บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การศึกษารูปแบบของโปรตีนโดยวิธีเอสดีเอส-พอลิอะคริลาไมด์เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส (SDS-PAGE)

เนื้อมะม่วงจำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% ได้นำมาสกัดโปรตีนที่ละลายได้ และนำไปแยกเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแถบโปรตีน โดยวิธี SDS-PAGE ความเข้มข้น 10% ในสารละลาย Tris-HCl บัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.0083 โมลาร์ พีเอช 8.3 ที่มีไกลซีนความเข้มข้น 0.192 โมลาร์ และโซเดียมโดเดซิลซัลเฟต (SDS) ละลายอยู่ 0.1% การสกัดปริมาณโปรตีนในเนื้อมะม่วงกระทำตั้งแต่ระยะผลมะม่วงดิบ ไปจนกระทั่งผลมะม่วงสุกงอม ซึ่งผลมะม่วงแต่ละพันธุ์มีระยะเวลาสุกแตกต่างกัน ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ระยะเวลาสุกของผลมะม่วงจำนวน 6 พันธุ์

พันธุ์	ระยะเวลาสุก (วัน)
แก้ว	10
เขียวเสวย	11
โชคอนันต์	7
น้ำดอกไม้	11
มหาชนก	10
หนังกลางวัน	11

เมื่อวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนโดยการ สังเกตแถบของโปรตีน แต่ละแถบด้วยตาเปล่า ซึ่งสังเกตแถบของโปรตีนที่แยกได้แต่ละแถบจากแถบสีน้ำเงินที่เกิด ภายหลังการย้อมสีของโปรตีนโดยใช้สารละลายสีย้อม (0.1% Coomassie Brilliant Blue R-250 ที่มี 50% เมทานอล และ 10% กรดแอซีติก) และนำค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของแถบโปรตีนในเนื้อ มะม่วงไปอ่านค่าหาน้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนจากกราฟมาตรฐาน พบว่าน้ำหนักโมเลกุลของ แถบโปรตีน อยู่ในช่วง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

225-10.82 กิโลดาลตัน และระหว่างการสุกมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของแถบโปรตีนในเนื้อมะม่วง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของมะม่วงแต่ละพันธุ์มีรายละเอียดดังนี้

1. มะม่วงพันธุ์แก้ว

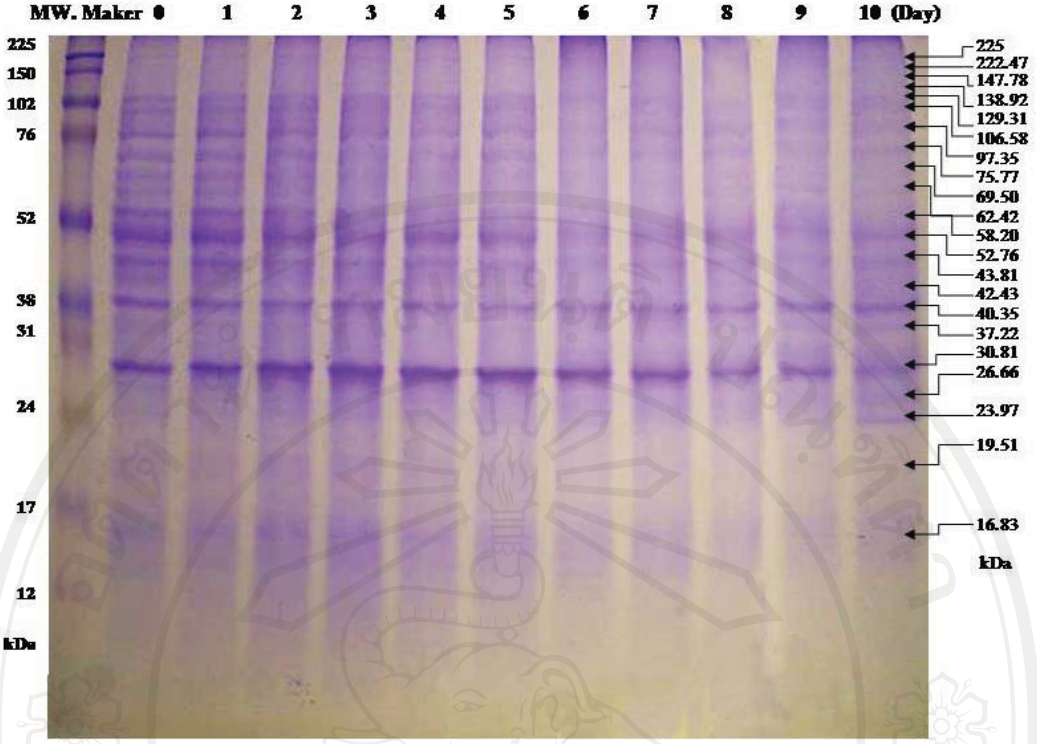
เมื่อวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีนในเนื้อมะม่วงพันธุ์แก้ว โดยการสังเกตแถบโปรตีนแต่ละแถบด้วยตาเปล่า พบแถบโปรตีนที่เห็นได้ชัดเจน จำนวน 21 แถบ (ภาพที่ 4.1) ซึ่งเมื่อนำค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของโปรตีน ไปอ่านค่าหาน้ำหนักโมเลกุลของ แถบโปรตีนจากกราฟโปรตีนมาตรฐาน พบว่าแถบโปรตีนทั้ง 21 แถบ มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 225-16.83 กิโลดาล-ตัน ในวันที่ 7-10 ไม่พบแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่ 225, 222.47, 147.78 และ 138.92 กิโล-ดาลตัน ส่วนในวันที่ 6-8 ไม่พบแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 106.58 กิโลดาลตัน แต่มีแถบโปรตีนเพิ่มขึ้นในวันที่ 9-10

ในวันที่ 6-10 แถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 97.35, 75.77, 52.76, 30.81 และ 16.83 กิโลดาลตัน จางลง และไม่พบแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 58.20, 42.43 และ 19.51 กิโลดาลตัน ส่วนแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 69.50 และ 62.42 กิโลดาลตัน จางลงในวันที่ 4-10 และพบแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 26.66 และ 23.97 เข้มขึ้นในวันที่ 10

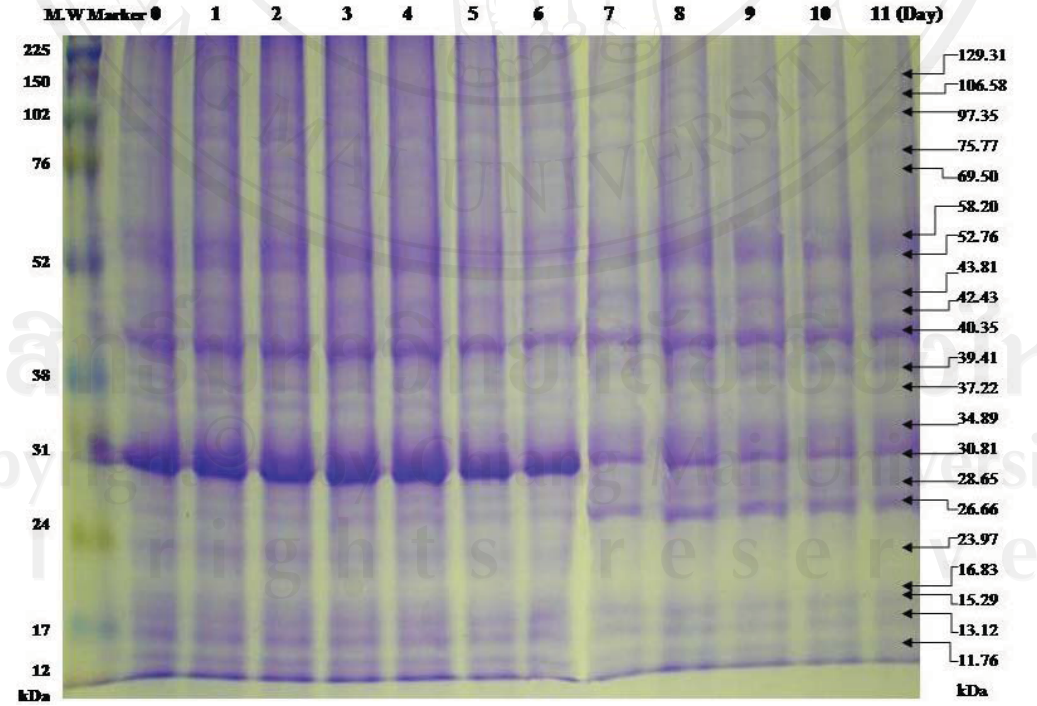
2. มะม่วงพันธุ์เขียวเสวย

เมื่อวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลของ แถบโปรตีน ในเนื้อมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย โดยการสังเกตแถบของโปรตีนแต่ละแถบด้วยตาเปล่า พบว่ามีแถบโปรตีนที่เห็นได้ชัดเจน จำนวน 21 แถบ (ภาพที่ 4.2) ซึ่งเมื่อนำค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของแถบโปรตีน ไปอ่านค่าหาน้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีนจากกราฟมาตรฐาน พบว่าแถบโปรตีนทั้ง 21 แถบ มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 129.31-11.76 กิโลดาลตัน โดยแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 69.50, 58.20 และ 30.81 กิโลดาลตัน มีสีจางลง และไม่พบแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 23.97 กิโลดาลตัน แต่ในวันที่ 7-11 แถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 26.66 กิโลดาลตัน มีสีเข้มขึ้น และในวันที่ 8-11 มีแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 39.41 กิโลดาลตัน มีสีเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.1 รูปแบบของแถบโปรตีนในเนื้อมะม่วงพันธุ์แก้ว ระหว่างกระบวนการสุกที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% เป็นเวลา 10 วัน



ภาพที่ 4.2 รูปแบบของแถบโปรตีนในเนื้อมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย ระหว่างกระบวนการสุกที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% เป็นเวลา 11 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์

เมื่อวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลของ แถบโปรตีน ในเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ โดยการสังเกตแถบโปรตีนแต่ละแถบด้วยตาเปล่า พบแถบโปรตีนที่เห็นได้ชัดเจน จำนวน 37 แถบ (ภาพที่ 4.3) ซึ่งเมื่อนำค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของแถบ ไปอ่านค่าหาน้ำหนักโมเลกุลของ แถบโปรตีนจากกราฟมาตรฐาน พบว่าแถบโปรตีนทั้ง 37 แถบ มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 225-10.82 กิโลดาลตัน แถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่ 225, 222.54, 129.31, 106.58, 97.35, 94.01, 44.41, 30.81 กิโลดาลตัน จางลง แต่เข้มขึ้นในแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 49.80, 26.66, 23.97 กิโลดาลตัน ในวันที่ 5-7 และไม่พบแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 147.78, 138.92, 102.17, 58.54, 19.51 กิโลดาลตัน ในวันที่ 5-7 ส่วนแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 43.81 กิโลดาลตัน หายไป แต่เข้มขึ้นในแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 39.41, 37.22, 21.26 กิโลดาลตัน ในวันที่ 7

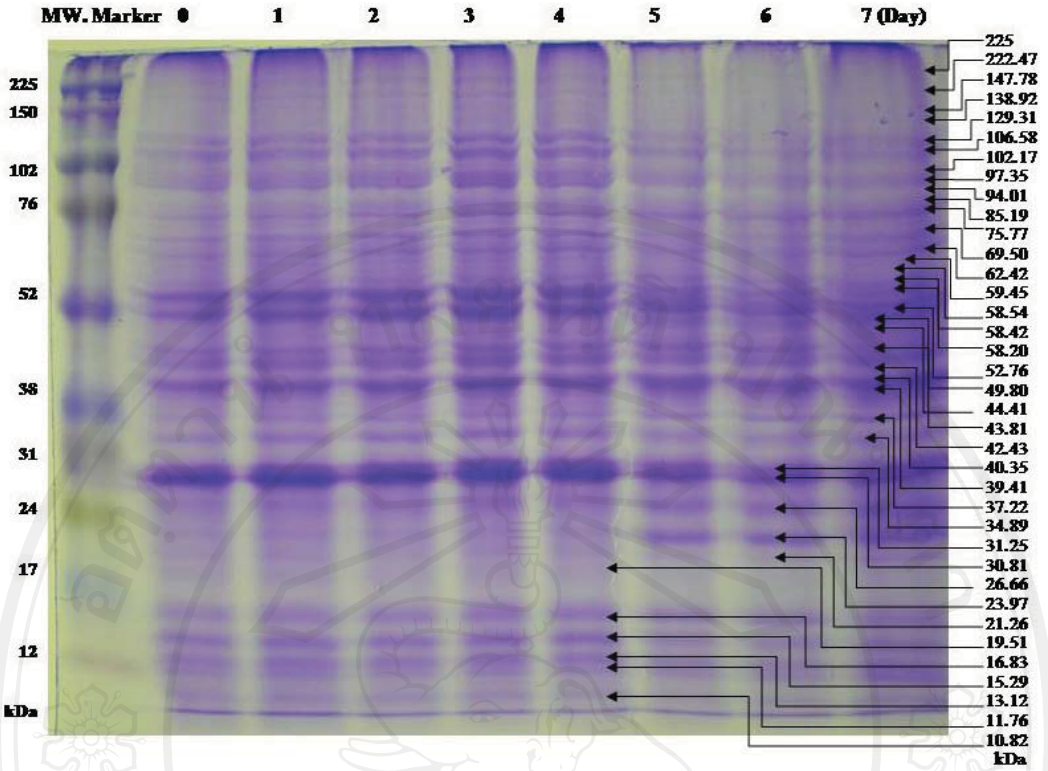
นอกจากนี้ยังพบแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 58.20 และ 52.76 กิโลดาลตัน เข้มขึ้นในวันที่ 2-4 และจางลงในวันที่ 5-7

4. มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้

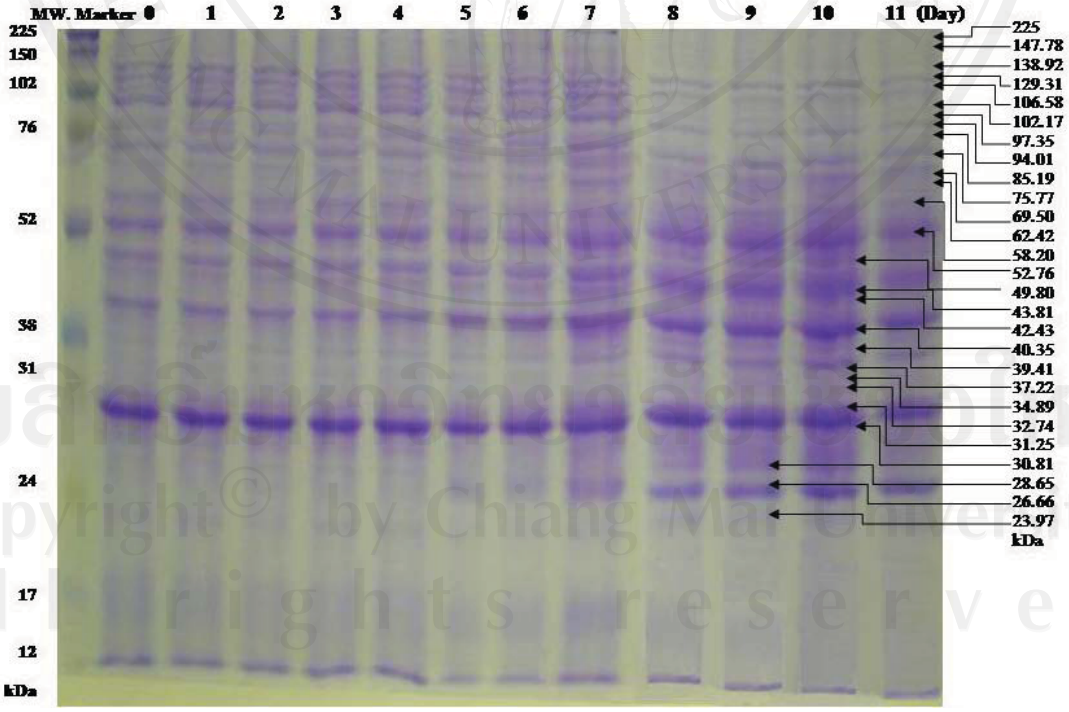
เมื่อวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลของ แถบโปรตีน ในเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ โดยการสังเกตแถบโปรตีนแต่ละแถบด้วยตาเปล่า พบแถบโปรตีนที่เห็นได้ชัดเจน จำนวน 27 แถบ (ภาพที่ 4.4) ซึ่งเมื่อนำค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของโปรตีน ไปอ่านค่าหาน้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนจากกราฟมาตรฐาน พบว่าแถบโปรตีนทั้ง 27 แถบ มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 225-23.97 กิโลดาลตัน โดยแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่ 225 กิโลดาลตัน เข้มขึ้นในวันที่ 3-7 แถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 147, 138.92 กิโลดาลตัน เข้มขึ้นในวันที่ 6-7

แถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่ 52.76, 49.80, 43.81, 40.35, 37.22, 31.25 กิโลดาลตัน เข้มขึ้นในวันที่ 7-11 แต่แถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 106.58, 102.17, 97.35, 69.50 กิโลดาลตัน จางลง และหายไปในแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 85.19, 62.42, 42.43 ในวันที่ 8-11 ส่วนแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 39.41 และ 26.66 กิโลดาลตัน เข้มขึ้นในวันที่ 8-11 และ 5-11 ตามลำดับ ส่วนแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 28.65 กิโลดาลตัน เข้มขึ้นในวันที่ 8-10 และจางลงในวันที่ 11

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.3 รูปแบบของแถบโปรตีนในเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ระหว่างกระบวนการสุก ที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% เป็นเวลา 7 วัน



ภาพที่ 4.4 รูปแบบของแถบโปรตีนในเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ ระหว่างกระบวนการสุก ที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% เป็นเวลา 11 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. มะม่วงพันธุ์มหาชนก

เมื่อวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีนในเนื้อมะม่วงพันธุ์มหาชนก โดยการสังเกตแถบโปรตีนแต่ละแถบด้วยตาเปล่า พบแถบโปรตีนที่เห็นได้ชัดเจน จำนวน 26 แถบ (ภาพที่ 4.5) ซึ่งเมื่อนำค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของโปรตีนในเนื้อ มะม่วงไปอ่านค่าหาน้ำหนักโมเลกุล ของโปรตีนจากกราฟมาตรฐาน พบว่าแถบโปรตีนทั้ง 26 แถบ มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 225-26.66 กิโลดาล-ตัน แถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่ 225 และ 222.54 กิโลดาลตันเข้มขึ้นในวันที่ 1-5 และจางลงในวันที่ 6-10

แถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่ 138.92 กิโลดาลตัน เข้มขึ้น และไม่พบแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 102.17 กิโลดาลตัน ในวันที่ 4-10 ส่วนแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 147.78, 69.50, 39.41 และ 34.89 กิโลดาลตัน หายไป และจางลงในแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 129.31, 97.35, 94.01, 75.77, 58.20, 32.74 และ 30.81 กิโลดาลตัน ในวันที่ 7-10

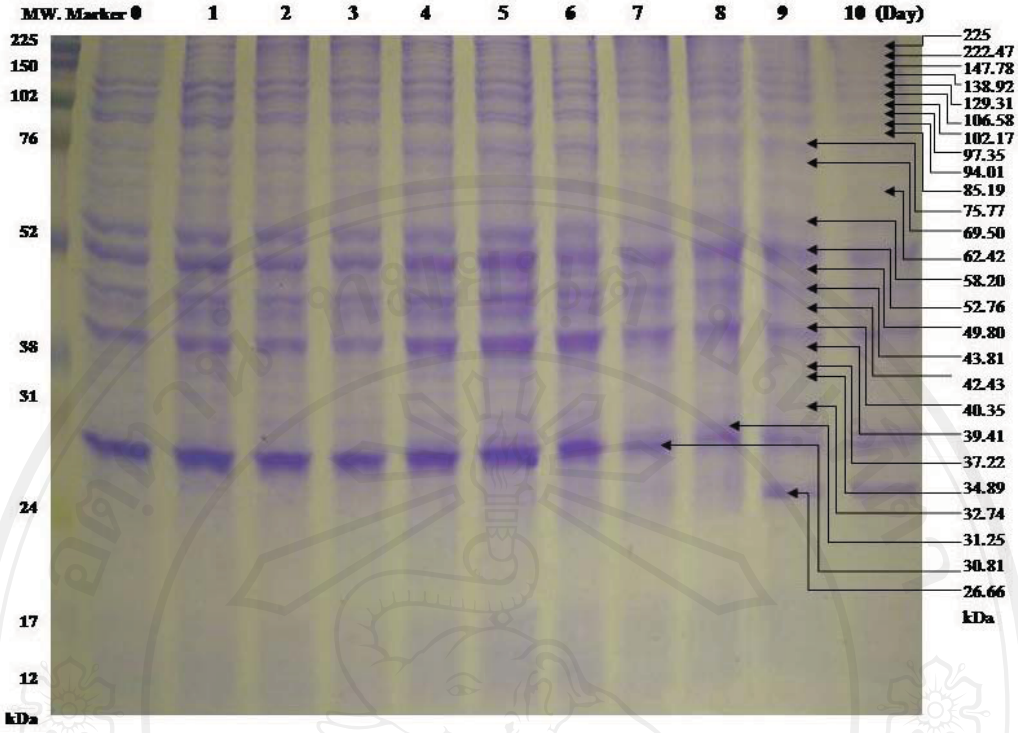
ในวันที่ 10 แถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 106.58 และ 62.42 กิโลดาลตัน จางลง ส่วนในวันที่ 4-6 แถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 52.76, 49.80, 43.81, 42.43 และ 40.35 กิโลดาลตัน เข้มขึ้น และจางลงในวันที่ 7-10 ส่วนวันที่ 4-6 แถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 31.25 กิโลดาลตัน เพิ่มขึ้นและพบแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 26.66 กิโลดาลตัน เพิ่มขึ้นในวันที่ 9-10

6. มะม่วงพันธุ์หนังกลางวัน

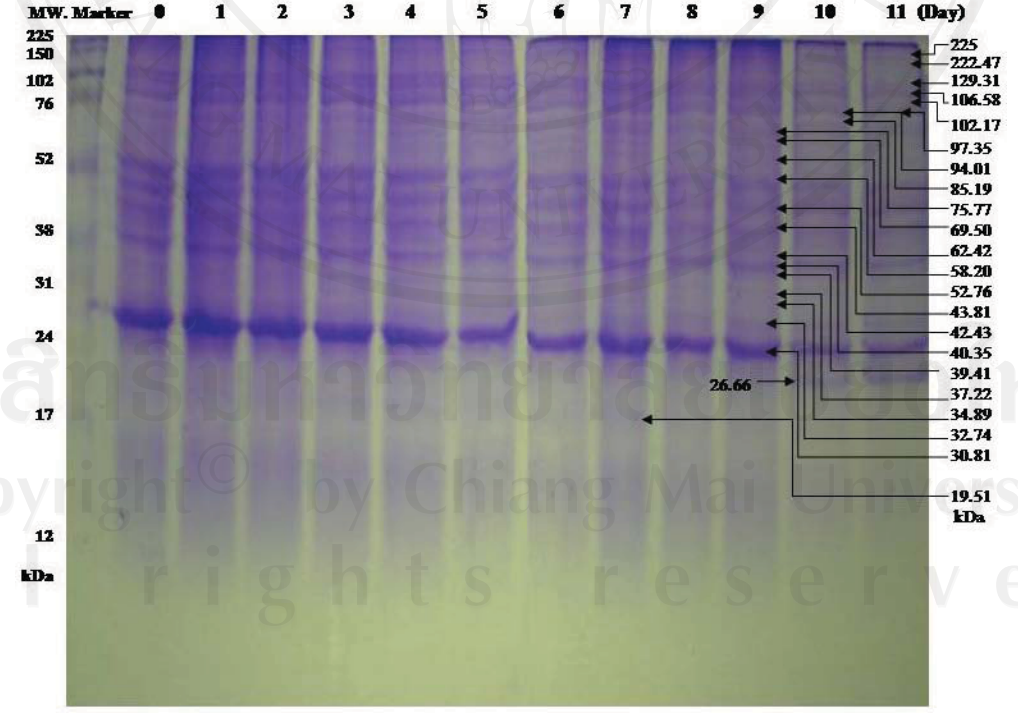
เมื่อวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุล ของแถบ โปรตีน ในเนื้อมะม่วงพันธุ์หนังกลางวัน โดยการสังเกตแถบโปรตีนแต่ละแถบด้วยตาเปล่า พบแถบของโปรตีนที่เห็นได้ชัดเจนจำนวน 23 แถบ (ภาพที่ 4.6) ซึ่งเมื่อนำค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของแถบโปรตีน ไปอ่านค่าหาน้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนจากกราฟมาตรฐาน พบว่าแถบโปรตีนทั้ง 23 แถบ มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 225-19.51 กิโลดาล-ตัน โดยแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่ 225 กิโลดาลตัน เข้มขึ้นในวันที่ 3-11 และเข้มขึ้นในแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 39.41 และ 26.66 กิโลดาลตัน แต่จางลงในแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 34.89 และ 30.81 กิโลดาลตัน ในวันที่ 10-11

แถบโปรตีนที่มีน้ำหนักของโมเลกุล 32.74 กิโลดาลตัน เข้มขึ้นในวันที่ 7-11 และไม่พบแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 19.51 กิโลดาลตันในวันที่ 10-11

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.5 รูปแบบของแถบโปรตีนในเนื้อมะม่วงพันธุ์มหาชนก ระหว่างกระบวนการสุก ที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% เป็นเวลา 10 วัน



ภาพที่ 4.6 รูปแบบของแถบโปรตีนในเนื้อมะม่วงพันธุ์หนังกลางวัน ระหว่างกระบวนการสุก ที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% เป็นเวลา 11 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลของ แถบโปรตีนในเนื้อมะม่วงจำนวน 6 พันธุ์ โดยการสังเกตแถบโปรตีนแต่ละแถบด้วยตาเปล่า ซึ่งเมื่อนำค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของแถบโปรตีน ไปอ่านค่าหาน้ำหนักโมเลกุลขอ งแถบโปรตีนจากกราฟมาตรฐาน พบน้ำหนักโมเลกุลของ แถบโปรตีนอยู่ในช่วง 225-10.82 กิโลดาลตัน (ภาพที่ 4.7) ซึ่งสามารถมองเห็นแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่ 30.81 กิโลดาลตัน ได้ชัดเจนที่สุดในผลมะม่วงทุกพันธุ์ โดยผลมะม่วงพันธุ์แก้ว โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน พบแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 225 และ 62.42 กิโลดาลตัน แต่ไม่พบแถบโปรตีนนี้ในผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีปริมาณกรดน้อยที่สุดและมีปริมาณสตาร์ชมากที่สุด

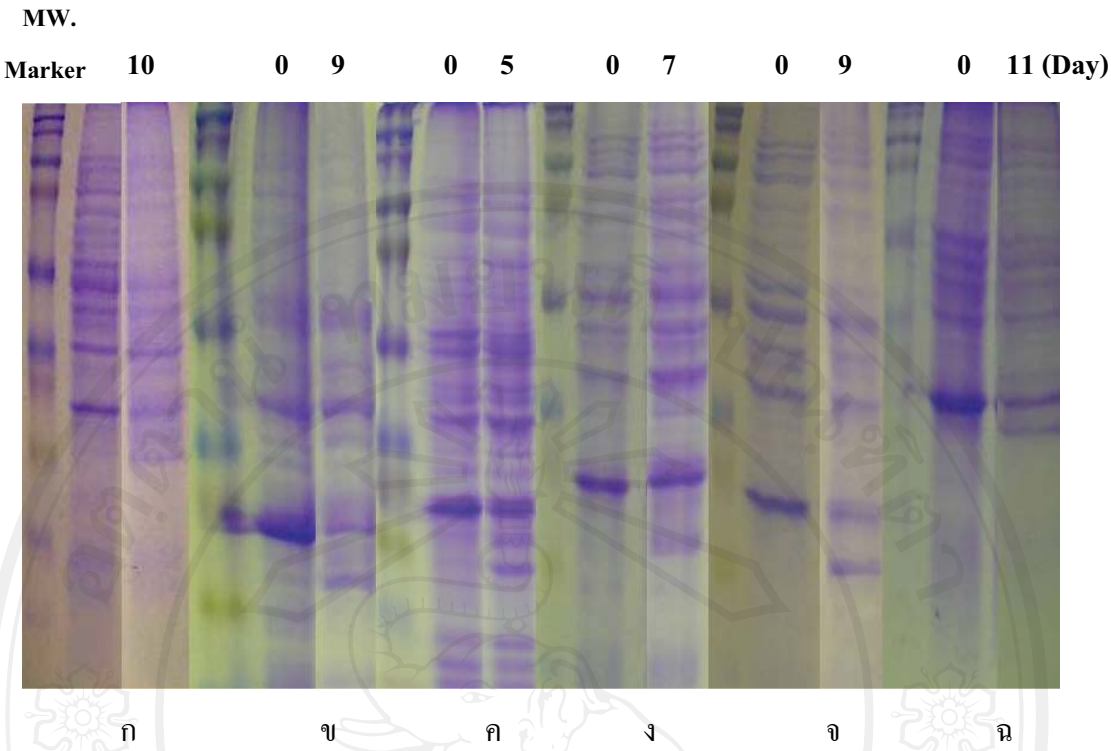
แถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่ 222.47 กิโลดาลตัน พบในผลมะม่วงพันธุ์แก้ว โชคอนันต์ มหาชนก และหนังกลางวัน แต่ไม่พบในผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย และน้ำดอกไม้ แถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 147.78 และ 138.92 กิโลดาลตัน พบในผลมะม่วงพันธุ์แก้ว โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ และมหาชนก แต่ไม่พบในผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย และหนังกลางวัน ส่วนแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่ 102.17, 94.01 และ 85.19 กิโลดาลตัน พบในผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน แต่ไม่พบในผลมะม่วงพันธุ์แก้ว และเขียวเสวย

แถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่ 59.45, 58.54 ,58.42, 44.41, 21.26 และ 10.81 กิโลดาล-ตัน พบเฉพาะในผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ น้ำหนักโมเลกุลที่ 49.80, และ 31.25 กิโลดาลตัน พบในผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก แต่ไม่พบในผลมะม่วงพันธุ์แก้ว เขียวเสวย และหนังกลางวัน น้ำหนักโมเลกุลที่ 39.41 และ 34.89 กิโลดาลตัน พบในผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน แต่ไม่พบแถบโปรตีนนี้ในผลมะม่วงพันธุ์แก้ว

แถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 32.74 กิโลดาลตัน พบในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน แต่ไม่พบแถบโปรตีนนี้ในผลมะม่วงพันธุ์แก้ว เขียวเสวย และโชคอนันต์ ส่วนแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 28.65 กิโลดาลตัน พบในผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย และน้ำดอกไม้ แต่ไม่พบในผลมะม่วงพันธุ์แก้ว โชคอนันต์ มหาชนก และหนังกลางวัน แถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 23.97 กิโลดาลตัน พบในผลมะม่วงพันธุ์ แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ แต่ไม่พบในผลมะม่วงพันธุ์ มหาชนก และหนังกลางวัน

แถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่ 19.51 กิโลดาลตัน พบในผลมะม่วงพันธุ์แก้ว โชคอนันต์ และหนังกลางวัน แต่ไม่พบในผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย น้ำดอกไม้ และมหาชนก ส่วนแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 16.83 กิโลดาลตัน พบในผลมะม่วงพันธุ์แก้ว เขียวเสวย และโชคอนันต์ และแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 15.29, 13.12 และ 11.76 กิโลดาลตัน พบเฉพาะในผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย และโชคอนันต์เท่านั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.7 การเปรียบเทียบรูปแบบของแถบโปรตีนในเนื้อมะม่วงผลดิบและผลสุกพันธุ์แก้ว (ก) เขียวเสวย (ข) โชคอนันต์ (ค) น้ำดอกไม้ (ง) มหาชนก (จ) และหนังกลางวัน (ฉ) ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการทดลองหาน้ำหนักโมเลกุลของโปรตีน ในผลมะเขือเทศ พบว่าน้ำหนักโมเลกุล อยู่ในช่วง 23.80-42.00 กิโลดาลตัน (Warrilow and Jones, 1995) และเมื่อนำเนื้อของผลมะเขือเทศมาสกัดเอนไซม์เพกทินเมทิลเอสเทอเรส โดยใช้ SDS-PAGE ความเข้มข้น 15% พบว่าเอนไซม์เพกทินเมทิลเอสเทอเรส มีน้ำหนักโมเลกุล 26 กิโลดาลตัน (Vovk *et al*., 2005) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับน้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่มีน้ำหนักโมเลกุล 26.66 กิโลดาลตัน ซึ่งพบว่าแถบโปรตีน นี้เข้มขึ้นในระยะที่ผลมะม่วงสุกทุกพันธุ์ สอดคล้องกับผลการทดลองในผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่พบว่าเอนไซม์เพกทินเมทิลเอสเทอเรสมีกิจกรรมที่สูงขึ้นเมื่อระยะเวลาสุกเพิ่มขึ้น (ศมาพร, 2545)

เอนไซม์เพกทินเมทิลเอสเทอเรสในผลพลัม (*Prunus salicina* L.) มีกิจกรรมเพิ่มขึ้นในระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส โดยวันเริ่มต้นผลพลัมมีกิจกรรมของเอนไซม์ เพกทินเมทิลเอสเทอเรส 0.50 U/Kg/min และเพิ่มขึ้นเป็น 8 U/Kg/min ในวันที่ 5 (Luo *et al*., 2009) และผลการทดลองแยกแถบโปรตีนในผลมะกอก (*Olea europaea* L. cv. Zard) โดยใช้ SDS-PAGE ความเข้มข้น 15% พบแถบโปรตีนมีน้ำหนักโมเลกุล 37.6 กิโลดาลตัน เข้มขึ้นในระยะที่ผล มะกอกสุก (Hassan *et al*., 2003) ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลใกล้เคียงกับแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่ 37.22 กิโลดาลตัน ในผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ และน้ำดอกไม้ พบแถบโปรตีนของผลมะม่วงทั้ง 2 พันธุ์เข้มขึ้นในวันที่ 7 และ 7-11 ตามลำดับ

การทดลอง แยกแถบโปรตีนใน เนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่สุกบนต้น ซึ่งสกัดโปรตีนด้วยสารละลายโซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ พีเอช 6.2 ที่มี SDS ละลายอยู่ 1% โดยใช้ SDS-PAGE ความเข้มข้น 10% ผลการทดลองพบว่า ในระหว่างการสุกบนต้นของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ มีแถบโปรตีนที่เห็นได้ชัด จำนวน 12 แถบ โดยแถบโปรตีนมีน้ำหนักโมเลกุล อยู่ในช่วง 85.0-14.4 กิโลดาลตัน และในผลมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์ไม่ปรากฏแถบโปรตีนที่น้ำหนักโมเลกุล ที่ 39.3 กิโลดาลตัน แต่พบตั้งแต่เริ่มสุกจนสุกเต็มที่ (นิธิยา และคณะ , 2546) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับแถบของโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่ 39.41 กิโลดาลตัน ในผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ และหนังกลางวัน โดยพบแถบโปรตีนเข้มขึ้นในระยะที่ผลมะม่วงสุก แต่ไม่พบแถบโปรตีนนี้ในผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่ระยะผลสุก

การทดลองแยกโปรตีนในผลเกรพฟรุต 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ Blond และ Star Ruby โดยใช้ SDS-PAGE ความเข้มข้น 12.5% พบว่ามีแถบของโปรตีนจำนวน 32 แถบ ผลเกรพฟรุตทั้งสองพันธุ์มีแถบของโปรตีนต่างกันเล็กน้อย โดยผลเกร พฟรุตพันธุ์ Blond มีแถบโปรตีนที่อยู่ในช่วงน้ำหนักโมเลกุล 20-43 กิโลดาลตัน ซึ่งมีแถบโปรตีนที่เข้มกว่า แถบโปรตีนของผลเกร พฟรุตพันธุ์ Star Ruby (Gorinstein *et al*., 2006) จากผลการทดลองเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าระหว่างการสุกของผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบโปรตีนที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการสุกของผลไม้อยู่ภายใต้การควบคุมของยีน และผลไม้หลายชนิดมีการสังเคราะห์โปรตีนในระหว่างการสุก (Brady, 1976) ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์เอนไซม์ ที่เร่งปฏิกิริยาการสลายตัวของสารประกอบเพกทิน ส่งผลให้ ผลไม้มีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม และยังมีเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับ การผลิตเอทิลีน การต้านทานโรค และเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการ เสื่อมสลายของผลไม้ (จริงแท้, 2549) อย่างไรก็ตามจะต้องมีการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของ กิจกรรม เอนไซม์และไอโซเอนไซม์ ระหว่างการสุกของผลมะม่วงต่อไป

4.2 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

4.2.1 สีเปลือกและเนื้อของผลมะม่วง

ค่า L* ของเปลือกผลมะม่วง

ผลการวัดค่า L*, Chroma (C*) และ Hue angle (H^o) ของเปลือกและเนื้อของผลมะม่วง จำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% ดังแสดงในตารางภาคผนวก 1-6 และภาพที่ 4.8-4.10

สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่า L* ของเปลือกผลมะม่วงจำนวน 6 พันธุ์ ระหว่างการสุก ดังแสดงในตารางภาคผนวก 1 และภาพที่ 4.8 (ก) โดยค่า L* ที่เข้าใกล้ 100 หมายถึงตัวอย่างมีสีขาวหรือสีจาง ถ้าค่า L* เข้าใกล้ 0 หมายถึงตัวอย่างมีสีดำหรือสีคล้ำ

ในวันเริ่มต้นทดลอง เปลือกของผลมะม่วงดิบพันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน มีค่า L* เท่ากับ 51.9, 44.6, 52.8, 58.6, 53.5 และ 53.0 ตามลำดับ ผลมะม่วงดิบพันธุ์เขียวเสวยมีค่า L* ต่ำที่สุดคือ 44.6 แสดงว่าเปลือกมีสีเขียวเข้มมากที่สุด ส่วนเปลือกของผลมะม่วงดิบพันธุ์น้ำดอกไม้มีค่า L* สูงสุดคือ 58.6 แสดงว่าเปลือกมีสีเขียวอ่อนที่สุด และทั้ง 2 พันธุ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนเปลือกของผลมะม่วงอีก 4 พันธุ์ มีค่า L* ใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 51.9-53.5 และไม่แตกต่างกัน แต่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับค่า L* ของเปลือกผลมะม่วงพันธุ์ เขียวเสวย และน้ำดอกไม้ (ตารางภาคผนวก 1)

ในระหว่างการสุก ของผลมะม่วง ค่า L* ของเปลือกผลมะม่วงทุกพันธุ์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากคลอโรฟิลล์ที่เปลือกของผลมะม่วงสลายตัวจึงมีสีเขียวจางลง และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองที่เข้มขึ้นเมื่อผลมะม่วงสุกงอม จึงทำให้ค่า L* เพิ่มขึ้น โดย ผลมะม่วงพันธุ์แก้วมีค่า L* เพิ่มขึ้นจาก 51.9 เป็น 67.6 พันธุ์เขียวเสวย เพิ่มขึ้นจาก 44.6 เป็น 60.5 พันธุ์โชคอนันต์ เพิ่มขึ้นจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

52.8 เป็น 63.1 พันธุ์น้ำดอกไม้มีค่า L* เพิ่มขึ้นจาก 58.6 เป็น 67.3 พันธุ์มหาชนกมีค่า L* เพิ่มขึ้นจาก 53.5 เป็น 64.2 และพันธุ์หนังกลางวัน เพิ่มขึ้นจาก 53.0 เป็น 62.9 โดยผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย และแก้ว มีค่า ΔL* เพิ่มขึ้นมากที่สุด 15.9 และ 15.7 ส่วนผลมะม่วงพันธุ์ มหาชนกและโชคอนันต์ มีค่า ΔL* เพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน คือ 10.7 และ 10.3 ส่วนผลมะม่วงพันธุ์ หนังกลางวันและน้ำดอกไม้มีค่า ΔL* เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด 9.9 และ 8.7 ตามลำดับ

ในช่วง 3-4 วันแรกของการสุกผลมะม่วงทุกพันธุ์ มีอัตราการเพิ่มขึ้นค่า L* อย่างช้าๆ และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงหลังของการสุกในอัตราที่ใกล้เคียงกัน ยกเว้นผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก ที่มีค่า L* เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในช่วงวันที่ 3-4 และค่อนข้างคงที่ในช่วงหลังของการสุก ผลมะม่วงสุกพันธุ์เขียวเสวยมีค่า L* ต่ำที่สุดตลอดระยะการสุก (ภาพที่ 4.8 ก.)

ค่า L* ของเนื้อมะม่วง

ผลการวัดการเปลี่ยนแปลงค่า L* ของเนื้อมะม่วง จำนวน 6 พันธุ์ ภายหลังปอกเปลือกระหว่างการสุก ดังแสดงในตารางภาคผนวก 2 และภาพที่ 4.8 (ข)

ในวันเริ่มต้นทดลองเนื้อมะม่วงดิบพันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน มีค่า L* เท่ากับ 77.3, 79.4, 77.1, 80.0, 75.5 และ 76.8 ตามลำดับ เนื้อมะม่วงดิบพันธุ์มหาชนกมีค่า L* ต่ำที่สุดคือ 75.5 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับเนื้อมะม่วงดิบพันธุ์หนังกลางวันมีค่า L* คือ 76.8 และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าเนื้อมะม่วงดิบทั้ง 2 พันธุ์ มีสีขาวนวล ส่วนเนื้อมะม่วงดิบพันธุ์น้ำดอกไม้มีค่า L* สูงสุดคือ 80.0 แสดงว่าเนื้อมะม่วงดิบมีสีขาวมากกว่าพันธุ์อื่นๆ ซึ่ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนเนื้อมะม่วงดิบพันธุ์แก้ว เขียวเสวย และโชคอนันต์ มีค่า L* ใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 77.3-79.4 และไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับค่า L* ของเนื้อมะม่วงดิบพันธุ์เขียวเสวย (ตารางภาคผนวก 2)

เนื้อมะม่วงทุกพันธุ์มีค่า L* ลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะการสุก เนื่องจากสีของเนื้อมะม่วงดิบซึ่งเป็นสีขาวได้เปลี่ยนเป็นสีเหลืองและเข้มขึ้นเมื่อผลมะม่วงสุกงอม จึงทำให้ค่า L* ลดลง โดยผลมะม่วงพันธุ์แก้วมีค่า L* ลดลงจาก 77.3 เหลือ 63.3 ผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยมีค่า L* ลดลงจาก 79.4 เหลือ 68.1 ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์มีค่า L* ลดลงจาก 77.1 เหลือ 65.5 ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้มีค่า L* ลดลงจาก 80.0 เหลือ 65.4 ผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกมีค่า L* ลดลงจาก 75.5 เหลือ 61.4 และผลมะม่วงพันธุ์หนังกลางวันมีค่า L* ลดลงจาก 76.8 เหลือ 69.7 โดยผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยและหนังกลางวันมีอัตราการลดลงของค่า L* ใกล้เคียงกัน ค่า L* ของผลมะม่วงทั้ง 2 พันธุ์

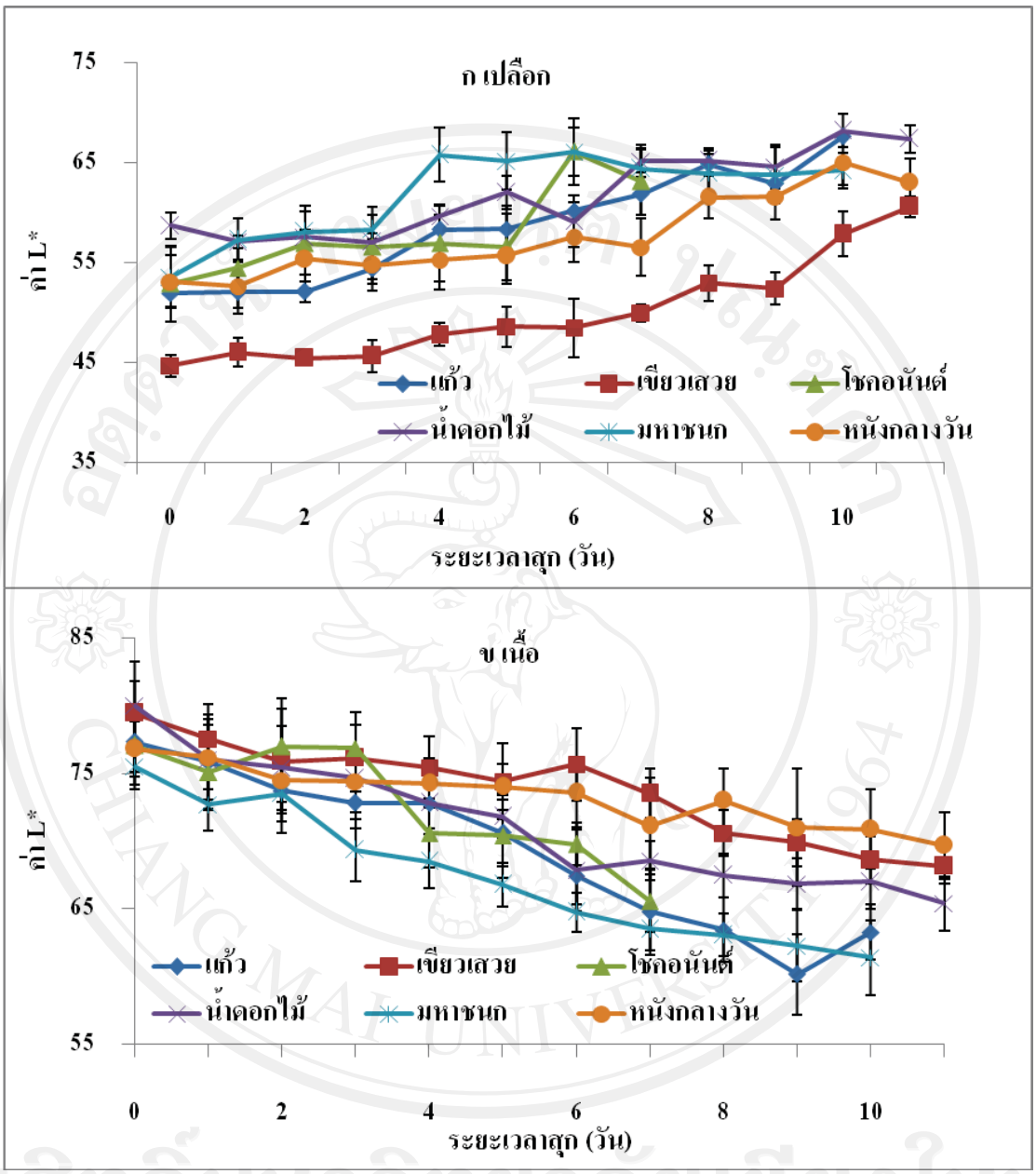
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มีค่ามากที่สุดในช่วงวันที่ 4-11 ส่วนผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกมีค่า L* ต่ำที่สุดในช่วง 8 วันแรกและสูงขึ้นเล็กน้อยในช่วงหลัง (ภาพที่ 4.8 ข)

ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับผลการวัด ค่า L* ของเปลือกและเนื้อในผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกระหว่างการสุกที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน มีค่า L*เพิ่มขึ้นจาก 57.7 เป็น 64.6 และค่า L* ของเนื้อมะม่วงพันธุ์มหาชนกมีค่าลดลงจาก 81.1 เหลือ 66.5 (จุลจิรา, 2545) และผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์และมหาชนกซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 วัน เปลือกผลมะม่วงทั้ง 2 พันธุ์ มีค่า L* เพิ่มขึ้นในระหว่างการสุก โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 59.9 เป็น 70.1 และ 58.1 เป็น 69.0 ตามลำดับ ส่วนค่า L* ของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์และมหาชนกมีค่า L* ลดลงจาก 84.9 เหลือ 79.0 และ 77.3 เหลือ 63.8 ตามลำดับ (จักรกฤษณ์, 2546)

การเปลี่ยนแปลงค่า L* ของผลมะม่วงพันธุ์ โชคอนันต์ ระหว่างการสุก ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน พบว่าค่า L* ของเปลือกผลมะม่วงเพิ่มขึ้นจาก 56.7 เป็น 62.4 แต่ค่า L* ของเนื้อมะม่วงมีค่าลดลงจาก 82.6 เหลือ 69.6 (รุจิภรณ์, 2546) แต่ผลการทดลองที่ได้ตรงกันข้ามกับ ผลมะม่วงพันธุ์แก้วมรกต ระหว่างการสุก ที่อุณหภูมิ 26-31 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60-70% เป็นเวลา 7 วัน เปลือกผลมะม่วงดิบมีสีเขียวเข้มมากและเมื่อผลสุกเปลือกยังคงมีสีเขียวจึงมีค่า L* ระหว่างการสุกอยู่ในช่วง 55.3-55.7 แต่เนื้อมะม่วงมีค่า L* ลดลงจาก 70.6 เหลือ 44.6 (Khamsee, 2008) สำหรับผลไม้ชนิดอื่น เช่น ผล ละมุดฝรั่ง (*Pouteria sapota*) ระหว่างการสุก ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน เนื้อละมุดมีค่า L* ลดลงจาก 68.2 เหลือ 54.1 (Diaz-Perez *et al*., 2000)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.8 ค่า L* ของเปลือก (ก) และเนื้อของผลมะม่วง (ข) จำนวน 6 พันธุ์ ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25+2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่า H^{o} ของเปลือกผลมะม่วง

ผลการวัดค่าการเปลี่ยนแปลงค่า H^{o} ของเปลือกผลมะม่วง ระหว่างการสุก ดังแสดงในตารางภาคผนวก 3 และภาพที่ 4.9 (ก) โดยค่า H^{o} ได้มาจากการนำค่า a* และ b* มาคำนวณตามสูตรดังนี้

H^{o} = Hue angle = $\tan^{-1}$ (b*/a*) ถ้า a* > 0 และ b* ≥ 0 หน่วยเป็นองศา

H^{o} เป็นค่าแสดงถึงสีที่แท้จริงที่ปรากฏให้เห็น คำนวณให้อยู่ในรูปขององศาในวงกลม ซึ่งจะเริ่มต้นตั้งแต่ 0 องศา จนถึง 360 องศา โดยสีในแกนหลักได้แก่ 0 และ 360 องศา คือสีแดง 90 องศา คือสีเหลือง 180 องศา คือสีเขียว และ 270 องศา คือสีน้ำเงิน (Raymond, 1992)

ในวันเริ่มต้นทดลอง ค่า H^{o} ของเปลือกผลมะม่วงดิบพันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน มีค่าเท่ากับ 108.9, 122.9, 110.8, 113.0, 107.7 และ 111.1 ตามลำดับ ผลมะม่วงดิบพันธุ์มหาชนกมีค่า H^{o} ต่ำที่สุดคือ 107.7 แสดงว่าเปลือกมีสีเขียวอ่อนที่สุด ส่วนค่า H^{o} ของเปลือกผลมะม่วงดิบพันธุ์เขียวเสวย มีค่า H^{o} สูงที่สุดคือ 122.9 แสดงว่าเปลือกมีสีเขียวเข้มมากที่สุด และ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนผลมะม่วงอีก 4 พันธุ์ มีค่า H^{o} อยู่ในช่วง 108.9-113.0 (ตารางภาคผนวก 3)

ในระหว่างการสุกของผลมะม่วง ค่า H^{o} ของเปลือกผลมะม่วงทุกพันธุ์ลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากคลอโรฟิลล์ที่เปลือกของผลมะม่วงสลายตัวจึงมีสีเขียวจางลง และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองที่เข้มขึ้นเมื่อผลมะม่วงสุกงอม จึงทำให้ค่า H^{o} ลดลง โดยเปลือกผลมะม่วงพันธุ์แก้วมีค่า H^{o} ลดลงจาก 111.3 เหลือ 79.6 ผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย ลดลงจาก 122.9 เหลือ 79.1 ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ลดลงจาก 110.8 เหลือ 75.2 ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ ลดลงจาก 113.0 เหลือ 75.9 ผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก ลดลงจาก 107.7 เหลือ 72.9 และผลมะม่วงพันธุ์หนังกลางวัน ลดลงจาก 114.1 เหลือ 85.6

ผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยและหนังกลางวันมีอัตราการลดลงของค่า H^{o} อย่างช้าๆ และคงที่ตลอดระยะการสุก ส่วนผลมะม่วงอีก 4 พันธุ์ มีอัตราการลดลงของค่า H^{o} คงที่ในช่วง 3 วันแรกและลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงหลัง โดยผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์และพันธุ์มหาชนกมีอัตราการลดลงของค่า H^{o} ใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 4.9 ก)

การที่สีเปลือกของผลมะม่วงเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเมื่อผลสุกเนื่องจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ซึ่งจะเกิดพร้อมกับการสลายตัวของคลอโรพลาสต์ โดยทั่วไปสันนิษฐานว่า การหายไปของคลอโรฟิลล์เป็นผลมาจากกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส โดยแยกเอาส่วนที่เป็นไฟตอลออกจากโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ ซึ่งมีความสำคัญต่อการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (ดนัย , 2540) นอกจากนี้เมื่อผลมะม่วงสุกแคโรทีนอยด์ยังถูกสร้างมากขึ้นจึงทำให้ผลมะม่วงสุกมีสีเหลือง (จริงแท้, 2549)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่า H° ของเนื้อมะม่วง

ผลการวัดค่าการเปลี่ยนแปลงค่า H° ของเนื้อมะม่วงภายหลังปอกเปลือกของผลมะม่วง 6 พันธุ์ ระหว่างการสุก ดังแสดงในตารางภาคผนวก 4 และภาพที่ 4.9 (ข)

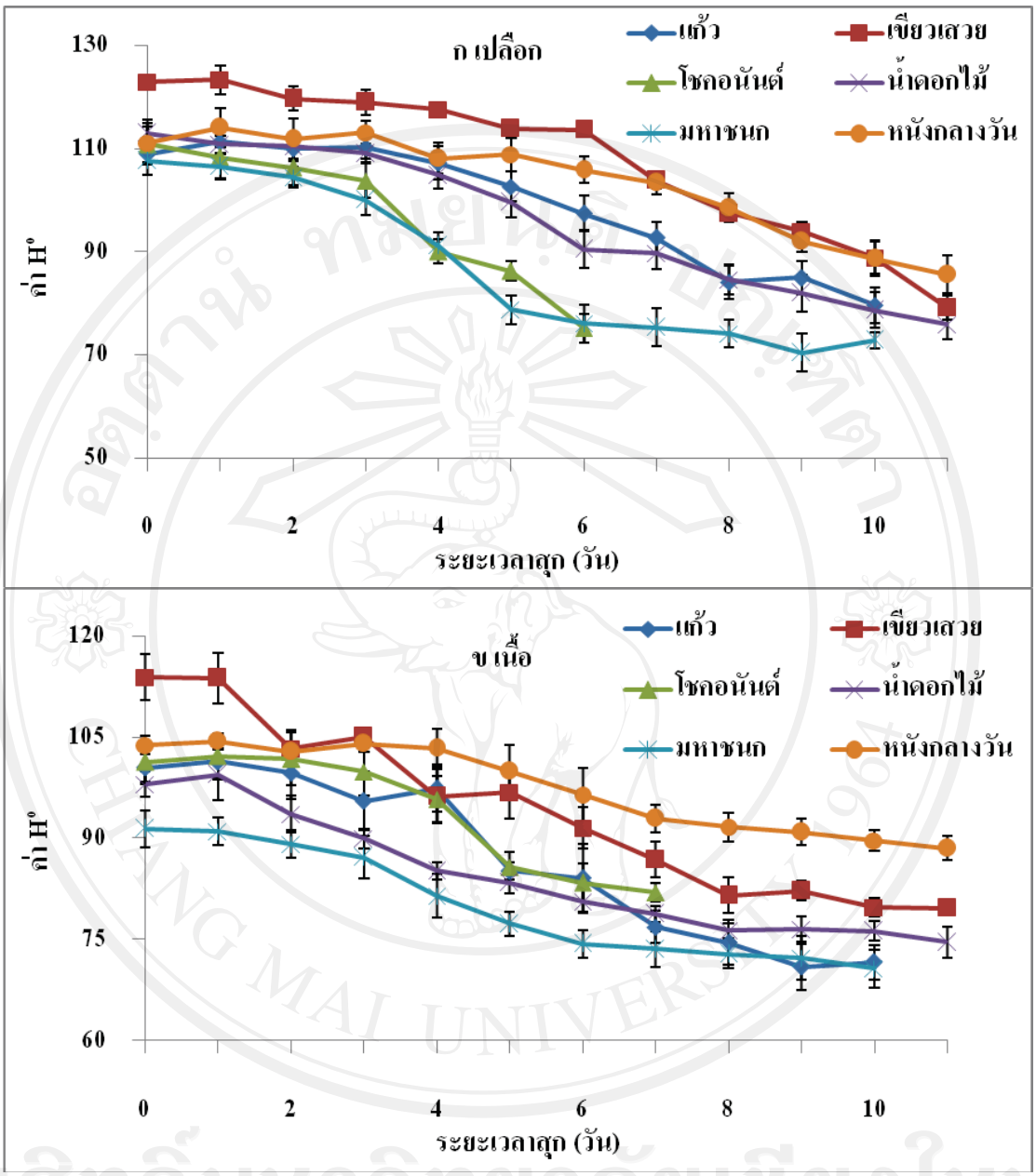
ในวันเริ่มต้นทดลอง ค่า H° ของเนื้อมะม่วงดิบพันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน มีค่าเท่ากับ 100.5, 113.9, 101.4, 98.0, 91.4 และ103.8 ตามลำดับ เนื้อมะม่วงดิบพันธุ์มหาชนกมีค่า H° ต่ำที่สุดคือ 91.41 แสดงว่าเนื้อมะม่วงมีสีเหลืองมากที่สุด ส่วนค่า H° ของเนื้อมะม่วงดิบพันธุ์เขียวเสวย มีค่าสูงที่สุดคือ 113.9 แสดงว่าเนื้อมะม่วงมีสีเหลืองน้อยที่สุด และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนผลมะม่วงอีก 4 พันธุ์ มีค่า H° อยู่ในช่วง 98.0-103.8 และมีค่า H° แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวก 4)

ในระหว่างการสุก ของผลมะม่วง ค่า H° ของเนื้อมะม่วงทุกพันธุ์ลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเนื้อมะม่วงดิบเปลี่ยนเป็นสีเหลืองที่เข้มขึ้นและเป็นสีเหลืองส้มเมื่อผลมะม่วงสุกงอม จึงทำให้ค่า H° ลดลง โดยผลมะม่วงพันธุ์แก้วมีค่า H° ลดลงจาก 100.5 เหลือ 71.6 ผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยมี ลดลงจาก 113.9 เหลือ 79.6 ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ลดลงจาก 101.3 เหลือ 81.9 ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ ลดลงจาก 98.0 เหลือ 74.6 ผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก ลดลงจาก 91.4 เหลือ 70.7 ผลมะม่วงพันธุ์หนังกลางวัน ลดลงจาก 103.8 เหลือ 88.6 โดยเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์มหาชนกมีค่า H° ต่ำที่สุดแสดงว่ามีเนื้อมะม่วงสุกมีสีเหลืองส้มเข้มที่สุด และเนื้อ มะม่วงพันธุ์หนังกลางวันมีค่า H° ต่ำที่สุดแสดงว่ามีเนื้อสีเหลืองอ่อนที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอีก 5 พันธุ์

ในช่วง 4 วันแรก เนื้อมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยมีอัตราการลดลงของค่า H° อย่างรวดเร็ว และในช่วงหลังผลมะม่วงทุกพันธุ์ มีอัตราการลดลงใกล้เคียงกันโดยผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกมีค่า H° ต่ำที่สุดตลอดระยะการสุก (ภาพที่ 4.9 ข)

ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับ ค่า H° ของเปลือกและเนื้อผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก ระหว่างการ สุกที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน พบว่าค่า H° ของเปลือกและเนื้อผลมะม่วง พันธุ์มหาชนกมีค่าลดลงในระหว่างการสุก โดยมีค่า H° ลดลงจาก 119 เหลือ 88.0 และ 95.5 เหลือ 78.0 ตามลำดับ (จุลจิรา, 2545) และในผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์มีค่า H° ของเปลือกและเนื้อระหว่างการสุกที่อุณหภูมิห้องมีค่า H° ลดลงจาก 135.3 เหลือ 60.0 และ 119.0 เหลือ 61.9 ตามลำดับ (รุจิภรณ์, 2546)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.9 ค่า H° ของเปลือก (ก) และเนื้อของผลมะม่วง (ข) จำนวน 6 พันธุ์ ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25+2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับผลไม้ชนิดอื่น เช่น ผลบ๊วยพันธุ์คานิโน (Canino) ระหว่างการสุก ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 วัน มีค่า H° ลดลงจาก 88.6 เหลือ 80.8 ซึ่งผลบ๊วยเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเมื่อผลสุก (Dong *et al*., 2002) และผลกีวีพันธุ์จินเฟง (*Actinidia deliciosa* cv. Jinfeng) มีค่า H° ลดลง โดยผลอายุ 140 และ 215 วันหลังดอกบาน มีค่า H° เท่ากับ 106.0 และ 90.0 ตามลำดับ (Montefiori *et al*., 2009)

ค่า C* ของเปลือกผลมะม่วง

ผลการวัดการเปลี่ยนแปลงค่า C* ของเปลือกผลมะม่วงจำนวน 6 พันธุ์ ระหว่างการสุก ดังแสดงในตารางภาคผนวก 5 และภาพที่ 4.10 (ก) โดยค่า C* ได้มาจากการนำค่า a* และ b* มาคำนวณตามสูตร ดังนี้

$$C^* = \text{Chroma} = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$$

ค่า C* หรือค่า Chroma เป็นค่าแสดงถึงความเข้มของสี ถ้าค่า C* มีค่าเท่ากับศูนย์ หมายถึงวัตถุมีสีเทา ค่า C* ยิ่งมากแสดงว่าความเข้มของสีที่ปรากฏมากขึ้นด้วย (Raymond, 1992)

ในวันเริ่มต้น ทดลอง ค่า C* ของเปลือกผลมะม่วง ดิบพันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน มีค่าเท่ากับ 26.7, 14.8, 24.2, 27.3, 28.9 และ 23.4 ตามลำดับ ผลมะม่วงดิบพันธุ์เขียวเสวยมีค่า C* ต่ำที่สุดคือ 14.8 การที่ผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยมีค่า C* ต่ำเนื่องจากเปลือกของผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยมีนวลที่มีตามธรรมชาติเคลือบผิวอยู่ จึงทำให้เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยมีค่า C* ต่ำ ส่วนค่า C* ของเปลือกผลมะม่วงดิบพันธุ์มหาชนกมีค่าสูงสุดคือ 28.9 แสดงว่าเปลือกมีสีเข้มที่สุด และทั้ง 2 พันธุ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนผลมะม่วงอีก 4 พันธุ์ มีค่า C* ของสีเปลือกอยู่ในช่วง 23.4-27.3 และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวก 5)

ในระหว่างการสุก ของผลมะม่วง ค่า C* ของเปลือกผลมะม่วงทุกพันธุ์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากสีเปลือกของผลมะม่วงเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเมื่อผลมะม่วงสุก จึงทำให้ค่า C* เพิ่มขึ้น โดยผลมะม่วงพันธุ์แก้วมีค่า C* เพิ่มขึ้นจาก 26.7 เป็น 51.6 ผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยมีค่า C* เพิ่มขึ้นจาก 14.8 เป็น 51.9 ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์มีค่า C* เพิ่มขึ้นจาก 24.2 เป็น 43.7 ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้มีค่า C* เพิ่มขึ้นจาก 27.3 เป็น 46.2 ผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกมีค่า C* เพิ่มขึ้นจาก 28.9 เป็น 48.9 และผลมะม่วงพันธุ์หนังกลางวันมีค่า C* เพิ่มขึ้นจาก 23.4 เป็น 42.2

ในช่วง 5 วันแรกของการสุกของผลมะม่วงทุกพันธุ์ มีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่า C* อย่างช้าๆ และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงหลังของการสุก โดยผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยและหนังกลางวัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่า C* ต่ำที่สุดในช่วง 6 วันแรกของการสุก แต่ในช่วงวันที่ 9-11 ผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่า C* อย่างรวดเร็ว (ภาพที่ 4.10 ก)

ค่า C* ของเนื้อมะม่วง

ผลการวัดการเปลี่ยนแปลงค่า C* ของเนื้อผลมะม่วงภายหลังปอกเปลือกจำนวน 6 พันธุ์ ระหว่างการสุก ดังแสดงในตารางภาคผนวก 6 และภาพที่ 4.10 (ข)

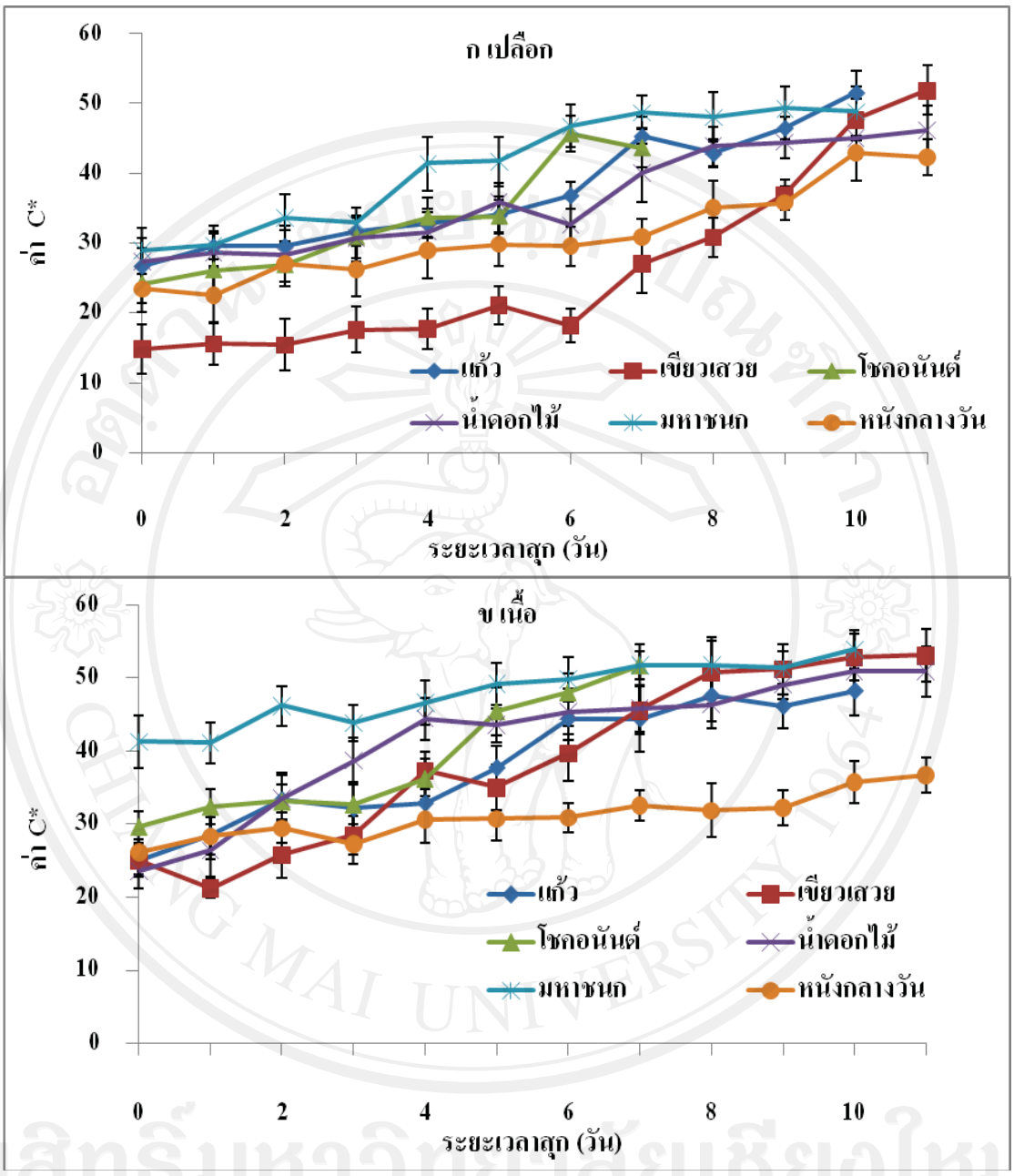
ในวันเริ่มต้นทดลอง ค่า C* ของเนื้อมะม่วงดิบพันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน มีค่าเท่ากับ 24.9, 25.0, 29.6, 23.5, 41.2 และ 26.1 ตามลำดับ ผลมะม่วงดิบพันธุ์น้ำดอกไม้มีค่า C* ต่ำที่สุดคือ 23.5 ส่วนเนื้อมะม่วงดิบพันธุ์มหาชนกมีค่า C* สูงที่สุดคือ 41.2 แสดงว่าเนื้อมีสีเข้มที่สุด และทั้ง 2 พันธุ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนผลมะม่วงอีก 4 พันธุ์ มีค่า C* ของสีเนื้ออยู่ในช่วง 24.9-29.6 และทั้ง 4 พันธุ์ไม่แตกต่างกัน (ตารางภาคผนวก 6)

ในระหว่างการสุก ของผลมะม่วง C* ของเนื้อมะม่วงทุกพันธุ์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากสีเนื้อของมะม่วงเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีเหลืองเมื่อผลมะม่วงสุก จึงทำให้ค่า C* เพิ่มขึ้น โดยผลมะม่วงพันธุ์แก้วมีค่า C* เพิ่มขึ้นจาก 24.9 เป็น 48.2 ผลมะม่วง พันธุ์เขียวเสวยมีค่า C* เพิ่มขึ้นจาก 25.0 เป็น 53.1 ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์มีค่า C* เพิ่มขึ้นจาก 29.6 เป็น 51.7 ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้มีค่า C* เพิ่มขึ้นจาก 23.5 เป็น 50.9 ผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกมีค่า C* เพิ่มขึ้นจาก 41.1 เป็น 53.9 ผลมะม่วงพันธุ์หนังกลางวันมีค่า C* เพิ่มขึ้นจาก 26.1 เป็น 36.7

ในช่วงวันที่ 2-6 ของการสุกของผลมะม่วงพันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ และน้ำดอกไม้ มีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่า C* อย่างรวดเร็ว ยกเว้นผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกและหนังกลางวันมีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่า C* เป็นไปอย่างช้าๆและคงที่ ตลอดระยะการสุก และผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกมีค่า C* สูงที่สุดตลอดระยะการสุก (ภาพที่ 4.10 ข)

ในระหว่างการสุกผลมะม่วงพันธุ์เคนชิงตัน (Kensington) ที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน พบว่าค่า C* เพิ่มขึ้นจาก 23 เป็น 33 (Jacobi *et al*., 1998) และผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน มีค่า C* ของเปลือกและเนื้อเพิ่มขึ้น จาก 24.69 เป็น 39.53 และ 40.70 เป็น 58.07 ตามลำดับ (จุลจิรา, 2545) ส่วนผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์มีค่า C* ของเปลือกและเนื้อระหว่างการสุกที่อุณหภูมิห้อง เพิ่มขึ้นจาก 25.14 เป็น 31.46 และ 29.27 เป็น 38.89 ตามลำดับ (รุจิภรณ์, 2546)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.10 ค่า C* ของเปลือก (ก) และเนื้อของผลมะม่วง (ข) จำนวน 6 พันธุ์ ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25+2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.2 การวัดค่าความแน่นเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงค่าความแน่นเนื้อของผลมะม่วงและเนื้อมะม่วง จำนวน 6 พันธุ์ ระหว่างการสุก โดยวัดเป็นค่าแรงกดมีหน่วยเป็นนิวตัน ดังแสดงในตารางภาคผนวก 7-8 และภาพที่ 4.11

ค่าความแน่นเนื้อของผลมะม่วงทั้งผล

ผลการวัดค่าความแน่นเนื้อของผลมะม่วงทั้งผล จำนวน 6 พันธุ์ ระหว่างการสุก ดังแสดงในตารางภาคผนวก 7 และภาพที่ 4.11 (ก)

ในวันเริ่มต้นทดลอง ค่าความแน่นเนื้อของผล มะม่วงดิบพันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน มีค่าเท่ากับ 139.6, 112.7, 133.5, 107.5, 106.4 และ 97.8 นิวตัน ตามลำดับ ผลมะม่วงดิบพันธุ์หนังกลางวันมีค่าความแน่นเนื้อต่ำที่สุดคือ 97.8 นิวตัน และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงดิบพันธุ์น้ำดอกไม้และมหาชนกที่มีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 107.49 และ 106.35 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนค่าความแน่นเนื้อของผลมะม่วงดิบพันธุ์แก้วมีค่าสูงที่สุด คือ 139.6 นิวตัน และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับอีก 5 พันธุ์ (ตารางภาคผนวก 7)

ในระหว่างการสุกของผลมะม่วงทุกพันธุ์มีค่าความแน่นเนื้อลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพกทิน จากเพกทินที่ไม่ละลายน้ำเป็นเพกทินที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นโดยเอนไซม์พอลิกาแล็กทูโรเนส และเพกทินเอสเทอเรส โดยพบว่าเอนไซม์มีกิจกรรมเพิ่มขึ้น จึงทำให้ผลมะม่วงเกิดการอ่อนนิ่มลง (Cua and Lizada,1990) ระหว่างการสุก ผลมะม่วงพันธุ์แก้วมีค่าความแน่นเนื้อลดลงจาก 139.6 เหลือ 18.8 นิวตัน พันธุ์เขียวเสวยลดลงจาก 118.6 เหลือ 13.9 นิวตัน พันธุ์โชคอนันต์ ลดลงจาก 133.5 เหลือ 14.5 นิวตัน พันธุ์น้ำดอกไม้ลดลงจาก 107.5 เหลือ 9.4 นิวตัน พันธุ์มหาชนกลดลงจาก 108.0 เหลือ 15.1 นิวตัน และพันธุ์หนังกลางวันลดลงจาก 106.7 เหลือ 18.8 นิวตัน แสดงว่าผลมะม่วงสุกพันธุ์แก้วและหนังกลางวันมีค่าความแน่นเนื้อ มากที่สุดเท่ากันคือ 18.8 นิวตัน และ ผลมะม่วงสุกพันธุ์น้ำดอกไม้ มีค่าความแน่นเนื้อต่ำที่สุด คือ 9.4 นิวตัน

ในช่วง 5 วันแรกของการสุกผลมะม่วงทุกพันธุ์ มีอัตราการลดลงของค่าความแน่นเนื้ออย่างรวดเร็วและลดลงอย่างช้าๆในช่วงหลังของการสุกในอัตราที่ใกล้เคียงกัน ยกเว้นผลมะม่วงพันธุ์หนังกลางวันที่มีอัตราการลดลงของค่าความแน่นเนื้อค่อนข้างต่ำในช่วง 4 วันแรกของการสุก และผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้มีความแน่นเนื้อต่ำที่สุดในช่วงวันที่ 1-11 (ภาพที่ 4.11 ก)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าความแน่นเนื้อของเนื้อมะม่วงภายหลังปอกเปลือก

ผลการวัดค่าความแน่นเนื้อ ระหว่างการสุก ของเนื้อมะม่วง ทั้ง 6 พันธุ์ ภายหลังปอกเปลือก ดังแสดงในตารางภาคผนวก 8 และภาพที่ 4.11 (ข)

ในวันเริ่มต้นทดลอง เนื้อมะม่วงดิบพันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน มีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 77.9, 71.6, 91.3, 62.2, 66.3 และ 70.0 นิวตัน ตามลำดับ เนื้อมะม่วงดิบพันธุ์น้ำดอกไม้มีค่าความแน่นเนื้อต่ำที่สุดคือ 62.2 นิวตัน และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อมะม่วงดิบพันธุ์มหาชนกและหนังกลางวันที่มีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 66.3 และ 70.0 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนเนื้อมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์มีค่าความแน่นเนื้อสูงที่สุด คือ 91.3 นิวตันและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับอีกทั้ง 5 พันธุ์ เนื้อมะม่วงดิบพันธุ์แก้วและเขียวเสวยมีค่าความแน่นเนื้อใกล้เคียงกัน คือ 77.9 และ 71.6 นิวตัน ตามลำดับ และทั้ง 2 พันธุ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 8)

ในระหว่างการสุก เนื้อมะม่วงทุกพันธุ์มีค่าความแน่นเนื้อลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยเนื้อมะม่วงพันธุ์แก้วมีค่าความแน่นเนื้อลดลงจาก 94.2 เหลือ 4.1 นิวตัน พันธุ์เขียวเสวยลดลงจาก 71.6 เหลือ 3.8 นิวตัน พันธุ์โชคอนันต์ ลดลงจาก 91.3 เหลือ 3.9 นิวตัน พันธุ์น้ำดอกไม้ ลดลงจาก 64.4 เหลือ 2.1 นิวตัน พันธุ์มหาชนก ลดลงจาก 66.3 เหลือ 3.0 นิวตัน และพันธุ์หนังกลางวันลดลงจาก 70.02 เหลือ 3.4 นิวตัน

ในช่วง 1-4 วันแรกของการสุก เนื้อมะม่วงทุกพันธุ์มีอัตราการลดลงของค่าความแน่นเนื้ออย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะพันธุ์น

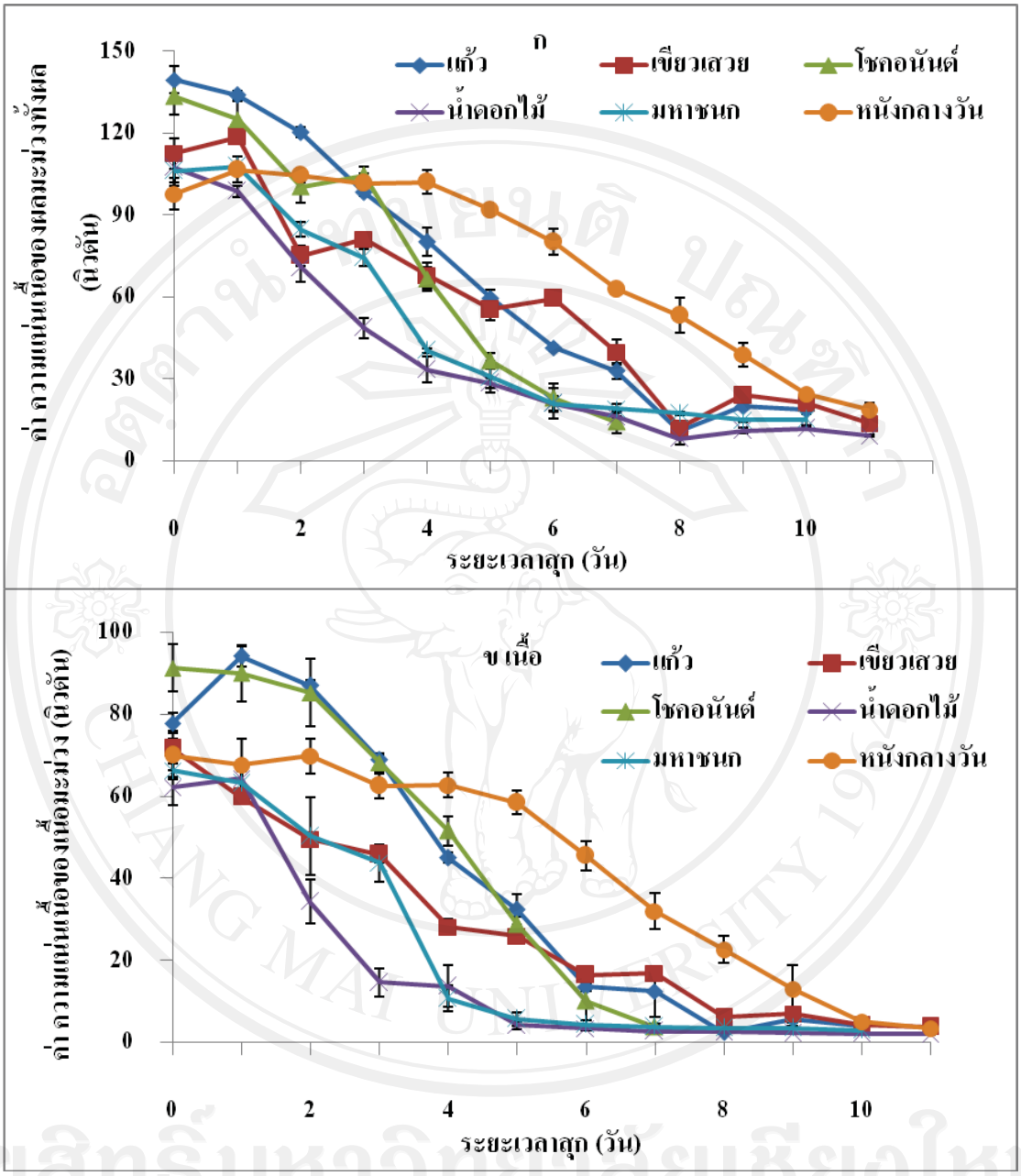
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

cv. Dashehari) ด้วยเอทิลีนความเข้มข้น 100 ไมโครลิตร/ลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเก็บผลมะม่วงไว้ที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน มีค่าความแน่นเนื้อลดลงจาก 11.00 เป็น 1.00 นิวตัน โดยลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 2 และลดลงอย่างช้าๆ ถึงวันที่ 6 (Vidhu *et al*., 2005)

ผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 วัน มีค่าความแน่นเนื้อลดลงจาก 5.10 เหลือ 0.29 กิโลกรัม/ตาราง (ดวงใจ, 2549) ส่วนเนื้อมะม่วงภายหลังปอกเปลือกพันธุ์ ลูกผสม คือพันธุ์อัมราพาลิ และพันธุ์เซนเซชัน (*Mangifera indica* cv. Amrapali และ cv. Sensation) ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 27$\pm$2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 55 $\pm$ 5% เป็นเวลา 12 วัน มีค่าความแน่นเนื้อลดลงตลอดระยะเวลาสุก โดยลดลงจาก 5.0 เหลือ 0.3 นิวตัน โดยลดลงอย่างมากในวันที่ 5 และคงตัวจนถึงวันที่ 12 (Jha *et al*., 2010)

ในระหว่างการสุกของผลฝรั่งพันธุ์เนื้อสีขาว และเนื้อสีชมพู พบว่าผลฝรั่งพันธุ์เนื้อสีขาวมีค่าความแน่นเนื้อลดลงจาก 2.17 เหลือ 0.26 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และพันธุ์เนื้อสีชมพู มีค่าความแน่นเนื้อลดลงจาก 2.10 เหลือ 0.24 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร (Hind and Abu-Bakr, 2003)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.11 ค่าความแน่นเนื้อของผลมะม่วงทั้งผล (ก) และเนื้อมะม่วงภายหลังปอกเปลือก (ข) จำนวน 6 พันธุ์ ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25+2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

4.3.1 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (%)

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ ในรูปของกรดซิตริกของเนื้อมะม่วงจำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% ดังแสดงในตารางภาคผนวก 9 และภาพที่ 4.12

ในวันเริ่มต้นทดลองเนื้อมะม่วงดิบพันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้เท่ากับ 3.53, 0.56, 1.14, 2.60, 131 และ 1.56% ต่อน้ำหนักสด ตามลำดับ ผลมะม่วงดิบพันธุ์เขียวเสวยมีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ต่ำที่สุดคือ 0.56% ส่วนผลมะม่วงดิบพันธุ์แก้วมีปริมาณกรดทั้งหมดที่เทรตได้สูงที่สุดคือ 3.53% และทั้ง 2 พันธุ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนผลมะม่วงอีก 4 พันธุ์ มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้อยู่ในช่วง 1.14-2.60% และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้กับผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยและแก้ว (ตารางภาคผนวก 9)

ในระหว่างการสุก ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ของผละม่วงทุกพันธุ์ลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากกรดถูกใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการหายใจ หรืออาจเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล (Wills *et al*., 1998) ผลมะม่วงพันธุ์แก้วมีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ลดลงจาก 3.53 เหลือ 0.14% พันธุ์เขียวเสวย ลดลงจาก 0.56 เหลือ 0.07% พันธุ์หนังกลางวัน ลดลงจาก 1.14 เหลือ 0.14% พันธุ์น้ำดอกไม้ ลดลงจาก 2.60 เหลือ 0.08% พันธุ์มหาชนก ลดลงจาก 1.31 เหลือ 0.16% และพันธุ์หนัง-กลางวัน ลดลงจาก 1.56 เหลือ 0.14% จากผลการทดลองแสดงให้เห็นได้ว่า ผลมะม่วงดิบพันธุ์แก้วมีรสเปรี้ยวมากที่สุด รองลงมาคือพันธุ์น้ำดอกไม้ หนังกลางวัน มหาชนก และโชคอนันต์ ตามลำดับ ผลมะม่วงดิบพันธุ์ เขียวเสวยมีรสเปรี้ยวน้อยที่สุด ส่วนผลมะม่วงสุก พันธุ์มหาชนกมีรสเปรี้ยวมากที่สุด รองลงมาคือผลมะม่วงสุกพันธุ์ หนังกลางวัน แก้ว และโชคอนันต์ ที่มีรสเปรี้ยวเล็กน้อยใกล้เคียงกัน สำหรับผลมะม่วงสุกพันธุ์น้ำดอกไม้และเขียวเสวยมีรสเปรี้ยวน้อยที่สุด มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้เพียง 0.07-0.08% เท่านั้น

ในช่วง 4 วันแรกของการสุก ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ของผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ และหนังกลางวันลดลงอย่างช้าๆ และมีอัตราการลดลงค่อนข้างคงที่ และลดลงอย่างรวดเร็วในผลมะม่วงพันธุ์แก้วและน้ำดอกไม้ ในช่วงวันที่ 3-6 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ในผลมะม่วงทุกพันธุ์มีอัตราการลดลงอย่างรวดเร็ว แต่ผลมะม่วงพันธุ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เขียวเสวยมีอัตราการลดลงคงที่ตลอดระยะการสุก อาจเนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีปริมาณกรดทั้งหมดต่ำ (ภาพที่ 4.12)

การทดลอง ที่ได้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ ในผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย และน้ำดอกไม้ ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ลดลงตลอดระยะเวลาการสุก โดยลดลงจาก 0.53 เหลือ 0.20% และ 1.63 เหลือ 0.24% ตามลำดับ (วิเชียร, 2541) และผลการศึกษาผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก ระหว่างการแก่บนต้น พบว่าผลมะม่วง ที่มีอายุ 70 วันหลังดอกบานมีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ 3.32% และเมื่อมีอายุ 133 วันหลังดอกบาน ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ลดลงเหลือ 1.37% (สรรพมงคล, 2545) ส่วนการหาปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ในผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน มีปริมาณลดลงจาก 1.49% ในวันเริ่มต้น เหลือ 0.44% ในวันที่ 8 ของการสุก (ดวงใจ, 2549)

4.3.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (%)

ผลการวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเนื้อมะม่วงจำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% ดังแสดงในตารางภาคผนวก 10 และภาพที่ 4.13

ในวันเริ่มต้นทดลองปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อมะม่วงดิบพันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน มีค่า เท่ากับ 8.4, 10.6, 6.4, 9.8, 6.6 และ 5.8% ตามลำดับ ผลมะม่วงดิบพันธุ์หนังกลางวันมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่ำที่สุดคือ 5.8% ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ ผลมะม่วงดิบพันธุ์โชคอนันต์ และมหาชนก มีค่าเท่ากับ 6.4 และ 6.6% ตามลำดับ และผลมะม่วงทั้ง 3 พันธุ์ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกัน

ผลมะม่วงดิบพันธุ์เขียวเสวย มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด เท่ากับ 10.6% และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนผลมะม่วงดิบพันธุ์แก้ว และน้ำดอกไม้มีปริมาณ ของแข็งที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 8.4 และ 9.8% ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงอีก 4 พันธุ์ (ตารางภาคผนวก 10) ผลมะม่วงดิบพันธุ์เขียวเสวย มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด ทั้งที่มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้น้อยที่สุด ดังนั้นของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้คาดว่าน่าจะเป็นน้ำตาล

ในระหว่างการสุกของผลมะม่วงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจาก มีปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น ซึ่งของแข็งที่ละลายน้ำได้ส่วนใหญ่ในผลไม้จะเป็นน้ำตาล จึงส่งผลทำให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น (ดนัยและนิธิยา, 2548) โดยผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

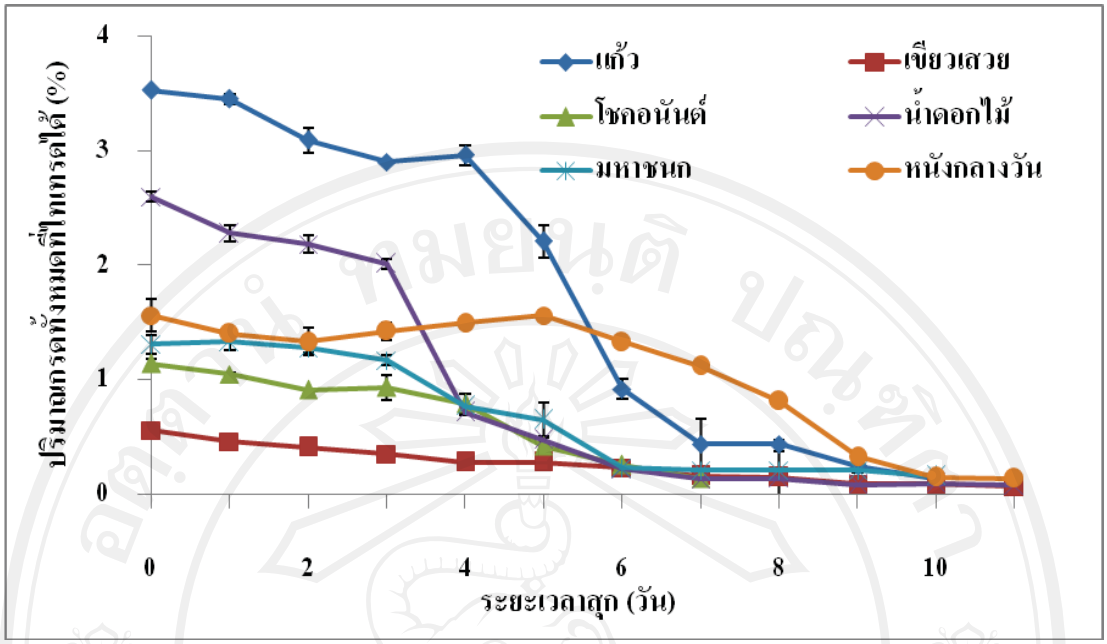
มะม่วงพันธุ์แก้วมี ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นจาก 8.44 เป็น 18.20% พันธุ์เขียวเสวย เพิ่มขึ้นจาก 10.6 เป็น 19.0% ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เพิ่มขึ้นจาก 6.4 เป็น 21.2 % พันธุ์น้ำดอกไม้ เพิ่มขึ้นจาก 9.8 เป็น 18.8% พันธุ์มหาชนก เพิ่มขึ้นจาก 6.6 เป็น 19.1% และพันธุ์หนังกลางวัน เพิ่มขึ้นจาก 5.8 เป็น 15.6% แสดงว่าผลมะม่วงพันธุ์หนังกลางวันมีรสชาติจืดกว่าพันธุ์อื่นๆ

ในช่วง 2 วันแรกของการสุกผลมะม่วงทุกพันธุ์มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และมีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงวันที่ 2-4 และคงที่ในช่วงหลังของการสุก ยกเว้นผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่มีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงหลังของการสุก (วันที่ 4-7) ผลมะม่วงพันธุ์หนังกลางวันมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่ำที่สุดตลอดระยะการสุก และค่อนข้างคงที่ในช่วงแรก 4 วัน และเพิ่มขึ้นในอัตราที่ใกล้เคียงกับพันธุ์แก้วในช่วงหลังของการสุก (ภาพที่ 4.13)

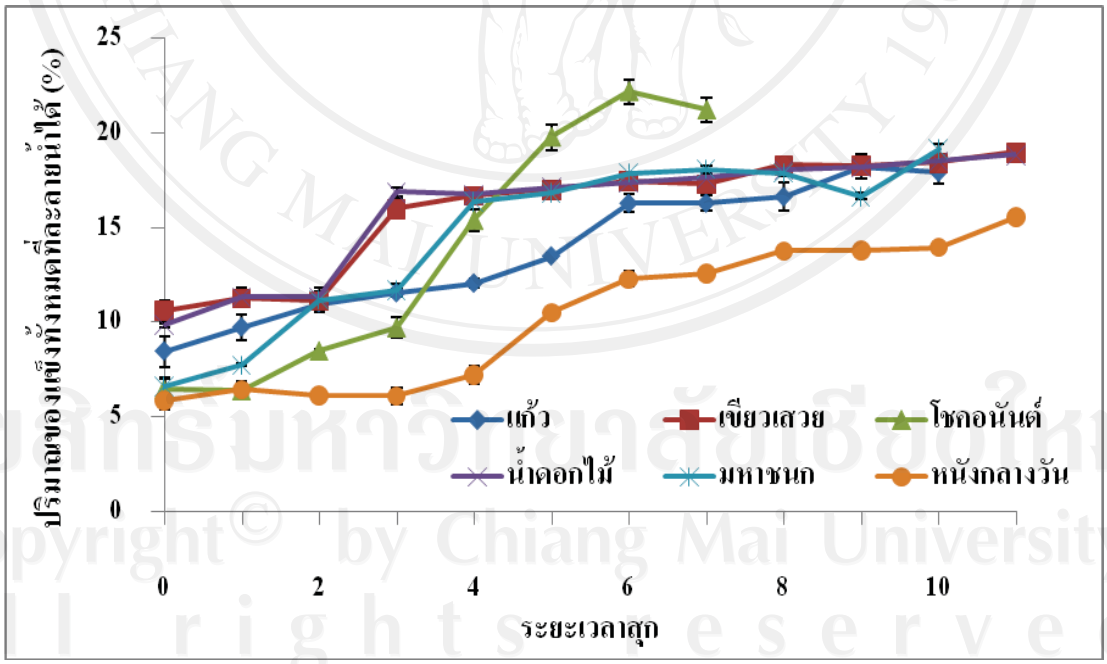
อย่างไรก็ตาม ผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยและน้ำดอกไม้ ระหว่างการสุกที่ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น โดยผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย เพิ่มขึ้นจาก 12.7 เป็น 22.1% และพันธุ์น้ำดอกไม้ เพิ่มขึ้นจาก 12.6 เป็น 18.7% (วิเชียร, 2541) เช่นเดียวกับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก ระหว่างการเจริญเติบโต บนต้นในช่วงอายุ 35-119 วันหลังดอกบาน ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นจาก 7.8 เป็น 7.9% และเพิ่มขึ้นเป็น 8.8% และ 10.2% เมื่อผลอายุ 126 และ 133 วันหลังดอกบาน ตามลำดับ (สรรพมงคล, 2545) และการทดลองหาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นจาก 7.6 เป็น 15.7% (ดวงใจ, 2549)

ในระหว่างการสุกของผลขนุนที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-75% เป็นเวลา 6 วัน มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น จาก 3.8 เป็น 20.0% (Ong *et al*., 2006) และระหว่างการสุกผลบ๊วยพันธุ์เบอร์เจอรอน (*Prunus armeniaca* L. cv. Bergeron) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วันมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีค่าเพิ่มขึ้น จาก 9.7 เป็น 10.6% (Aubert *et al*., 2009)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.12 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (%) ของผลมะม่วง จำนวน 6 พันธุ์ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80%



ภาพที่ 4.13 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (%) ของผลมะม่วง จำนวน 6 พันธุ์ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25+2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.3 อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA)

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ ของผลมะม่วงทั้ง 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% ดังแสดงในตารางภาคผนวก 11 และภาพที่ 4.14

ในวันเริ่มต้น ทดลองผลมะม่วงดิบ พันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน มีอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้เท่ากับ 2.4, 18.9, 5.6, 2.6, 5.1 และ 3.8 ตามลำดับ ผลมะม่วงดิบพันธุ์แก้วมีอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ต่ำที่สุดคือ 2.4 มีค่าใกล้เคียงกับผลมะม่วงดิบพันธุ์น้ำดอกไม้ ที่มีค่าเท่ากับ 2.6 และทั้ง 2 พันธุ์ ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงพันธุ์อื่นๆ ส่วนผลมะม่วงดิบพันธุ์เขียวเสวยมีค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้สูงที่สุด เท่ากับ 27.1 ส่วนผลมะม่วงพันธุ์อีก 3 พันธุ์มีอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 3.8-5.6 (ตารางภาคผนวก 11)

ในระหว่างการสุกของผลมะม่วงอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจาก ปริมาณของเข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ลดลง เมื่อนำค่าทั้ง 2 มาคำนวณหาอัตราส่วน อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้จึงเพิ่มขึ้น โดยผลมะม่วงพันธุ์แก้วมี อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้เพิ่มขึ้นจาก 2.4-128.0 ผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย เพิ่มขึ้นจาก 18.9-271.0 ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เพิ่มขึ้นจาก 5.6-151.4 ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ มีเพิ่มขึ้นจาก 2.6-208.0 และผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก เพิ่มขึ้นจาก 5.1-105.6 ผลมะม่วงพันธุ์หนังกลางวัน เพิ่มขึ้นจาก 3.8-111.2

ในช่วง 5 วันแรกของการสุก ผลมะม่วงทุกพันธุ์มีอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และมีอัตราการเพิ่มค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้คงที่ และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงหลังของการสุก ในช่วง 6 วันแรกของการสุกผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยมีอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไทเทรตได้สูงที่สุด และผลมะม่วงพันธุ์หนังกลางวันมีอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ต่ำที่สุดตลอดระยะการสุก (ภาพที่ 4.14)

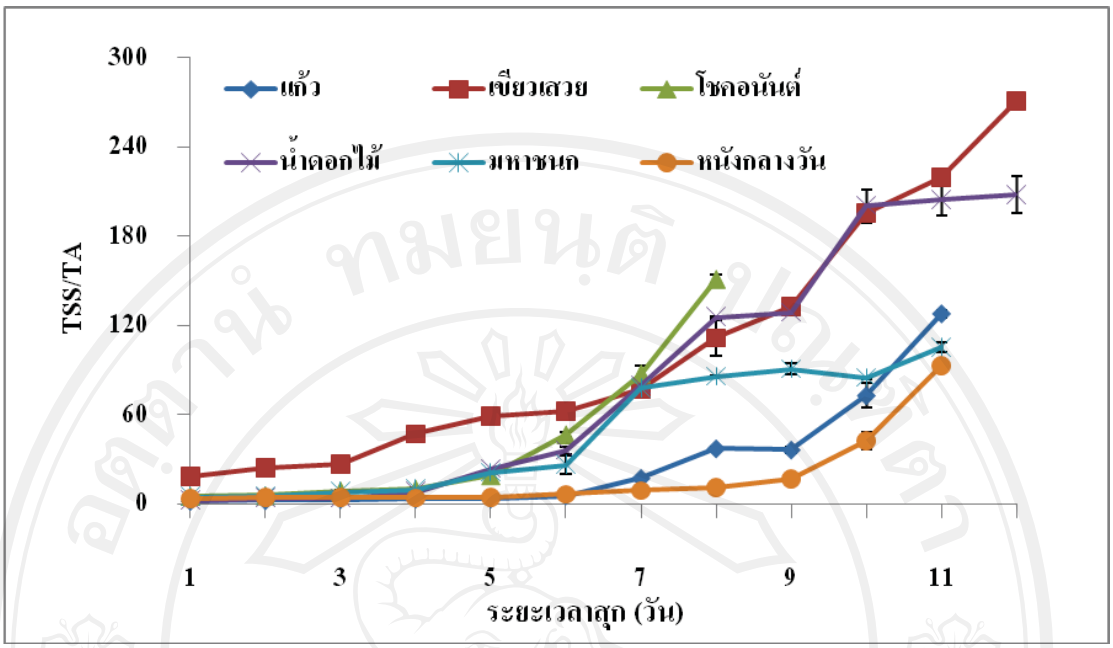
การทดลองที่ได้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ ในผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน พบว่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 3.7 เป็น 78.82 (กันยา, 2547) และเช่นเดียวกับค่า อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ในผลมะม่วงพันธุ์เขียวมรกต ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 26-31 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60-70% เป็นเวลา 7 มีค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้เพิ่มขึ้น ตลอดระยะเวลาสุก โดย เพิ่มขึ้น จาก 7.4 เป็น 27.9 (Khamsee, 2008) และในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองระหว่างการสุกที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 วัน พบว่ามี ค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้เพิ่มขึ้น ตลอดระยะเวลาสุก โดยเพิ่มขึ้นจาก 3.0 เป็น 58.6 (ชานนท์, 2551) และการทดลองใน

4.3.4 ค่าพีเอช

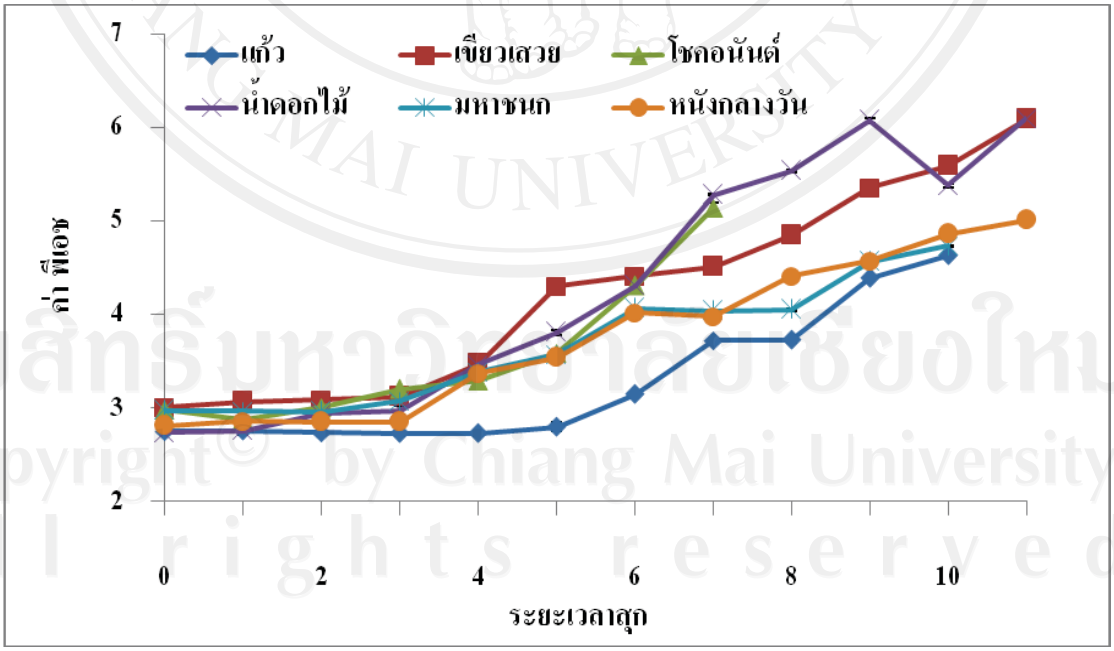
ผลการ วัดการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของผลมะม่วง จำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% ดังแสดงในตารางภาคผนวก 11 และภาพที่ 4.15

ในวันเริ่มต้น ค่าพีเอชของ ผลมะม่วง ดิบพันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหา - ชนก และหนังกลางวัน มีค่าเท่ากับ 2.75, 3.01, 2.98, 2.74, 2.97 และ 2.81 ตามลำดับ ผลมะม่วงดิบพันธุ์น้ำดอกไม้มีค่าพีเอชต่ำที่สุดคือ 2.74 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับผลมะม่วงดิบพันธุ์แก้วมีค่าคือ 2.75 และทั้ง 2 พันธุ์ ไม่ แตกต่างกัน แต่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงพันธุ์อื่นๆ และผลมะม่วงดิบพันธุ์เขียวเสวยมีค่าพีเอชสูงที่สุดคือ 3.01 ส่วนผลมะม่วงดิบอีก 3 พันธุ์ มีค่าพีเอชใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 2.81-2.98 (ตารางภาคผนวก 11) ในระหว่างการสุกของผลมะม่วงค่าพีเอชเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยผลมะม่วงพันธุ์แก้วมีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นจาก 2.75 เป็น 4.63 พันธุ์เขียวเสวยมีค่า พีเอชเพิ่มขึ้นจาก 3.01 เป็น 6.09 พันธุ์โชคอนันต์มีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นจาก 2.98 เป็น 5.14 พันธุ์มหาชนกมีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นจาก 2.97 เป็น 4.73 และผลมะม่วงพันธุ์หนังกลางวันมีค่าพีเอช เพิ่มขึ้นจาก 2.81 เป็น 5.01 ผลมะม่วงพันธุ์แก้วมีค่าพีเอชต่ำที่สุดตลอดระยะการสุก (ภาพที่ 4. 15) โดยในช่วง 3 วันแรกผลมะม่วงทุกพันธุ์มีค่าพีเอชค่อนข้างคงที่ และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงหลังของการสุก โดยเฉพาะพันธุ์น้ำดอกไม้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.14 อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ของผลมะม่วง จำนวน 6 พันธุ์ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25+2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80 %



