

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ความเสียหายระหว่างการขนส่งและสมบัติทางกายภาพ
ของผลลำไยพันธุ์สีชมพูและพันธุ์เขียวเขียว

Damage During Transportation and Physical Properties of
Chompoo and Biawkhiaw Varity Longan



โดย

นายพีรพงษ์

รัตนสินุรางกูร

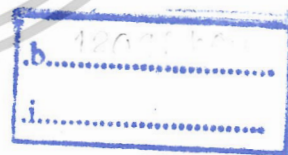
นายพีรพัฒน์

กาดสนิท

นายสิทธิเดช

เวียงสกต

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 103136
วัน,เดือน,ปี 28 ส.ค. 2552



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2551

ความเสียหายระหว่างการขนส่งและสมบัติทางกายภาพของผลลำไยพันธุ์สีชมพูและพันธุ์เบ็ญจเขียว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2551

ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ความเสียหายระหว่างการขนส่งและสมบัติทางกายภาพของผลลำไยพันธุ์สีชมพูและ

พันธุ์เบี้ยวเขียว

Damage During Transportation and Physical Properties of Chompoo and Biawkhiaw

Varity Longan

ผู้จัดทำ

1. นายพีรพงษ์

รัตนสินุราษฎร์

2. นายพีรพัฒน์

คาคสนิท

3. นายสิทธิเดช

เวียงสกล



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ธีรพงศ์ ผลโพธิ์)



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปานมนัส สิริสมบุญ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเสียหายระหว่างการขนส่งและสมบัติทางกายภาพ
ของผลลำไยพันธุ์สีชมพูและพันธุ์เขียวเขียว

นายพิรพงษ์ รัตนสินุราษฎร์
นายพิรพัฒน์ คาคสนิท
นายสิทธิเดช เวียงสกล
อาจารย์ธีรพงศ์ ผลโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบุญณ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2551

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นโครงการเพื่อการศึกษาหาความเสียหายระหว่างการขนส่งและสมบัติทางกายภาพของผลลำไยพันธุ์สีชมพูและพันธุ์เขียวเขียว จุดประสงค์ของการศึกษาประกอบด้วย การวิเคราะห์หาความเสียหายระหว่างการขนส่งทั้ง 2 ชนิดและปริมาณ การทดสอบหาสมบัติกายภาพ ได้แก่ มิติ ความกลม ความถ่วงจำเพาะ ความหนาแน่นการบรรจุ มุมกอง สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน ความพรุน และความแน่นเนื้อ

ผลการศึกษาพบว่า ความเสียหายเชิงกลของผลลำไยในบรรจุภัณฑ์ ประกอบด้วย ผลร่วง ผลแตก ผลเปลี่ยนรูป ซ้ำ แทะทะลุ เน่า และดำเนื่องจากถูกรวมด้วยกำมะถันมากเกินไป ความเสียหายมากที่สุด พันธุ์เขียวเขียว $\cong 1.10\%$ พันธุ์สีชมพู $\cong 0.62\%$ ซึ่งเกิดกับบรรจุภัณฑ์ทำยรรทุกขนส่ง ภาชนะล่างสุด ความเสียหายส่วนใหญ่เป็นการทะลุ ผลลำไยขนาด เล็ก กลาง ใหญ่ พันธุ์เขียวเขียว มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 25.03-28.72 มม, 28.72-32.41 มม และโตกว่า 32.41 มม ความกลม = 0.94 พันธุ์สีชมพู มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 23.23-27.39 มม, 27.39-31.52 มม. และโตกว่า 31.52 มม ความกลม = 0.93 มม. ตามลำดับ ความหนาแน่นของการบรรจุสำหรับภาชนะบรรจุแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า, แบบรูปสี่เหลี่ยมปิรามิดหัวตัด และรูปค-ออฟ เท่ากับ 0.35, 0.38 และ 0.44 ตามลำดับ สมบัติทางกายภาพ ลำไยพันธุ์เขียวเขียว ความถ่วงจำเพาะ เท่ากับ 1.11 มุมกองพื้นแบบบรรจุ เท่ากับ 16.89 องศา, แบบถ่ายเท เท่ากับ 35.71 องศา ความพรุน เท่ากับ 49.58 ความแน่นเนื้อ เท่ากับ 5.09 เท่ากับ 0.93 ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตย์ ไม้ เท่ากับ 0.39 เหล็ก เท่ากับ 0.40 สแตนเลส เท่ากับ 0.35 พลาสติกสีขาว เท่ากับ 0.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าไปพันธุ์สีชมพู ความถ่วงจำเพาะ เท่ากับ 1.12 มุมก้องพื้นแบบบรรจุ เท่ากับ 14.70 องศา, แบบถ่ายเท เท่ากับ 28.01 องศา ความพรุน เท่ากับ 49.74 ความแน่นเนื้อ เท่ากับ 5.14 ± 0.95 ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตย์ ไม้อัด เท่ากับ 0.33 เหล็ก เท่ากับ 0.45 สแตนเลส เท่ากับ 0.26 พลาสติกสีขาว เท่ากับ 0.31



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Damage During Transportation and Physical Properties of
Chompoo and Biawkliaw Varity Longan**

Peerapong Ruttanasrinurangkool

Peeraput Kadsanit

Sittidet Wiangsakol

Lecturer Teerapong Polphoe Advisor

Associate Professor Panmanas Sirisomboon

Advisor 2008

Abstract

This research was to study the damage during transportation and physical properties of Chompoo and Biawkliaw Varity Longans. The aims of this research are to determine. damage type, damage amount, their physical properties, such as, dimension, sphericity, specific gravity, packing density, angle of repose, porosity, coefficient of friction and firmness.

The studied results show that the post harvest damage of packaged fresh longan are composed of drop, crack, deformation, bruise, punctures, decay and black due to sulfur treatment. The maximum damage of Biawkliaw longans and Chompoo are about 1.10% and 0.62%, respectively, and the occurrence of the damage was found in the bottom containers, placing in the black of a track. The majority of damage was due to puncture. For Biawkliaw, small, medium and large is longans were designated by the diameter of 25.03-28.72 mm, 28.72-32.41 mm and greater than 32.41 mm, respectively, and its sphericity is about 0.94 mm. For Chompoo small, medium and large is longans were designated by the diameter of 23.23-27.39 mm, 27.39-31.52 mm and greater than 31.52 mm, respectively, and its sphericity is about 0.93 mm. Packing density for the Rectangle container, Trapezoidal container and Pick-up track bed packaging were 0.35, 0.38 and 0.44, respectively.

For Biawkliaw Varity Longan, specific gravity, angle of repose, porosity and firmness are 1.11, 16.89 degree for filling method, 35.71 degree for emptying method, 49.58 and 5.09 ± 0.93 . Static

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

coefficient of friction on various contact surfaces (e.g. plywood, steel, stainless steel, plastic) was 0.39, 0.40, 0.35, 0.35 respectively.

For Chompoo Variety Longan, specific gravity, angle of repose, porosity and firmness are 1.12, 14.70 degree for filling method, 28.01 degree for emptying method, 49.74 and 5.14 ± 0.95 . Static coefficient of friction on various contact surfaces (e.g. plywood, steel, stainless steel, plastic) was 0.33, 0.45, 0.26, 0.31 respectively.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง ความเสียหายระหว่างการขนส่งและสมบัติทางกายภาพของผลลำไยพันธุ์
สีชมพูและพันธุ์เปี้ยวเขียว(Damage During Transportation and Physical Properties of Chompoo and
Biawkhiaw Varity Longan) ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ทางผู้จัดทำขอกราบขอพระคุณ อาจารย์ธีร
พงศ์ ผลโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ปานมนัส สิริสมบุญรณ ที่เป็นที่ปรึกษาโครงการ
ร่วมและให้ยืมห้องและอุปกรณ์ในการทดลองต่าง ๆ

ขอกราบขอบคุณบิดา มารดา ที่ให้ความอุปการะในการศึกษาเล่าเรียน อาจารย์และเจ้าหน้าที่
ประจำภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือและความรู้ในการเรียนวิชาต่าง ๆ นำมาใช้ในการทำปริญญานิพนธ์
เรื่องนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	29
4.1 ความสูญเสียระหว่างการขนส่ง	29
4.2 สมบัติทางกายภาพของผลลำไย	31
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	34
5.1 สรุปผลการทดลอง	34
5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง	34
เอกสารอ้างอิง	35
ภาคผนวก	36



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1 แสดงเปอร์เซ็นต์ความเสียหายเฉลี่ยของลำไยพันธุ์เบ็ญเขียวและสีชมพู จากตะกร้าแบบตะกร้าทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle)	30
ตารางที่ 4.2 แสดงการแบ่งเกรดและขนาดของผลลำไยพันธุ์เบ็ญเขียวและสีชมพู (Commercial Size Grading of Longan Fruit)	31
ตารางที่ 4.3 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของผลลำไยพันธุ์เบ็ญเขียวและสีชมพู (Physical properties of longan)	32
ภาคผนวก	
ตารางที่ 1 ค่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (Geometer Mean Diameter, GMD) และค่าความเป็นทรงกลม (Sphericity, Sp) ของลำไยพันธุ์เบ็ญเขียว	37
ตารางที่ 2 ค่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (Geometer Mean Diameter, GMD) และค่าความเป็นทรงกลม (Sphericity, Sp) ของลำไยพันธุ์สีชมพู	40
ตารางที่ 3 ค่าความถ่วงจำเพาะของลำไยพันธุ์เบ็ญเขียว	43
ตารางที่ 4 ค่าความถ่วงจำเพาะของลำไยพันธุ์สีชมพู	44
ตารางที่ 5 ค่ามุมกองพื้น (Angle of Repose, AR) ของลำไยพันธุ์เบ็ญเขียว	45
ตารางที่ 6 ค่ามุมกองพื้น (Angle of Repose, AR) ของลำไยพันธุ์สีชมพู	46
ตารางที่ 7 ค่าความพรุน (Porosity, η) ของลำไยพันธุ์เบ็ญเขียว	47
ตารางที่ 8 ค่าความพรุน (Porosity, η) ของลำไยพันธุ์สีชมพู	48
ตารางที่ 9 ค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) ของลำไยพันธุ์เบ็ญเขียว	49
ตารางที่ 10 ค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) ของลำไยพันธุ์สีชมพู	51
ตารางที่ 11 ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (Coefficient of static friction, μ) ของลำไยพันธุ์เบ็ญเขียว	53
ตารางที่ 12 ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (Coefficient of static friction, μ) ของลำไยพันธุ์สีชมพู	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
รูปที่ 3.1 แสดงการขนส่ง	19
รูปที่ 3.2 แสดงความเสียหายของผลลำไย	19
รูปที่ 3.3 แสดงการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลลำไย	21
รูปที่ 3.4 แสดงการชั่งลำไยในน้ำกลั่น	22
รูปที่ 3.5 แสดงภาชนะที่บรรจุ	23
รูปที่ 3.6 แสดงการหาค่ามูกองพื้นแบบบรรจุ (Filling)	24
รูปที่ 3.7 แสดงการหาค่ามูกองพื้นแบบแบบถ่ายเท (Emptying)	25
รูปที่ 3.8 แสดงการหาความพรุน	26
รูปที่ 3.9 แสดงการกดแบบแท่งทะลุโดยใช้หัวกดแบบแท่งทรงกระบอก	27
รูปที่ 3.10 แสดงการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต	28



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ลำไยเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ และเป็นผลไม้ที่ทางรัฐบาลโดยกรมวิชาการเกษตรได้จัดให้อยู่ในกลุ่มสินค้าส่งออก ซึ่งปฏิบัติกันหลายรูปแบบ กล่าวคือ ผลสด ผลแห้ง ผลแช่แข็ง และบรรจุกระป๋อง ในปี พ.ศ.2551 มีพื้นที่เพาะปลูกลำไยทั่วประเทศจำนวน 1,035,556 ไร่ เป็นพื้นที่ที่ให้ผลจำนวน 966,831 ไร่ ได้ผลผลิตจำนวน 476,930 ตัน ในปีเดียวกันมีปริมาณการส่งออก 91,568 ตัน มูลค่าส่งออก 1,832.6 ล้านบาท พันธุ์ที่นิยมปลูกคือ อีตอ สีชมพู เบี้ยวเขียว และแก้ว ผลผลิตลำไยที่บริโภคภายในประเทศมีเพียง 30 เปอร์เซ็นต์ที่เหลือส่งออกต่างประเทศในรูปผลสด และผลิตภัณฑ์แปรรูป ความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวของลำไยเกิดในระหว่างกระบวนการบรรจุ การลำเลียง และการขนส่ง จากสวนไปยังตลาด ความเสียหายของลำไยในบรรจุภัณฑ์มีประมาณ 9.6%-14.8%[3] ความเสียหายของผลไม้ทำให้เพิ่มต้นทุนการผลิต และลดรายได้ Mohsenin[4] บรรจุภัณฑ์ที่นิยมใช้คือตะกร้าพลาสติก ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผลิตภัณฑ์ลำไยสดเสมอ เนื่องจากการกระทบกระเทือนในการขนส่ง เพราะเปลือกของผลลำไยมีความแข็งแรงน้อย ดังนั้นหากมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของลำไยก็จะช่วยลดความสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวผลลำไยได้ ซึ่งปัจจุบันงานวิจัยทางด้านนี้ยังมีน้อยมากและแต่ละสายพันธุ์ยังมีความแตกต่างกัน โครงการนี้มุ่งที่จะศึกษาความสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวและสมบัติทางกายภาพบางประการของผลลำไยผลสดพันธุ์สีชมพูและพันธุ์เบี้ยวเขียว

วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาความสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวและคุณสมบัติทางกายภาพของลำไยพันธุ์สีชมพูและพันธุ์เบี้ยวเขียว

ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาลักษณะความเสียหายของผลลำไยหลังการเก็บเกี่ยวจากสวนมายังตลาดขายส่ง
2. ศึกษาสมบัติทางกายภาพของลำไยสดพันธุ์สีชมพูและพันธุ์เบี้ยวเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นการเพิ่มมูลค่าของผลลำไยสด
2. ลดความเสียหายของผลลำไยสดในการขนส่งจากสวนมายังตลาด
3. สามารถนำความรู้ที่ได้ศึกษาไปออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่จะทำให้ผลลำไยเสียหายน้อยลง
4. สามารถนำความรู้ที่ได้ไปเป็นแนวทางในการศึกษาและค้นคว้าต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎี

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำไย มีชื่อภาษาอังกฤษว่า Longan (ลองแกน) อยู่ในอาณาจักร Plante ส่วน Magnoliophyta ชั้น Magnoliopsida อันดับ Sapindales วงศ์ Sapindaceae สกุล Dimocarpus สปีชีส์ *D. longan* ชื่อวิทยาศาสตร์ *Dimocarpus longan*

องค์ประกอบหลักของเนื้อลำไย คือ Soluble Substances 79-77% ซึ่งประกอบด้วย กลูโคส 26.91% ซูโครส 0.22% กรดทาทาริก 1.26% สารประกอบไนโตรเจน 6.31% โปรตีน 5.6% ไขมัน 0.5% และธาตุอาหารอื่น ๆ เช่น Ca, Fe, P, Na, K และวิตามิน

ลำไยเป็นไม้ที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนและกึ่งร้อนของเอเชีย ซึ่งอาจมีถิ่นกำเนิดในลังกาอินเดียนพม่าหรือจีน แต่ที่พบหลักฐานที่ปรากฏในวรรณคดีของจีนในสมัยพระเจ้าเซ็งแทง เมื่อ 1,766 ปี ก่อนคริสกาล และจากหนังสือ RuYa ของจีนเมื่อ 110 ปีก่อนคริสตกาล ได้มีการกล่าวถึงลำไยไว้แล้ว และชาวยุโรปที่ได้เดินทางไปยังประเทศจีน เมื่อปี พ.ศ.1514 ก็เขียนเรื่องราวเกี่ยวกับลำไยไว้ในปี พ.ศ. 1585 แสดงว่า ลำไยมีการปลูกในจีนที่มณฑลกว๋างตุ้ง เสฉวน มีศูนย์กลางอยู่ที่มณฑลฟูเจี้ยน

ลำไยได้แพร่หลายเข้าไปในประเทศอินเดีย ลังกา พม่า และประเทศแถบเอเชีย ลังกา พม่า และประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในประเทศไทยคาดว่าลำไยคงแพร่เข้ามาในประเทศพร้อมกับประเทศในเขตนี้นี้ หลักฐานที่พบเป็นต้นลำไยในสวนเก่าแก่ของ ร.อ.หลวงราญอริพล(เหรียญสรรพเสน) ที่ปลูกในตรอกจันทน์ ถนนสาทรประดิษฐ์ ใกล้วัดปวิวาสในสมัยรัชกาลที่ 5 เป็นลำไยที่ขยายพันธุ์มาจากเมล็ดเพาะ แสดงว่าลำไยมีในประเทศไทยมาก่อนแล้ว และมีการพัฒนาพันธุ์ตามลำดับตามสภาพภูมิอากาศ

ต่อมา พระราชชายาเจ้าดารารัศมีได้นำลำไยจากกรุงเทพฯ ขึ้นมาขยายพันธุ์ในจังหวัดเชียงใหม่ จากนั้นก็ขยายพันธุ์สู่ภูมิภาคต่างๆ ในล้านนา โดยการเพาะเมล็ดจนเกิดการแปรพันธุ์ (Mutation) เกิดพันธุ์ใหม่ตามสภาพคุณลักษณะที่ดีของภูมิภาคที่เหมาะสม และเกื้อกูลต่อการเจริญเติบโตของลำไย โดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดลำพูนมีสภาพภูมิประเทศที่ดีในกลุ่มแม่น้ำใหญ่หลายสาย จนเกิดลำไยต้นหมื่นที่บ้านหนองช้างค้ำ อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน จนขณะนี้มีลำไยมากมายหลายพันธุ์

จังหวัดลำพูนและจังหวัดเชียงใหม่ เป็นแหล่งที่ปลูกลำไยพันธุ์ดีที่สุดในประเทศไทย กำเนิดลำไยพันธุ์ดีหรือที่ชาวบ้านเรียกว่า “ลำไยพันธุ์กะโหลก” ลำไยเท่าที่พบในประเทศไทยแบ่ง 4 กลุ่ม คือ ลำไยป่า ลำไยพื้นเมือง (ลำไยกระดุก) ลำไยพันธุ์ดี (ลำไยกะโหลก) และลำไยเครือ (ลำไยชลบุรี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำไยพันธุ์พื้นเมืองเป็นลำไยที่มีผลเล็ก ออกผลตกเป็นพวงมีหลากหลายชนิดแต่เรียกรวมๆ กันว่าลำไยเมือง (ลำไยพันธุ์พื้นเมือง, ลำไยกระดุก) พบเห็นอยู่ทั่วไปในภาคเหนือและเหนือตอนใต้ที่ เพราะไม่นิยมปลูกและไม่มีราคาลำไยที่นิยมปลูกมากที่สุดในขณะนี้คือ ลำไยพันธุ์กะโหลก กลุ่มลำไย อีตอหรือถ้าจะเรียกแบบเมืองเหนือก็ต้องเรียกว่า พันธุ์อีตอ ซึ่งไม่ใช่คำหยาบคายอะไร พืชพันธุ์ใดที่เป็นพันธุ์เบาออกก่อนเขา ภาษาเหนือจะเรียกว่า พันธุ์ตอทั้งนั้น พันธุ์ลำไยที่พบในปัจจุบันอาจแบ่งได้ 2 ชนิด ตามลักษณะการเจริญเติบโต ลักษณะผล เนื้อ เมล็ด และรสชาติ คือ

1. ลำไยเครือหรือลำไยเถา มีลำต้นเลื้อยคล้ายเถาวัลย์ มีผลเล็ก เมล็ดโต เนื้อผลมีกลิ่นคล้าย กัมมะถัน ปลูกไว้เป็นไม้ประดับมากกว่ารับประทาน

2. ลำไยต้น แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 ลำไยพันธุ์พื้นเมือง

2.2 ลำไยกะโหลก มีอยู่หลายพันธุ์ดังนี้

- พันธุ์ตอ หรืออีตอ เป็นลำไยพันธุ์เบา คือออกดอกและเก็บผลก่อนพันธุ์อื่น ชาวสวน นิยมปลูกมากที่สุด ราคาดี เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตดี โดยเฉพาะในดินอุดมสมบูรณ์ และมีน้ำพอเพียง ทนแล้งและทนน้ำได้ดีปานกลาง พันธุ์ตอ แบ่งตามสีของยอดอ่อนได้ 2 ชนิดคือ

* อีตอยอดแดง เจริญเติบโตเร็วมากเมื่อเปรียบเทียบกับอีตอยอดเขียว ลำต้นแข็งแรงไม่ฉีกหัก ได้ง่าย เปลือกลำต้นสีน้ำตาลปนแดง ใบแบนสีแดงปัจจุบันยอดแดงไม่ค่อยนิยมปลูก เนื่องจากออกดอกติดผลไม่ดี และเมื่อผลเริ่มสุกถ้าเก็บไม่ทันผลจะร่วงเสียหายมาก

* อีตอยอดเขียว มีลักษณะต้นคล้ายอีตอยอดแดง แต่ใบอ่อนเป็นสีเขียว ออกดอกติดผลง่าย แต่ อาจไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้ลำไยพันธุ์อีตอยังแบ่งตามลักษณะของก้านช่อผลได้ 2 ชนิด คือ อีตอก้าน อ่อน เปลือกของผลจะบาง และอีตอก้านแข็ง เปลือกผลจะหนาผลขนาดค่อนข้างใหญ่ ทรงผลกลมแป้น เบี้ยวยกข้างเดียว ผิวสีน้ำตาล มีกระหรือตาห่าง สีน้ำตาลเข้ม เนื้อค่อนข้างเหนียว สีขาวขุ่น เมล็ดขนาดใหญ่ปานกลาง รูปร่างแบนเล็กน้อย

- พันธุ์ชมพูหรือสีชมพู เป็นลำไยพันธุ์กลาง มีรสชาติดี นิยมรับประทาน ทรงพุ่มต้น สูงโปร่ง กิ่งเปราะหักง่าย การเจริญเติบโตดี ไม่ทนแล้ง เกิดดอกติดผลง่ายปานกลาง การติดผลไม่สม่ำเสมอ ช่อผลยาว ผลขนาดใหญ่ปานกลาง ทรงผลค่อนข้างกลม เบี้ยวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลอมแดง ผิวเรียบ มีกระสีน้ำตาลตลอดผล เปลือกหนา แข็งและเปราะ เนื้อหนานปานกลาง นุ่มและกรอบ สีชมพู เรื่อๆ ยิ่งผลแก่จัดสีของเนื้อยิ่งเข้ม เนื้ออ่อน รสหวาน กลิ่นหอม เมล็ดค่อนข้างเล็ก

- พันธุ์แก้ว หรืออีแก้ว เป็นลำไยพันธุ์หนัก ลำต้นไม่ค่อยแข็งแรง เปลือกลำต้นสีน้ำตาลปนแดงเขียว เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตดีมาก ทนแล้งได้ดี พันธุ์แก้วแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือแก้ว ยอดแดงและแก้วยอดเขียว ลักษณะแตกต่างกันที่สีของใบอ่อนหรือยอด แก้วยอดแดงมีใบอ่อนเป็นสีแดง แก้วยอดเขียวมีใบอ่อนหรือยอดเป็นสีเขียว เกิดดอกและติดผลค่อนข้างยากอาจให้ผลเว้นปี ช่อ ดอกสั้น ขนาดผลในช่อมักไม่สม่ำเสมอกัน ผลขนาดใหญ่หรือปานกลาง ทรงผลกลมและเบี้ยว ฐานผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ก่อนการเผยแพร่ในพจนานุกรมวิชาการเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่โดยหน่วยงานราชการ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บุ่ม ผิวสีน้ำตาล มีกระสีน้ำตาลตลอดผล เปลือกหนา เนื้อหนาแน่น แข็งและกรอบ สีขาวขุ่น รสหวานแหลม กลิ่นหอม มีน้ำปานกลาง เมล็ดขนาดค่อนข้างเล็ก หัวยอดแดงจะออกดอกง่ายกว่าหัวยอดเขียว และมีเนื้อสีค่อนข้างขุ่นน้อยกว่า และมีปริมาณน้ำมากกว่าหัวยอดเขียว

- พันธุ์เขียวเขียวหรืออเขียวเขียว เป็นลำไยพันธุ์หนักเจริญเติบโตดี ทนแล้งได้ดีแต่มักอ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด เกิดดอกยาก มักเว้นปี ช่อผลหลวม สีของผลเมื่อมีขนาดเล็กสีเขียวพันธุ์เขียวเขียว แบ่งได้เป็น 2 ชนิด เขียวเขียวก้านแข็ง (เขียวเขียวป่าเส้า) และเขียวเขียวก้านอ่อน (เขียวเขียวป่าแดง) เขียวเขียวก้านแข็งให้ผลไม่ดกแต่ขนาดผลใหญ่มาก แต่ติดผลน้อยไม่ค่อยนิยมปลูก ส่วนเขียวเขียวก้านอ่อนให้ผลดกเป็นพวงใหญ่ ผลมีขนาดใหญ่ ทรงผลกลมแบนและเขียวมากเห็นได้ชัด ผิวสีเขียวอมน้ำตาล ผิวเรียบ เปลือกหนาและเหนียว เนื้อหนาแข็งกรอบล่อนง่าย สีขาว มีน้ำน้อย รสหวานแหลม กลิ่นหอม เมล็ดค่อนข้างเล็ก

- พันธุ์ใบดำหรืออดำหรือกะโหลกใบดำ เป็นลำไยพันธุ์กลาง ออกดอกติดผลสม่ำเสมอเจริญเติบโตดีมาก ทนแล้งและน้ำได้ดี ข้อเสียคือ ผลโตเต็มที่เล็กกว่าพันธุ์อื่นๆ มีผลขนาดใหญ่ปานกลาง ค่อนข้างกลม แบนและเขียวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาล ผิวขรุขระ เปลือกหนาและเหนียว ทนทานต่อการขนส่ง เนื้อหนาปานกลาง สีขาวครีม รสหวาน เมล็ดขนาดเล็ก รูปร่างค่อนข้างยาวและแบน

- พันธุ์แดงหรืออแดงกลม เป็นลำไยพันธุ์กลาง ผลกลม เนื้อมีกลิ่นคาวคล้ายกำมะถัน ทำให้คุณภาพไม่ค่อยดี การเจริญเติบโตปานกลาง ไม่ทนแล้ง และไม่มีน้ำขังจึงลึ้มง่าย มักยืนตายเมื่อเกิดสภาพน้ำขัง หรือปีที่ติดผลดก พันธุ์แดงแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ แดงเปลือกหนา และแดงเปลือกบาง พันธุ์แดงเกิดดอกและติดผลง่าย ติดผลค่อนข้างคงที่ ผลขนาดใหญ่ปานกลาง ขนาดผลค่อนข้างสม่ำเสมอ ทรงผลกลม ผิวสีน้ำตาลอมแดง ผิวเรียบ เปลือกบาง เนื้อหนาปานกลาง สีขาวครีมเนื้อเหนียว มีน้ำมากจึงมักแฉะ เมล็ดรูปร่างป้อม จุกใหญ่มาก แดงเปลือกหนามีขนาดผลใหญ่กว่า เปลือกหนากว่า เนื้อหนากว่า ส่วนลักษณะอื่นๆ คล้ายคลึงกัน

- พันธุ์อเหลืองหรือเหลือง มีทรงพุ่มค่อนข้างกลม ออกผลดก กิ่งเปราะหักง่ายเมื่อมีผลดกมากๆ ผลค่อนข้างกลม เนื้อสีขาวนวล เมล็ดกลม

- พันธุ์พวงทอง เป็นพันธุ์ที่ช่อดอกขนาดใหญ่กว้าง ผลทรงค่อนข้างกลมและเขียวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลมีกระสีน้ำตาล เนื้อหนา กรอบ สีขาวครีม รสหวาน เมล็ดขนาดปานกลางและแบน

- พันธุ์เพชรสาครทวย จัดว่าเป็นลำไยพันธุ์ทวยคือ สามารถออกดอกมากกว่าหนึ่งครั้งต่อปี มีใบขนาดเล็ก เรียวแหลม ออกดอกและให้ผลผลิตปีละ 2 รุ่น คือ รุ่นแรกออกดอกราวเดือนธันวาคม ถึงเดือนมกราคม และเก็บผลได้ประมาณเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน รุ่นที่สองออกดอกราวเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม เก็บเกี่ยวผลได้ในเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม ผลกลมเปลือกบางเนื้อมีสีขาวน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พันธุ์ปทุมธานีโคง มีผลสวยงามมาก ขนาดใหญ่ สีเขียวให้ผลดก แต่คุณภาพและรสชาติไม่ดี กลิ่นคาว ปัจจุบันพันธุ์นี้ลดลงเป็นอย่างมาก คงมีแต่สวนเก่าๆ ซึ่งมีเพียงบางต้นเท่านั้น
- พันธุ์ตลับนาค ผลขนาดใหญ่ ค่อนข้างกลม ผิวเปลือกเรียบ เนื้อหนา สีขาวใส เมล็ดเล็ก รสไม่ค่อยหวานจัด

สิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม

ดิน ลำไยสามารถขึ้นได้ดีในดินแทบทุกชนิด แม้กระทั่งดินลูกรังแต่ดินที่ลำไยชอบมาก คือ ดินร่วนปนทราย และดินตะกอน ซึ่งเกิดจากตะกอนกรวด หิน ดิน ทราย อินทรีย์วัตถุที่น้ำพัดพามาเกิดการทับถมของอินทรีย์วัตถุ ซึ่งจะสังเกตได้จากต้นลำไยที่ปลูกตามที่ราบลุ่มแม่น้ำปิง ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน เจริญงอกงามและให้ผลผลิตดี ดินที่ปลูกลำไยควรมีหน้าดินลึก การระบายน้ำดี สำหรับค่าของความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6

อุณหภูมิ โดยทั่วไปลำไยต้องการอากาศค่อนข้างเย็น อุณหภูมิที่สามารถเจริญเติบโตได้อยู่ระหว่าง 4 - 30 องศาเซลเซียส และต้องการอุณหภูมิต่ำ (10 - 20 องศาเซลเซียส) ในฤดูหนาว ช่วงหนึ่งคือประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคมเพื่อการออกดอก ซึ่งจะสังเกตว่าถ้าปีไหนอากาศหนาวเย็นนานๆ โดยไม่มีอากาศอบอุ่นเข้ามาแทรกลำไยจะมีการออกดอกติดผลดี

น้ำและความชื้น น้ำเป็นสิ่งจำเป็นในการเจริญเติบโตของต้นลำไยในแหล่งปลูกลำไย ควรมีปริมาณน้ำฝนอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยประมาณ 1,250 มิลลิเมตรต่อปี และควรมีการกระจายตัวของฝนดีประมาณ 100 - 150 วันต่อปี แต่อย่างไรก็ตามในบางช่วงลำไยต้องการน้ำน้อย คือในช่วงก่อนออกดอก แต่ในช่วงออกดอกติดผลลำไยต้องการน้ำมาก แสง แหล่งปลูกลำไยต้องโล่งแจ้ง มีแสงแดดส่องตลอดเวลา

การเตรียมพื้นที่ปลูก

1) การเตรียมพื้นที่ปลูกลำไยในที่ลุ่ม

พื้นที่ลุ่มส่วนมากเปลี่ยนจากพื้นที่นาเป็นสวนลำไย ลักษณะพื้นที่นั้นมักมีน้ำท่วมขังในช่วงฤดูฝน สภาพดินเป็นดินเหนียว มีระดับน้ำใต้ดินสูง จึงต้องขุดร่องแล้วดินที่ขุดขึ้นมาถมให้เป็นแปลงสูงพอให้พื้นน้ำท่วมขัง แปลงปลูกควรมีความกว้างประมาณ 6 - 8 เมตร ร่องน้ำระหว่างแปลงกว้างประมาณ 1 - 2 เมตร ลึก 0.5 - 1.5 เมตร ถ้าต้องการดินชั้นถมแปลงมากๆ ก็ขุดให้ลึก หลังจากขุดเสร็จควรปล่อยให้ดินยุบตัวสักกระยะหนึ่งจึงทำการวางระยะปลูก

2) การเตรียมพื้นที่ปลูกลำไยในที่ดอน

พื้นที่ดอนจะเป็นพื้นที่น้ำท่วมไม่ถึง เช่น พื้นที่ป่าเปิดใหม่หรือพื้นที่ที่ใช้ปลูกพืชไร่ การเตรียมพื้นที่ดอนเพื่อทำสวนลำไยต้องพิจารณาถึงปัจจัยเรื่องการให้น้ำแก่ต้นลำไย ควรวางแผนและจัดเตรียมหาแหล่งน้ำไว้ให้พร้อมสำหรับอนาคต พร้อมทั้งปลูกพืชบังลม เนื่องจากพื้นที่ดอนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เชิงเขาลมมักจะพัดแรงจัดถ้าไม่มีการป้องกัน อาจทำให้ต้นลำไยเกิดการโคนล้มเสียหาย นอกจากนี้ในช่วงหน้าแล้งควรทำแนวกันไฟไว้รอบๆ สวน

3) ระยะเวลาปลูก ของลำไยมีข้อพิจารณาดังนี้คือ

3.1. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยปกติดินดีมีความอุดมสมบูรณ์สูงต้นลำไยย่อมจะมีขนาดลำต้นและทรงต้น ตลอดจนการแผ่กระจายของรากกว้างกว่าการปลูกในดินไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้ถ้าเป็นที่ลุ่มระดับน้ำใต้ดินสูง การระบายน้ำไม่ค่อยดีควรปลูกระยะชิด เพื่อให้ได้จำนวนต้นต่อพื้นที่สูง เนื่องจากลำไยที่ปลูกในสภาพเช่นนี้มักอายุไม่ยืน อาจเก็บผลได้เพียง 5 - 10 ปี

3.2. ขนาดของทรงพุ่ม ลำไยมีนิสัยการออกดอกตรงปลายกิ่ง เมื่อทรงพุ่มชนกันบริเวณนั้นจะไม่ออกดอก และจะเจริญในด้านความสูงเนื่องจากแก่งแย่งแสง ทำให้ต้นสูงไม่สะดวกต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิต

3.3. การจัดการ ในกรณีที่ต้องการจะปลูกระยะชิดต้องมีการจัดการที่ดีเช่น การตัดแต่งกิ่งเพื่อควบคุมทรงต้น หรือตัดต้นเว้นต้น เมื่อทรงพุ่มชนกัน ระยะปลูกที่เหมาะสมของลำไยปกติจะอยู่ระหว่าง 8 - 12 x 8 - 12 เมตร แต่ถ้าต้องใช้ประโยชน์จากพื้นที่ให้มากที่สุดควรปลูกระยะชิด ซึ่งจะได้จำนวนต้นต่อพื้นที่สูง อาจใช้ระยะ 4 x 4 เมตร 5 x 5 เมตร หรือ 6 x 6 เมตร ลำไยจะเริ่มออกผลในปีที่ 2 - 3 การปลูกระยะชิดให้ผลผลิตต่อไร่สูงในระยะแรกและเมื่อทรงพุ่มชนกันต้องตัดต้นเว้นต้น จะได้ระยะปลูกเท่ากับ 8 x 8 เมตร 10 x 10 เมตร หรือ 12 x 12 เมตร ตามลำดับ

4) การเตรียมหลุมปลูก

ควรดูสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นหลัก ดินสมบูรณ์การเตรียมหลุมไม่ต้องลึก (หลุมเล็ก) ดินที่ไม่อุดมสมบูรณ์ควรเตรียมหลุมขนาดใหญ่ ถ้าพื้นที่เป็นที่ดินควรขุดหลุมให้กว้างและลึก แต่ถ้าเป็นที่ลุ่มอาจเตรียมหลุมขนาดเล็กหรืออาจเอาดินจากที่อื่นมากองให้เป็นโคกให้มีฐานกว้างประมาณ 1.5 เมตร สูงพื้นระดับน้ำสูงสุดขึ้นไปอีก 1 เมตร โดยทั่วไปขนาดของหลุมกว้าง x ยาว x สูงเท่ากับ 0.3 x 0.3 x 0.3 เมตร ถึง 1.0 x 1.0 x 1.0 เมตร เวลาขุดหลุมควรแยกดินชั้นบนและดินชั้นล่างนำอินทรีย์วัตถุ เช่น ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยคอกเก่าๆ ประมาณ 1 บุงก์ ผสมบนดินที่ขุดขึ้นมาและใส่ร็อคฟอสเฟต หรือกระดูกป่นอีก 100 กรัม คลุกเคล้าดินกับปุ๋ยให้เข้ากันดี จากนั้นนำดินชั้นบนใส่ลงก้นหลุม และดินชั้นล่างชั้นไว้ข้างบน

5) การเลือกพันธุ์ปลูก

พันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากที่สุดในปัจจุบันคือ พันธุ์อีดอ รองลงมาได้แก่ พันธุ์สีชมพู แห้วและเบี้ยวเขียว การเลือกพันธุ์ที่จะนำไปปลูกนับว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก จะต้องคัดเลือกกิ่งพันธุ์จากต้นที่ออกดอกติดผลสม่ำเสมอและปราศจากโรคโดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคพุ่มไม้กวาด ซึ่งโรคนี้นี้สามารถถ่ายทอดเชื้อไปกับกิ่งพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ฤดูปลูกลำไย

สามารถปลูกได้ตลอดปีแต่ในช่วงที่เหมาะสมคือ ปลายฤดูฝน(กันยายนถึงตุลาคม) ซึ่งมีความชื้นในดินและอากาศพอเหมาะ ลำไยจะเจริญเติบโตได้ดีและไม่ค่อยมีโรคและแมลงรบกวน แต่จะต้องให้น้ำบ้าง เกษตรกรจังหวัดเชียงใหม่และลำพูนมักนิยมปลูกในช่วงต้นฤดูฝนตั้งแต่เดือนกรกฎาคมเป็นต้นไป เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาในการรดน้ำ แต่ต้องระมัดระวังเรื่องน้ำขังบริเวณหลุมปลูกจึงต้องหมั่นคอยดูแลเมื่อมีน้ำขังต้องระบายน้ำออกจากหลุม

7) วิธีปลูก

ส่วนใหญ่ปลูกด้วยกิ่งตอนซึ่งจะชำในชะลอมไม้ไผ่สาน ทางภาคเหนือ เรียกว่า “เป๊าะ” การปลูกจะขุดตรงกลางหลุมที่เตรียมไว้ลึกประมาณ 1 ช่วงจอบ ใส่ปุ๋ยมูลคอกหรือปุ๋ยคอกประมาณครึ่งช้อนแกงก้นปลวกและแมลงในดิน แล้ววางกิ่งพันธุ์ลงทั้ง “เป๊าะ” กลบดินให้แน่นปักหลักก้นลมโยก ในกรณีที่ชำกิ่งตอนลงถุงพลาสติกดำ จะต้องเอาถุงพลาสติกดำออกก่อนแล้วจึงนำกิ่งพันธุ์ลงปลูก

การเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไย

โดยทั่วไปลำไยจะออกดอกประมาณปลายเดือนธันวาคมถึงต้นเดือนกุมภาพันธ์ และจะเก็บเกี่ยวผลผลิตปลายเดือนมิถุนายนถึงกันยายน ผลผลิตออกมากที่สุดประมาณเดือนสิงหาคม ใช้เวลาตั้งแต่ดอกบานจนกระทั่งแก่ประมาณ 5 เดือน เกษตรกรชาวสวนมักอาศัยความชำนาญ ในการเก็บโดยสังเกตจากขนาดของผล

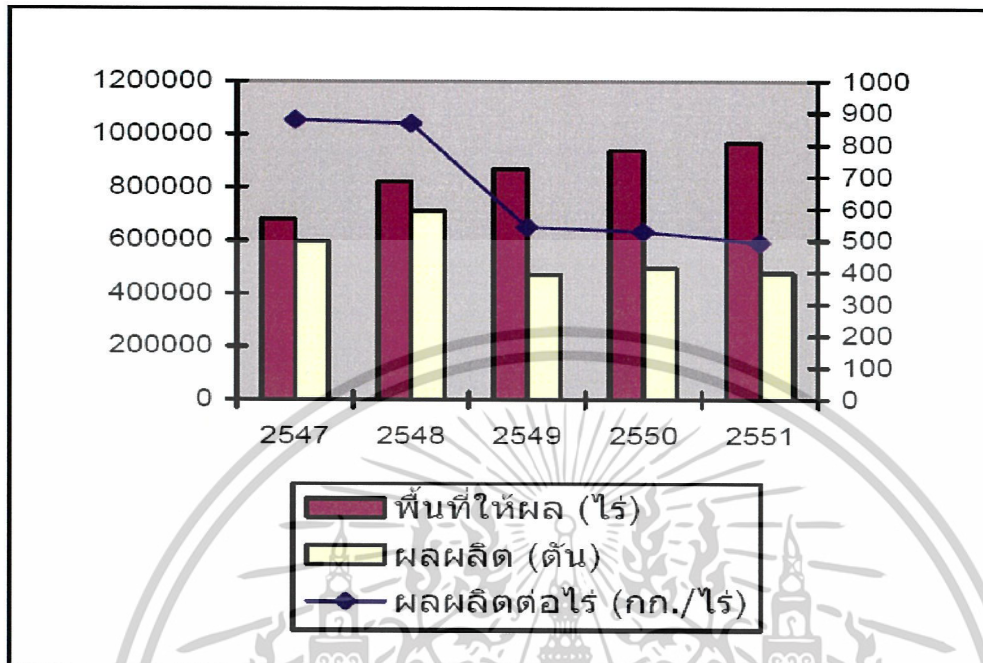
ข้อควรระวัง ไม่ควรปล่อยให้ลำไยทิ้งไว้ให้สุกนานเกินไป เพราะจะทำให้ลำไยรสจืด ไม่ควรหักก้านขอลำไยให้ลึกเกินไป ควรใช้กรรไกรตัด ไม่เก็บลำไยในวันที่ฝนตก และเมื่อเก็บลำไยแล้วควรนำส่งหรือขายทันที ก่อนการเก็บผลควรงดให้น้ำ 7 - 10 วัน ทั้งนี้เพื่อให้ผลลำไยมีคุณภาพ ไม่ควรเก็บผลที่ยังไม่แก่อย่าทิ้งให้ผลแก่จัดจนขึ้นหัว เพราะเนื้อลำไยจะจืด และยังทำให้ต้นลำไยโทรม

ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (ปี พ.ศ.2547-2551) พื้นที่ปลูกลำไยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากพื้นที่ให้ผล 680,294 ไร่ ในปี พ.ศ.2547 เป็นพื้นที่ให้ผล 966,831 ไร่ ในปี พ.ศ.2551 หรือเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 8.73 ต่อปี ขณะที่ผลผลิตและผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่มีแนวโน้มลดลง จาก 597,272 ตัน (878 กก./ไร่) ในปี พ.ศ.2547 เป็น 476,930 ตัน (493 กก./ไร่) ในปี พ.ศ.2551 หรือลดลงในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 7.80 และ 15.21 ต่อปี ตามลำดับ เนื่องจากราคาไม่จูงใจให้เกษตรกรเพิ่มการลงทุนในการดูแลรักษา และสภาพอากาศที่แปรปรวนทำให้ลำไยติดผลลดลง

สำหรับในปี พ.ศ.2551 พื้นที่ให้ผลเพิ่มขึ้นจาก 939,029 ไร่ของปี พ.ศ.2550 ร้อยละ 2.96 แต่ผลผลิตลดลงจาก 495,457 ตันของปี พ.ศ.2550 ร้อยละ 3.73 และผลผลิตต่อไร่ลดลงจาก 528 กิโลกรัมต่อไร่ของปี พ.ศ.2550 ร้อยละ 6.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่ให้ผลผลิตต่อไร่ของลำไย

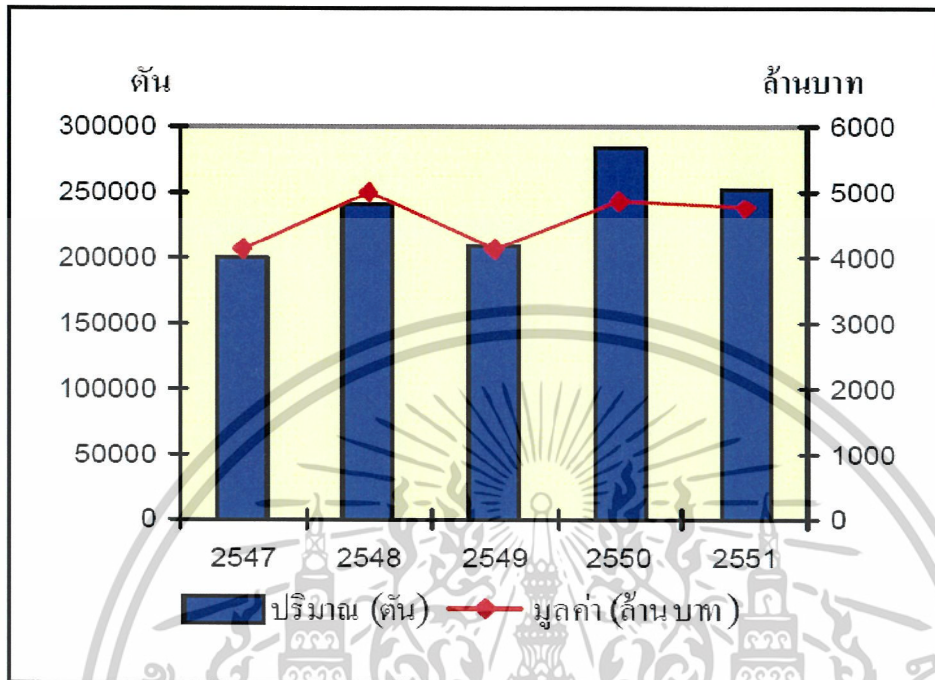


ไทยเป็นผู้ส่งออกลำไยรายใหญ่ของโลก โดยตลาดหลักของไทยได้แก่ สาธารณรัฐประชาชนจีน อินโดนีเซีย และฮ่องกง การส่งออกส่วนใหญ่ส่งออก ในรูปลำไยสดและลำไยอบแห้งโดยในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (ปี พ.ศ.2547-2551) ปริมาณการส่งออกลำไยสดและผลิตภัณฑ์ มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากปริมาณ 199,070 ตัน ในปี พ.ศ.2547 เป็นปริมาณ 252,000 ตัน ในปี พ.ศ.2551 หรือเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 6.56 ต่อปี และมูลค่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 4,137 ล้านบาท ในปี พ.ศ.2547 เป็น 4,757 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2551 หรือเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 2.60 ต่อปี

สำหรับในปี พ.ศ.2551 การส่งออกลำไยสดและผลิตภัณฑ์มีปริมาณและมูลค่าลดลงจาก 284,583 ตัน และ 4,879 ล้านบาท ในปี พ.ศ.2550 ร้อยละ 11.45 และ 2.50 ตามลำดับ เนื่องจากผลผลิตลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณและมูลค่าการส่งออกลำไย

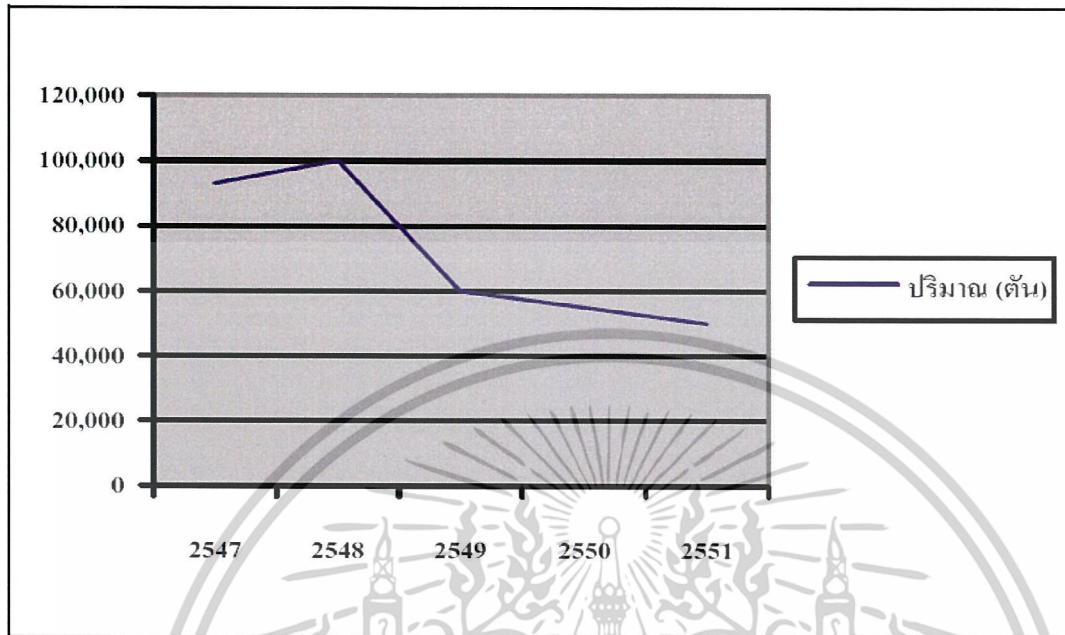


ผลผลิตลำไยส่วนใหญ่ที่ใช้ในประเทศจะอยู่ในรูปลำไยสด ส่วนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ลำไยอบแห้ง ลำไยกระป๋องและลำไยแช่แข็งที่ใช้ในประเทศจะมีปริมาณไม่มากนัก โดยในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (ปี พ.ศ.2547-2551) ปริมาณความต้องการบริโภคลำไยสดและผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงจากปริมาณ 93,000 ตัน ในปี พ.ศ.2547 เป็นปริมาณ 50,000 ตัน ในปี พ.ศ.2551 หรือลดลงเฉลี่ยร้อยละ 16.80 ต่อปี

สำหรับในปี 2551 ปริมาณความต้องการบริโภคลำไยสดลดลงจาก 55,000 ตัน ในปี พ.ศ.2550 คิดเป็นร้อยละ 9 ของปริมาณทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

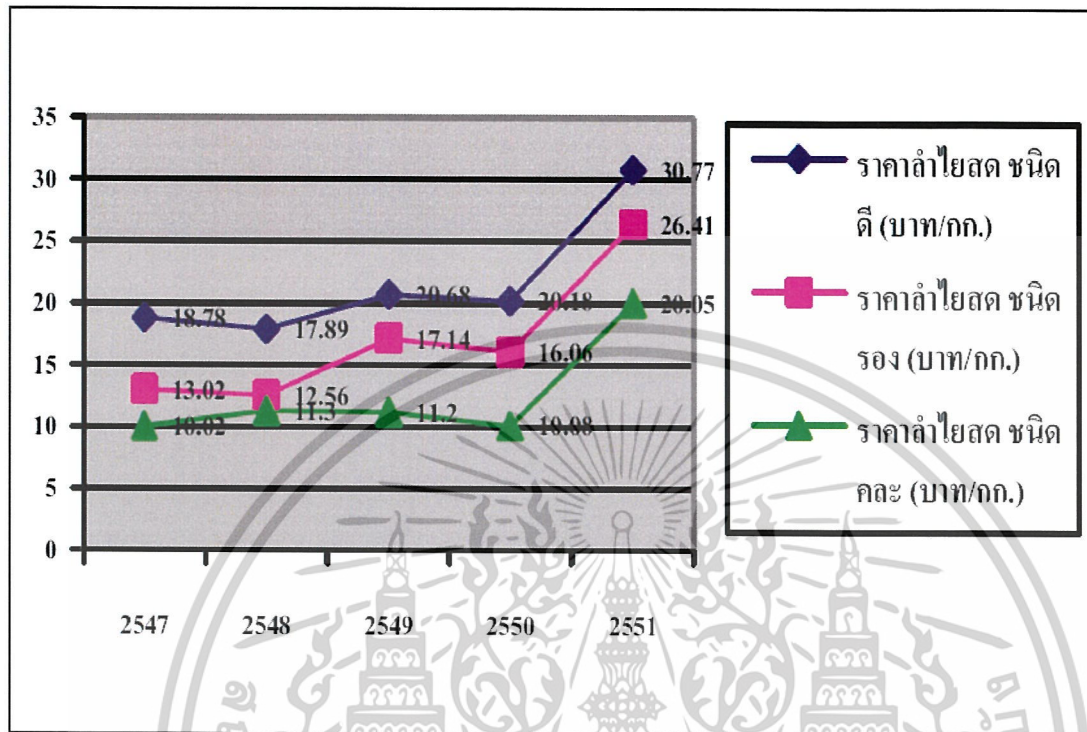
ปริมาณการบริโภคค่าไยภายในประเทศ



ราคาค่าไยสดที่เกษตรกรขายได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยราคาค่าไยสดชนิดดี ชนิดรอง และ ชนิดคละมีแนวโน้ม เพิ่มขึ้นจากราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 18.78 บาท 13.02 บาท และ 10.02 บาทในปี พ.ศ.2547 เป็นราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 30.77 บาท 26.41 บาท และ 20.05 บาท ในปี พ.ศ.2551 หรือ เพิ่มขึ้นใน อัตราเฉลี่ยร้อยละ 11.72 18.06 และ 13.57 ต่อปี ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

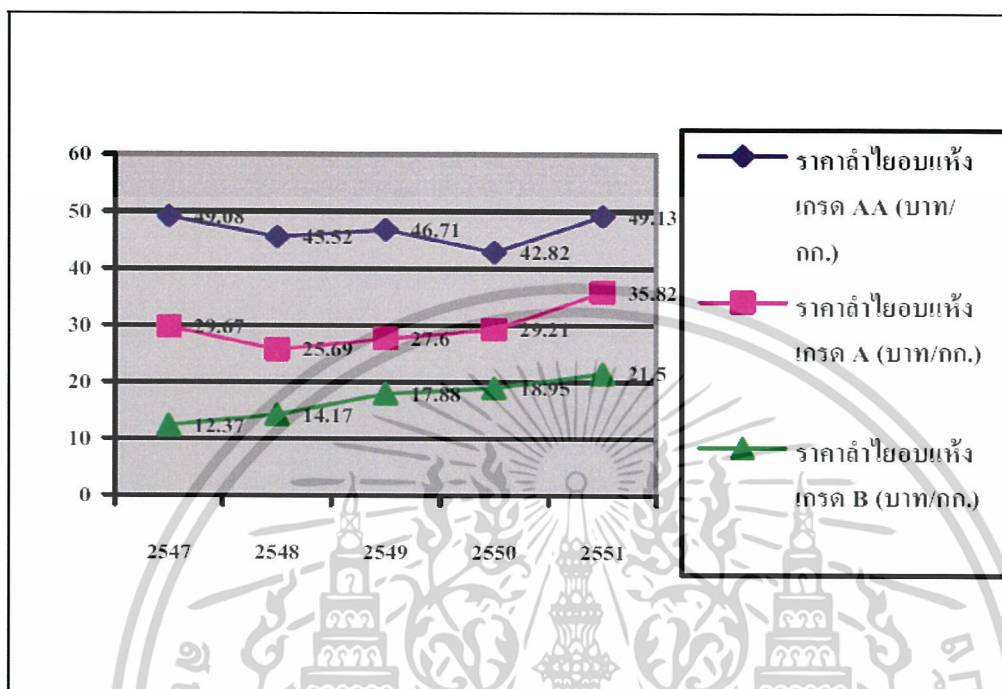
ราคาลำไยสดที่เกษตรกรขายได้



สำหรับราคาลำไยอบแห้งที่เกษตรกรขายได้ใน ช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (ปี พ.ศ.2547-2551) เกรด AA เฉลี่ยอยู่ที่ กิโลกรัมละ 46 บาท เกรด A เฉลี่ยกิโลกรัมละ 30 บาท และเกรด B เฉลี่ยกิโลกรัมละ 17 บาท โดยราคาลำไยอบแห้ง ที่เกษตรกรขายได้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราคาลำไยอบแห้งที่เกษตรกรขายได้



สำหรับในปี พ.ศ.2551 ราคาลำไยสดชนิดดี ชนิดรอง ชนิดคละ มีราคาเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2550 เป็นอย่างมาก คือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 52.48, 64.45 และ 98.91 ตามลำดับ เนื่องจากมีผลผลิตน้อย

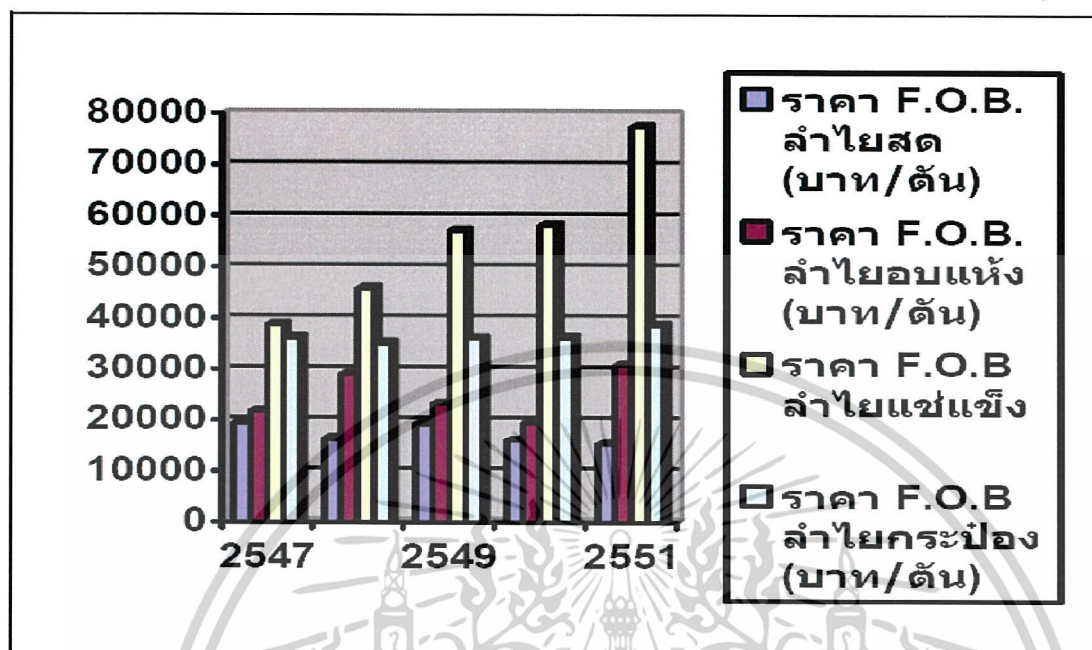
ราคาส่งออก

ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (ปี พ.ศ.2547-2551) ราคา F.O.B. ลำไยสดมีแนวโน้มลดลงจาก 19,516 บาท/ตัน ในปี พ.ศ.2547 เป็น 15,436 บาท/ตัน ในปี พ.ศ.2551 ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 4.84 ต่อปี ขณะที่ราคา F.O.B. เฉลี่ย ลำไยอบแห้ง ลำไยแช่แข็ง และลำไยกระป๋อง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จาก 21,865 บาท/ตัน 38,831 บาท/ตัน และ 36,322 บาท/ตัน ในปี พ.ศ.2547 เป็น 30,946 บาท/ตัน 77,556 บาท/ตัน และ 38,680 บาท/ตัน ในปี พ.ศ.2551 ตามลำดับ หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ย ร้อยละ 2.99, 17.60 และ 1.59 ตามลำดับ

สำหรับปี พ.ศ.2551 ราคาส่งออก F.O.B. เฉลี่ยของลำไยสด ลดลงจากปี พ.ศ.2550 ร้อยละ 3.57 ขณะที่ราคาส่งออก F.O.B. เฉลี่ยของลำไยอบแห้ง ลำไยแช่แข็ง และลำไยกระป๋อง เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2550 ร้อยละ 58.69, 32.99 และ 6.48 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราคาส่งออกลำไยและผลิตภัณฑ์



สำหรับปี พ.ศ.2551 ราคาส่งออก F.O.B. เฉลี่ยของลำไยสด ลดลงจากปี พ.ศ.2550 ร้อยละ 3.57 ขณะที่ราคาส่งออก F.O.B. เฉลี่ยของลำไยอบแห้ง ลำไยแช่แข็ง และลำไยกระป๋อง เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2550 ร้อยละ 58.69, 32.99 และ 6.48 ตามลำดับ

วิธีการเก็บเกี่ยว

การเก็บผลลำไยมักเริ่มเก็บตั้งแต่ตอนเช้าถึงบ่าย โดยใช้บันได หรือพะองพาดไปบนต้นลำไย นำช่อผลลำไยที่เก็บได้มาตากแห้งใบและก้าน ที่ไม่มีผลออก แต่ละช่อให้มีก้านยาวประมาณ 5 นิ้ว คัดขนาดผล และบรรจุลงในภาชนะ เช่น ตะกร้าพลาสติกหรือกล่องกระดาษ ในการเก็บเกี่ยวลำไยจะเก็บเกี่ยวครั้งเดียว ให้หมดทั้งต้นหรือไม่เกิน 2 ครั้ง

การบรรจุหีบห่อ

ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุลำไยเพื่อนำไปจำหน่ายในปัจจุบันมีดังนี้

1. ตะกร้าพลาสติก ในปัจจุบันนิยมใช้ ซึ่งบรรจุผลลำไยได้ 11 กิโลกรัม สำหรับตะกร้าขนาดเล็กและ 20 กิโลกรัม สำหรับตะกร้าขนาดใหญ่
2. กล่องกระดาษ ใช้สำหรับลำไยสด บรรจุได้ประมาณ 10 กิโลกรัม และ 15 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาค่าสมบัติทางกายภาพของผลลำไย

1. ความเสียหายระหว่างการขนส่งในบรรจุภัณฑ์ พบว่ามีความเสียหายมากที่สุด (18.9 - 19.0 %) เกิดกับบรรจุภัณฑ์บริเวณท้ายรถบรรทุกขนส่งช่วงของภาชนะที่อยู่บนสุด (ธีระพงศ์ 2551)

2. ค่ามิติ (Dimension) และน้ำหนักบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด ที่ใช้ในการบรรจุผลลำไยสดจากสวน มายังตลาด มี 2 แบบ ดังนี้ 1) แบบทรงสี่เหลี่ยมปิรามิดหัวตัด (Trapezoidal) 2) ทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle) ซึ่งทั้งหมด 2 แบบสามารถคำนวณค่าปริมาตรได้จากสูตรดังนี้ (ปานมนัส 2534)

$$\text{แบบที่ 1 ทรงสี่เหลี่ยมปิรามิดหัวตัด (Trapezoidal)} \quad V = 1/2 * h (A + A_1) \quad (1)$$

$$\text{แบบที่ 2 ทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle)} \quad V = L * W * H \quad (2)$$

$$\text{แบบที่ 3 ทรงกระบะ (Pick-up track bed)} \quad V = L_1 * W_1 * H_1 = [2(l * w * h)] \quad (3)$$

เมื่อ $V =$ ปริมาตรของตะกร้า (m^3)

$h =$ ความสูงระหว่างพื้นที่ A กับ A_1 (m)

$A =$ พื้นที่ปากตะกร้า (m^2)

$A_1 =$ พื้นที่ก้นตะกร้า (m^2)

$L =$ ความยาวของตะกร้า (m)

$W =$ ความกว้างของตะกร้า (m)

$H =$ ความลึกของตะกร้า (m)

$L_1 =$ ความยาวของภาชนะบรรจุทุก (m)

$W_1 =$ ความกว้างของภาชนะบรรจุทุก (m)

$H_1 =$ ความลึกของภาชนะบรรจุทุก (m)

$l =$ ความยาวซุ้มล้อของภาชนะบรรจุทุก (m)

$w =$ ความกว้างซุ้มล้อของภาชนะบรรจุทุก (m)

$h =$ ความลึกซุ้มล้อของภาชนะบรรจุทุก (m)

3. ค่ามิติ ของผลไม้สามารถคำนวณหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (Geometer Mean Diameter, GMD) โดยวัดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ยาวที่สุด (a) เส้นผ่าศูนย์กลางที่ยาวที่สุดที่ตั้งฉากกับ a (b) และเส้นผ่าศูนย์กลางที่ยาวที่สุดที่ตั้งฉากกับ a และ b (c) สามารถนวมคำนวณได้จากสูตร (ปานมนัส 2538)

$$\text{Geometer Mean Diameter, GMD} = (abc)^{1/3} \quad (4)$$

เมื่อ $a =$ เส้นผ่าศูนย์กลางที่ยาวที่สุด

$b =$ เส้นผ่าศูนย์กลางที่ยาวที่สุดที่ตั้งฉากกับ a

$c =$ เส้นผ่าศูนย์กลางที่ยาวที่สุดที่ตั้งฉากกับ a และ b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความเป็นทรงกลม (Sphericity, S_p) ของผลไม้สามารถหาได้โดยใช้ขนาดของค่ามิติหาขนาดของผลไม้ต่อเส้นผ่าศูนย์กลางที่ยาวที่สุด สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้ (Mohsenin, N.N. 1996)

$$S_p = ((a*b*c)^{1/3})/a \quad (5)$$

(a,b,c ไม่จำเป็นต้องตัดกันที่จุดเดียวกัน)

5. ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity, SG) หาได้จากค่าความหนาแน่นเนื้อของผลไม้ต่อความหนาแน่นของน้ำ สามารถคำนวณได้จากสูตร (ปานมนัส 2538)

$$SG = \rho_1 / \rho_w \quad (6)$$

เมื่อ ρ_1 = ความหนาแน่นเนื้อของผลไม้

ρ_w = ความหนาแน่นของน้ำ

6. ความหนาแน่นของภาชนะบรรจุ (Packing Density, PD) ที่ใช้ในการขนส่งผลไม้ นั่นคือ ปริมาตรของผลไม้ที่บรรจุอยู่ในภาชนะทั้งหมดต่อปริมาตรของภาชนะสามารถคำนวณได้จากสูตร (บัณฑิต 2545)

$$PD = V_1 / V_c \quad (7)$$

เมื่อ V_1 = ปริมาตรของผลไม้ที่บรรจุอยู่ในภาชนะทั้งหมด (cm^3)

V_c = ปริมาตรของภาชนะที่บรรจุผลไม้ (cm^3)

7. หามุมกองพื้น (Angle of Repose, AR) ของวัสดุ คือ มุมที่กองวัสดุทำกับพื้นราบมี 2 แบบ คือแบบบรรจุ (Filling) และแบบถ่ายเท (Emptying) สามารถคำนวณได้ทั้ง 2 แบบดังนี้ (ปานมนัส 2538)

7.1 แบบบรรจุ (Filling)

$$\theta = \tan^{-1}(h/r) \quad (8)$$

เมื่อ h = ความสูงของกองวัสดุ (mm)

r = รัศมีของกองวัสดุ (mm)

7.2 แบบถ่ายเท (Emptying)

$$\theta = \tan^{-1}(h/l) \quad (9)$$

เมื่อ h = ความสูงของกองวัสดุที่อยู่ในกล่อง (mm)

l = ความกว้างของกองวัสดุที่อยู่ในกล่อง (mm)

8. ความพรุน (Porosity, η) ของผลไม้เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงปริมาณช่องว่างที่มีอยู่ในกองผลไม้ สามารถนำมาคำนวณหาได้จากสูตร (Mohsenin, N.N. 1996)

$$\eta = (1 - (\rho_b/\rho_i)) * 100 \quad (10)$$

เมื่อ η = ความพรุน (%)

ρ_i = ความหนาแน่นเนื้อของผลไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษานี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ρ_B = ความหนาแน่นรวมของผลไม้

9. ความแน่นเนื้อ (Firmness) ความแน่นเนื้อของผลไม้หาได้จากแรงกระแทกสูงสุดที่กระทำต่อการเปลี่ยนแปลงรูปมากที่สุด ซึ่งสูตรที่นิยมใช้โดยทั่วไปคือ

$$\text{Firmness} = F/D \tag{11}$$

เมื่อ F = แรงกระแทกสูงสุด

D = การเปลี่ยนแปลงรูปมากที่สุด

10. ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (Coefficient of static friction, μ) ความเสียดทานของชีวะวัสดุมีส่วนสำคัญและเกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกลเกษตร และอาหาร โดยความเสียดทานที่เกิดขึ้นอาจอยู่ในลักษณะของแรงที่กระทำต่อวัสดุที่เคลื่อนที่ หรืออยู่ในลักษณะของแรงที่กระทำต่อภาชนะที่บรรจุวัสดุต่างๆ ในไซโลหรือโรงเก็บเมล็ดพืชแรงที่กระทำดังกล่าวกับผนังนั้นสามารถคำนวณหาได้จากค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจากสูตร (Mohsenin, N.N. 1996)

$$\mu = \tan \theta \tag{12}$$

เมื่อ θ = มุมที่อ่านได้จากอุปกรณ์หาค่าความเสียดทานสถิต (degree)



103136

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การทดลอง

การดำเนินงาน

ในการทดลองใช้ลำไยพันธุ์สีชมพู จำนวน 60 กิโลกรัม จากอำเภอบ้านธิ จังหวัดลำพูนและลำไยพันธุ์เขียวเขียวจากอำเภอสาร์ภี จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 60 กิโลกรัม ทั้งสองพันธุ์ทำการอบชั้นเฟอร์(กำมะถัน)เพื่อฆ่าเชื้อที่ผิวภายนอกของผลลำไย โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความเสียหายระหว่างการขนส่ง

ในการสุ่มซื้อผลลำไยสดพันธุ์สีชมพูจากเกษตรกรชาวสวนลำไย ในเขตอำเภอบ้านธิ จังหวัดลำพูน (เก็บผลลำไย ณ วันที่ 4 สิงหาคม 2545) และลำไยสดพันธุ์เขียวเขียวจากเกษตรกรชาวสวนลำไยในเขตอำเภอสาร์ภี จังหวัดเชียงใหม่ (เก็บผลลำไย ณ วันที่ 5 สิงหาคม 2551) จำนวนพันธุ์ละ 60 กิโลกรัม ก่อนที่จะได้ทำการขนส่งมายังตลาดขายส่งในกรุงเทพฯ ได้ทำการนำผลลำไยสดไปอบชั้นเฟอร์(กำมะถัน)เพื่อฆ่าเชื้อที่ผิวภายนอกของผลลำไย ส่งผลให้สีผิวของผลลำไยทั้ง 2 พันธุ์เปลี่ยนแปลงไป ก่อนการอบชั้นเฟอร์สีผิวของผลลำไยพันธุ์สีชมพูมีสีน้ำตาลอมเหลืองอ่อน ๆ ส่วนพันธุ์เขียวเขียว มีสีผิวของผลลำไยสีน้ำตาลอมเหลืองอมเขียวอ่อน หลังจากทีอบชั้นเฟอร์แล้วสีผิวของผลลำไยทั้งสองพันธุ์ได้เปลี่ยนไปบางเล็กน้อย พันธุ์สีชมพูมีสีน้ำตาลอ่อนอมเหลือง และพันธุ์เขียวเขียวมีสีน้ำตาลอ่อนอมเหลืองอมเขียว แล้วจึงได้วางพ้อค้าขายส่งผลไม้ที่ทำธุรกิจขายส่งผลไม้ในเขตภาคเหนือ มาส่งขายตลาดในกรุงเทพฯทำการขนส่งลำไยทั้ง 2 พันธุ์มายังตลาดขายส่งในกรุงเทพฯด้วยรถ 10 ล้อ (ดังรูป 3.1)โดยบรรจุผลลำไยในตะกร้าทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า(Rectangle) นำมาหาค่าของความเสียหายโดยการหาเปอร์เซ็นต์ความเสียหายต่างๆ ของทั้งสองพันธุ์ (ดังรูป 3.2) ได้แก่

- 1.1 ผลร่วง(Detached)
- 1.2 ผลแตก(Cracked)
- 1.3 ผลเปลี่ยนรูป(Deformed)
- 1.4 ช้ำ(Bruised)
- 1.5 แหว่งทะลุ(Punctured)
- 1.6 เน่า(Decay)
- 1.7 ดำ(Black) เนื่องจากถูกรวมด้วยกำมะถันมากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



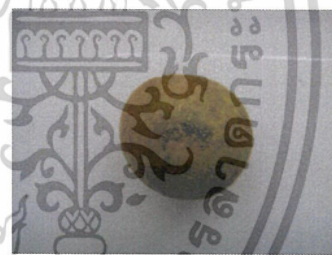
รูปที่ 3.1 แสดงการขนส่ง



ร่วง



ขำ



ดำ



ทะลุ



เน่า



บวม



แตก

รูปที่ 3.2 แสดงความเสียหายของผลลำไย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 สมบัติทางกายภาพของผลลำไย

