

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	40
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	54
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	84
เอกสารอ้างอิง	86
ภาคผนวก	97
ประวัติผู้เขียน	127

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ผลของอุณหภูมิต่อค่า Q_{10} ของการหายใจ	15
2.2 เทคนิคการวัดค่าการนำความร้อน	31
4.1 ความถ่วงจำเพาะกับคุณภาพของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ณ วันเริ่มต้น	55
4.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความถ่วงจำเพาะกับคุณภาพของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ณ วันเริ่มต้น	56
4.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการสุก ลักษณะของผลสุก และเปอร์เซ็นต์สีเหลืองที่ผิวผลสุกของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์	57
4.4 ความถ่วงจำเพาะกับคุณภาพของผลมะม่วงสุก	57
4.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความถ่วงจำเพาะกับคุณภาพของผลมะม่วงสุก	58
4.6 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกและเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์	64
4.7 สมบัติทางความร้อนของเปลือกและเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ 28.0°C	65
4.8 เปรียบเทียบค่าความร้อนจำเพาะของเปลือกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ 28.0°C ที่ได้จากการทดลองและจากสมการความสัมพันธ์	67
4.9 เปรียบเทียบค่าความร้อนจำเพาะของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ 28.0°C ที่ได้จากการทดลองและจากสมการความสัมพันธ์	67
4.10 เปรียบเทียบค่าการนำความร้อนของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ 28.0°C ที่ได้จากการทดลองและจากสมการความสัมพันธ์	69
4.11 เปรียบเทียบสมบัติทางความร้อนของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ 28.0°C ที่ได้จากการทดลองและจากสมการความสัมพันธ์	70
4.12 ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในผลมะม่วงเมื่อเก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (13.0 ± 0.5°C)	73

ตาราง

หน้า

- 4.13 เปรียบเทียบค่า Root Mean Square Error ของอุณหภูมิมะม่วง
ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ($13.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$) โดยใช้สมบัติทางความร้อน
ของมะม่วงจากวิธีที่ต่างกัน 81
- 4.14 เปรียบเทียบค่า Root Mean Square Error ของอุณหภูมิมะม่วงใน
อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ($48.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$) โดยใช้สมบัติทางความร้อน
ของมะม่วงจากวิธีที่ต่างกัน 83

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลมะม่วง	5
2.2 ผลของอุณหภูมิต่ออัตราการหายใจของฝักและผลไม้บางชนิด	15
2.3 การถ่ายเทความร้อน โดยการนำความร้อนในแท่งโลหะ	21
2.4 การแบ่งแท่งโลหะออกเป็นหลายส่วนตามระเบียบวิธี finite difference	22
2.5 แผนภาพการคำนวณ โดยระเบียบวิธี finite difference	23
2.6 กราฟที่ได้จากการใช้ Differential Scanning Calorimetry ในการหาค่าความร้อนจำเพาะของตัวอย่าง	27
2.7 แบบจำลองค่าการนำความร้อนที่มีพื้นฐานจากเรขาคณิต	35
3.1 แผนภาพของมะม่วงที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ โดยวิธี finite difference	50
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความถ่วงจำเพาะกับความแน่นเนื้อของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์	61
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความถ่วงจำเพาะกับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์	61
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความถ่วงจำเพาะกับค่าความเป็นกรดต่างของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์	62
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความถ่วงจำเพาะกับปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์	62
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความถ่วงจำเพาะกับอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์	63
4.6 ความร้อนจากการหายใจของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ($13.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$)	71

รูป	หน้า
4.7 ความร้อนจากการหายใจของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ($50.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$)	72
4.8 แผนภาพของมะม่วงที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ โดยวิธี finite difference	74
4.9 เปรียบเทียบอุณหภูมิที่ได้จากการวัด (mea) และจากแบบจำลอง (sim) ที่ผิว ($m = 5$) ของมะม่วง (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.06775 m) ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ($13.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$)	75
4.10 เปรียบเทียบอุณหภูมิที่ได้จากการวัด (mea) และจากแบบจำลอง (sim) ณ ตำแหน่งลึกจากผิว $2\Delta r$ ($m = 3$) ของมะม่วง (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.06775 m) ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ($13.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$)	76
4.11 เปรียบเทียบอุณหภูมิที่ได้จากการวัด (mea) และจากแบบจำลอง (sim) ณ ตำแหน่งเนื้อติดเมล็ด ($m = 1$) ของมะม่วง (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.06775 m) ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ($13.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$)	76
4.12 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่บริเวณผิวของมะม่วง (mea) ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ($48.4 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$)	78
4.13 เปรียบเทียบอุณหภูมิที่ได้จากการวัด (mea) และจากแบบจำลอง (sim) ณ ตำแหน่งลึกจากผิว $2\Delta r$ ($m = 3$) ของมะม่วง (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.05642 m) ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ($48.4 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$)	78
4.14 เปรียบเทียบอุณหภูมิที่ได้จากการวัด (mea) และจากแบบจำลอง (sim) ณ ตำแหน่งเนื้อติดเมล็ด ($m = 1$) ของมะม่วง (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.05642 m) ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ($48.4 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$)	79
4.15 เปรียบเทียบอุณหภูมิที่ได้จากการวัด (mea) ได้จากแบบจำลอง (sim) และได้จาก แบบจำลองที่ใช้สมบัติทางความร้อนซึ่งคำนวณจากองค์ประกอบทางเคมี (sim-chem) ณ ตำแหน่งเนื้อติดเมล็ด ($m = 1$) ของมะม่วง (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.06775 m) ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ($13.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$)	81

4.16 เปรียบเทียบอุณหภูมิที่ได้จากการวัด (mea) ได้จากแบบจำลอง (sim) และได้จากแบบจำลองที่ใช้สมบัติทางความร้อนซึ่งคำนวณจากองค์ประกอบทางเคมี (sim-chem) ณ ตำแหน่งเนื้อติดเมล็ด ($m = 1$) ของมะม่วง (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.05642 m) ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ($48.4 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$)