รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การใช้สารสกัดจากมังคุดเพื่อปรับปรุงคุณภาพและความปลอดภัยของมังคุดสดตัดแต่งพร้อมบริโภค

Use of Mangosteen Extract to Improve the Shelf-life and Safety of fresh-cut Mangosteen

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร. ไพรัตน์ โสภโณดร

ดร. ศุภชัย ภิสัชเพ็ญ

รองศาสตราจารย์ ดร. เสาวลักษณ์ พงษ์ไพจิตร

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การใช้สารสกัดจากมังคุดเพื่อปรับปรุงคุณภาพและความปลอดภัยของมังคุดสดตัดแต่งพร้อมบริโภค

Use of mangosteen extract to improve the shelf-life and safety of fresh-cut mangosteen

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร. ไพรัตน์ โสภโณดร
ดร. ศุภชัย ภิสัชเพ็ญ
รองศาสตราจารย์ ดร. เสาวลักษณ์ พงษ์ไพจิตร

ทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน ปีงบประมาณ 2554-2555
(ตุลาคม 2553 - กันยายน 2555)

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การใช้สารสกัดจากมังคุดเพื่อปรับปรุงคุณภาพและความปลอดภัยของมังคุดสดตัดแต่งพร้อมบริโภค

Use of mangosteen extract to improve the shelf-life and safety of fresh-cut mangosteen

ทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน ปีงบประมาณ 2554-2555
(ตุลาคม 2553 - กันยายน 2555)

เสนอต่อ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทคัดย่อ

การวิจัยการใช้สารสกัดจากมังคุดเพื่อปรับปรุงคุณภาพและความปลอดภัยของมังคุดสดตัดแต่งพร้อมบริโภค มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระและต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดจากส่วนต่างๆของมังคุดเปรียบเทียบกับน้ำมันหอมระเหย ผลของสารช่วยลดการผลิตเอทธิลีน และสารสกัดจากมังคุด ต่อคุณภาพและความปลอดภัยของมังคุดสดตัดแต่งพร้อมบริโภค รวมถึงการพัฒนาบรรจุภัณฑ์และสภาพบรรยากาศที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษามังคุดตัดแต่งพร้อมบริโภค ผลการวิจัยมีดังนี้

การศึกษาคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดจากเปลือกผล ใบ และเปลือกต้นมังคุดด้วยเอธานอลเข้มข้นร้อยละ 50 และน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยและส้ม พบว่า สารสกัดจากเปลือกผล ใบ และเปลือกต้น มีค่า IC_{50} (ด้วยวิธี DPPH) เท่ากับ 5.94, 9.44 และ 6.46 µg/ml ตามลำดับ ส่วนน้ำมันหอมระเหยทั้งสองชนิดไม่มีคุณสมบัติดังกล่าว ในการศึกษาคุณสมบัติการเป็นสารยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวก (*Listeria monocytogenes* และ *Staphylococcus aureus*) และแบคทีเรียแกรมลบ (*Escherichia coli* และ *Salmonella* sp.) โดยวิธีเจือจางอาหารเหลว พบว่า สารสกัดจากเปลือกผล ใบ และเปลือกต้น มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้ง (MIC) และการทำลาย (MBC) แบคทีเรียแกรมบวกอยู่ในช่วง 0.025-0.78 และ 0.05-0.39 mg/ml ตามลำดับ ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยมีค่า MIC และ MBC ต่อ *S. aureus*, *E. coli* และ *Salmonella* sp. เท่ากับ 3.13 และ 6.25 mg/ml ตามลำดับ ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากส้มสามารถยับยั้งและทำลายได้เฉพาะ *S. aureus* โดยมีค่า MIC และ MBC เท่ากับ 6.25 และ 12.50 mg/ml ตามลำดับ

การศึกษาผลของ 1-methylcyclopropene (1-MCP) ที่มีต่อคุณภาพของมังคุดสดตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยนำผลมังคุดก่อนการตัดแต่งมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28$\pm$2 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะที่มี 1-MCP เข้มข้น 0, 20, 40 และ 80 พีพีเอ็ม เป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วนำมาตัดแต่ง บรรจุในถาด PP ปิดด้วยฟิล์ม OPP/LLDPE เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 เป็นเวลา 12 วัน พบว่ามังคุดสดตัดแต่งที่ผ่านการทรีตด้วยสาร 1-MCP มีอัตราการหายใจและการผลิตก๊าซเอธีลีนลดลง รวมทั้งมีการสูญเสียน้ำหนัก และความแน่นเนื้อลดลง เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม หลังจากนั้นจึงนำผลมังคุดสดที่ ทรีตด้วย 1-MCP เข้มข้น 40 พีพีเอ็ม (สภาวะที่เหมาะสม) มาเตรียมเป็นมังคุดสดตัดแต่ง แล้วล้างด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรต์ในสภาพที่เป็นกรด (ASC) ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม เป็นเวลา 1 นาที ก่อนการบรรจุและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 เป็นเวลา 12 วัน พบว่า ASC ไม่ได้มีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นในมังคุดตัดแต่ง แต่ช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลได้ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีสีน้ำตาล (BI) ที่ลดลงตลอดเวลาการเก็บรักษา (p<0.05)

การศึกษาผลของสารสกัดจากเปลือกผลของมังคุดที่สกัดด้วยเมธานอลเข้มข้นร้อยละ 80 ที่มีต่อคุณภาพของมังคุดสดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่บรรจุในถาด PP หุ้มด้วยฟิล์ม OPP/LLDPE พบว่าสารสกัดดังกล่าวไม่มีผลต่อปริมาณออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์ รวมทั้งความแน่นเนื้อ น้ำหนักที่สูญเสีย ปริมาณอะเซแตลดีไฮด์และเอธานอล แต่มีผลในการรักษาค่าความสว่างและค่า hue โดยมังคุดสดตัดแต่งที่จุ่ม

ในสารสกัดจากเปลือกผลมังคุด 0.25 g/ml ให้ค่าความสว่างดีกว่าตัวอย่างชุดควบคุม อย่างไรก็ตามสารสกัดไม่ได้มีผลต่อ *S. aureus* และ *E. coli* ที่เติมลงไป

การคัดเลือกฟิล์มที่มีความเหมาะสมเพื่อใช้ปิดถาด PP สำหรับมังคุดสดตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยอาศัยกลไก Michaelis-Menten พบว่า มังคุดสดตัดแต่งมีค่าอัตราการหายใจสูงสุดเป็น 714.29 ml CO_2 /(kg h) อาจเนื่องจากการตอบสนองต่อการบาดเจ็บจากการตัดแต่ง ซึ่งเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศรอบด้าน รวมทั้งค่า RQ ที่ต่ำกว่า 1 คือ 0.64 ทำให้ตัวแบบที่สร้างขึ้นไม่สามารถอธิบายค่าจากการทดลองได้ จึงได้มีการปรับปรุงตัวแบบดังกล่าวด้วยการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า R_{CO2} ของข้อมูลจากการทดลองและจากการคำนวณโดยใช้ค่า RQ จริงจากการทดลอง ทำให้ได้ตัวแบบที่ปรับปรุงแล้วที่สามารถอธิบายค่าจากการทดลองได้ จากนั้นจึงนำตัวแบบที่ได้จากการปรับปรุงนี้มาศึกษาผลของการปรับเปลี่ยนขนาดของบรรจุภัณฑ์ ความหนาของฟิล์ม ค่า β ratio และน้ำหนักของมังคุด จากการศึกษาพบว่า เฉพาะค่าน้ำหนักของมังคุดเท่านั้นที่เป็นค่าที่ต้องคำนึงถึงเพื่อการคัดเลือกฟิล์มที่เหมาะสมที่จะใช้ปิดบรรจุภัณฑ์สำหรับมังคุดสดตัดแต่งพร้อมบริโภคนี้

ABSTRACT

Research on use of mangosteen extract to improve the shelf-life and safety of fresh-cut mangosteen was carried out to study the antioxidant and antimicrobial activities of the extract from mangosteen parts compared to essential oil, effect of the delayed ethylene production agents and mangosteen extract on the quality and safety of fresh-cut mangosteen as well as to develop an appropriated package and the optimum packing condition to prolong the shelf-life of fresh-cut mangosteen. The results are as follows:

The antioxidant and antimicrobial activities of the extracts with 50% ethanol from pericarp, leaf and bark of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) and some essential oils such as cinnamon and citrus were investigated. The antioxidant activities (IC_{50}) of pericarp, leaf and bark extracts, which were evaluated by DPPH method, were 5.94, 9.44 and 6.46 µg/ml, respectively. Both cinnamon and citrus essential oil showed no antioxidant activities with DPPH. A broth dilution method was employed to evaluate the antimicrobial activity against some Gram-positive bacteria (*Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus*) and Gram-negative bacteria (*E. coli* and *Salmonella* sp.). The minimum inhibitory concentration (MIC) values of pericarp, leaf and bark extracts against Gram-positive bacteria were ranged from 0.025-0.78 mg/ml. While the minimum bactericidal concentration (MBC) values were between 0.05-0.39 mg/ml. MIC and MBC values of cinnamon oil against *S. aureus*, *E. coli* and *Salmonella* sp. were 3.13 and 6.25 mg/ml, respectively. Citrus oil showed antibacterial effect on only *S. aureus* with MIC and MBC values of 6.25 and 12.50 mg/ml, respectively.

Mangosteen fruit treated with 0, 20, 40 or 80 ppm 1-MCP for 12 h at 28±2°C was processed and packed in PP trays sealed with OPP/LLDPE film. After 12 days storage at 5°C and 85% RH fresh-cut mangosteen prepared from fruit without 1-MCP treatment exhibited rapid softening and increases in weight loss. Fresh-cut mangosteen prepared from 1-MCP treated fruit showed a decrease in ethylene production and respiration rate as well as delayed softening and weight losses. Therefore, the treatment led to improved quality retention in packaged fresh-cut mangosteen. Fruit treated with 40 ppm 1-MCP were used to study the effect of acidified sodium chlorite (ASC) on quality changes of fresh-cut mangosteen. The cut fruit was dipped in 0 (control), 500, or 1000 ppm ASC for 1 min before packing in PP trays sealed with OPP/LLDPE film. After storage at 5°C and 85% RH for 12 days, the results indicated that ASC application did not significantly reduce initial microbial populations. However, ASC reduced browning of the product as indicated by significantly reduced browning index (BI) value throughout the storage period.

The effect of a mangosteen fruit pericarp extracted by 80% methanol on the physical, chemical and microbiological qualities of fresh-cut mangosteen dipped in 0.25 g/l of the fruit

pericarp extract, packed in PP trays and sealed with OPP/LLDPE film was investigated. The extract did not affect the headspace gas composition (O_2 and CO_2), fruit firmness, weight loss, acetaldehyde or ethanol contents, but the lightness and hue value of the tissue were altered. Fresh-cut mangosteen dipped in 0.25 g/l of the fruit pericarp extract retained lightness and hue values better than the control. The extract could not inhibit *S. aureus* or *E. coli* inoculated onto fresh-cut mangosteen.

Film type was selected on the basis of a mathematic model based on Michaelis-Menten kinetics. The maximum respiration rate (Vm) of fresh-cut mangosteen in a closed system was found to be very high (714.29 ml CO_2 /(kg h)), probably because of wounding response from cutting leading to be exposed to gasses on all sides with increasing surface area. The first model derived from an ordinary differential equation (ODE) did not fit to the experimented data because of low RQ (0.64). The model was modified by plotting experimental R_{CO2} data and calculated data based on an actual RQ. The modified model was also used to estimate the effect of package dimension, product weight, film thickness and β ratio on the model. The package dimension, film thickness and β ratio did not affect the model, only product weight did because of the high respiration rate of the product. Changing product weight is the parameter that should be considered to select film lid for fresh-cut mangosteen.

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัย เรื่อง “การใช้สารสกัดจากมังคุดเพื่อปรับปรุงคุณภาพและความปลอดภัยของมังคุดสดตัดแต่งพร้อมบริโภค” ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2554-2555 จำนวนเงิน 465,300 บาท คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

งานวิจัยที่ผ่านมาสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดีด้วยความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายด้วยกัน ได้แก่ นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา (นายชูทวีป ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา) และระดับปริญญาตรี ของคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ รวมทั้งนักวิทยาศาสตร์ที่ดูแลเครื่องมือที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ที่มีส่วนสนับสนุนให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี สุดท้ายขอขอบคุณ นายสุริยัน แก้วจิตต์ ที่ช่วยเหลือการจัดทำรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์จนสำเร็จไปได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย
พฤศจิกายน 2557

CONTENT

page

บทคัดย่อ ..... ก
ABSTRACT ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
CONTENT..... ฉ
LIST OF TABLES ..... ซ
LIST OF FIGURES ..... ฌ
บทที่
1. บทนำ (INTRODUCTION)..... 1
Justification for Research Question 1
Objective 2
Scope of Research 2
Literature Review 3

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย (MATERIALS AND METHODS)..... 22
Part 1 Antioxidant and Antimicrobial activities of crude extracts prepared from mangosteen part and some essential oils 22
Part 2 Effect of 1-MCP on the quality of packaged fresh-cut mangosteen 24
Part 3 Effect of ASC on the quality of packaged fresh-cut mangosteen 26
Part 4 Effect of mangosteen pericarp extract on the physical, chemical and microbiological qualities of fresh-cut Mangosteen 27
Part 5 Selection of a sealing film for fresh-cut mangosteen packed in rigid trays 29

3. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง (RESULTS AND DISCUSSION)..... 33
Part 1 Antioxidant and Antimicrobial activities of crude extracts prepared from mangosteen part and some essential oils 33
Part 2 Effect of 1-MCP on the quality of packaged fresh-cut mangosteen 37
Part 3 Effect of ASC on the quality of packaged fresh-cut 46

CONTENT (Cont.)

Page

Part 4 Effect of mangosteen pericarp extract on the physical, chemical and microbiological qualities of fresh-cut Mangosteen 49

Part 5 Selection of a sealing film for fresh-cut mangosteen packed in rigid trays 58

4. สรุปผลการวิจัย (CONCLUSIONS)..... 70

เอกสารอ้างอิง (REFERENCES)..... 71

ภาคผนวก (APPENDIX)..... 85

ภาคผนวก ก. การคำนวณค่า RQ..... 86

ภาคผนวก ข. การเผยแพร่และถ่ายทอดเทคโนโลยี..... 87

LIST OF TABLES

Table		Page
1	Characteristics and dimensions of films and weight of fresh-cut used to determine changes in O_2 and CO_2 in trays sealed with each films....	31
2	Antioxidant activity (IC_{50}, µg/ml) of *G. mangostana* pericarp, leaf and bark extracts and some essential oils	34
3	Minimum inhibitory and minimum bactericidal concentrations (MIC and MBC) of *G. mangostana* pericarp, leaf and bark extracts and some essential oils	35
4	Sensory scores of 1-MCP treated fresh-cut mangosteen during storage	44
5	Microbial populations of all treatments (control, 500 and 1000 ppm ASC solution)	49
6	Parameters used to evaluate the effect of package dimension and product mass on theoretical gas composition in packages	63
7	Parameters used to evaluate the effect of film thickness and β ratio on theoretical gas composition in packages	66

LIST OF FIGURES

Figure		Page
1	Enzymatic browning reaction catalyzed by polyphenol oxidase.....	5
2	Concentrations of gases in the headspace of 1- MCP treated fresh-cut mangosteen during storage	39
3	Firmness of 1-MCP treated fresh-cut mangosteen during storage	40
4	Weight losses of 1-MCP treated fresh-cut mangosteen during storage	41
5	Changes in acetaldehyde and ethanol concentrations in 1-MCP treated fresh-cut mangosteen during storage	42
6	Changes in the browning index of ASC treated fresh-cut mangosteen during storage	46
7	Changes in color of ASC treated fresh-cut mangosteen during storage	48
8	Changes in O_2 and CO_2 concentrations in the headspace of mangosteen pericarp extract treated fresh-cut mangosteen during storage	50
9	Flesh firmness of mangosteen pericarp extract treated fresh-cut mangosteen during storage	51
10	Weight losses of mangosteen pericarp extract treated fresh-cut mangosteen during storage	51
11	Color changes of mangosteen pericarp extract treated fresh-cut mangosteen during storage	53
12	Acetaldehyde content of mangosteen pericarp extract treated fresh-cut mangosteen during storage	54
13	Ethanol content of mangosteen pericarp extract treated fresh-cut mangosteen during storage	54
14	*E. coli* and *S. aureus* populations on mangosteen pericarp extract treated fresh-cut mangosteen during storage. Each species was inoculated separately *E. coli* and *S. aureus*	56
15	*E. coli* and *S. aureus* populations on mangosteen pericarp extract were treated fresh-cut mangosteen during storage. Bacteria applied as a cocktail *E. coli* and *S. aureus*	57
16	Linear regression of a plot of $1/R_{O_2}$ and 1/[O_2]	58

LIST OF FIGURES (Cont.)

Figure		Page
17	Predicted and experimentally determined O_2 and CO_2 concentrations inside package sealed with OPP/LLDPE, PET and LDPE films	60
18	Improved (based on actual RQ) and experimentally determined O_2 and CO_2 concentrations inside package sealed with OPP/LLDPE, PET and LDPE films	62
19	Effect of changing packaging dimensions on the gas composition inside package sealed with OPP/LLDPE, PET and LDPE films	64
20	Effect of changing product weight on the gas composition inside package sealed with OPP/LLDPE, PET and LDPE films	65
21	Effect of changing film thickness on the gas composition inside package sealed with OPP/LLDPE, PET and LDPE films	67
22	Effect of changing β ratio on the gas composition inside package sealed with OPP/LLDPE, PET and LDPE films	68