สารบาญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบาญ	ช
สารบาญตาราง	ฌ
สารบาญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงานวิจัย	12
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย	19
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	56
ข้อเสนอแนะ	57
เอกสารอ้างอิง	58
ภาคผนวก	61
ประวัติผู้เขียน	88

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความจุไฟฟ้า (nF) วัดด้วย needle electrode แบบไม่กำหนดระยะห่างระหว่างเข็ม กับระดับความฟ่าม ที่ความถี่ไฟฟ้าต่างๆ	32
2	ความจุไฟฟ้า (nF) วัดด้วย plate electrode กับระดับความฟ่าม ที่ความถี่ไฟฟ้าต่างๆ	34
3	ความต้านทาน (kohm) วัดด้วย needle electrode แบบไม่กำหนดระยะห่างระหว่างเข็ม กับระดับความฟ่าม ที่ความถี่ไฟฟ้าต่างๆ	40
4	ความต้านทาน (kohm) วัดด้วย plate electrode กับระดับความฟ่าม ที่ความถี่ไฟฟ้าต่างๆ	42
5	Impedance (kohm) วัดด้วย needle electrode แบบไม่กำหนดระยะห่างระหว่างเข็ม กับระดับความฟ่าม ที่ความถี่ไฟฟ้าต่างๆ	47
6	Impedance (kohm) วัดด้วย plate electrode กับระดับความฟ่าม ที่ความถี่ไฟฟ้าต่างๆ	49

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ผลส้ม (A) ภาคตัดขวางของผลส้ม ซึ่งแสดงถึงส่วนต่างๆ ของ flavedo albedo และ juice sac ; (B) ภาคตัดตามยาวของผลส้ม ; (C) ลักษณะของ juice sac	4
2	Series - equivalent RC circuit for impedance measurement and associated phasor diagram.	8
3	วิธีการผ่าผลส้มเพื่อการประเมินความฟ่ามด้วยสายตา	14
4	อาการฟ่ามของผลส้มระดับต่างๆ	14
5	เครื่อง Impedance Analyzer 4192A Hewlett Packard	16
6	ชนิดของ electrode ที่ใช้ในการวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของส้มเขียวหวานพันธุ์ฟรีมองต์ (A) plate electrode, (B) needle electrode แบบไม่กำหนดระยะห่างระหว่างเข็ม, (C) needle electrode แบบกำหนดระยะห่างระหว่างเข็ม	16
7	วิธีการวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของส้มเขียวหวานพันธุ์ฟรีมองต์ด้วย plate electrode และ needle electrode แบบไม่กำหนดระยะห่างระหว่างเข็ม	17
8	ความถ่วงจำเพาะ เปอร์เซ็นต์น้ำคั้นและเปอร์เซ็นต์ความฟ่ามของผลส้มฟรีมองต์	20
9	ความจุไฟฟ้าและความถี่ไฟฟ้าวัดด้วย needle electrode และ plate electrode	22
10	ความต้านทานและความถี่ไฟฟ้าวัดด้วย needle electrode และ plate electrode	25
11	Impedance และความถี่ไฟฟ้าวัดด้วย needle electrode และ plate electrode	27
12	ความจุไฟฟ้าและความถี่ไฟฟ้าวัดด้วย needle electrode	28
13	ความจุไฟฟ้าและเปอร์เซ็นต์ความฟ่ามในช่วงความถี่ไฟฟ้า 0.01 – 10000 กิโลเฮิรตซ์ ในการวัดด้วย needle electrode แบบกำหนดระยะห่างระหว่างเข็ม	30

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
14	ความจุไฟฟ้าและเปอร์เซ็นต์ความฟ่ามในช่วงความถี่ไฟฟ้า 0.01 – 10000 กิโลเฮิรตซ์ ในการวัดด้วย needle electrode แบบไม่กำหนดระยะห่างระหว่างเข็ม	31
15	ความจุไฟฟ้าและเปอร์เซ็นต์ความฟ่ามในช่วงความถี่ไฟฟ้า 0.01 – 10000 กิโลเฮิรตซ์ ในการวัดด้วย plate electrode	33
16	ความต้านทานและความถี่ไฟฟ้าในการวัดด้วย needle electrode ของผลส้มปกติและผลส้มฟ่าม 100 เปอร์เซ็นต์	36
17	ความต้านทานและเปอร์เซ็นต์ความฟ่ามในช่วงความถี่ไฟฟ้า 0.01 – 10000 กิโลเฮิรตซ์ ในการวัดด้วย needle electrode แบบกำหนดระยะห่างระหว่างเข็ม	38
18	ความต้านทานและเปอร์เซ็นต์ความฟ่ามในช่วงความถี่ไฟฟ้า 0.01 – 10000 กิโลเฮิรตซ์ ในการวัดด้วย needle electrode แบบไม่กำหนดระยะห่างระหว่างเข็ม	39
19	ความต้านทานและเปอร์เซ็นต์ความฟ่ามในช่วงความถี่ไฟฟ้า 0.01 – 10000 กิโลเฮิรตซ์ ในการวัดด้วย plate electrode	41
20	Impedance และความถี่ไฟฟ้าในการวัดด้วย needle electrode	43
21	Impedance และเปอร์เซ็นต์ความฟ่ามในช่วงความถี่ไฟฟ้า 0.01 – 10000 กิโลเฮิรตซ์ ในการวัดด้วย needle electrode แบบกำหนดระยะห่างระหว่างเข็ม	45
22	Impedance และเปอร์เซ็นต์ความฟ่ามในช่วงความถี่ไฟฟ้า 0.01 – 10000 กิโลเฮิรตซ์ ในการวัดด้วย needle electrode แบบไม่กำหนดระยะห่างระหว่างเข็ม	46
23	Impedance และเปอร์เซ็นต์ความฟ่ามในช่วงความถี่ 0.01 – 10000 กิโลเฮิรตซ์ ในการวัดด้วย plate electrode	48
24	ความจุไฟฟ้าและความถี่ไฟฟ้าของส้มปกติวัดทั้งเปลือกและส้มที่ปอกเปลือก	50

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
25	แบบจำลองการวัดความจุไฟฟ้าในการวัดผลส้มทั้งเปลือกและผลส้มปอกเปลือก	51
26	ความต้านทานและความถี่ไฟฟ้าของส้มปกติวัดทั้งเปลือกและส้มที่ปอกเปลือกและไม่ปอกเปลือก	53
27	แบบจำลองการวัดความต้านทาน ในการวัดผลส้มทั้งเปลือกและการวัดผลส้มปอกเปลือก	54

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University