**ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์** การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและชีวเคมีหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงพันธุ์เขียวมรกต

**ผู้เขียน** นายยงยุทธ ข้ามสี่

**ปริญญา** วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (พืชสวน)

**คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์**

| | | |
|---|---|---|
| รองศาสตราจารย์ ดร. ดนัย | บุณยเกียรติ | ประธานกรรมการ |
| ศาสตราจารย์ ดร. นิธิยา | รัตนาปนนท์ | กรรมการ |
| อาจารย์ ดร. ธนะชัย | พันธ์เกษมสุข | กรรมการ |

## บทคัดย่อ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และชีวเคมีหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงพันธุ์เขียวมรกตที่มีระยะความแก่แตกต่างกัน โดยนำผลมะม่วงพันธุ์เขียวมรกตที่ลอยในสารละลายน้ำเกลือความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 4, 6 และ 8% (ให้เป็นระยะความแก่ที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ) เก็บรักษาไว้ที่สภาพอุณหภูมิห้อง (26-32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-70%) ประเมินคุณภาพทุกวันเป็นเวลา 7 วัน ผลการศึกษาพบว่า ผลมะม่วงที่ระยะความแก่ที่ 2 มีความแน่นเนื้อและปริมาณวิตามินซีสูง มีแนวโน้มมีปริมาณเพกทินที่ละลายน้ำ (WSP) และกิจกรรมของเอนไซม์พอลิกาแลกทูโรเนส (PG) ต่ำ มีการลดลงของค่า ºH ค่า chroma ของเนื้อ ปริมาณกรดซิตริกและกรดมาลิกน้อยกว่าระยะความแก่ที่ 1 และ 3 ผลมะม่วงที่ระยะความแก่ 3 มีค่า L* ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรักโทส น้ำตาลซูโครส บีตาแคโรทีน อัตราการหายใจ และการผลิตเอทิลีนสูง โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับผลมะม่วงที่ระยะความแก่ที่ 1 ซึ่งพบว่ามีสารแห้งและสตาร์ชน้อย ส่วนกิจกรรมของเอนไซม์เพกทินเมทิลเอสเทอเรส (PME) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และค่า L*, ºH และchroma ของเปลือกไม่มีความแตกต่างกัน สำหรับการประเมินด้านประสาทสัมผัสพบว่า ผลมะม่วงที่ระยะความแก่ที่ 2 ได้รับการยอมรับด้านเนื้อสัมผัส ความชอบทั่วไป และรสชาติมากกว่า นอกจากนี้ยังพบอีกว่า การเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น ปริมาณ TSS น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุกโทส น้ำตาลซูโครส ค่าพีเอช และบีตาแคโรทีนมีปริมาณเพิ่มขึ้น ส่วน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความแน่นเนื้อ กิจกรรมของเอนไซม์ PG ปริมาณ WSP กรดที่ไทเทรตได้ วิตามินซี และสตาร์ชมีปริมาณลดลง

การเก็บรักษาผลมะม่วงทั้ง 3 ระยะความแก่ไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90%RH แล้ววิเคราะห์คุณภาพทุกๆ 3 วัน เป็นเวลา 21 วัน นำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-75% และวิเคราะห์คุณภาพทุกวัน เป็นเวลา 7 วัน พบว่า ผลมะม่วงที่ระยะความแก่ 2 มีความแน่นเนื้อ สตาร์ช และวิตามินซีสูงสุด แต่มีปริมาณ WSP กิจกรรมของเอนไซม์ PG และ PME และการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อต่ำสุด (L*, ºH และ chroma สูง) ขณะที่ผลมะม่วงที่ระยะความแก่ที่ 3 มีอัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน และค่าพีเอชสูง แต่มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ต่ำทั้งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 และ 25 องศาเซลเซียส และยังพบอีกว่า ผลมะม่วงที่ความแก่ระยะที่ 2 มีปริมาณกรดซิตริก กรดมาลิก น้ำตาลฟรักโทส น้ำตาลซูโครส และบีตาแคโรทีนสูง ตลอดจนมีการเกิด peak ของอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนช้ากว่าระยะความแก่อื่นได้ 1 วันที่ 25 องศาเซลเซียส ส่วนผลมะม่วงที่ความแก่ที่ 3 มีปริมาณน้ำตาลฟรักโทส น้ำตาลซูโครส และบีตาแคโรทีนสูงที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สำหรับการประเมินด้านประสาทสัมผัสพบว่า ผลมะม่วงที่ระยะความแก่ที่ 2 ได้รับการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสมากกว่า ระยะความแก่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีและปริมาณคลอโรฟิลล์ของเปลือก ปริมาณ TSS และน้ำตาลกลูโคส นอกจากนี้ยังพบว่า ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการลดลงของความแน่นเนื้อ ค่า L* ค่า ºH ค่า chroma ปริมาณสตาร์ช กรดซิตริก กรดมาลิก และวิตามินซี การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาล บีตาแคโรทีน อัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน WSP และกิจกรรมของเอนไซม์ PG น้อยกว่าที่อุณหภูมิ 25องศาเซลเซียส ขณะที่กิจกรรมของเอนไซม์ PME มีการลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จากผลการศึกษาจะพบว่า ผลมะม่วงในระยะความแก่ที่ 2 มีความเหมาะสมสำหรับมะม่วงพันธุ์ดังกล่าว

เมื่อนำผลมะม่วงที่มีระยะความแก่ที่ 2 มารมด้วย 1-methylcyclopropene (1-MCP) ความเข้มข้น 0, 500 หรือ 1000 นาโนลิตรต่อลิตร เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส แล้ววิเคราะห์คุณภาพทุกๆ 3 วัน เป็นเวลา 21 วัน พบว่า การรมด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 1000 นาโนลิตรต่อลิตร ช่วยชะลอการเปลี่ยนสีของเนื้อ (ค่า L*, ºH และ chroma) และการนิ่มของผลมะม่วงได้ดีกว่า 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 500 นาโนลิตรต่อลิตร (ชะลอได้นานกว่าประมาณ 12 และ 9 วัน ตามลำดับ) การใช้ 1-MCP ทุกความเข้มข้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนสีของเปลือก แต่การรมด้วย 1-MCP เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อ การนิ่มของผล และการสูญเสียปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ กรด ซิตริก และวิตามินซี ตลอดจนชะลอการเพิ่มของบีตาแคโรทีน TSS น้ำตาลฟรักโทส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และน้ำตาลซูโครสได้ดีกว่าการรมเป็นเวลา 6 ชั่วโมง การใช้ 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 1000 นาโนลิตรต่อลิตร มีแนวโน้มช่วยชะลอการลดลงของปริมาณสตาร์ช สารแห้ง กรดที่ไทเทรตได้ กรดซิตริก และวิตามินซี ตลอดจนการเพิ่มของบีตาแคโรทีน TSS น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุกโทส เมื่อเปรียบเทียบกับ 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 0 นาโนลิตรต่อลิตร การใช้ 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 1000 นาโนลิตรต่อลิตร ยังทำให้มีอัตราการหายใจ การผลิต เอทิลีน กิจกรรมของเอนไซม์ PME และปริมาณ WSP ต่ำสุด ตลอดจนมีแนวโน้มทำให้มีกิจกรรมของเอนไซม์ PG ต่ำกว่าการใช้ 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 0 นาโนลิตรต่อลิตร การใช้ 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 1000 นาโนลิตรต่อลิตร สามารถชะลอการเกิด peak ของอัตราการหายใจได้ 3 วันเมื่อเปรียบเทียบกับ 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 500 นาโนลิตรต่อลิตร ส่วนระยะเวลาในการรมเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ช่วยลดปริมาณการผลิตเอทิลีน กิจกรรมของเอนไซม์ PG, PME และปริมาณ WSP ได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับการรมเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ดังนั้นการใช้ 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 1000 นาโนลิตรต่อลิตร และระยะเวลารม 12 ชั่วโมง สามารถชะลอการสุกของผลมะม่วงได้ดีที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**Thesis Title** Postharvest Physical and Biochemical Changes of 'Keaw Morakot' Mango

**Author** Mr. Yongyut Khamsee

**Degree** Doctor of Philosophy (Horticulture)

**Thesis Advisory Committee**

| | | |
|---|---|---|
| Assoc. Prof. Dr. Danai | Boonyakiat | Chairperson |
| Prof. Dr. Nithiya | Rattanapanone | Member |
| Lect. Dr. Tanachai | Pankasemsuk | Member |

**Abstract**

A study of postharvest physical and biochemical changes of 'Keaw Morakot' Mango at different maturity was done by floating mango fruit in 4, 6 and 8% brine water (as Maturity 1, 2 and 3, respectively). The physical and biochemical properties were evaluated everyday up to 7 days at ambient condition (26-31ºC, 60-70%RH). The result showed that the fruit at Maturity 2 had the highest firmness and vitamin C content. However, the Maturity 2 had the lowest of the water-soluble pectin (WSP) content and polygalacturonase (PG) activity. The reduction of ºH and chroma values of pulp, citric acid and malic acid contents of Maturity 2 was less than Maturity 1 and 3. The fruit at Maturity 3 had the highest total soluble solids (TSS), glucose, fructose, sucrose, β-carotene, respiration rate and ethylene production which were significantly different from the fruit at Maturity 1, which had the lowest dry matter and starch content. For pectin methylesterase (PME) activity, titrable acid (TA), chlorophylls and L*, ºH and chroma of peel, they did not significantly differ. For sensory evaluation, the fruit at Maturity 2 had better texture, feeling and taste than the others. It was also found that the TSS, glucose, fructose, sucrose, pH and β-carotene increased while firmness, PG activity, WSP, TA, vitamin C and starch contents decreased during long-term storage.

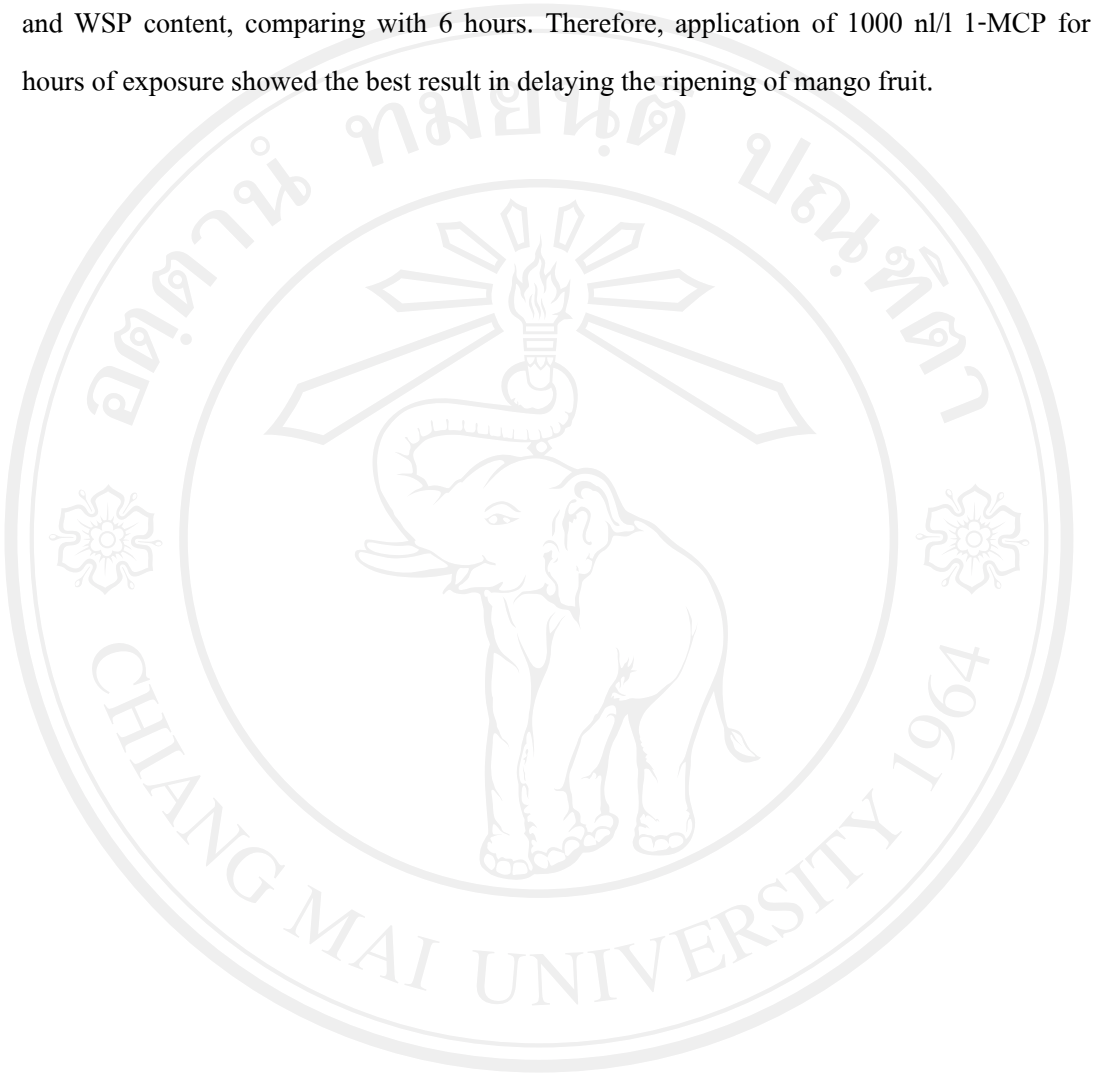
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

The fruit in all three maturity stages were stored at 13°C, 85-90% RH for 21 days and they were taken to measure the qualities every 3 days. After stored for 21 days, the fruits were allowed to ripen at 25°C, 70-75% RH, for 7 days and measured the qualities everyday. It was found that the Maturity 2 had the highest firmness, starch and vitamin C contents but the lowest of PG and PME activities, WSP content and color changes. The fruit at Maturity 3 had the highest respiration rate, ethylene production and pH but the lowest TA, either storage at 13 or 25°C. Storage at 25°C, the fruit at Maturity 2 had higher citric acid, malic acid, fructose, sucrose and β-carotene contents. For the Maturity 2, the peak of ethylene production was delayed for 1 day compared with the others. The fruit at Maturity 3 had the highest fructose, sucrose and β-carotene contents during storage at 13°C. For the sensory evaluation, it was found that the fruit at Maturity 2 had only the highest texture scores (4.33). The maturities did not affect color changes and chlorophylls of mango peel, TSS and glucose content. It was also found that the fruit stored at 13°C, the reduction of firmness, L*, ºH and chroma values, starch, citric acid, malic acid and vitamin C contents or the increasing of glucose, fructose, sucrose, β-carotene, respiration rate, ethylene production and PG activity were lower than at 25°C. For the fruit stored at 25°C, the PME activity showed rapid decrease after 3 days of storage. The results indicated that the fruit at Maturity 2 had proper maturation to harvest for this mango variety.

The fruit at Maturity 2 were treated with 0, 500 or 1000 nl/l 1-MCP for 6 and 12 hours at 20ºC and then stored at 13ºC. The physical and biochemical properties were evaluated every 3 days for 21 days. The results showed that the treatment with 1000 nl/l 1- MCP was more effective in delaying the softening and color change (L*, ºH and chroma) of mango pulp than 0 and 500 nl/l 1-MCP (more than about 12 and 9 days, respectively). 1-MCP at all concentrations did not affect color change and chlorophylls content of peel but 1-MCP fumigation for 12 hours could delay the pulp color change, fruit softening and loss of TA, citric acid and vitamin C, and delayed the increasing of the β-carotene, TSS, fructose and sucrose than 6 hours fumigation period. However, 1000 nl/l 1-MCP tended to delay the reduction of the starch, dry matter, TA, citric acid and vitamin C, but it tended to delay the increasing of the β-carotene, TSS, fructose and sucrose contents when compared with 0 nl/l 1-MCP. The 1000 nl/l 1-MCP treated fruit also had the lowest respiration rate, ethylene production, PME activity and WSP content. The fruit treated with 1000 nl/l 1-MCP tended to have lower PG activity than 0 nl/l 1-MCP treated fruit. Using

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1000 nl/l 1-MCP could delay the peak of respiration rate for 3 days, comparing with 0 and 500nl/l. The 12 hours of exposure also decreased the ethylene production, PG and PME activites and WSP content, comparing with 6 hours. Therefore, application of 1000 nl/l 1-MCP for 12 hours of exposure showed the best result in delaying the ripening of mango fruit.



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved