

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ญ
สัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ความสำคัญของส้ม	4
2.2 ความเป็นมาและการจำแนกกลุ่มพืชตระกูลส้ม	4
2.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของส้มเขียวหวาน	6
2.4 การเก็บเกี่ยวผลส้ม	7
2.5 ความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผลส้ม	9
2.6 การตรวจสอบคุณภาพผลิตผล	10
2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างอาการผิดปกติภายในผลิตผลเกษตรกับ ค่าความถ่วงจำเพาะ	12
2.8 ทฤษฎีกลศาสตร์ของไหลที่เกี่ยวข้องกับการคัดผลส้มโดยใช้ ความหนาแน่นของน้ำ	13
2.9 การประยุกต์ใช้ค่าความถ่วงจำเพาะกับการคัดแยกผลิตผลเกษตร	20
บทที่ 3 วิธีการทดลอง	23
3.1 การศึกษาความสัมพันธ์ของระดับความพองกับคุณสมบัติ	24

	ทางกายภาพและทางเคมี	
	3.2 การศึกษาการกัดผลส้มพองด้วยต้นแบบเครื่องกัดผลส้มพอง โดยใช้ความหนาแน่นของน้ำ	28
บทที่ 4	ผลการทดลองและวิจารณ์	38
	4.1 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของระดับความพองกับคุณสมบัติ ทางกายภาพและทางเคมี	38
	4.2 ผลการศึกษาการกัดผลส้มพองด้วยต้นแบบเครื่องกัดผลส้มพอง โดยใช้ความหนาแน่นของน้ำ	52
บทที่ 5	สรุปผลการทดลอง	65
	5.1 สรุปผลการทดลอง	66
	5.2 ข้อเสนอแนะ	67
เอกสารอ้างอิง		68
ประวัติผู้เขียน		73

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
4.1 สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R^2) ของความสัมพันธ์ระหว่าง คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี กับระดับความพองของผลส้มเขียวหวาน	39
4.2 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของผลส้มระดับปกติ ระดับพอง และระดับพองมาก	40
4.3 ค่าความถ่วงจำเพาะของผลส้มระดับปกติ ระดับพอง และระดับพองมาก ที่นำมาทดลอง กัดแยก	53
4.4 ผลการกัดแยกผลส้มพองด้วยต้นแบบเครื่องกัดผลส้มพอง โดยใช้ความหนาแน่นของน้ำ	57

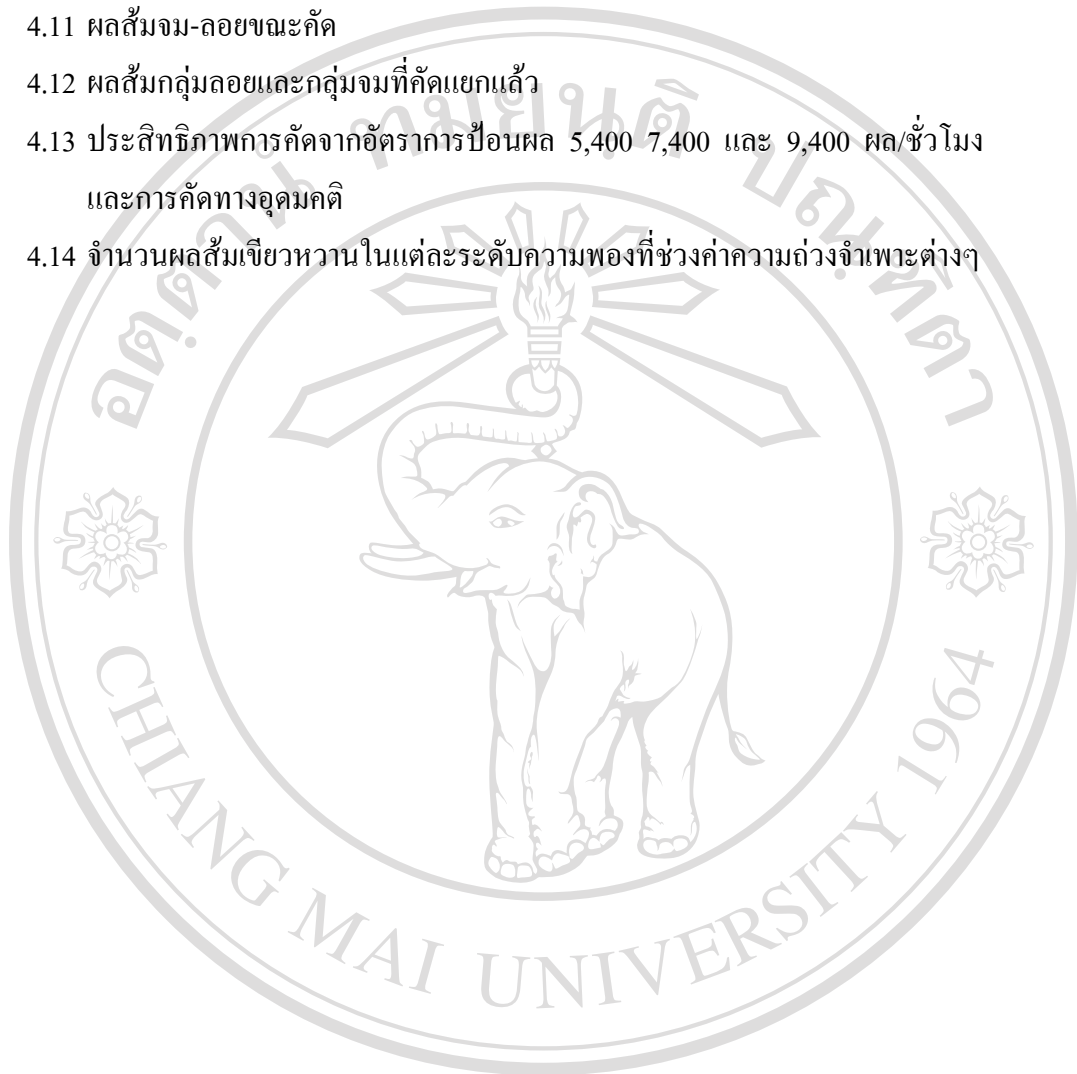
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 แผนผังแสดงภาคตัดขวางของผลส้ม	7
2.2 ฝายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	14
2.3 การหาแรงลอยตัว	16
2.4 Free-body diagram ของส้มพองที่จมอยู่ในของเหลวในแนวตั้ง	17
2.5 Free-body diagram ของส้มพองที่จมอยู่ในของเหลวในแนวระดับ	19
3.1 ผลส้มระดับ ปกติ (ก), พอง (ข) และ พองมาก (ค)	24
3.2 แบบจำลองผลส้มที่มีค่าความถ่วงจำเพาะต่างๆ เปรียบเทียบการจม-ลอยในน้ำปกติ	28
3.3 แบบจำลองต้นแบบเครื่องคัดผลส้มพองโดยใช้ความหนาแน่นของน้ำ	30
3.4 ช่องคัดแบบเดิมที่มีลักษณะเป็นคอกขวด	30
3.5 ช่องคัดแยกที่ปรับเปลี่ยนความกว้างและเพิ่มท่อจ่ายพองอากาศ	31
3.6 การเติมพองอากาศในน้ำ	31
3.7 ต้นแบบเครื่องคัดผลส้มพองโดยใช้ความหนาแน่นของน้ำ	32
3.8 แผนผังการคัดแยกส้มปกติและส้มพองด้วยต้นแบบเครื่องคัดผลส้มพองโดยใช้ความหนาแน่นของน้ำ	33
4.1 ความสัมพันธ์ของค่าความถ่วงจำเพาะของผลและระดับความพอง	41
4.2 ความสัมพันธ์ของแรงต้านทานการกดของผลและระดับความพอง	43
4.3 ความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์ช่องว่างภายในผลและระดับความพอง	44
4.4 ความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์น้ำคั้น โดยมวลและระดับความพอง	45
4.5 ความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์น้ำคั้น โดยปริมาตรและระดับความพอง	46
4.6 ความสัมพันธ์ของ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และระดับความพอง	47
4.7 ความสัมพันธ์ของปริมาณกรดที่สามารถไทเตรตได้และระดับความพอง	48
4.8 ความสัมพันธ์ของสัดส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ เทียบกับปริมาณกรดที่ไทเตรตได้และระดับความพอง	50
4.9 ความสัมพันธ์ของค่าความถ่วงจำเพาะและระดับความพองของผลส้มจำนวน 300 ผล	49

ที่นำมาทดลองการคัดแยก

4.10	ช่องคัดผลจม (ขวา) และช่องคัดผลลอย (ซ้าย)	55
4.11	ผลส้มจม-ลอยขณะคัด	55
4.12	ผลส้มกลุ่มลอยและกลุ่มจมที่คัดแยกแล้ว	56
4.13	ประสิทธิภาพการคัดจากอัตราการป้อนผล 5,400 7,400 และ 9,400 ผล/ชั่วโมง และการคัดทางอุดมคติ	58
4.14	จำนวนผลส้มเขียวหวานในแต่ละระดับความพองในช่วงค่าความถ่วงจำเพาะต่างๆ	63



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

สัญลักษณ์

A	พื้นที่หน้าตัดของวัตถุ (ตารางเมตร)
$C_{1,2}$	เศษส่วนของผลส้มที่ปลอมปนเข้ามาในกลุ่มผลจมน ซึ่งเป็นผลส้มระดับพอง ระดับพองมาก หรือ ผลส้มระดับปกติ ที่ทั้งหมดมีค่าความถ่วงจำเพาะของผล เท่ากับหรือต่ำกว่าค่าสมมุติของค่าความถ่วงจำเพาะของการคัดแยก
$C_{2,1}$	เศษส่วนของผลส้มที่ปลอมปนเข้ามาในกลุ่มผลลอย ซึ่งเป็นผลส้มระดับปกติที่มีค่าความถ่วงจำเพาะของผลสูงกว่าค่าความถ่วงจำเพาะของการคัดแยก
C_d	ค่าสัมประสิทธิ์แห่งการไหล
C_D	สัมประสิทธิ์แรงต้าน
E_w	ประสิทธิภาพของการคัด
F_B	แรงลอยตัว
F_{CV}	แรงเนื่องจากโมเมนตัม
F_D	แรงต้าน
g	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (เมตร/วินาที ²)
G_1	อัตราการไหลออก (Outflow rate) จากการคัด ของส้มกลุ่มจมน (ผล/ชั่วโมง)
G_2	อัตราการไหลออก (Outflow rate) จากการคัด ของส้มกลุ่มลอย (ผล/ชั่วโมง)
	<i>Juice content (by mass)</i> ปริมาณน้ำคั้นโดยมวล (%)
	<i>Juice content (by volume)</i> ปริมาณน้ำคั้นโดยปริมาตร (%)
K_1	เศษส่วนของมูลค่าหรือราคาที่สัมพันธ์กับผลส้มปกติ
K_2	เศษส่วนของมูลค่าหรือราคาที่สัมพันธ์กับผลส้มพอง
L	ความกว้างของฝาย (เมตร)
m_f	มวลของของไหลที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่จมนในของไหล
M_{fa}	มวลของผลส้มเมื่อชั่งในอากาศ (กรัม)
M_{fv}	มวลของผลส้มเมื่อชั่งในน้ำ (กรัม)
M_j	มวลของน้ำคั้น (กรัม)
N_{c1}	จำนวนผลส้มปลอมปนในกลุ่มผลจมน (ผล)
N_{c2}	จำนวนผลส้มปลอมปนในกลุ่มผลลอย (ผล)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

N_{g2}	จำนวนผลส้มที่คัดถูกต้องที่คัดได้ในกลุ่มผลลอย (ผล)
N_{g1}	จำนวนผลส้มที่คัดถูกต้องที่คัดได้ในกลุ่มผลจม (ผล)
N_t	จำนวนผลส้มทั้งหมดในแต่ละชุดที่นำมาทดสอบ (ผล)
N_{t2}	จำนวนผลส้มทั้งหมดที่อยู่ในกลุ่มผลลอย (ผล)
N_{t1}	จำนวนผลส้มทั้งหมดที่อยู่ในกลุ่มผลจม (ผล)
P_1	เศษส่วนของผลส้มระดับปกติในผลส้มทั้งหมดที่นำมาคัด
P_2	เศษส่วนของผลส้มระดับพองและพองมากในผลส้มทั้งหมดที่นำมาคัด
P_{g1}	เศษส่วนของผลส้มถูกต้องที่คัดได้ในกลุ่มผลจม ซึ่งเป็นผลส้มระดับปกติที่มีค่าความถ่วงจำเพาะของผลสูงกว่าค่าความถ่วงจำเพาะของการคัดแยก
P_{g2}	เศษส่วนของผลส้มถูกต้องที่คัดได้ในกลุ่มผลลอย ซึ่งเป็นผลส้มระดับพองระดับพองมาก หรือ ระดับปกติ ที่ทั้งหมดมีค่าความถ่วงจำเพาะของผลเท่ากับหรือต่ำกว่าค่าความถ่วงจำเพาะของการคัดแยก
Q	อัตราการป้อนผลเข้าเครื่องคัด (ผล/ชั่วโมง)
Q	อัตราการไหลของน้ำ (ลิตร/ชั่วโมง)
S_x	ระยะการเคลื่อนที่ของส้มพองในแนวระดับ (เมตร)
S_y	ระยะการเคลื่อนที่ของส้มในแนวตั้ง (เมตร)
SG_f	ค่าความถ่วงจำเพาะของผลส้ม
SG_w	ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำ
t	เวลาที่ใช้ในการคัด (นาทึ)
TA	ปริมาณกรดที่สามารถไตเตรตได้ (%)
TSS	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (%)
TSS/TA	สัดส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เทียบกับปริมาณกรดที่สามารถไตเตรตได้
<i>Void inside fruit</i>	เปอร์เซ็นต์ช่องว่างภายในผล (%)
V	ความเร็วของวัตถุ (เมตร/นาทึ)
V_f	ปริมาตรของเนื้อส้ม (ลูกบาศก์เซนติเมตร)
V_j	ปริมาตรของน้ำคั้น (ลูกบาศก์เซนติเมตร)
V_m	ปริมาตรของผลส้ม (ลูกบาศก์เซนติเมตร)
V_p	ปริมาตรของเปลือกส้ม (ลูกบาศก์เซนติเมตร)
y_1	ระยะจากพื้นถึงผิวน้ำ (เมตร)

- z_w ระยะจากพื้นถึงระดับฝาย (เมตร)
 ρ ความหนาแน่นของของไหล (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)
 ρ_w ความหนาแน่นของน้ำ (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved