้นครึ่ง



(ค) มะพร้าวประเภทเนื้อสองชั้น

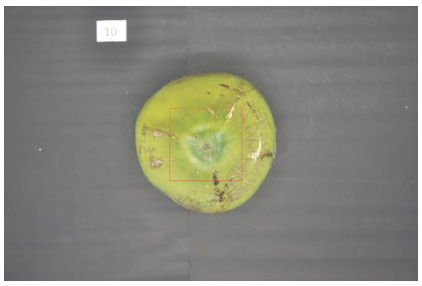
รูปที่19 ตัวอย่างพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมทั้ง 3 ประเภท

4.2 ผลการคัดแยกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

มะพร้าวน้ำหอมที่ใช้ในการทดลองใช้มะพร้าวน้ำหอมทั้งหมด 150 ผล โดยมีมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว 50 ผล มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่ง 50 ผลและมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น 50 ผล นำผลมะพร้าวน้ำหอมทั้งหมดมาทำการถ่ายภาพในสภาพแสงธรรมชาติที่ไม่มีการควบคุม ในการทดลองคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม จะใช้ภาพในระนาบ S ระบบสี HSV ซึ่งเป็นระนาบของสีที่มีนัยสำคัญในการคัดแยกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม สำหรับขั้นตอนการทดลองภาพนำเข้ามะพร้าวน้ำหอมจะอยู่ในระบบสี RGB ขั้นตอนแรกทำการปรับความสว่างของภาพถ่ายของมะพร้าวน้ำหอมทุกภาพให้มีความสว่างเท่ากันทุกภาพ (ค่าความสว่างที่เหมาะสมในการทดลองมีค่าเท่ากับ 210 ลักซ์) ดังในรูปที่20 (ก) และ รูปที่20 (ข) ตามลำดับ จากนั้นสร้างบริเวณพื้นที่สนใจที่จะใช้ในการวิเคราะห์การคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม และตัดเอาเฉพาะบริเวณพื้นที่สนใจและทำการแปลงภาพพื้นที่สนใจจากระบบสี RGB ในรูปที่20 (ค) มาเป็นภาพในระบบสี HSV จากนั้นแยกภาพในระบบสี HSV ออกเป็นระนาบ H, S และ V นำภาพในระนาบ S ในรูปที่20 (ง) มาทำการแปลงเป็นภาพขาวดำ โดยกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่เหมาะสม

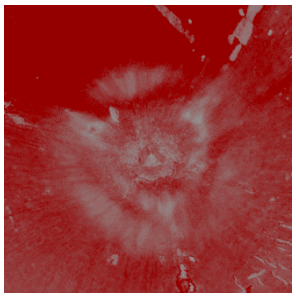
ในการทดลองค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่เหมาะมีค่าเท่ากับ 120 จากนั้นทำการสร้างพื้นที่วงแหวนสนใจจำนวน 4 วง ได้ผลการทดลองดังรูปที่20 (จ)

(ก) ภาพนำเข้าในระบบสี RGB

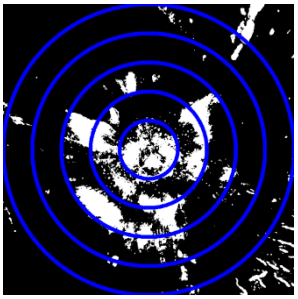


(ข) ปรับความสว่างภาพถ่ายของมะพร้าวน้ำหอม และสร้างบริเวณพื้นที่สนใจจากจุดศูนย์กลาง

(ค) ตัดเอาบริเวณพื้นที่สนใจ



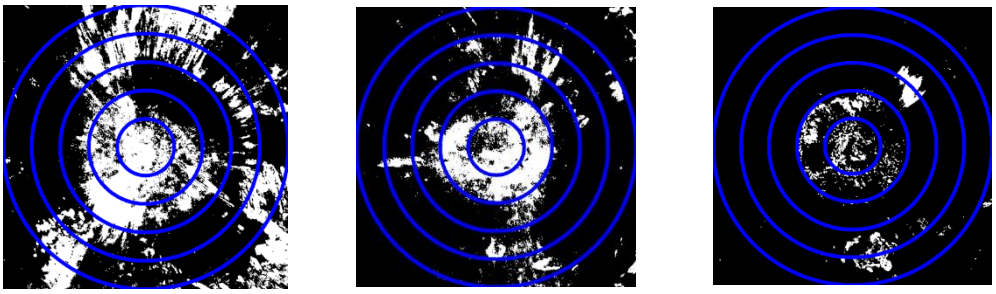
(ง) บริเวณพื้นที่สนใจในระนาบ S



(จ) การหาขีดเริ่มเปลี่ยนและการสร้างวงแหวนในพื้นที่สนใจ

รูปที่20 ขั้นตอนในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำค่าขีดเริ่มเปลี่ยนบนภาพขาวดำของพื้นที่สนใจของมะพร้าวหอมทั้ง 3 ประเภทชั้นเนื้อ จะมีลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละประเภทชั้นเนื้อ ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 21



(ก) เนื้อชั้นเดียว (ข) เนื้อชั้นครึ่ง (ค) เนื้อสองชั้น

รูปที่ 21 ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการทำขีดเริ่มเปลี่ยนบนพื้นที่สนใจของแต่ละประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

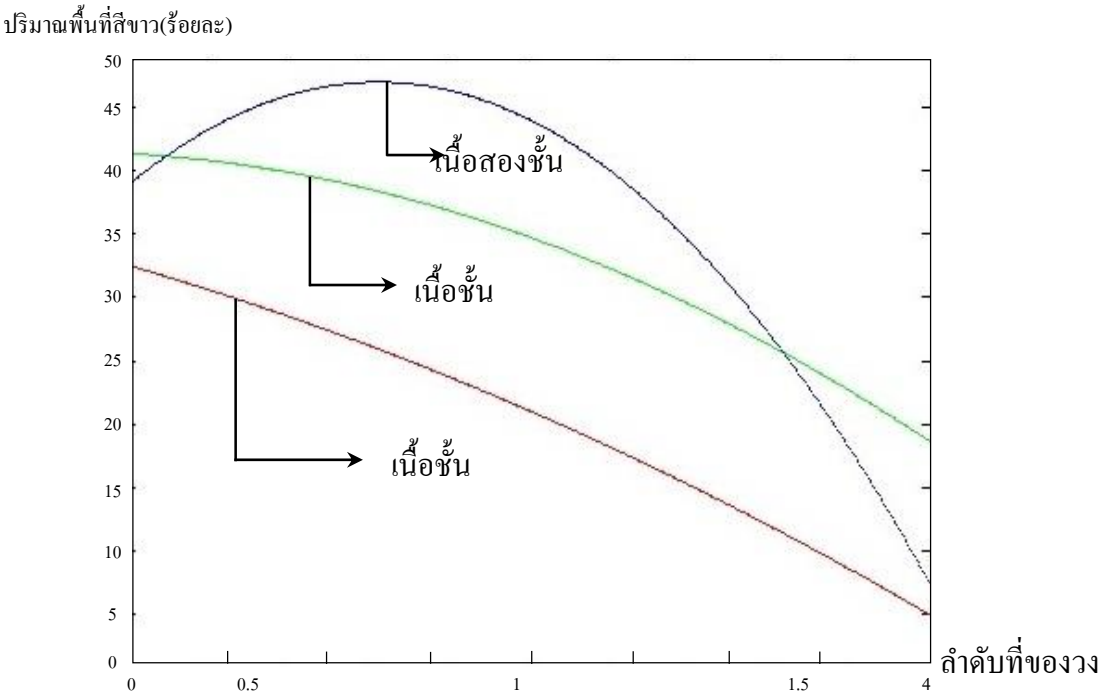
ทำการคำนวณหาร้อยละของพื้นที่สีขาวบนพื้นที่สนใจในแต่ละวงแหวนของมะพร้าวน้ำหอมทั้ง 3 ประเภทชั้นเนื้อ จากนั้นนำชุดข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างร้อยของพื้นที่สีขาวบนพื้นที่สนใจกับลำดับที่ของวงแหวนมาทำการประมาณสมการการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมทั้ง 3 ประเภท ด้วยวิธีการประมาณสมการถดถอยแบบเส้นโค้งโพลิโนเมียลกำลังสอง ได้สมการการคัดแยกดังนี้ คือ

$$y_1 = -0.7474x^2 - 7.3053x + 15.1053 \quad (13)$$

$$y_2 = -1.5357x^2 - 1.4214x + 32.6786 \quad (14)$$

$$y_3 = -6.7250x^2 + 21.0550x + 27.4250 \quad (15)$$

จากสมการจำแนกที่ได้นำมาสร้างกราฟประมาณการคัดแยกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมทั้ง 3 ประเภทชั้นเนื้อได้กราฟดังรูปที่22



รูปที่22 กราฟสมการจำแนกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

ตารางที่ 3 ผลการคัดแยกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

ชั้นเนื้อจริง	ผลการทำนาย		
	เนื้อชั้นเดียว	เนื้อชั้นครึ่ง	เนื้อสองชั้น
เนื้อชั้นเดียว	92.8	7.2	0
เนื้อชั้นครึ่ง	7.43	78.43	14.14
เนื้อสองชั้น	0	27.8	72.2
ความถูกต้องในการคัดแยกรวม 81.14%			

จากผลการทดลอง สามารถคัดแยกประเภทของมะพร้าวเนื้อชั้นเดียวได้ถูกต้อง 92.8% คัดแยกประเภทของมะพร้าวเนื้อชั้นครึ่งได้ 78.43% และคัดแยกประเภทมะพร้าวเนื้อสองชั้นได้ถูกต้อง 72.2% และมีความถูกต้องในการคัดแยกรวม 81.14%

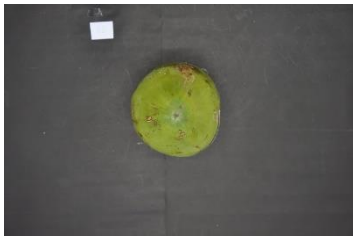
4.3 ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมเมื่อเปลี่ยนระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอม

สำหรับการวิจัยในส่วนแรกการถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมมีระยะห่าง 60 เซนติเมตร แต่ในการนำไปใช้งานจริงการถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่บนต้นมะพร้าวนั้น ไม่สามารถที่จะวางตำแหน่งของผลมะพร้าวน้ำหอมให้เหมือนกันทุกผลได้ เนื่องจากมะพร้าวน้ำหอมบนต้นมะพร้าวจะอยู่รวมกันเป็นทะลาย ตำแหน่งของผลมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลที่อยู่ในทะลายจะมีตำแหน่งที่แตกต่างกันไป ทำให้ไม่สามารถที่จะถ่ายภาพในตำแหน่งเดิมได้ทุกผล และไม่สามารถที่จะปรับตำแหน่งผลมะพร้าวน้ำหอมให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับตำแหน่งและระยะห่างของกล้องถ่ายรูปแทนเพื่อให้สามารถถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมได้อย่างชัดเจน ว่าควรจะวางอยู่ตรงตำแหน่งไหนและควรมีระยะห่างเป็นเท่าไหร่เพื่อให้สามารถถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมให้เห็นบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมได้ดีที่สุด ดังนั้นการทดลองในส่วนที่สองนี้จึงเป็นการออกแบบขึ้นมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนำไปใช้งานจริง และสามารถคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมได้อย่างถูกต้องถึงแม้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมในการถ่ายภาพแต่ละผลจะมีระยะห่างที่ไม่เท่ากัน

มะพร้าวน้ำหอมที่จะนำมาทดสอบจะเป็นมะพร้าวน้ำหอมชุดเดียวกันกับมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบในส่วนของการทดลองแรก ผลลัพธ์แสดงในรูปที่23 (ข) สำหรับการทดลองในส่วนที่สองจะทำการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบโดยการเปลี่ยนระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมให้มีระยะห่าง 50 และ 70 เซนติเมตร ดังรูปที่23 (ก) และรูปที่23 (ค) ตามลำดับ แต่ในการทดลองส่วนที่สองนี้จะเปลี่ยนเฉพาะระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมเท่านั้น แต่ตำแหน่งกล้องถ่ายรูปและตำแหน่งของผลมะพร้าวน้ำหอมที่วาง ยังคงเป็นตำแหน่งเดียวกันกับการทดลองในส่วนแรก เพราะในการทดลองในส่วนที่สองนี้เป็นการทดลองเพื่อทดสอบว่าถ้าระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมมีระยะที่ต่างกัน ผลลัพธ์ที่ได้จะมีลักษณะที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร และให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมเป็นอย่างไร

(ก) ระยะห่าง 50 เซนติเมตร

(ข) ระยะห่าง 60 เซนติเมตร



(ค) ระยะห่าง 70 เซนติเมตร

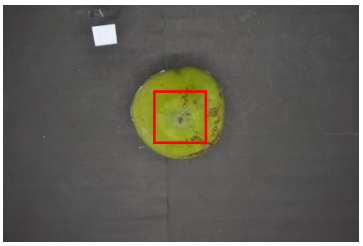
รูปที่23 มะพร้าวน้ำหอมถ่ายที่ระยะห่าง 50, 60 และ 70 เซนติเมตร

จากผลลัพธ์ในการถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ต่างกัน ในรูปที่23 (ก), รูปที่23 (ข) และรูปที่23 (ค) จะสังเกตได้ว่าขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอมในรูปทั้ง 3 มีขนาดที่แตกต่างกันขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอม 50 เซนติเมตร จะมีขนาดใหญ่กว่าผลมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายที่ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะอ้างอิง (60 เซนติเมตร) และขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอม 70 เซนติเมตร จะมีขนาดเล็กกว่าผลมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายที่ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะอ้างอิง

จากภาพถ่ายที่ได้จะเห็นได้ว่าระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมมีผลทำให้ภาพถ่ายขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอมมีขนาดที่เปลี่ยนแปลงไป ระยะห่างที่ต่างกัน ขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอมที่ได้ก็จะมีขนาดที่ต่างกัน จากนั้นนำภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมไปหาบริเวณพื้นที่สนใจ โดยการสร้างพื้นที่สี่เหลี่ยมจากจุดกึ่งกลางของผลมะพร้าวน้ำหอมให้มีขนาด 300x300 พิกเซล เช่นเดียวกับการหาบริเวณพื้นที่สนใจของการทดลองในส่วนแรก ดังรูปที่24 (ก) จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่24 (ข) และรูปที่24 (ค) สำหรับบริเวณพื้นที่สนใจคือบริเวณที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีที่มีนัยสำคัญต่อการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม ส่วนบริเวณอื่นที่นอกเหนือจากบริเวณพื้นที่สนใจจะไม่มีผลต่อการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม จึงไม่จำเป็นที่จะต้องนำมาใช้วิเคราะห์การคัดแยก

(ก) ระยะห่าง 60 เซนติเมตร

(ข) ระยะห่าง 50 เซนติเมตร



(ค) ระยะห่าง 70 เซนติเมตร

รูปที่24 พื้นที่สนใจของภาพถ่ายที่ระยะห่าง 50, 60 และ70 เซนติเมตร

จากนั้นตัดเอาบริเวณพื้นที่สนใจมาเปรียบเทียบกันกับบริเวณพื้นที่สนใจของการทดลองในส่วนแรก ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่25

(ก) ระยะห่าง 50 เซนติเมตร

(ข) ระยะห่าง 60 เซนติเมตร

(ค) ระยะห่าง 70 เซนติเมตร

รูปที่25 ภาพพื้นที่สนใจขนาด 300x300 พิกเซล

จากบริเวณพื้นที่สนใจในรูปที่25 ภาพผลลัพธ์ในรูปที่25 (ข) เป็นภาพบริเวณพื้นที่สนใจของการทดลองในส่วนแรกแรกซึ่งจะนำมาใช้เปรียบเทียบกับภาพบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมที่ทำการทดลองในการทดลองส่วนที่สอง เมื่อนำภาพบริเวณพื้นที่สนใจในรูปที่25 (ก) เปรียบเทียบกับภาพบริเวณพื้นที่สนใจในรูปที่25 (ข) จะสังเกตเห็นว่าบริเวณพื้นที่สนใจในรูปที่25 (ก) จะมีพื้นที่บริเวณบางส่วนขาดหายไป และถ้าหากต้องการให้บริเวณพื้นที่สนใจในรูปที่25 (ก) และรูปที่25 (ข) มีบริเวณพื้นที่สนใจเดียวกัน

ควรทำการปรับขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจ ในรูปที่25 (ก) ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อจะได้ครอบคลุมในส่วนของบริเวณที่ขาดหายไป สำหรับผลลัพธ์ภาพบริเวณพื้นที่สนใจในรูปที่25 (ค) จะเห็นได้ว่ามีบริเวณบางส่วนเกินเข้ามาในบริเวณพื้นที่สนใจ เมื่อเปรียบเทียบกับภาพบริเวณพื้นที่สนใจในรูปที่25 (ข) ดังนั้นหากต้องการให้บริเวณพื้นที่สนใจในรูปที่25 (ข) และรูปที่25 (ค) มีบริเวณพื้นที่สนใจเดียวกัน ควรมีการปรับขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจในรูปที่25 (ค) ให้มีขนาดเล็กลง เพื่อที่จะตัดบริเวณบางส่วนที่เกินเข้ามาออกไป เมื่อบริเวณพื้นที่สนใจมีบริเวณบางส่วนแตกต่างกัน อาจให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่แตกต่างจากผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมของการทดลองในส่วนแรกได้หรืออาจให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่ผิดพลาด

จากผลการทดลองในการทดลองส่วนที่สอง ในการถ่ายรูปมะพร้าวน้ำหอมเมื่อระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมมีระยะห่างที่ต่างกัน มีผลทำให้ภาพถ่ายของมะพร้าวน้ำหอมที่ได้มีขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอมที่ต่างกัน และเมื่อขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอมมีขนาดต่างกัน ในการหาขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจก็จะมีขนาดที่แตกต่างเช่นเดียวกัน เนื่องจากขนาดของมะพร้าวน้ำหอมที่ต่างกันไม่สามารถที่จะใช้ขนาดของพื้นที่สนใจที่เท่ากันทั้งหมดได้ เพราะจะมีผลทำให้บริเวณพื้นที่สนใจที่ได้มีบริเวณที่แตกต่างกันไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบเพื่อทำการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมได้ ดังนั้นในการหาขนาดของพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลที่มีขนาดแตกต่างกันจะต้องทำการปรับขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจก่อนที่จะนำพื้นที่สนใจดังกล่าวไปวิเคราะห์เพื่อการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม สำหรับขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 16

$$y_1 = (x / x_1)*y \qquad (16)$$

โดยที่

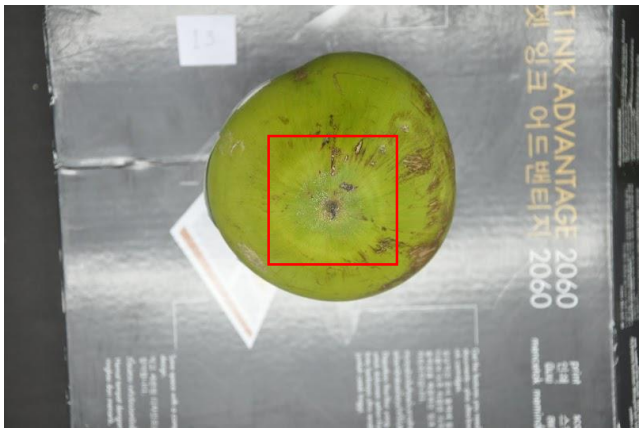
x = ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะห่างอ้างอิง (ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับมะพร้าวน้ำหอม 60 เซนติเมตร)

x_1 = ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะห่างใดๆ (สำหรับในการทดลองนี้ ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมคือระยะห่าง 50 และ 70 เซนติเมตร)

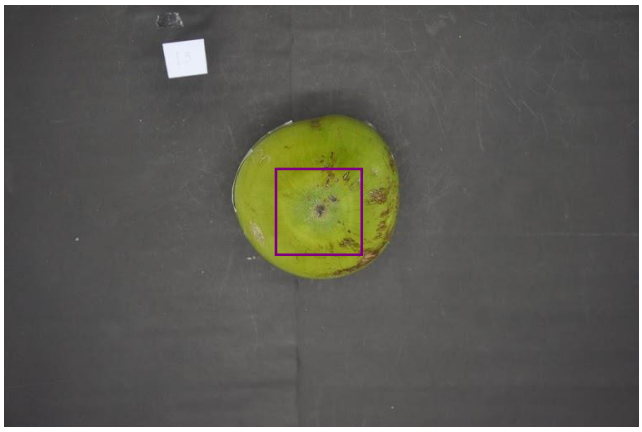
y = ขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจของผลมะพร้าวที่มีขนาด 300x300 พิกเซล

y_1 = ขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจของผลมะพร้าวน้ำหอม (x_1)

คำนวณหาขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมโดยถ่ายที่ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอม 50 และ 70 เซนติเมตร ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 37 และ 38 ตามลำดับ จากผลลัพธ์ที่ได้ขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมที่ได้จะมีขนาดที่แตกต่างกัน

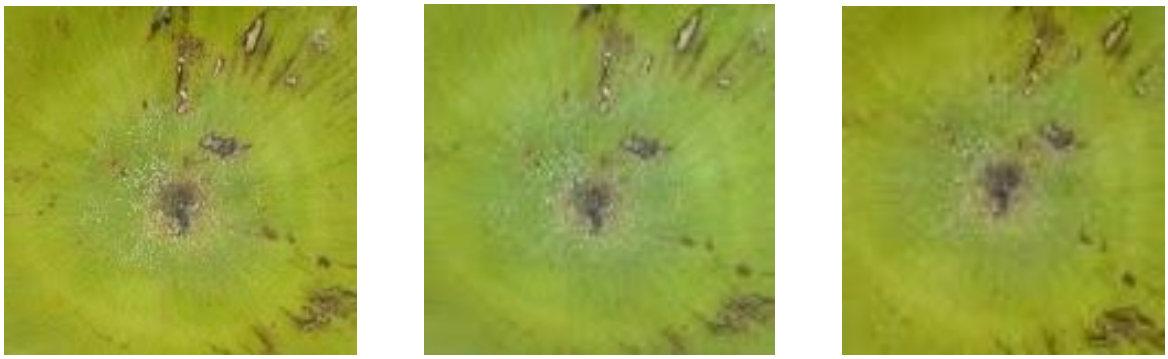


รูปที่26 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมโดยถ่ายที่ระยะห่าง 50 เซนติเมตร



รูปที่27 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมโดยถ่ายที่ระยะห่าง 70 เซนติเมตร

จากนั้นตัดเอาบริเวณพื้นที่สนใจที่หาได้ในรูปที่28 (ก) และรูปที่28 (ข) มาเปรียบเทียบกับบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายที่ระยะห่างอ้างอิงของการทดลองในส่วนแรก ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่28 (ค) จากผลลัพธ์ที่ได้จะเห็นได้ว่าแม้ขนาดของผลมะพร้าวที่ได้จะมีขนาดแตกต่างกัน แต่บริเวณพื้นที่สนใจที่ได้มีบริเวณพื้นที่สนใจเป็นบริเวณเดียวกันทั้งหมด



(ก) ระยะห่าง 50 เซนติเมตร (ข) ระยะห่าง 60 เซนติเมตร (ค) ระยะห่าง 70 เซนติเมตร

รูปที่28 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะห่าง 50, 60 และ 70 เซนติเมตร

จากนั้นจึงนำพื้นที่สนใจที่ได้ไปวิเคราะห์เพื่อทำการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมโดยใช้สมการการคัดแยกแบบโพลิโนเมียลกำลังสองที่สร้างไว้สำหรับการคัดแยกในการทดลองส่วนแรก เพื่อหาผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในแต่ละผล ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอม 50, 60 และ 70 เซนติเมตร

ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอม	ผลการคัดแยก		
	เนื้อชั้นเดียว	เนื้อชั้นครึ่ง	เนื้อสองชั้น
50 เซนติเมตร	92.8	78.43	72.2
60 เซนติเมตร	92.8	78.43	72.2
70 เซนติเมตร	92.8	78.43	72.2

จากผลการทดลองการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในตารางที่ 4 การใช้วิธีการปรับขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายภาพโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่แตกต่างกัน สามารถทำให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมให้ผลการคัดแยกที่เหมือนกัน ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมผลเดียวกัน ถึงแม้จะถ่ายภาพโดยใช้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ต่างกัน แต่ผลการคัดแยกที่ได้จะให้ผลการคัดแยก

ประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมเป็นประเภทชั้นเนื้อเดียวกันหรือถ้าให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อผิดจากประเภทชั้นเนื้อจริง ก็จะให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อที่ผิดเหมือนกัน

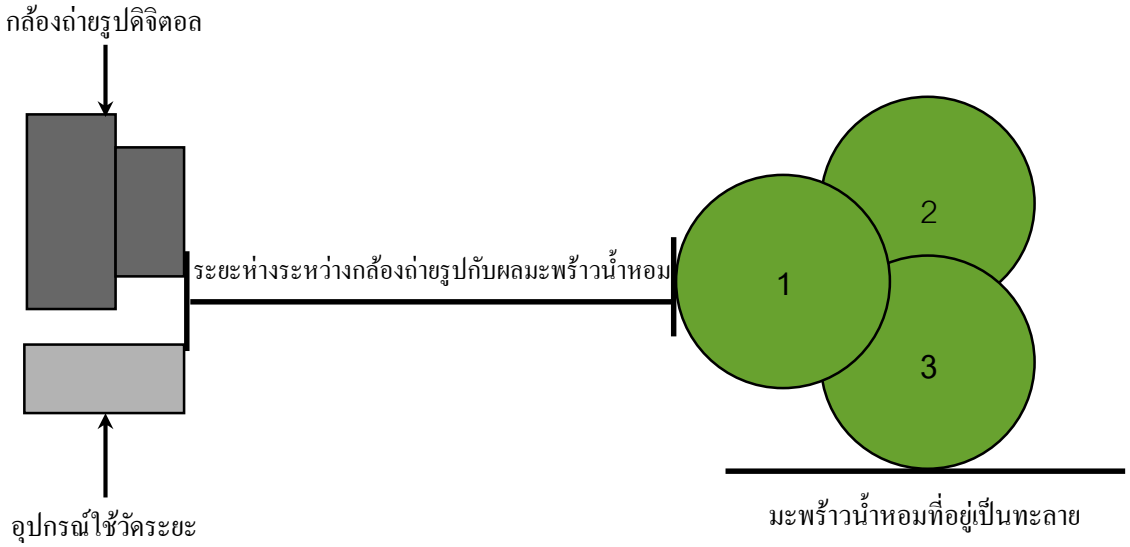
ดังนั้นในการนำไปใช้งานจริง ในการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลจำเป็นจะต้องรู้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่จะนำมาทดสอบว่ามีระยะห่างเป็นเท่าไหร่ เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณหาขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจ และควรมีการกำหนดขอบเขตของระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมให้มีความเหมาะสมว่าควรมีระยะห่างน้อยสุดเป็นเท่าไหร่และห่างมากสุดเป็นเท่าไหร่ เพื่อให้ได้ภาพถ่ายของมะพร้าวน้ำหอมที่สามารถเห็นบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมได้ชัดเจนที่สุด ถ้าหากระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมมีระยะห่างที่ไกลจนเกินไป ภาพถ่ายของมะพร้าวน้ำหอมที่ได้จะมีขนาดเล็กจนไม่สามารถมองเห็นบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมได้ชัดเจน หรือถ้าระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมมีระยะห่างที่ใกล้จนเกินไป จะทำให้เห็นภาพของผลมะพร้าวน้ำหอมได้เพียงส่วนใดส่วนหนึ่งของมะพร้าวน้ำหอมเท่านั้นหรือบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมที่ได้อาจจะมีบริเวณบางส่วนขาดหายไป

4.4 ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในการใช้งานจริง

จากการทดลองในส่วนแรกและส่วนที่สองที่ผ่านมานั้น ในการทดลองส่วนแรกเป็นการทดลองวิธีการปรับความสว่างของภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมและการทดลองส่วนที่สองเป็นวิธีการปรับขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายภาพโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ต่างกัน จากผลการทดลองที่ได้ระบบสามารถให้ผลการคัดแยกที่ถูกต้องสำหรับการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่ในสภาพแสงธรรมชาติซึ่งมีความสว่างไม่คงที่และถ่ายภาพโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่เท่ากันได้ แต่ในการทดลองทั้งสองส่วนนั้นผลมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบต้องตัดลงมาจากต้นมะพร้าวแล้วจึงนำมาถ่ายภาพทีละผลและในการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอม ถึงแม้การทดลองในส่วนแรกและส่วนที่สองจะมีระยะห่างระหว่ากล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่เท่ากัน แต่ในการทดลองมะพร้าวน้ำหอมทุกผลจะใช้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมเท่ากันทุกผล ไม่ว่าจะเป็น 50, 60 และ 70 เซนติเมตร และการตั้งกล้องถ่ายรูปให้มีระยะห่างจากผลมะพร้าวน้ำหอมตามที่ต้องการเป็นการวัดระยะไว้ตั้งแต่ตอนแรกและกล้องถ่ายรูปจะวางอยู่ในตำแหน่งที่คงที่ แต่วัตถุประสงค์ในงานวิจัยนี้คือการนำไปใช้งานจริงให้สามารถคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมได้โดยตรงจากต้นมะพร้าว โดยไม่ต้องตัดผลมะพร้าวลงมาจากต้นมะพร้าว และในการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลไม่สามารถที่จะกำหนดตำแหน่งและระยะห่างของกล้องถ่ายรูปให้คงที่เหมือนกันทุกผลได้ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้นำระบบการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมไปใช้งานจริง ว่าสามารถคัดแยก

ประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมจากต้นมะพร้าวได้จริง แต่เนื่องจากปัญหาในการหาสวนมะพร้าวที่ไม่สามารถหาสวนมะพร้าวที่พร้อมจะทำการทดลองได้ จึงได้แก้ไขปัญหาโดยหาวิธีทดลองกับมะพร้าวน้ำหอมที่มีสภาพใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด โดยทำการทดลองกับมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่กันเป็นทะลายมาทำการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมโดยไม่ต้องทำการตัดผลมะพร้าวน้ำหอมแยกออกมาทีละผลในการทดสอบ ดังรูปที่29 ซึ่งจะเป็นลักษณะของมะพร้าวน้ำหอมบนต้นมะพร้าวที่อยู่กันเป็นทะลาย ในการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลจำเป็นจะต้องรู้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่จะนำมาทดสอบว่าใช้ระยะห่างเท่าไหร่ โดยในการทดลองนี้จะมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอม เพื่อสะดวกในการวัดระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอม

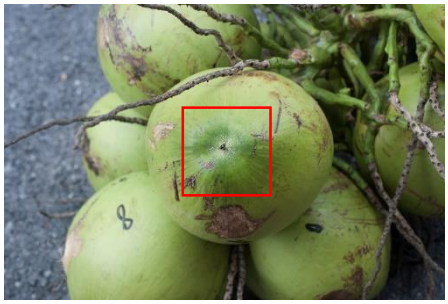
รูปที่29 ตัวอย่างทะลายของมะพร้าวน้ำหอม



รูปที่30 อุปกรณ์ในการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมในการใช้งานจริง

จากรูปที่30 แสดงชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอม การถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมทั้งทะลายจะทำการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมทีละผลจนครบทั้งทะลาย โดยจะถ่ายให้เห็นบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลให้ชัดเจนที่สุด สำหรับระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมจะใช้เครื่องวัดระยะในการวัดระยะห่างก่อนที่จะทำการถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอม ได้ผลลัพธ์ดังตัวอย่างในรูปที่31 พร้อมทั้งทำการจดบันทึกระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ทำการถ่ายภาพแต่ละผล จากนั้นนำภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลทำการปรับความสว่างของภาพเพื่อให้ภาพถ่ายของมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลมีความสว่างเท่ากันทุกภาพ จากนั้นหาบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมและตัดเอาบริเวณพื้นที่สนใจ ดังรูปที่ 32(ก) และรูปที่ 32(ข) ตามลำดับ เพื่อนำเอาบริเวณพื้นที่สนใจดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์คัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

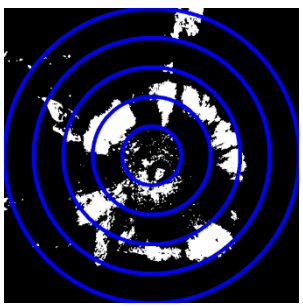
รูปที่31 อุปกรณ์ในการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมในการใช้งานจริง



(ก) บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม (ข) พื้นที่สนใจที่ตัดมาจาก (ก)

รูปที่ 32 (ก) พื้นที่สนใจบนผลมะพร้าวและ(ข) พื้นที่สนใจตัดมาจาก (ก)

จากนั้นนำเอาบริเวณพื้นที่สนใจที่ได้ในรูปที่ 32(ข) แปลงภาพในแต่ละระนาบสีให้เป็นภาพขาวดำ โดยการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่เหมาะสมและทำการสร้างพื้นที่วงแหวนสนใจจำนวน 4 วง จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 33 และสุดท้ายทำการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมออกเป็น 3 ประเภทคือ มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่ง และมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น



รูปที่ 33 ภาพขาวดำบริเวณพื้นที่สนและวงแหวนสนใจจำนวน 4 วง

มะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทำการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม มีทั้งหมด 4 ทะลาย จำนวน 50 ผล สำหรับผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม ให้ผลความถูกต้องในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในการใช้งานจริง

ชั้นเนื้อจริง	ผลการทำนาย		
	เนื้อชั้นเดียว	เนื้อชั้นครึ่ง	เนื้อสองชั้น
เนื้อชั้นเดียว	81.8	18.2	0
เนื้อชั้นครึ่ง	8	75	17
เนื้อสองชั้น	0	21.84	77.7
ความถูกต้องในการคัดแยกรวม 78.16%			

จากผลการทดสอบสามารถคัดแยกประเภทของมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียวได้ถูกต้อง 81.8% คัดแยกประเภทของมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่งได้ 75% และคัดแยกประเภทมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้นได้ถูกต้อง 77.7% และมีความถูกต้องในการคัดแยกรวม 78.16%

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

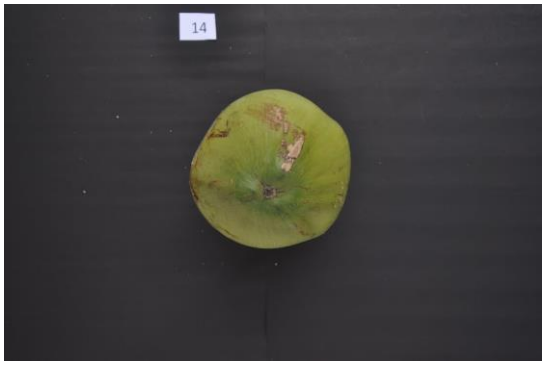
5.1. สรุปผล

งานวิจัยนี้มี 3 ส่วน ส่วนแรกเป็นการวิจัยการปรับความสว่างของแสงของภาพถ่ายผลมะพร้าว เนื่องจากมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่บนต้นมะพร้าวจะอยู่ในสภาพแวดล้อมธรรมชาติและได้รับแสงธรรมชาติโดยมีความสว่างที่ไม่คงที่ ซึ่งจะแตกต่างจากการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่ในชุดควบคุมแสงประดิษฐ์มีความสว่างของแสงคงที่ ส่วนที่สองหาวิธีการใช้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมในถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอม เนื่องจากในการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่บนต้นมะพร้าว มะพร้าวน้ำหอมจะอยู่รวมกันเป็นทะลาย โดยหนึ่งทะลายมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลที่อยู่รวมกันจะอยู่ในตำแหน่งที่แตกต่างกันไม่มีการวางตำแหน่งที่คงที่ ดังนั้นจึงไม่สามารถที่จะกำหนดการใช้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมให้คงที่เท่ากันทุกผลได้ ซึ่งระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่งนอกจากเรื่องของสภาพแสงสำหรับการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม ส่วนสุดท้ายคือการนำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาไปทดสอบจริง

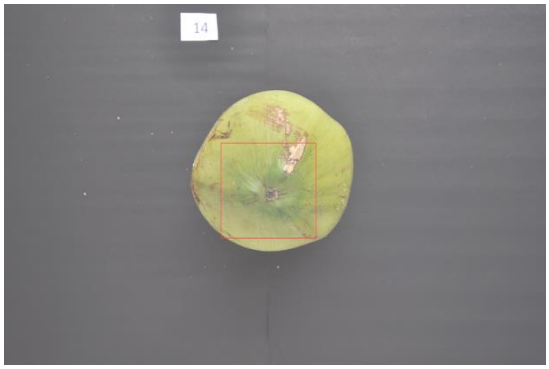
5.1.1 การคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในสภาพแสงธรรมชาติ

การคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในสภาพแสงธรรมชาติที่มีความสว่างไม่คงที่ ผู้วิจัยจะใช้วิธีการปรับความสว่างมาแก้ไขปัญหาเรื่องของความสว่างของแสงที่ไม่คงที่ โดยทำการปรับความสว่างของภาพถ่ายผลมะพร้าวน้ำหอมที่มีความสว่างต่างกันให้มีความสว่างเท่ากันทั้งหมดก่อนที่จะนำไปทำการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม ดังตัวอย่างในรูปที่34 แสดงการปรับความสว่างของภาพถ่ายผลมะพร้าวน้ำหอมที่มีความสว่างต่างกัน ให้มีความสว่างที่เท่ากัน ซึ่งในการวิจัยได้กำหนดค่าของความสว่างไว้ค่าหนึ่ง เพื่อใช้ในการปรับความสว่างของภาพถ่ายผลมะพร้าวน้ำหอมที่มีความสว่างต่างกันให้มีความสว่างเท่ากับค่าความสว่างที่กำหนดไว้ สำหรับค่าความสว่างที่กำหนดไว้ในการทดลองจะเป็นค่าความสว่างที่มีความสว่างที่เหมาะสมไม่มืดหรือสว่างจนเกินไป เมื่อทำการปรับความสว่างของภาพถ่ายผลมะพร้าวน้ำหอมให้มีความสว่างเท่ากันแล้ว จากนั้นจึงนำไปเข้าสู่กระบวนการขั้นตอนการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม ได้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อโดยรวมมีความถูกต้องร้อยละ 81.4 ซึ่งเมื่อนำผลการทดลองไปเปรียบเทียบกับผลการทดลองการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่ในชุดควบคุมแสงประดิษฐ์ที่มีแสงสว่างคงที่โดยใช้มะพร้าวน้ำหอมชุดเดียวกันในการทดลองให้ผลการคัดแยกที่ถูกต้องใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงสรุปได้

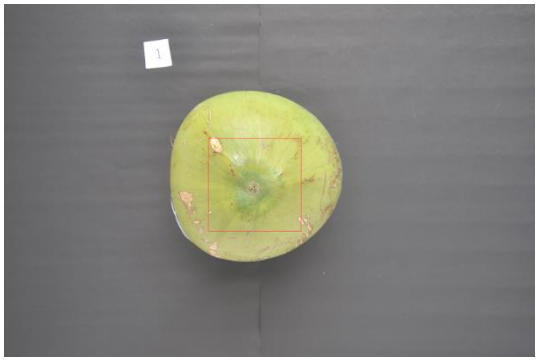
ว่าวิธีการปรับความสว่างของภาพถ่ายผลมะพร้าวน้ำหอมสามารถช่วยทำให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่ในสภาพแสงธรรมชาติที่มีความสว่างไม่คงที่ให้มีความถูกต้องได้เช่นเดียวกับการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่ในชุดควบคุมแสงประดิษฐ์ที่มีความสว่างคงที่ได้



(ก) ภาพถ่ายของผลมะพร้าวน้ำหอม
หมายเลข 14 ก่อนปรับความสว่าง



(ข) ภาพถ่ายของผลมะพร้าวน้ำหอม
หมายเลข 14 หลังปรับความสว่าง



(ค) ภาพถ่ายของผลมะพร้าวน้ำหอม
หมายเลข 1 ก่อนปรับความสว่าง

(ง) ภาพถ่ายของผลมะพร้าวน้ำหอม
หมายเลข 1 หลังปรับความสว่าง

รูปที่34 ตัวอย่างการปรับความสว่างของภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมในสภาพแสงที่มีความสว่างต่างกันให้มีความสว่างเท่ากัน

5.1.2 การคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะห่างไม่เท่ากัน

ในงานวิจัยส่วนแรกได้ทำการตัดผลมะพร้าวน้ำหอมมาทีละผลโดยวางผลมะพร้าวน้ำหอมให้มีตำแหน่งที่คงที่และมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่างคงที่เท่ากันทุก

ผลเป็นระยะ 60 เซนติเมตร แต่ในการนำไปใช้งานจริง มะพร้าวน้ำหอมที่อยู่บนต้นมะพร้าวจะอยู่รวมกันเป็นทะลาย โดยตำแหน่งของผลมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลในทะลายจะมีตำแหน่งที่ไม่คงที่ ทำให้ไม่สามารถที่จะวางตำแหน่งของกล้องถ่ายรูปให้คงที่และกำหนดระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปให้คงที่เท่ากันทุกผลได้ จึงต้องมีการนำระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมมาใช้ในการปรับภาพ เพื่อให้ได้ภาพที่ระยะห่างเมื่อการวิจัยในส่วนแรก ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดลองโดยการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมให้มีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ใช้ระยะห่าง 60 เซนติเมตร โดยทดลองใช้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะห่าง 50 และ 70 เซนติเมตร เพื่อนำมาศึกษาวิธีการปรับภาพ ตัวอย่างภาพถ่ายที่ได้แสดงดังรูปที่ 35

(ก) ระยะห่าง 50 เซนติเมตร (ข) ระยะห่าง 70 เซนติเมตร

รูปที่ 35 ภาพผลมะพร้าวน้ำหอมถ่ายโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวที่ระยะห่าง 50 และ 70 เซนติเมตร

จากรูปที่ 35 พบว่าระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ต่างกันมีผลทำให้ขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอมในภาพถ่ายมีขนาดที่ต่างกัน ดังนั้นขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมจึงมีขนาดต่างกันไม่สามารถที่จะใช้ขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจที่เท่ากันได้ จึงต้องมีการปรับขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจเพื่อให้ได้บริเวณพื้นที่สนใจเป็นบริเวณเดียวกันไม่ว่าจะถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่างเท่าไหร่ก็ตาม ผลการทดลองปรับขนาดของพื้นที่สนใจให้มีขนาดเปลี่ยนไปตามขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายที่ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ต่างกัน ให้ผลการคัดประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่เหมือนกันไม่ว่าจะใช้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมในการถ่ายภาพเป็นระยะห่างเท่าใด สำหรับผลความถูกต้องในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมโดยรวมให้ความถูกต้องร้อยละ 81.4 ซึ่งให้ผลความถูกต้องในการคัดแยกเท่ากันกับผลการ

คัดแยกของการทดลองในส่วนแรก ดังนั้นวิธีการปรับขนาดของพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายภาพ โดยนำระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่เท่ากันมาปรับภาพให้ผลการคัดแยกที่ถูกต้องและสามารถนำไปใช้ในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่บนต้นมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่สามารถกำหนดระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมให้คงที่ได้

5.1.3 การคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในการนำไปใช้งานจริง

ในการทดสอบมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบจะทำการตัดมะพร้าวลงมาจากต้นมะพร้าวและนำมาถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมทีละผล แต่ในการนำไปใช้งานจริงจะต้องทำการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่กันทะลายบนต้นมะพร้าวไม่สามารถตัดผลมะพร้าวน้ำหอมลงมาทีละผลได้ ดังนั้นทางผู้วิจัย จึงได้นำวิธีการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมไปใช้งานจริง โดยมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบจะเป็นมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่กันเป็นทะลายรวมกันหลายๆ ผล ซึ่งให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมโดยให้ผลการคัดแยกรวมได้ถูกต้องร้อยละ 78.16

5.2 ปัญหาการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

จากการทดลองสามารถที่จะแบ่งสาเหตุหลักของความผิดพลาดในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม ได้ดังนี้

5.2.1 สาเหตุรอยถลอกของผลมะพร้าวน้ำหอม

ปัญหาในเรื่องของรอยถลอกของผลมะพร้าวน้ำหอม เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการคัดแยก สำหรับตำแหน่งของรอยถลอก ถ้ารอยถลอกเป็นรอยเล็กๆ มีจำนวนรอยถลอกไม่มาก อยู่บริเวณโดยรอบของผลมะพร้าวน้ำหรือบริเวณรอยถลอกไม่ได้อยู่บริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมหรือบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมก็จะไม่มีผลทำให้เกิดความผิดพลาดในการคัดแยก ดังตัวอย่างในรูปที่36 แต่ถ้าหากรอยถลอกอยู่ในบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมหรือบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม เมื่อทำการแปลงภาพบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมในระนาบ S ให้เป็นภาพขาวดำโดยใช้การกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนบริเวณรอยถลอกจะรวมเข้าไปในส่วนบริเวณของบริเวณพื้นที่สนใจ ทำให้การคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมเกิดความผิดพลาดขึ้น ตัวอย่างในรูปที่ 37 เป็นลักษณะรอยถลอกของมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่ในบริเวณพื้นที่สนใจ

รูปที่36 ลักษณะของรอยถลอกที่ไม่อยู่ในบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม

รูปที่ 37 ลักษณะของรอยถลอกที่อยู่ในบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม

5.2.2 สาเหตุจากสีของผลมะพร้าวน้ำหอม

มะพร้าวน้ำหอมบางผลอาจจะได้รับแสงสว่างที่มากจนเกินไปทำให้สีผลของมะพร้าวน้ำหอมกลายเป็นเขียวอ่อนหรือออกไปทางสีเหลือง และไม่มีบริเวณพื้นที่สีเขียวเข้มอยู่เลย ดังตัวอย่างในรูปที่38

(ก) มะพร้าวน้ำหอมที่เป็นสีเหลือง

(ข) มะพร้าวน้ำหอมที่เป็นสีเขียวปกติ

รูปที่38 สีของผลมะพร้าวน้ำหอม (ก) ได้รับแสงสว่างมากเกินไปจนมีลักษณะเป็นสีเหลือง (ข) ผลมะพร้าวน้ำหอมที่มีลักษณะเป็นสีเขียวปกติ (ข)

5.2.3 สาเหตุจากขั้นตอนในการประมวล

อีกสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้การคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม เกิดความผิดพลาดในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม คือการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในประเภทชั้นเนื้อที่อยู่ใกล้กันหรือติดกัน ดังตัวอย่างในรูปที่39

(ก) มะพร้าวชั้นครึ่ง

มะพร้าว (ข)2 ชั้น

รูปที่39 ลักษณะชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่มีชั้นเนื้ออยู่ในประเภทชั้นเนื้อที่ใกล้เคียงกัน

จากลักษณะชั้นเนื้อในรูปที่39 ลักษณะชั้นเนื้อที่แท้จริงของมะพร้าวน้ำหอมของประเภทชั้นเนื้อที่ลักษณะที่ใกล้เคียงกัน จึงทำให้ทำให้ระบบการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อให้ผลการคัดแยก

ที่ผิดพลาดหรือให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อที่ผิดประเภทได้ ลักษณะของชั้นเนื้อที่แท้จริงที่ใกล้เคียงกัน เช่น มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียวกับมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่ง ระบบอาจจะคัดแยกมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียวให้เป็นมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่ง หรือมะพร้าวน้ำหอมประเภทชั้นครึ่ง ระบบอาจจะให้ผลการคัดแยกออกมาเป็นมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Bundit Jarimopasa, Nitopong Jaisinb,"*An experimental machine vision system for sorting sweet tamarind*," Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen, Nakohnpathom, Thailand, Program of Industrial Computer, Faculty of Industrial Technology, Chiangrai Rajbhut University, Chiangrai, Thailand.

[2] F.Y.A. Rahman et al., "*Monitoring of Watermelon Ripeness Based on Fuzzy Logic*," in Computer Science and Information Engineering, 2009 WRI World Congress on, vol. 6, 2009, 67-70, 10.1109/ CSIE.2009.912.

[3] Laykin, S.; Alchanatis, V.and Edan, Y. 1999. "*Image processing algorithms for tomatoes classification*", In Transactions of the ASAE 45 (3).851-858.

[4] Xu Liming and Zhao Yanchao, "*Automated strawberry grading system based on image processing*," Computers and Electronics in Agriculture 71, no. Supplement 1(April 2010): S32-S39.

[5] Y. Saito et al., "*Eggplant classification using artificial neural network*," in Neural Networks, 2003. Proceedings of the International Joint Conference on, vol. 2, 2003, 1013-1018 vol.2, 10.1109/IJCNN. 2003.1223829.

[6] Naratorn Sangprasert and Thanate Kaorapapong, "*Classification Flesh Aromatic Coconut by Image Processing*,"Master Thesis, Computer Engineering, Faculty of Engineering Prince of Songkla University, academic year 2549.

[7] Suppachai Madue, "*Classifying Young Aromatic Coconut Flesh by Image Processing from the Bottom and Polynomial Regression Equation*," Master Thesis, Computer Engineering, Faculty of Engineering Prince of Songkla University, academic year 2550.

[8] Pearson, K. (1895). "*Contributions to the Mathematical Theory of Evolution. II. Skew Variation in Homogeneous Material*". Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences

[9] Howitt, D. and Cramer, D. (2008)" *Statistics in Psychology*," Prentice Hall

[10] Nancy R. Tague (2004). "*Seven Basic Quality Tools*". The Quality Toolbox. Milwaukee, Wisconsin: American Society for Quality.