1.แผนงานวิจัย วิจัยพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตกล้วยเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตคุณภาพและมูลค่าการตลาดกล้วย

2.โครงการวิจัย วิจัยพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตกล้วยเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตคุณภาพและมูลค่าการตลาดกล้วย

กิจกรรม ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยและการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปชนิดใหม่ๆเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต

กิจกรรมย่อย การลดความสูญเสียของกล้วยหลังการเก็บเกี่ยวก่อนเข้าสู่กระบวนการแปรรูป

3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและการเก็บรักษาคุณภาพของกล้วยน้ำว้าก่อนการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ

ชื่อการทดลอง(ภาษาอังกฤษ) Study of the Nutrition Content and a Maintain Quality in 'Nam Wa' Banana for The Healthy Drink Processing

4.คณะผู้ดำเนินงาน

อารีรัตน์ การุณสถิตย์ชัย โกเมศ สัตยาวุธ

5.บทคัดย่อ

ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและการเก็บรักษาคุณภาพของกล้วยน้ำว้าก่อนการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยน้ำว้าหลังการเก็บเกี่ยว ศึกษาผลของ 1-methycycropropene (1-mcp) ในกล้วยน้ำว้าที่มีความสุกแก่ระยะต่างๆเพื่อยืดอายุและรักษาคุณภาพวัตถุดิบที่เหมาะสมกับการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มนมกล้วย และเปรียบเทียบผลของการเคลือบสารยืดอายุกลุ่ม GRAS ในการยืดอายุและชะลอความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วยน้ำว้าที่ผ่านการรมด้วย 1-mcp โดยทำการทดลอง ณ สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ระยะเวลาทำการทดลองตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2554 ถึง กันยายน 2555 เริ่มจากคัดเลือกกล้วยน้ำว้าที่มีความแก่ 80 % มีความสม่ำเสมอ สีตามกรรมวิธีที่ศึกษา ขนาด และน้ำหนัก แล้วพ่น/จุ่มด้วยสารเคลือบ 7 กรรมวิธี คือ ไคโตซาน ความเข้มข้น 0.25 %, กรดซาลิไซลิค ความเข้มข้น 0.025 %, กรดซิตริค ความเข้มข้น 1 %, กรดซาลิไซลิค ความเข้มข้น 0.025 % ร่วมกับ ไคโตซาน ความเข้มข้น 0.25 %, กรดซิตริค ความเข้มข้น 1 % ร่วมกับ ไคโตซาน ความเข้มข้น 0.2%, อิมาซาลิล (สารเคมี) ความเข้มข้น 2 ml/l โดยมีน้ำเป็นตัวควบคุม แล้วปล่อยให้แห้ง 30 นาที และรมด้วยสาร 1-mcp ความเข้มข้น 1,000 ppb นาน 24 ชั่วโมง ที่ 20 ^{o}C ก่อนบรรจุในบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ LDPE มีการเติม additive ป้องกันการเกิดหยดน้ำภายในบรรจุภัณฑ์ หนา 25 ไมครอน ร่วมกับตัวดูดซับเอทิลีน เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 14 ^{o}C ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 % นาน 21 วัน จากการศึกษาพบว่า คุณค่าทางโภชนาการของกล้วยน้ำว้าที่มีความแก่ 80 % ระยะการสุกที่ 2 (เปลือกมีสีเขียวปนเหลืองเล็กน้อย) มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต พลังงาน และธาตุโพแทสเซียมมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยน้ำว้าระยะการสุกที่ 6 (เปลือกสีเหลืองทั้งผล) และ 7 (เปลือกสีเหลืองทั้งผล เริ่มมีจุดสีน้ำตาล) เมื่อศึกษาการใช้ 1-mcp เป็นสารรมเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา กับกล้วยน้ำว้าที่ ระยะการสุกที่ 2 และ 4 (เปลือกมีสีเหลืองปนเขียวเล็กน้อย) พบว่า การใช้ 1-mcp กับกล้วยน้ำว้า ระยะการสุกที่ 2 สามารถชะลอการพัฒนาสีเปลือกอยู่ในระยะสีเหลืองปนเขียวเล็กน้อย (ระยะการสุกที่ 4) เป็นระยะการสุกที่เหมาะกับการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มนมกล้วย ได้นาน (3-12 วัน) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ 1-mcp ในกล้วยน้ำว้าระยะสุกที่ 4 (ชะลอนาน 3-6 วัน) และจากการศึกษาการใช้ 1-mcp ร่วมกับการเคลือบสารยืดอายุกลุ่ม GRAS พบว่า การเคลือบผลกล้วยน้ำว้า ระยะการสุกแก่ที่ 2 ที่ได้รับ 1-mcp ด้วยกรดซิตริค ความเข้มข้น 1% ร่วมกับไคโตซานความเข้มข้น 0.25 % และบรรจุในถุงแอคทีฟความหนา 25 ไมครอน เป็นวิธีที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาและคงคุณภาพการสุกของวัตถุดิบให้เหมาะกับกระบวนการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มนมกล้วยโดยได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคได้นาน 12 วัน และสามารถชะลอการเกิดโรค นาน 18 วัน นอกจากนี้พบว่า การเคลือบผิวกล้วยน้ำว้าด้วยสารยืดอายุทุกกรรมวิธี สามารถชะลอการเน่าเสียที่บริเวณผลและหวีได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุมตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง

6.คำนำ

กล้วยน้ำว้าเป็นผลไม้เพื่อสุขภาพที่มีคุณค่าทางอาหารจำนวนมาก ได้แก่ ฟอสฟอรัสวิตามิน แคลเซียม เหล็ก แมงกานีส และเมื่อเทียบกับกล้วยหอมและกล้วยไข่ กล้วยน้ำว้าจะให้พลังงานมากที่สุด ผลกล้วยน้ำว้าดิบ มีรสฝาด มีสารสำคัญชื่อแทนนิน (Tannin) ใช้รักษาอาการท้องเสีย ผลสุก มีรสหวาน มีสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ชื่อ เพคติน (pectin) ซึ่งช่วยเคลือบผนังกระเพาะอาหาร ซึ่งการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการจากการเน่าเสียและการเสื่อมคุณภาพของกล้วยน้ำว้าหลังการเก็บเกี่ยว ถือเป็นสาเหตุสำคัญของความเสียหายเชิงคุณภาพและการบริหารจัดการผลผลิตเพื่อเข้าสู่อุตสาหกรรมการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ ดังนั้น การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยน้ำว้าหลังการเก็บเกี่ยว ศึกษาผลของ 1-methycycropropene (1-mcp) ในกล้วยน้ำว้าที่มีความสุกแก่ระยะต่างๆเพื่อยืดอายุและรักษาคุณภาพวัตถุดิบที่เหมาะสมกับการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มนมกล้วย และศึกษาผลของการใช้ 1-mcp ร่วมกับการเคลือบสารยืดอายุกลุ่ม GRAS เพื่อยืดอายุและรักษาคุณภาพกล้วยน้ำว้าหลังการเก็บเกี่ยวก่อนการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ จึงเป็นสิ่งจำเป็นในกระบวนการเตรียมความพร้อมในการยืดอายุการเก็บรักษา คงคุณภาพของวัตถุดิบให้เหมาะสมกับกับเครื่องดื่มแต่ละชนิด ก่อนเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเพื่อเครื่องดื่มสุขภาพต่อไป

Klieber (2003) การรมด้วย 1-methylcyclopropene (1-mcp) ที่ความเข้มข้น 300 nL/L เป็นเวลา 24 ชม. ที่ 22^{o}C สามารถยืดอายุการเก็บรักษากล้วยได้เป็น 2 เท่า สอดคล้องกับรายงานผลของการใช้ 1-mcp กับกล้วยที่ระดับความสุกแก่ต่างๆ ของ Clara และคณะ (2002) พบว่า การรมด้วย 1-mcp ที่ความเข้มข้น 1000 nL/L นาน 24 ชั่วโมง ที่ 20 ^{o}C กับกล้วยที่มีความสุกแก่ระยะที่ 3 และ 4 คือเปลือกกล้วยเปลี่ยนเป็นสีจากเขียวเป็นเหลืองปนเขียว สามารถลดการหายใจ การเปลี่ยนสีของเปลือก และความแน่นเนื้อ โดยปราศจากกลิ่นหรือคุณภาพที่ผิดปกติ เนื่องจาก 1-mcp มีความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอทิลีน โดยเข้าจับที่ receptor site แย่งกับเอทิลีน ทำให้เอทิลีนไม่สามารถทำงานได้ จึงสามารถชะลอหรือยับยั้งการเสื่อมคุณภาพของผลิตผลเกษตรได้ (Serek *et al*., 1994)

การเคลือบสารยืดอายุกลุ่ม (generally recognized as safe, GRAS) เป็นสารเคมีที่ไม่มีอันตรายต่อผู้บริโภค เพราะเป็นสารที่นำมาใช้ในการประกอบอาหารอยู่แล้ว เช่น ไคโตซาน กรดซิตริค กรดซาลิไซลิก เกลือ carbonate bicarbonate Methyl Jasmonate และ Methyl Salicylate ซึ่งมีสมบัติในการควบคุมโรค บางชนิดสามารถควบคุมโรคทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว แต่ปัจจับนนิยมศึกษาในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว ของผลิตผลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวกันมาก เช่นการใช้ sodium carbonate ควบคุมโรคแอนแทรคโนสของมะม่วง เพื่อลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา

การใช้สารสกัดจากสิ่งมีชีวิต ได้แก่ ไคโตซาน ซึ่งเป็นสารธรรมชาติที่เป็นองค์ประกอบชนิดหนึ่งของผนังเซลล์เปลือกของสัตว์ประเภทกุ้ง ปู ปลาหมึก มีสมบัติควบคุมโรคต่างๆทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว รวมทั้งส่งเสริมการสังเคราะห์สารคล้าย lignin ซึ่งเป็นโครงสร้างที่เพิ่มความแข็งแรงให้กับลำต้นพืช ช่วยยืดอายุผลไม้และผักโดยลดอัตราการหายใจ และการสูญเสียน้ำ (Banos *et al*., 2006) ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งในการใช้ควบคุมโรคเพื่อทดแทนการใช้สารเคมี

การใช้กรดอะซิตริค กรดซิตริค สามารถต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสกล้วยหอม เกิดจากเชื้อสาเหตุจาก Collectotrichum musae ได้ พบว่า ชะลอการเกิดโรคและลดความรุนแรงของอาการของโรคได้ ขณะที่ผลกล้วยมีการสุกและความอ่อนนุ่มของเนื้อเป็นปกติ (Niranjala *et al*., 2001)

การแช่ผลลิ้นจี่ในสารละลายกรดซิตริกร่วมกับไคโตซาน สามารถควบคุมและรักษาสีของเปลือกลิ้นจี่ให้มีสีแดงสดและควบคุมการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวได้ (อารีรัตน์, 2552)

การใช้กรดซาลิไซลิกในการควบคุมโรคหวีเน่าในกล้วยหอม สามารถควบคุมความรุนแรงของโรคได้ หลังเก็บรักษานาน 3 สัปดาห์ รวมทั้งชะลอการสุกของกล้วยหอมได้ (Srivastava *et al*., 2000)

ดังนั้นศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและการเก็บรักษาคุณภาพของกล้วยน้ำว้าก่อนการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ จึงน่าจะเป็นกรรมวิธีในการเตรียมความพร้อมวัตถุดิบ ด้านการยืดอายุการเก็บรักษา คงคุณภาพทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการของผลกล้วยน้ำว้าสดหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมต่อกระบวนการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มสุขภาพได้

7. วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

อุปกรณ์

1. กล้วยน้ำว้าที่มีความแก่ 80 % เปลือกมีสีเขียวปนเหลืองเล็กน้อย (ความสุกแก่ระยะที่ 2) และเปลือกสีเหลืองมากกว่าสีเขียว (ความสุกแก่ระยะที่ 4)
2. สารเคลือบยืดอายุกลุ่ม GRAS
3. 1-methylcyclopropene
4. บรรจุภัณฑ์แอคทีฟ มีการเติม additive เพื่อป้องกันการเกิดหยดน้ำภายในบรรจุภัณฑ์ขณะทำการเก็บรักษา
5. อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์คุณภาพ
6. ห้องเย็น

วิธีการ

<u>การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยน้ำว้าหลังการเก็บเกี่ยวที่มีความแก่ 80% ตามความสุกแก่ 3 ระยะ</u> คือ
ระยะที่ 2 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองนิดๆ
ระยะที่ 6 ทั้งผลมีสีเหลือง (ผลสุก)
ระยะที่ 7 ผิวสีเหลืองและเริ่มมีจุดสีน้ำตาล

บันทึกข้อมูลดังต่อไปนี้ ตามวิธีของวิธีมาตรฐานสากลและ AOAC(1984)

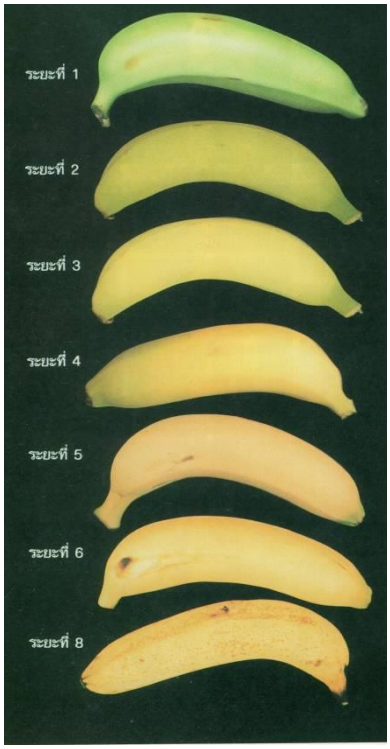
1.ปริมาณความชื้น Moisture	g/100g
2.ปริมาณโปรตีน Protein (%Nx6.25)	g/100g
3.ปริมาณไขมัน Fat	g/100g
4.ปริมาณเถ้า Ash	g/100g
5.ปริมาณคาร์โบไฮเดรต Carbohydrate	g/100g
6.ปริมาณพลังงาน Energy	Kcal/100g
7.ปริมาณแคลเซียม calcium	mg/100g
8.ปริมาณฟอสฟอรัส Phosphorus	mg/100g
9.ปริมาณโพแตสเซียมPotassium	mg/100g
10.ปริมาณเหล็ก Iron	mg/100g
11.ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดTotal Sugar	g/100g

<u>การศึกษาผลของ 1-mcp ในกล้วยน้ำว้าที่ระยะการสุกแก่ต่างๆ เพื่อยืดอายุและรักษาคุณภาพวัตถุดิบที่เหมาะกับการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มนมกล้วย</u>

กล้วยน้ำว้าที่ใช้ในการทดลองได้จากสวนของเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยน้ำว้าจังหวัดสุโขทัย โดยเก็บเกี่ยวคัดเลือกกล้วยน้ำว้าที่มีความแก่ 80 % มีความสม่ำเสมอ สี ขนาด น้ำหนัก โดยทำการบ่มให้สีเปลือกเปลี่ยนจากเขียวเป็นเขียวปนเหลืองเล็กน้อย (ระยะการสุกที่ 2) และเปลี่ยนเป็นเหลืองปนเขียว (ระยะการสุกที่ 4) เป็นระยะการสุกที่เหมาะกับการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มนมกล้วย แล้วรมด้วยสาร 1-mcp ความเข้มข้น 1,000 ppb นาน 24 ชั่วโมง 20 ^{o}C ก่อนบรรจุในบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ LDPE มีการเติม additive ป้องกันการเกิดหยดน้ำภายในบรรจุภัณฑ์ หนา 25 ไมครอนร่วมกับตัวดูดซับเอทิลีน เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 14 ^{o}C ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 % นาน 15 วัน วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) โดยให้แต่ละกรรมวิธีมี 7 ซ้ำๆละ 4 ผล

บันทึกผลการตรวจคุณภาพในวันที่ 0, 3, 6, 9, 12 และ 15 ของการเก็บรักษา ดังนี้

ความสุกแก่หรือการเปลี่ยนสีของเปลือกกล้วยน้ำว้า



ระยะที่ 1 เปลือกเขียว ผลแข็ง ไม่มีการสุก

ระยะที่ 2 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองนิดๆ

ระยะที่ 3 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองมากขึ้น แต่ยังมีสีเขียวมากกว่า สีเหลือง

ระยะที่ 4 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองและมีสีเหลืองมากกว่า สีเขียว

ระยะที่ 5 เปลือกเป็นสีเหลือง แต่ปลายยังเป็นสีเขียว

ระยะที่ 6 ทั้งผลมีสีเหลือง (ผลสุก)
ระยะที่ 7 ผิวสีเหลืองและเริ่มมีจุดสีน้ำตาล (สุกเต็มที่ มีกลิ่นหอม)
ระยะที่ 8 ผิวสีเหลืองและเริ่มมีสีน้ำตาลมากขึ้น (สุกมากเกินไป เนื้อเริ่มอ่อนตัวและมีกลิ่นแรง)

<u>การศึกษาการใช้ 1-mcp ร่วมกับการเคลือบสารยืดอายุกลุ่ม GRAS เพื่อยืดอายุและรักษาคุณภาพกล้วยน้ำว้าหลังการเก็บเกี่ยวก่อนการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ</u>

กล้วยน้ำว้าที่ใช้ในการทดลองได้จากสวนของเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยน้ำว้าจังหวัดสุโขทัย โดยเก็บเกี่ยวคัดเลือกกล้วยน้ำว้าที่มีความแก่ 80 % เปลือกมีสีเขียนปนเหลืองเล็กน้อย (ระยะการสุกแก่ที่ 2) มีความสม่ำเสมอ ส ขนาด น้ำหนัก แล้วพ่น/จุ่มด้วยสารยืดอายุการเก็บรักษา แล้วปล่อยให้แห้ง 30 นาที และรมด้วยสาร 1- mcp ความเข้มข้น 1,000 ppb นาน 24 ชั่วโมง 20 ^{o}C ก่อนบรรจุในบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ LDPE มีการเติม additive ป้องกันการเกิดหยดน้ำภายในบรรจุภัณฑ์ หนา 25 ไมครอนร่วมกับตัวดูดซับเอทิลีน เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 14 ^{o}C ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 % นาน 15 วัน แล้วนำมาทำการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) โดยให้แต่ละกรรมวิธีมี 7 ซ้ำๆละ 4 ผล ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 จุ่มด้วยน้ำ (ตัวควบคุม)
กรรมวิธีที่ 2 จุ่มด้วยอิมาซาลิล (สารเคมี) ความเข้มข้น 2 ml/l
กรรมวิธีที่ 3 พ่นด้วยไคโตซาน ความเข้มข้น 0.25 %
กรรมวิธีที่ 4 จุ่มด้วยกรดซาลิไซลิค ความเข้มข้น 0.025 %
กรรมวิธีที่ 5 จุ่มด้วยกรดซิตริค ความเข้มข้น 1 %
กรรมวิธีที่ 6 จุ่มด้วยกรดซาลิไซลิค ความเข้มข้น 0.025 % ร่วมกับ ไคโตซาน ความเข้มข้น 0.25 %
กรรมวิธีที่ 7 จุ่มด้วยกรดซิตริค ความเข้มข้น 1 % ร่วมกับ ไคโตซาน ความเข้มข้น 0.25 %

บันทึกผลการทดลอง โดยวัดคุณภาพดังนี้

1. การสูญเสียน้ำหนักสด บันทึกน้ำหนักสดของกล้วยน้ำว้าในแต่ละครั้ง แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเปรียบเทียบกับน้ำหนักสดเริ่มต้น

การสูญเสียน้ำหนัก (%) = น้ำหนักของผลเริ่มต้น – น้ำหนักของผลในแต่ละครั้ง x 100
น้ำหนักของผลเริ่มต้น

2. ความแน่นเนื้อของเนื้อกล้วยน้ำว้า ด้วยเครื่องวัดความแน่นเนื้อ Chatillon

3. ปริมาณกรดในเนื้อกล้วยน้ำว้า (TA) นำน้ำคั้นจากเนื้อกล้วยน้ำว้าปริมาตร 1 ml ไทเทรตด้วย NaOH โดยใช้ phenolphthalein 1 % เป็น indicator จนถึง end point นำค่าปริมาตรของ NaOH มาคำนวณปริมาณกรด จากสูตร

ปริมาณกรดของเนื้อกล้วยน้ำว้า = ค่าที่ได้จากการไทเทรต x 0.067
ปริมาณของน้ำคั้นที่ใช้(ml)

4. ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ด้วยเครื่อง pocket refractometer (pocket PAL-1) อ่านค่าที่ได้เป็นเปอร์เซ็นต์

5. Ascorbic Acid วัดปริมาตรจากการไตเตรทด้วยมือ ซึ่งสารสีน้ำเงินเตรียมจาก 3,6 Dichloroindophenol Sodium Salt, $NaHCO_3$ และ Oxalic Acid 2 % โดยคำนวณจาก

$$\frac{1}{\text{Standard}} \times 100 \times \text{ปริมาณที่ไตเตรทได้} = \text{มก/100 มล}$$

6. สีเปลือกด้านนอก รายงานเป็น ค่า L, a และ b ตามระบบ Hunter's scale ด้วยเครื่อง Mimi Scan EZ โดยแสดงค่าที่อ่านได้ ดังนี้

ค่า L	เป็น 0 คือ สีดำ	เป็น 100 คือ สีขาว
ค่า a	เป็น ลบ คือ สีเขียว	เป็น บวก คือ สีแดง
ค่า b	เป็น ลบ คือ สีน้ำเงิน	เป็น บวก คือ สีเหลือง

7. ความสุกแก่หรือการเปลี่ยนสีของเปลือกกล้วยน้ำว้า บันทึกผลการตรวจคุณภาพในวันที่ 0, 3, 6, 9, 12 และ 15 ของการเก็บรักษา

8. คุณภาพประสาทสัมผัสของกล้วยน้ำว้า โดยการให้คะแนนตามคุณลักษณะดังนี้ บันทึกผลการตรวจคุณภาพในวันที่ 0, 3, 6, 9, 12 และ 15 ของการเก็บรักษา

1.สีเปลือก	น้อย	1	2	3	4	มาก
2.สีเนื้อ	น้อย	1	2	3	4	มาก
3.หวาน	น้อย	1	2	3	4	มาก
4.กลิ่นผิดปกติ	ผิดปกติ	1	2	3	4	ปกติ
5.ความฝาด	ไม่มี	0			1	มี
6.การยอมรับ	น้อย	1	2	3	4	มาก

8. ระยะเวลา

เริ่ม ตุลาคม 2553 สิ้นสุด กันยายน 2554

9. สถานที่ดำเนินการ

สวนกล้วยน้ำว้าเพื่อการส่งออก จังหวัดสุโขทัย

ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย

ห้องปฏิบัติการโภชนาการ ตึก สวป ชั้น 2

สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช

กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ตึก สวป. ชั้น7

สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

10. ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

คุณค่าทางโภชนาการของกล้วยน้ำว้าที่มีความแก่ 80 % ระยะการสุกที่ 2 (เปลือกมีสีเขียวปนเหลืองเล็กน้อย) มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต พลังงาน และธาตุโพแทสเซียมมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ กล้วยน้ำว้าระยะการสุกที่ 6 (เปลือกสีเหลืองทั้งผล) และ 7 (เปลือกสีเหลืองทั้งผล เริ่มมีจุดสีน้ำตาล) ซึ่งมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดจำนวนมาก (ตารางที่ 1) เนื่องจาก การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้า มีสาเหตุมาจากผลผลิตหลังจากตัดจากต้นแม่ ยังเกิดการหายใจและใช้อาหารเช่นเดียวกับก่อนเก็บเกี่ยว แต่อาหารที่ได้รับมีเพียงอาหารสะสมซึ่งมีปริมาณจำกัดเพียงแหล่งเดียวส่วนใหญ่ถูกใช้ในการดำรงชีพเพื่อความอยู่รอด (Roger, 1973) จึงเป็นสาเหตุหลักของการเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางโภชนาการและการพัฒนาสีของเปลือกกล้วยน้ำว้า การสุกของกล้วยทำให้คุณค่าโภชนาการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะแป้งมีมากในผลดิบจะเริ่มลดลง และเปลี่ยนเป็นน้ำตาลเมื่อผลสุก ทำให้กล้วยมีรสหวานมากขึ้น (เบญจมาส, 2545)

เมื่อศึกษาการใช้ 1-mcp เป็นสารรมเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา กับกล้วยน้ำว้าที่ ระยะการสุกที่ 2 และ 4 (เปลือกมีสีเหลืองปนเขียวเล็กน้อย) พบว่า การใช้ 1-mcp กับกล้วยน้ำว้า ระยะการสุกที่ 2 สามารถชะลอการพัฒนาสีเปลือกอยู่ในระยะสีเหลืองปนเขียวเล็กน้อย (ระยะการสุกที่ 4) เป็นระยะการสุกที่เหมาะกับการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มนมกล้วย ได้นาน (3-12 วัน) (ภาพที่ 1) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ 1-mcp ในกล้วยน้ำว้าระยะสุกที่ 4 (ชะลอนาน 3-6 วัน) (ภาพที่ 2) สอดคล้องกับการทดลองของ Klieber (2003), Clara และคณะ (2002) ในการเลือกใช้ 1-mcp ให้เหมาะสมกับระยะการสุกแก่ของกล้วยระยะต่างๆ หากใช้ในระยะที่เหมาะสม จะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณภาพของกล้วยหลังการเก็บเกี่ยวได้ยาวนานมากขึ้น

และจากการศึกษาการใช้ 1-mcp ร่วมกับการเคลือบสารยืดอายุกลุ่ม GRAS พบว่า กล้วยน้ำว้าที่ได้รับ 1- mcp ร่วมกับการเคลือบด้วยกรดอินทรีย์ (กรดซิคริคและกรดซาลิไซลิก)กับไคโตซาน เกิดการสูญเสียน้ำหนักสดต่ำตลอดอายุการเก็บรักษานาน 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับการเคลือบสารยืดอายุชนิดอื่น (ภาพที่ 3)

คุณภาพของเนื้อและการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกตามความสุกแก่ของผลกล้วยน้ำว้าที่ได้รับ1- mcp ร่วมกับการเคลือบด้วยสารยืดอายุกลุ่ม GRAS เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา พบว่า เนื้อกล้วยน้ำว้ามีความอ่อนนุ่มเพิ่มขึ้นตามการสุกหรือการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกที่มีสีเหลืองเพิ่มขึ้น โดยเนื้อของกล้วยน้ำว้าที่ได้รับ1- mcp ร่วมกับการเคลือบด้วยกรดอินทรีย์ (กรดซิคริคและกรดซาลิไซลิก)กับไคโตซาน มีความอ่อนนุ่มของเนื้อกล้วย น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยน้ำว้าที่ผ่านการรมด้วย 1- mcp และได้รับการเคลือบด้วยกรดอินทรีย์ หรือไคโตซานเพียงอย่างเดียว หลังเก็บรักษานาน 15-21 วัน (ภาพที่ 4 และ 5) สอดคล้องกับการทดสอบของ Niranjala และคณะ(2001) , Srivastava และคณะ(2000) การใช้กรดอินทรีย์สามารถชะลอการเกิดโรค การสุก และลดความอ่อนนุ่มของกล้วยหอมหลังการเก็บเกี่ยวได้ และการใช้1-mcp ชะลอการสุกของผลกล้วยหอมหลังการเก็บเกี่ยว (Klieber ,2003) เช่นเดียวกับการทดลองการควบคุมโรคและการรักษาคุณภาพลิ้นจี่หลังการเก็บเกี่ยว (อารีรัตน์, 2552)

นอกจากนี้ พบว่า เนื้อกล้วยน้ำว้าที่ได้รับ1- mcp ร่วมกับการเคลือบด้วยสารยืดอายุกลุ่ม GRAS ทุกกรรมวิธี มีปริมาณกรดลดลงมาก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นจนคงที่ (ภาพที่ 6 และ 7)

การพัฒนาสีของเปลือกกล้วยน้ำว้า การใช้1- mcp ร่วมกับการเคลือบด้วยกรดซาลิไซลิกกับไคโตซาน สามารถควบคุมสีเปลือกกล้วยให้มีสีเหลืองสว่างอยู่ในระยะสุกแก่ 3 (สีเขียวมากกว่าสีเหลือง) ถึง 4 (สีเหลืองมากกว่าสีเขียว) มีค่าระหว่าง 59.60-61.64 ได้นาน 3-15 วัน หลังจากนั้น สีเปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองคล้ำ และเริ่มมีจุดน้ำตาลเกิดขึ้น เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตารางที่ 2, 3 และ 4)

การยอมรับของผู้บริโภคต่อกล้วยน้ำว้าที่ได้รับ1-mcp ร่วมกับการเคลือบสารยืดอายุกลุ่ม GRAS พบว่า ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคอยู่ในระดับ 2.5-4 คะแนน จาก 4 คะแนน ตลอดอายุการเก็บรักษาโดยการให้คะแนนประสาทสัมผัสตามคุณลักษณะของกล้วยน้ำว้า ด้าน สีเปลือก สีเนื้อ ความหวาน กลิ่นผิดปกติ พบว่า ไม่แตกต่างกันทางในทุกกรรมวิธี (ภาพที่8-13) โดยไม่พบความฝาดเกิดขึ้น

การเคลือบผลกล้วยน้ำว้าที่ได้รับ 1-mcp ด้วยกรดซิตริค ความเข้มข้น 1% ร่วมกับไคโตซานความเข้มข้น 0.25 % และบรรจุในถุงแอคทีฟความหนา 25 ไมครอน เป็นวิธีที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาและคงคุณภาพการสุกของวัตถุดิบให้เหมาะกับกระบวนการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มนมกล้วยโดยได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคได้นาน 12 วัน และสามารถชะลอการเกิดโรค นาน 18 วัน นอกจากนี้พบว่า การเคลือบผิวกล้วยน้ำว้าด้วยสารยืดอายุทุกกรรมวิธี สามารถชะลอการเน่าเสียที่บริเวณผลและหวีได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุมตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง

11. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. คุณค่าทางโภชนาการของกล้วยน้ำว้าที่มีความแก่ 80 % ระยะการสุกที่ 2 (เปลือกมีสีเขียวปนเหลืองเล็กน้อย) มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต พลังงาน และธาตุโพแทสเซียมมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ กล้วยน้ำว้าระยะการสุกที่ 6 (เปลือกสีเหลืองทั้งผล) และ 7 (เปลือกสีเหลืองทั้งผล เริ่มมีจุดสีน้ำตาล)

2.เมื่อศึกษาการใช้ 1-mcp เป็นสารรมเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา กับกล้วยน้ำว้าที่ ระยะการสุกที่ 2 และ 4 (เปลือกมีสีเหลืองปนเขียวเล็กน้อย) พบว่า การใช้ 1-mcp กับกล้วยน้ำว้า ระยะการสุกที่ 2 สามารถชะลอการพัฒนาสีเปลือกอยู่ในระยะสีเหลืองปนเขียวเล็กน้อย (ระยะการสุกที่ 4) เป็นระยะการสุกที่เหมาะกับการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มนมกล้วย ได้นาน (3-12 วัน) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ 1-mcp ในกล้วยน้ำว้าระยะสุกที่ 4 (ชะลอนาน 3-6 วัน)

3.จากการศึกษาการใช้ 1-mcp ร่วมกับการเคลือบสารยืดอายุกลุ่ม GRAS พบว่า การเคลือบผลกล้วยน้ำว้าที่ได้รับ 1-mcp ด้วยกรดซิตริค ความเข้มข้น 1% ร่วมกับไคโตซานความเข้มข้น 0.25 % และบรรจุในถุงแอคทีฟความหนา 25 ไมครอน เป็นวิธีที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาและคงคุณภาพการสุกของวัตถุดิบให้เหมาะกับกระบวนการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มนมกล้วยโดยได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคได้นาน 12 วัน และสามารถชะลอการเกิดโรค นาน 18 วัน

4.การเคลือบผิวกล้วยน้ำว้าด้วยสารยืดอายุทุกกรรมวิธี สามารถชะลอการเน่าเสียที่บริเวณผลและหวีได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุมตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง

12.การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. พบกรรมวิธียืดอายุและรักษาคุณภาพของกล้วยน้ำว้าที่เหมาะสมกับการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ อย่างน้อย 1 วิธี

2. การเผยแพร่ในเอกสารวิชาการ แผ่นพับ โปสเตอร์ บริการความรู้แก่ประชาชน หน่วยงานที่นำไปใช้ประโยชน์

13.คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สวนกล้วยน้ำว้าอำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย และคุณเพ็ญจันทร์ สุทธานุกูล นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย ที่เอื้อเฟื้อวัสดุการทดลองและสถานที่ทำการทดลอง คุณสุวณี กิตติลาภานนท์ และคุณศิริลออ ราชบุตร ห้องปฏิบัติการโภชนาการ ตึก สวป ชั้น 2 สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช ให้ความอนุเคราะห์การตรวจวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ คุณพุฒนา รุ่งระวี กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติ ศูนย์สารสนเทศ ที่ให้คำปรึกษาการวางแผนการทดลอง คุณเนตรา สมบูรณ์แก้วและคุณสุพี วนศิรากุล ที่วิเคราะห์ผลทางสถิติ คุณสุภาวดี สมัครประโคน และคุณอภิญญา เย็นสบาย ที่ให้ความช่วยเหลือในการบันทึกการเปลี่ยนคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวอย่างต่อเนื่องตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง

14.เอกสารอ้างอิง

เบญจมาศ ศิลาย้อย. 2545. กล้วย. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. 357 หน้า

อารีรัตน์ การุณสถิตย์ชัย, บุญญวดี จิระวุฒิ และ รัตตา สุทธยาคม. 2552. ศึกษาการใช้สารชะลอการเกิดสีน้ำตาลต่อผลลิ้นจี่ตัดแต่งในสภาพบรรยากาศดัดแปลง. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มปี 2552. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. หน้า 22-40.

Banos, S.B., A.N.H. Lauzardo, M.G.V. Valle, M.H. Lopez, E.A. Barka, E.B Molina and C.L. Wilson. 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. **Crop Protection**. 25: 108-118.

Klieber, A. Bagnato, R. Barrett, M. Sedgley. 2003. Effect of post-ripening atmosphere treatments on banana. **Acta Horticulturae**. 600: 51-54.

Clara, P., E.V. de B. Vilas-Bonas, M. Benichou and A.A. Kader. 2002. Variability in responses of partially ripe bananas to 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**. 28: 75-85.

Natvig, E.E., Ingham, S.C., Ingham, B.H., Cooperband, L.R. and Roper, T.R. 2002. *Salmonella enterica* serovars *typhimurim* and *Escherichia coli* contamination of root and leaf vegetables grown in soils with incorporated bovine manure. Applied and Environmental Microbiology. 68: 2737-2744.

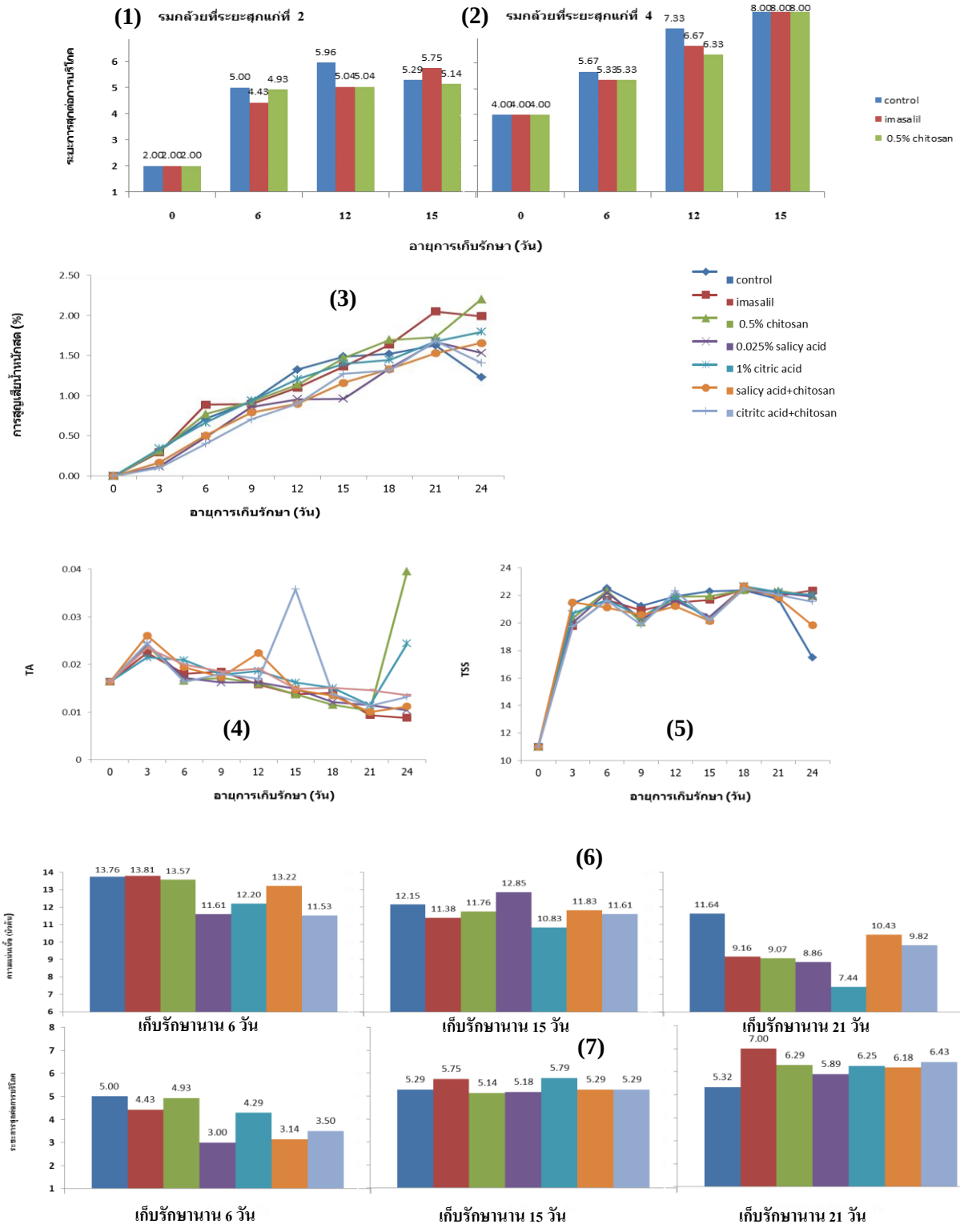
Niranjala Perera, O.D.A. and A.M. Karunaratne. 2001. Response of bananas to postharvest acid treatments. **J. Hort. Sci. Biot.** 76 (1): 70-76.

Rogers, M. N. 1973. An historical and critical review of post-harvest physiological research on cut flower. **HortSci.** 8: 189-194.

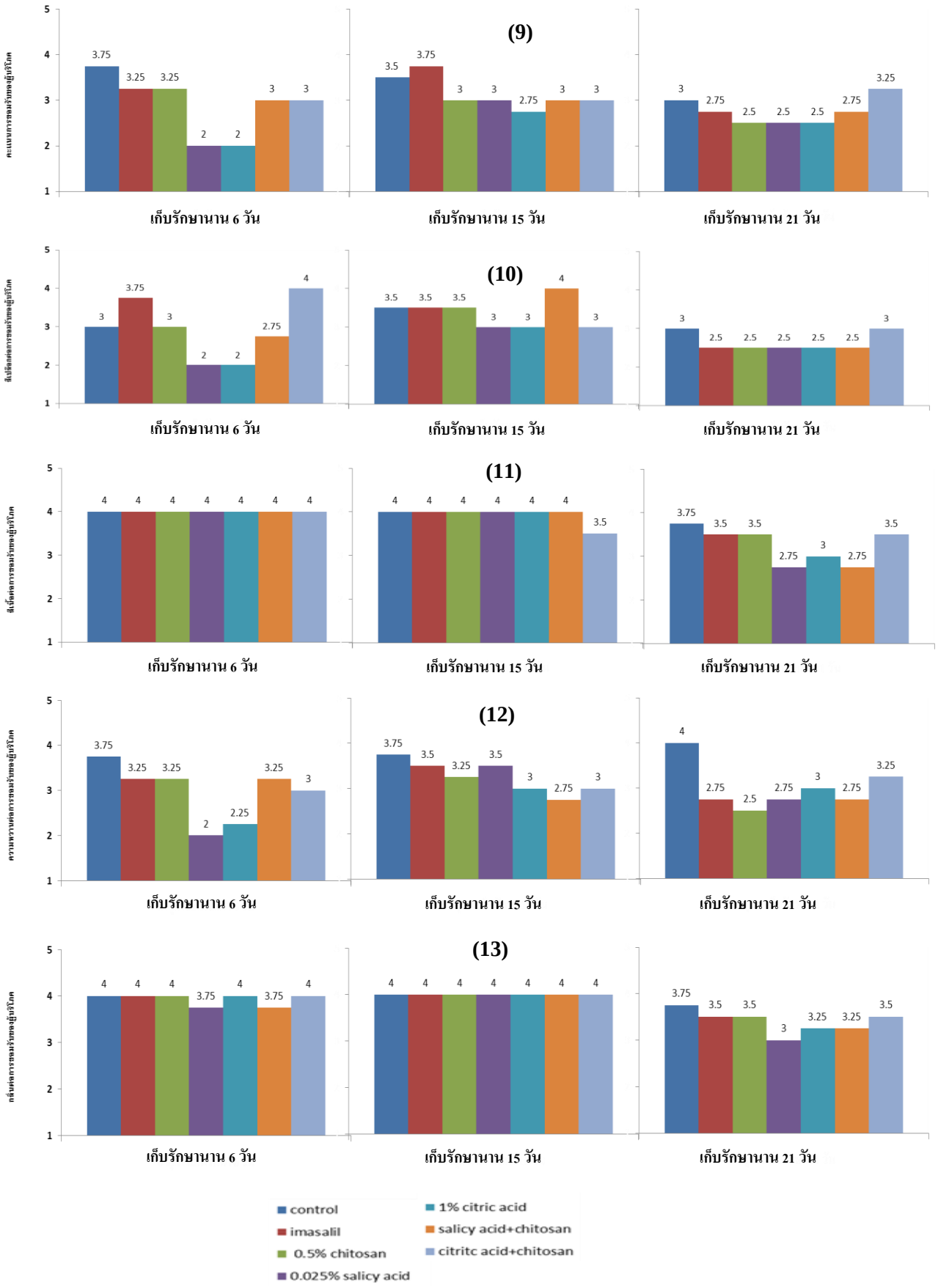
Serek, M., E. C. Sisler and M. S. Reid. 1994. Novel gaseous ethylene binding inhibitor prevents ethylene effects in potted flowering plants. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 119 (6): 1230-1233.

Srivastava, M.K. and U.N. Dwivedi. 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. **Pl.Sci.** 158:87-96.

15.ภาคผนวก



ภาพที่ 1-6 การชะลอการพัฒนาสีเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ได้รับ 1-mcp ระยะสุกแก่ที่ 2 และ 4 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด ปริมาณกรด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ความแน่นเนื้อของเนื้อ และการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยน้ำว้าที่ได้รับ 1-mcp ร่วมกับการเคลือบสารยืดอายุกลุ่ม GRAS เก็บรักษาที่ 14 ^{o}C



ภาพที่ 8-13 การยอมรับของผู้บริโภค สีเปลือก สีเนื้อ ความหวาน กลิ่นผิดปกติต่อการยอมรับของผู้บริโภค กล้วยน้ำว้าที่ได้รับ 1-mcp ร่วมกับการเคลือบสารยืดอายุกลุ่ม GRAS เก็บรักษาที่ 14 ^{o}C

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของกล้วยน้ำว้าที่มีระยะความสุกแก่ต่างๆ

รายการวิเคราะห์		กล้วยน้ำว้าที่มีความสุกแก่ระยะที่		
		2	6	7
Moisture	g/100g	63.21	63.73	66.26
Protein (%Nx6.25)	g/100g	0.77	0.72	0.78
Fat	g/100g	0.27	0.29	0.20
Ash	g/100g	0.74	0.74	0.73
Carbohydrate	g/100g	35.01	34.52	32.03
Energy	Kcal/100g	145.55	143.57	133.04
calcium	mg/100g	4.36	4.80	5.73
Phosphorus	mg/100g	28.16	30.35	34.58
Potassium	mg/100g	311.67	304.43	285.00
Iron	mg/100g	0.3	0.31	0.15
Total Sugar	g/100g	18.41	20.37	21.94

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของค่า L ของเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ได้รับ 1-mcp ร่วมกับการเคลือบสารยืดอายุกลุ่ม GRAS เก็บรักษาที่ 14 °C

อายุการเก็บรักษา	สารยืดอายุการเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย
	control	imasalil	0.5% chitosan	0.025% salicy acid	1% citric acid	salicy acid+chitosan	citritc acid+chitosan	
3	60.58	58.90	63.02	61.96	60.66	62.75	61.64	61.36
6	64.34	62.91	64.84	62.04	61.21	62.92	61.91	62.88
9	63.73	63.21	60.45	61.37	62.64	60.21	62.28	61.99
12	60.88	58.68	59.91	58.54	60.57	57.92	59.60	59.44
15	60.94	57.47	59.75	58.86	59.48	59.59	60.07	59.45
18	57.96	56.73	58.89	56.26	57.25	57.91	55.36	57.19
21	54.45	50.86	54.82	57.02	55.82	53.52	56.17	54.67
24	57.62	52.20	51.41	54.11	47.45	55.54	58.19	53.79
ค่าเฉลี่ย	59.65	57.48	58.83	58.50	57.94	58.52	59.07	58.57
F-test อายุการเก็บรักษา (B)	‹1	**						
สารยืดอายุการเก็บรักษา (A)	‹1	**						
BxA	‹1	**						

CV=4.8%

ค่าเฉลี่ยในแถว (หรือ สดมภ์)เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของค่า a ของเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ได้รับ 1-mcp ร่วมกับการเคลือบสารยืดอายุกลุ่ม GRAS เก็บรักษาที่ 14 °C

อายุการเก็บรักษา	สารยืดอายุการเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย
	control	imasalil	0.5% chitosan	0.025% salicy acid	1% citric acid	salicy acid+chitosan	citritc acid+chitosan	
3	4.29	4.71	2.98	0.76	1.59	2.65	1.46	2.64
6	5.09	4.53	5.01	2.44	5.54	3.21	4.42	4.32
9	7.52	6.37	7.68	2.09	6.70	4.55	4.12	5.58
12	8.41	8.05	7.31	5.94	8.01	6.70	6.14	7.22
15	11.50	12.07	10.16	7.55	10.93	7.88	8.86	9.85
18	11.88	12.32	11.06	9.42	13.99	11.01	11.05	11.53
21	11.52	15.38	11.96	10.71	14.23	12.49	12.34	12.66
24	7.22	16.21	14.27	4.13	16.87	8.14	6.35	10.46
ค่าเฉลี่ย	6.88	8.24	7.21	4.17	8.04	5.68	5.47	6.53
F-test อายุการเก็บรักษา (B)	‹1	**						
สารยืดอายุการเก็บรักษา (A)	‹1	**						
BxA	‹1	**						

CV=17.1%

ค่าเฉลี่ยในแถว (หรือ สดมภ์)เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของค่า b ของเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ที่ได้รับ 1-mcp ร่วมกับการเคลือบสารยืดอายุกลุ่ม GRAS เก็บรักษาที่ 14 °C

อายุการเก็บรักษา	สารยืดอายุการเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย
	control	imasalil	0.5% chitosan	0.025% salicy acid	1% citric acid	salicy acid+chitosan	citritc acid+chitosan	
3	37.45	37.73	38.32	36.72	35.59	39.64	39.13	37.80
6	38.00	41.01	37.88	37.97	39.07	37.65	37.65	38.46
9	41.59	42.98	42.90	37.90	42.58	41.10	41.72	41.54
12	41.54	42.59	39.46	38.38	42.48	38.38	40.33	40.45
15	41.98	41.24	40.04	38.53	42.98	39.21	43.18	41.02
18	44.18	43.89	40.73	38.42	43.30	39.43	40.20	41.45
21	35.27	38.36	36.95	38.96	42.72	38.16	41.15	38.79
24	37.41	41.91	37.13	33.15	35.94	38.59	38.87	37.57
ค่าเฉลี่ย	38.48	39.85	38.04	36.55	39.29	37.90	39.02	38.45
F-test อายุการเก็บรักษา (B)	‹1	**						
สารยืดอายุการเก็บรักษา (A)	‹1	**						
BxA	‹1	**						

CV(กรรมวิธี)= 7.7%

ค่าเฉลี่ยในแถว (หรือ สดมภ์)เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%