ภาพที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของผลมะม่วง จำนวน 6 พันธุ์ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับ ค่าพีเอชระหว่างการสุกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ที่อุณหภูมิห้องที่มีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นจาก 3.30 เป็น 4.78 (รุจิภรณ์, 2546) และระหว่างการสุกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์และมหาชนก ที่อุณหภูมิ 27 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 5 5-60% มีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นจาก 3.27 เป็น 4.95 และ 3.39 เป็น 5.12 ตามลำดับ (จักรกฤษณ์, 2546)

4.3.5 ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด (ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสดในรูปบีตา-แคโรทีน) ของผลมะม่วงทั้ง 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% ดังแสดงในตารางภาคผนวก 13 และภาพที่ 4.16

ในวันเริ่มต้น ทดลองผลมะม่วงดิบ พันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน มีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดเท่ากับ 20.9, 18.6, 20.9, 17.6, 27.1 และ 16.0 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ผลมะม่วงดิบพันธุ์หนังกลางวันมีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดต่ำที่สุดคือ 16.0 ไมโครกรัม ต่อกรัมน้ำหนักสด มีค่าใกล้เคียงกับผลมะม่วงดิบพันธุ์เขียวเสวย และน้ำดอกไม้ ที่มีค่าเท่ากับ 18.6 และ 17.6 ไมโครกรัม ต่อกรัมน้ำหนักสด และทั้ง 3 พันธุ์ ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงพันธุ์อื่นๆ ส่วนผลมะม่วงดิบพันธุ์มหาชนกมีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 27.1 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ส่วนผลมะม่วงพันธุ์แก้วและโชคอนันต์มีปริมาณแคโร - ทีนอยด์ทั้งหมดเท่ากันคือ 20.9 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (ตารางภาคผนวก 13)

ในระหว่างการสุกของผลมะม่วงมีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ผลมะม่วงพันธุ์แก้วมีปริมาณแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้นจาก 20.9 เป็น 105.0 พันธุ์เขียวเสวย เพิ่มขึ้นจาก 18.6 เป็น 93.8 พันธุ์โชคอนันต์ เพิ่มขึ้นจาก 20.9 เป็น 58.1 พันธุ์น้ำดอกไม้ เพิ่มขึ้นจาก 17.6 เป็น 109.2 พันธุ์มหาชนก เพิ่มขึ้นจาก 27.1 เป็น 164.6 และพันธุ์หนังกลางวันเพิ่มขึ้นจาก 16.0 เป็น 95.9 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด โดยในช่วง 5 วันแรกของการสุกปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และมีอัตราการเพิ่มขึ้นค่อนข้างคงที่ตลอดระยะการสุก ยกเว้นผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่มีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงหลังของการสุก และมีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงที่สุดตลอดระยะการสุก (ภาพที่ 4.16)

ผลการวิเคราะห์หา ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด ในระหว่างการสุกของ ผลมะม่วงพันธุ์เคียทท์ และพันธุ์ทอมมีอัทคินส์ โดยวิธี HPLC พบว่าเพิ่มขึ้นจาก 12.3 เป็น 38.0 และ 17.0 เป็น 51.2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (Adriana and Delia, 1998) และในระหว่างการสุกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่อุณหภูมิ 29±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-80% มีปริมาณแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้นจาก 3.27 เป็น 67.32 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (รุจิภรณ์, 2546) และผลการวิเคราะห์เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์ราสพูริ (Raspuri) และพันธุ์บาดามิ (Badami) ในระหว่างการสุก พบว่ามีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด เพิ่มขึ้นจาก 493 เป็น 3,945 และจาก 365 เป็น 1,400 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (Ajila *et al.*, 2007)

4.3.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีนในเนื้อมะม่วง

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีน ที่ละลายได้ในเนื้อมะม่วง (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ระหว่างการสุกของผลมะม่วงจำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวันระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% ดังแสดงในตารางภาคผนวก 14 และภาพที่ 4.17

ในวันเริ่มต้น ทดลองเนื้อมะม่วงดิบ พันธุ์แก้ว เขียวเสวย โชคอนันต์ น้ำดอกไม้ มหาชนก และหนังกลางวัน มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 0.37, 0.14, 0.13, 0.20, 0.17, 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ผลมะม่วงดิบพันธุ์หนังกลางวันมีปริมาณโปรตีนต่ำที่สุด คือ 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ส่วนผลมะม่วงดิบพันธุ์แก้ว มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด คือ 0.37 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และทั้ง 2 พันธุ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงพันธุ์อื่นๆ ส่วนผลมะม่วงอีก 4 พันธุ์ มีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 0.13-0.20 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (ตารางภาคผนวก 14)

ในระหว่างการสุกของผลละม่วง มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจาก โปรตีนส่วนใหญ่ทำหน้าที่เป็นเอนไซม์ ที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาทาง ชีวเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต (นิธิยา, 2545) การที่โปรตีนมีปริมาณสูงขึ้น อาจเนื่องจากเอนไซม์มีปริมาณและกิจกรรมสูงขึ้น เพื่อทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาทางชีวเคมีในระหว่างกระบวนการสุกของผลไม้ โดยเฉพาะผลไม้กลุ่ม climacteric ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณโปรตีนในผลมะม่วงที่สูงขึ้นเมื่อระยะเวลาสุกเพิ่มขึ้น

เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับ กระบวน การสุก และที่มีรายงานว่า มีกิจกรรม เพิ่มสูงขึ้น ได้แก่ เอนไซม์ แอลฟา- และบีตา-อะไมเลส เอนไซม์ฟอสฟอริเลส ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสลาย โมเลกุลของสตาร์ชให้เป็นน้ำตาล เอนไซม์คลอโรฟิลเลสที่เร่งปฏิกิริยาสลายคลอโรฟิลล์ เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์เอทิลีน เอนไซม์พอลิกาแล็กทูโลเนส และเพกทินเอสเทอเรส ที่เร่งปฏิกิริยาการสลายสารประกอบเพกทิน ทำให้ผนังเซลล์ของผลไม้อ่อนนิ่มลง (ดนัย , 2540) ซึ่งสอดคล้องกับค่าความแน่นเนื้อของผลมะม่วง ที่ลดลงเมื่อระยะ การสุกเพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

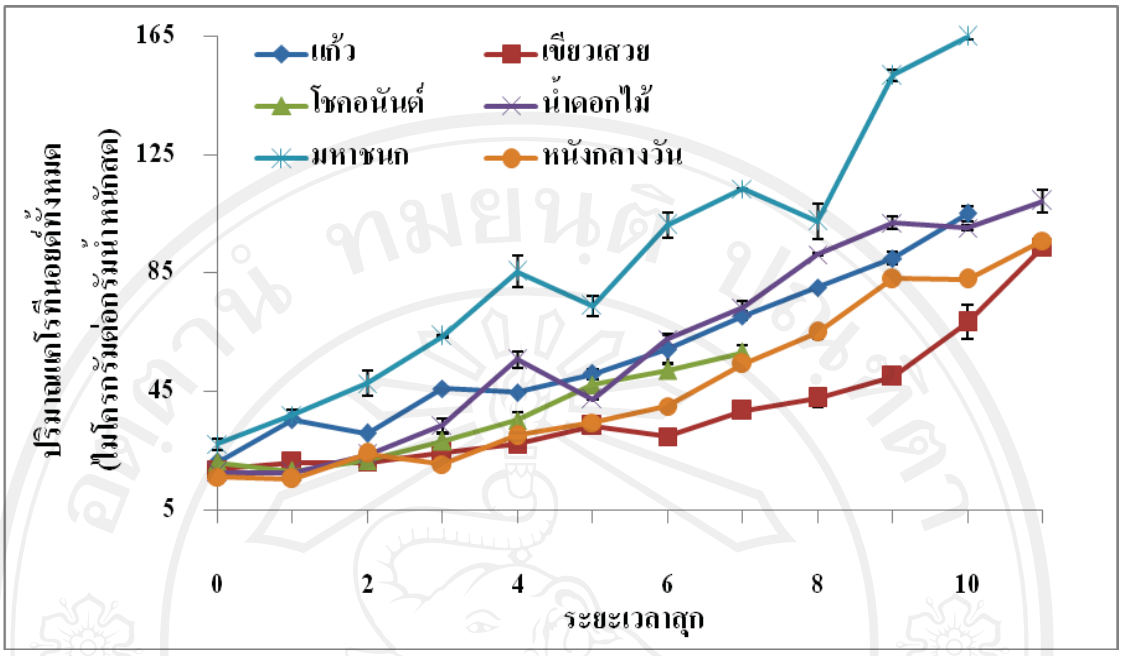
ละลายน้ำได้ อาจเกี่ยวข้องกับ กิจกรรมของ เอนไซม์ที่ เร่งปฏิกิริยาการไฮโดรไลซิสของ สตาร์ชให้เป็นน้ำตาล

ผลมะม่วงพันธุ์แก้ว มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นจาก 0.37 เป็น 1.52 พันธุ์เขียวเสวย เพิ่มขึ้นจาก 0.14 เป็น 2.31 พันธุ์โชคอนันต์ เพิ่มขึ้นจาก 0.13 เป็น 2.84 พันธุ์น้ำดอกไม้ เพิ่มขึ้นจาก 0.20 เป็น 1.94 พันธุ์มหาชนก เพิ่มขึ้นจาก 0.17 เป็น 1.41 และพันธุ์หนังกลางวัน เพิ่มขึ้นจาก 0.04 เป็น 1.88 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด เมื่อพิจารณาระหว่างการสุก ในช่วง 3 วันแรก พบว่าปริมาณโปรตีนมีค่าค่อนข้างคงที่หรือเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และมีอัตราการเพิ่มขึ้น อย่างรวดเร็วในช่วงหลังของการสุก โดยเฉพาะ ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์และพันธุ์น้ำดอกไม้ที่มีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงวันที่ 4-7 มากกว่าพันธุ์อื่นๆ (ภาพที่ 4.17)

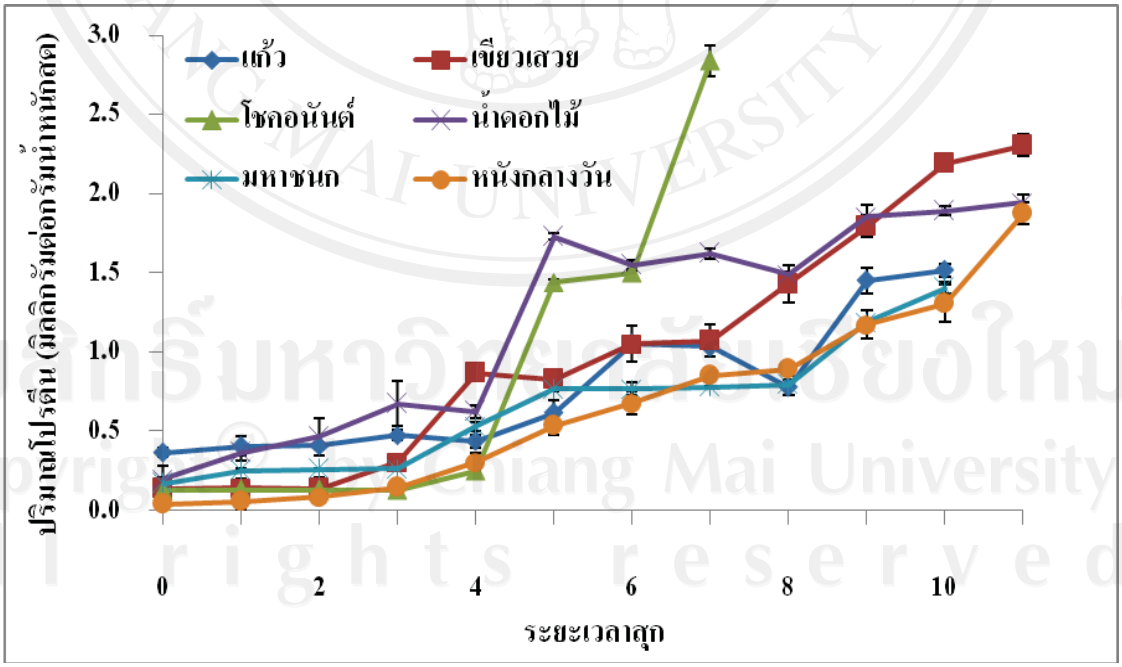
ปริมาณโปรตีนในเนื้อมะม่วงพันธุ์ฮารุมานิส (Harumanis) ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 24-28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วันมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.15 เป็น 1.90 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (Zainon *et al*.,1994) ส่วนปริมาณโปรตีนในเปลือกของผลมะม่วงพันธุ์ราสปุริ (Raspuri) และพันธุ์บาดามิ (Badami) มีปริมาณลดลงในระหว่างการสุก โดยผลมะม่วงพันธุ์ราสปุริ (Raspuri) มีปริมาณโปรตีนลดลงจาก 9.90 เหลือ 4.00 และพันธุ์บาดามิ (Badami) ลดลงจาก 12.7 เหลือ 5.2 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (Ajila *et al*., 2007)

สำหรับผลไม้อื่นๆ พบว่าปริมาณโปรตีน ในเนื้อมะกอก (*Olea europaea* L. cv. Zard) ที่ปลูกในประเทศอิหร่าน มีปริมาณเพิ่มขึ้น ในระหว่างการสุก โดยเพิ่มขึ้น จาก 25.08 เป็น 31.00 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (Hassan *et al*., 2003) และปริมาณโปรตีนของผลฝรั่ง (*Psidium guajava* L.) 2 พันธุ์ คือพันธุ์เนื้อสีขาว และพันธุ์เนื้อสีชมพู มีปริมาณโปรตีนสูงขึ้น ในระหว่างการสุก โดยผลฝรั่งพันธุ์เนื้อสีชมพูมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าพันธุ์สีขาว คือพันธุ์เนื้อสีชมพู เพิ่มขึ้นจาก 2.10 เป็น 4.00 และพันธุ์สีขาวเพิ่มขึ้นจาก 0.25 เป็น 1.80 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (Hind *et al*., 2003) ปริมาณโปรตีนในผลแตงพันธุ์เพียล เดอ ซาโพ (*Cucumis melo* L. cv. Piel de sapo) และพันธุ์โรเชท (Rochet) เพิ่มสูงขึ้นในระหว่างการสุก โดยแตงพันธุ์โรเชท (Rochet) มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นจาก 4.90 เป็น 11.40 และพันธุ์เพียล เดอ ซาโพ (Piel de sapo) เพิ่มขึ้นจาก 5.2 เป็น 10.1 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (Villanneva *et al*., 2004)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.16 ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด (ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสดในรูปบีตา-แคโรทีน) ของผลมะม่วง จำนวน 6 พันธุ์ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25+2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80%



ภาพที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในเนื้อมะม่วง (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) จำนวน 6 พันธุ์ ระหว่างการสุกที่อุณหภูมิ 25+2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved