

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ฐ
สารบัญตารางภาคผนวก	ฒ
สารบัญภาพภาคผนวก	ด
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การเปลี่ยนแปลงของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว	4
2.1.1 การสูญเสียน้ำ	4
2.1.2 การน้่ม หรือการอ่อนตัวของเนื้อเยื่อ	5
2.1.3 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี	5
2.2 การหายใจของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว	7
2.2.1 ประเภทของการหายใจของผลไม้	7
2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการหายใจของผลไม้	9
2.3 การเน่าเสียของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว	10
2.4 สารแอนติออกซิแดนต์ที่สำคัญในผลไม้	10
2.4.1 สารประกอบฟีนอล (phenolic compounds)	11
2.4.2 สารแอนโทไซยานิน (anthocyanins)	11

2.4.3 สารเคอร์ซีทีน (quercetin)	12
2.5 การใช้สารเคมีในการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ในผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว	12
2.5.1 ซัลเฟอร์ ไดออกไซด์ และเกลือซัลไฟต์	12
2.5.2 กรดเปอร์แอสีติก (Peracetic acid, PAA)	13
2.5.3 กรดอินทรีย์	14
2.5.4 กรดซอร์บิก และเกลือซอร์เบท (Sorbic acid and sorbates)	15
2.5.5 เมทิลพาราเบน (Methyl paraben)	16
2.6 การใช้แคลเซียมคลอไรด์ในกระบวนการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลไม้	16
2.7 การใช้สารเคลือบผิวที่บริ โภคได้กับผลไม้ภายหลังการเก็บเกี่ยว	18
2.7.1 ไคโตซาน (Chitosan)	19
2.7.2 เจลาติน (Gelatin)	21
2.7.3 วุ้น (Agar)	22
2.8 การใช้ภาชนะบรรจุหรือวัสดุรองรับสำหรับการบรรจุผลไม้	24
2.8.1 ชนิดบรรจุภัณฑ์สำหรับผลไม้	25
2.9 หม่อนและการใช้ประโยชน์จากผลหม่อน	26
บทที่ 3 อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	30
3.1 วัสดุดิบ	30
3.2 สารเคมี	30
3.3 อุปกรณ์ และเครื่องมือ	31
3.4 วิธีการทดลอง	32
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	38
การทดลองที่ 1 ลักษณะคุณภาพของผลหม่อนห่าม และผลหม่อนสุก	38
การทดลองที่ 2 ผลของการเพิ่มความแข็งของเนื้อหม่อนผลสด	42
การทดลองที่ 3 การใช้สารที่เหมาะสมในการลดจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นของหม่อนผลสด	43
การทดลองที่ 4 สารที่เหมาะสมในการเคลือบผิวผลหม่อน	45
การทดลองที่ 5 การใช้สารเคลือบผิวหม่อนผลสดร่วมกับสารเคมีชะลอการเน่าเสีย	47
การทดลองที่ 6 ศึกษาชนิดของวัสดุรองรับที่เหมาะสมในการบรรจุหม่อนผลสดเพื่อการขนส่ง	61

การทดลองที่ 7 ทดสอบวิธีการที่ได้ในสภาพการใช้งานจริง	63
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	69
5.1 สรุปผลการทดลอง	69
5.2 ข้อเสนอแนะ	70
เอกสารอ้างอิง	71
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก อัตราการหายใจของหม่อนผลสด	81
ภาคผนวก ข คุณภาพของหม่อนผลสดในระหว่างการเก็บรักษา	83
ภาคผนวก ค ต้นทุนที่ใช้ในกระบวนการเตรียมหม่อนผลสด	96
ภาคผนวก ง รูปภาพประกอบการวิจัย	98
ภาคผนวก จ แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ใช้ในการวิจัย	101
ภาคผนวก ฉ วิธีวิเคราะห์คุณภาพผลหม่อน	103
ภาคผนวก ช ข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการวิจัย	
ข้อมูลผลิตภัณฑ์ไคโตซานทางการค้า (Benefit)	116
ข้อมูลผลิตภัณฑ์ไคโตซาน (Chitosan)	119
ประวัติผู้เขียน	120

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 อัตราการหายใจของผลไม้บางชนิด	8
2.2 ชนิดของผลไม้จำแนกตามลักษณะการหายใจ	9
2.3 สมบัติของเจลาติน A และเจลาติน B	22
4.1 ลักษณะคุณภาพของผลหม่อนห้ามและผลหม่อนสุก	40
4.2 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด และยีสต์รา ภายหลังการแช่ผลหม่อนในสารลดจำนวนจุลินทรีย์แต่ละชนิด	44
4.3 ลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลหม่อนที่ผ่านการจุ่มเคลือบด้วยสารเคลือบผิวต่างชนิดกัน	46
4.4 การสูญเสียน้ำหนักของผลหม่อน ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวต่างชนิดกัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส	47
4.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ในระหว่างการเก็บรักษาผลหม่อนที่เคลือบด้วยสารละลายเบนเฟนิตเข้มข้นร้อยละ 5.0 และมีการผสมสารป้องกัน การเน่าเสียที่แตกต่างกัน	62
4.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และรา ในระหว่างการเก็บรักษาผลหม่อนที่เคลือบด้วยสารละลายเบนเฟนิตเข้มข้นร้อยละ 5.0 และมีการผสมสารป้องกัน การเน่าเสียที่แตกต่างกัน	62
4.7 คุณภาพของผลหม่อนในแต่ละระยะความสุกภายหลังการขนส่ง เมื่อบรรจุถาดโฟม โดยใช้วัสดุรองรับแตกต่างกัน	65
4.8 ลักษณะคุณภาพที่เปลี่ยนแปลงของผลหม่อนห้ามระหว่างการเก็บรักษา อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส	66
4.9 ลักษณะคุณภาพที่เปลี่ยนแปลงของผลหม่อนสุกระหว่างการเก็บรักษา อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส	67

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง

หน้า

- 4.10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ ของผลหม่อนที่เคลือบด้วยสารละลาย
เบนฟีตเข้มข้นร้อยละ 5.0 และมีการผสมโพแทสเซียมซอร์เบทเข้มข้น
ร้อยละ 0.1 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส
ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 88 ± 2

68

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 โครงสร้างพื้นฐานของแอนโทไซยานิน	11
2.2 โครงสร้างพื้นฐานของสารเคอร์ซีทิน	12
2.3 ปฏิกิริยาการเกิดกรดเปอร์แอสีติก	13
2.4 โครงสร้างของกรดซอร์บิก และ โพลีแซคคาไรด์	15
2.5 โครงสร้างของเมทิลพาราเบน	16
2.6 โครงสร้าง Egg-box model เมื่อมีปริมาณแคลเซียมไอออนต่ำ (A) และสูง (B)	17
2.7 โครงสร้างของไคตินและไคโตซาน	19
2.8 โครงสร้างพื้นฐานของวุ้น	22
4.1 อัตราการหายใจของหม่อนผลสดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (31±2 องศาเซลเซียส) และที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส	41
4.2 แรงตัดผลหม่อนที่ระยะความสุกต่างกันเมื่อแช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์	42
4.3 การสูญเสียน้ำหนักของผลหม่อนที่ผ่านการเคลือบด้วยเบนเฟด ร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสียชนิดต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง จนเน่าเสีย	49
4.4 แรงตัดผลหม่อนให้ขาด (นิวตัน) ที่ผ่านการเคลือบด้วยเบนเฟด ร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสียชนิดต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง จนเน่าเสีย	50
4.5 ความสว่างของผลหม่อนที่ผ่านการเคลือบด้วยเบนเฟด ร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสียชนิดต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง จนเน่าเสีย	51
4.6 ความเป็นสีแดงของผลหม่อนที่ผ่านการเคลือบด้วยเบนเฟด ร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสียชนิดต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง จนเน่าเสีย	51
4.7 ความเป็นสีน้ำตาลของผลหม่อนที่ผ่านการเคลือบด้วยเบนเฟด ร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสียชนิดต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง จนเน่าเสีย	52
4.8 การสูญเสียน้ำหนักของผลหม่อนที่ผ่านการเคลือบด้วยเบนเฟด ร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสียชนิดต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส จนเน่าเสีย	52

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
4.9 แรงแคตผลหม่อนให้ขาด (นิวตัน) ที่ผ่านการเคลือบด้วยเบนเนฟิต ร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสียชนิดต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส จนเน่าเสีย	53
4.10 ความสว่างของผลหม่อนที่ผ่านการเคลือบด้วยเบนเนฟิต ร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสียชนิดต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส จนเน่าเสีย	53
4.11 ความเป็นสีแดงของผลหม่อนที่ผ่านการเคลือบด้วยเบนเนฟิต ร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสียชนิดต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส จนเน่าเสีย	54
4.12 ความเป็นน้ำเงินของผลหม่อนที่ผ่านการเคลือบด้วยเบนเนฟิต ร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสียชนิดต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส จนเน่าเสีย	54
4.13 ความเป็นกรด-ด่างของผลหม่อนที่ผ่านการเคลือบด้วยเบนเนฟิต ร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสียชนิดต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง จนเน่าเสีย	57
4.14 ปริมาณกรดทั้งหมดของผลหม่อนที่ผ่านการเคลือบด้วยเบนเนฟิต ร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสียชนิดต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง จนเน่าเสีย	57
4.15 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของผลหม่อนที่ผ่านการเคลือบด้วยเบนเนฟิต ร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสียชนิดต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจนเน่าเสีย	58
4.16 ความเป็นกรด-ด่างของผลหม่อนที่ผ่านการเคลือบด้วยเบนเนฟิต ร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสียชนิดต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส จนเน่าเสีย	58
4.17 ปริมาณกรดทั้งหมดของผลหม่อนที่ผ่านการเคลือบด้วยเบนเนฟิต ร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสียชนิดต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส จนเน่าเสีย	59
4.18 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของผลหม่อนที่ผ่านการเคลือบด้วยเบนเนฟิต ร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสียชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส จนเน่าเสีย	59

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก	หน้า
ก อัตราการหายใจของผลหม่อน ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (31±2 องศาเซลเซียส) และ 4±1 องศาเซลเซียส	82
ข.1 การสูญเสียน้ำหนักของผลหม่อน ที่เคลือบด้วยเบนเฟนิตร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสีย เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (31±2 องศาเซลเซียส)	84
ข.2 ความแข็งของผลหม่อน (แรงตัดผลหม่อนให้ขาด) ที่เคลือบด้วยเบนเฟนิตร่วมกับ สารป้องกันการเน่าเสีย เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (31±2 องศาเซลเซียส)	84
ข.3 ความสว่าง (L*) ของผลหม่อนที่เคลือบด้วยเบนเฟนิตร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสีย เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (31±2 องศาเซลเซียส)	85
ข.4 ความเป็นสีแดง (a*) ของผลหม่อนที่เคลือบด้วยเบนเฟนิตร่วมกับสารป้องกัน การเน่าเสียเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (31±2 องศาเซลเซียส)	85
ข.5 ความเป็นสีน้ำเงิน (b*) ของผลหม่อนที่เคลือบด้วยเบนเฟนิตร่วมกับสารป้องกัน การเน่าเสีย เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (31±2 องศาเซลเซียส)	86
ข.6 ความเป็นกรด-ด่างของผลหม่อนที่เคลือบด้วยเบนเฟนิตร่วมกับสารป้องกัน การเน่าเสีย เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (31±2 องศาเซลเซียส)	86
ข.7 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์) ของผลหม่อนที่เคลือบด้วย เบนเฟนิตร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสีย เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (31±2 องศาเซลเซียส)	87
ข.8 ปริมาณกรดทั้งหมดของผลหม่อนที่เคลือบด้วยเบนเฟนิตร่วมกับสารป้องกัน การเน่าเสีย เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (31±2 องศาเซลเซียส)	87
ข.9 การสูญเสียน้ำหนักของผลหม่อนที่เคลือบด้วยเบนเฟนิตร่วมกับสารป้องกัน การเน่าเสีย เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส	88
ข.10 ความแข็งของผลหม่อน (แรงตัดผลหม่อนให้ขาด) ที่เคลือบด้วยเบนเฟนิตร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสีย เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส	89

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวก	หน้า
ข.11 ความสว่าง (L^*) ของผลหม่อนที่เคลือบด้วยเบนเฟโตรร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสีย เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส	90
ข.12 ความเป็นสีแดง (a^*) ของผลหม่อนที่เคลือบด้วยเบนเฟโตรร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสีย เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส	91
ข.13 ความเป็นสีน้ำเงิน (b^*) ของผลหม่อน เคลือบด้วยเบนเฟโตรร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสีย เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส	92
ข.14 ความเป็นกรด-ด่างของผลหม่อนที่เคลือบด้วยเบนเฟโตรร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสีย เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส	93
ข.15 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์) ของผลหม่อนที่เคลือบด้วยเบนเฟโตรร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสีย เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส	94
ข.16 ปริมาณกรดทั้งหมดของผลหม่อนที่เคลือบด้วยเบนเฟโตรร่วมกับสารป้องกันการเน่าเสีย เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส	95
ค ต้นทุนที่ใช้ในการเตรียมหม่อนผลสด	97
จ แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสหม่อนผลสด	102

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวก	หน้า
ง.1 หม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่ ที่ 2 ระยะความสุกซึ่งนำไปใช้ในการวิจัย	99
ง.2 ลักษณะของผลหม่อนที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวแต่ละชนิด	99
ง.3 วัสดุรองรับผลหม่อนในการบรรจุเพื่อการขนส่ง	100