แบ่งเป็น 8 การทดลอง ได้แก่ การหาค่ามิติ (Dimension) จากเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (Geometer Mean Diameter, GMD) การหาค่าความเป็นทรงกลม (Sphericity, Sp) การหาค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity, SG) การหาค่าความหนาแน่นของภาชนะบรรจุ (Packing Density, PD) การหาค่ามุมกองพื้น (Angle of Repose, AR) การหาค่าความพรุน (Porosity, η) การหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (Coefficient of static friction, μ), และความแน่นเนื้อ (Firmness)

การทดลองที่ 1 : การหาค่ามิติ (Dimension) จากเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (Geometer Mean Diameter, GMD)

อุปกรณ์

1. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
2. ลำไยพันธุ์เบียวเขียว จำนวน 100 ลูก
3. ลำไยพันธุ์สีชมพู จำนวน 100 ลูก

วิธีการ

1. วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลลำไยด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (ดังรูปที่ 3.3)
 - เมื่อ (a) : วัดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ยาวที่สุด
 - (b) : เส้นผ่าศูนย์กลางที่ยาวที่สุดที่ตั้งฉากกับ a
 - (c) : เส้นผ่าศูนย์กลางที่ยาวที่สุดที่ตั้งฉากกับ a และ b

* a, b, c ไม่จำเป็นต้องตัดกันที่จุดเดียวกัน
2. บันทึกผล
3. คำนวณตามสมการที่ (4)

การทดลองที่ 2 : การหาค่าความเป็นทรงกลม (Sphericity, S_p)

อุปกรณ์

1. เวอร์เนียคาลิเปอร์
2. ถ้ำใยพันธุ์เป็ยงเจียว จำนวน 100 ลูก (ลูกเดิมในการทดลองที่ 1)
3. ถ้ำใยพันธุ์สีชมพู จำนวน 100 ลูก (ลูกเดิมในการทดลองที่ 1)

วิธีการ

1. นำค่าที่ได้จากการทดลองที่ 1 มาคำนวณตามสมการที่ (5)



รูปที่ 3.3 แสดงการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลลำไย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 3 : การหาค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity, SG)

อุปกรณ์

1. บีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. น้ำกลั่น
3. เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์
4. ขาดังพร้อมที่จับ
5. ไม้เสียบผลไม้
6. ลำไยพันธุ์เขียวเขียว จำนวน 30 ลูก
7. ลำไยพันธุ์สีชมพู จำนวน 30 ลูก

วิธีการ

1. นำลำไยไปชั่งในเครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ บันทึกผล (m_1)
2. ชั่งบีกเกอร์ในเครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ที่มีน้ำกลั่นอยู่ 250 มิลลิลิตร บันทึกผล (m_2)
3. จากนั้นเอาไม้เสียบลำไยแล้วจุ่มในน้ำกลั่นให้ท่วมพอดี (ดังรูปที่ 3.4) บันทึกผล (m_3)
4. คำนวณหาปริมาตรของลำไย $V_m = m_3 - m_2$
5. คำนวณหาความหนาแน่นเนื้อของผลลำไย $\rho_f = m_1 / V_m$
6. คำนวณหาความถ่วงจำเพาะของลำไย จากสมการ (6)



รูปที่ 3.4 แสดงการชั่งลำไยในน้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 4 : การหาค่าความหนาแน่นของภาชนะบรรจุ (Packing Density, PD)

อุปกรณ์

1. ตะกร้าที่มีลำไยอยู่ในตะกร้า
2. ตลับเมตร

วิธีการ

1. ทำการหาปริมาตรของลำไยที่บรรจุอยู่ในภาชนะทั้งหมด (V_1)
2. ทำการวัดหาปริมาตรของภาชนะบรรจุลำไย (V_2)
3. คำนวณหาความหนาแน่นของภาชนะบรรจุ จากสมการที่ (7)



รูปที่ 3.5 แสดงภาชนะที่บรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 5 : การหาค่ามุมกองพื้น (Angle of Repose, AR)

การหาค่ามุมกองพื้นมีวิธีการหา 2 แบบ คือ แบบบรรจุ (Filling) และแบบถ่ายเท (Emptying)

- แบบบรรจุ (Filling)

อุปกรณ์

1. ไม้บรรทัด 2 อัน
2. กระดานไม้อัด
3. กระป๋องขนาด 5045.436 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. ลำไยพันธุ์เขียวและพันธุ์สีชมพู

วิธีการ

1. เอาลำไยใส่ในกระป๋อง
2. คั่วกระป๋องลงแผ่นกระดานไม้อัดแล้วดึงออกมาช้าๆ
3. ทำการวัดหาค่ารัศมีของกองลำไย (r) และค่าความสูงของกองลำไย (h) ดังรูป 3.6
4. ทำการทดลอง 30 ครั้ง และบันทึกผล
5. ทำการคำนวณหาค่ามุมกองพื้น จากสมการที่ (8)



รูปที่ 3.6 แสดงการหาค่ามุมกองพื้นแบบบรรจุ (Filling)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แบบถ่ายเท (Emptying)

อุปกรณ์

1. ไม้บรรทัด 1 อัน
2. ตะกร้ารองผลลำไย
3. กล่องสี่เหลี่ยมปริมาตร 7411.20 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. ลำไยพันธุ์เขียวเขียวและพันธุ์สีชมพู

วิธีการ

1. เอลำไยใส่ในกล่องสี่เหลี่ยม
2. ดึงแผ่นด้านข้างออกช้าๆ ลำไยจะถ่ายเทออกจากกล่องบางส่วน และจะค้างในกล่องบางส่วน
3. ทำการวัดหาค่าความกว้างของกล่องลำไยที่อยู่ในกล่อง (l) และค่าความสูงของกล่องลำไยที่อยู่ในกล่อง (h) ดังรูป 3.7
4. ทำการทดลอง 30 ครั้ง และบันทึกผล
5. ทำการคำนวณหาค่ามุมกองพื่น จากสมการที่ (9)



รูปที่ 3.7 แสดงการหาค่ามุมกองพื่นแบบแบบถ่ายเท (Emptying)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

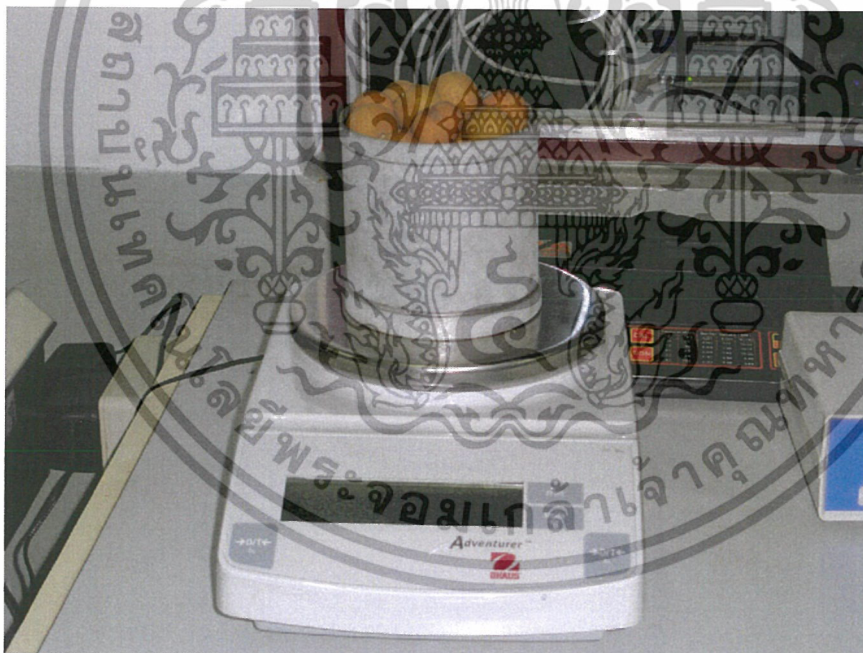
การทดลองที่ 6 : การหาค่าความพรุน (Porosity, η)

อุปกรณ์

1. กระจกสังกะสี ขนาด 1045.436 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์
3. ถ้ำไยพันธุ์เขียวจำนวน 30 ลูก
4. ถ้ำไยพันธุ์สีชมพูจำนวน 30 ลูก

วิธีการ

1. ชั่งกระจกสังกะสี บันทึกผล (m_1)
2. ชั่งกระจกที่มีถ้ำไยเต็มพอดี (ดังรูป 3.8) บันทึกผล (m_2)
3. คำนวณหาน้ำหนักของถ้ำไย $m_3 = m_2 - m_1$
4. คำนวณหาความหนาแน่นรวมของถ้ำไย $\rho_B = m_3 / V$
5. คำนวณหาความพรุน จากสมการที่ (10)



รูปที่ 3.8 แสดงการหาความพรุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 7 : การหาค่าความแน่นเนื้อ (Firmness)

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดสมบัติเชิงกลของผักและผลไม้ 1 เครื่อง พร้อมหัวกด 5 มม.
2. เครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อม software ในการจะทำการทดลอง
3. กระดาษใส่ทรายจนเต็ม
4. ผลลำไยพันธุ์สีชมพูและพันธุ์เขียวเขียว

วิธีการ

1. เปิดเครื่องวัดสมบัติเชิงกล และติดตั้งหัวกดแบบทรงกระบอก ขนาดหัวกด 5 มม.
2. นำตัวอย่างผลลำไยทั้ง 2 พันธุ์ พันธุ์ละ 50 ลูก วางบนแท่งวางเครื่อง
3. เลื่อนหัวกดลงมาในตำแหน่งเตรียมทดสอบ (สูงจากผิวของผลลำไย 1 มม.)
4. เริ่มทำการบันทึกข้อมูลพร้อมกับสั่งให้หัวกดทำงาน ความเร็วในการกด 25 มม/วินาที ปล่อยให้หัวกดแทงทะลุเปลือกของผลลำไย - หลังจากนั้นหัวกดจะหยุดอัตโนมัติและบันทึกผลการทดลอง
5. ยกหัวกดให้พ้นจากผิวของผลลำไย
6. นำข้อมูลผลการทดลองที่ได้มาเขียนกราฟระหว่างแรงกดกับการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (deformation)
7. เปรียบเทียบผลระหว่างลำไยทั้ง 2 พันธุ์
8. คำนวณหาค่าความแน่นเนื้อ จากสมการที่ (11)



รูปที่ 3.9 แสดงการกดแบบแทงทะลุโดยใช้หัวกดแบบแท่งทรงกระบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 8 : การหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (Coefficient of static friction, μ)

อุปกรณ์

1. เครื่องมือวัดค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต พื้นผิวสัมผัสทั้ง 4 ชนิด คือ แผ่นไม้อัด แผ่นเหล็ก แผ่นสแตนเลส และพลาสติกสีขาว
2. เครื่องมือวัดมุม
3. กลองไม้สี่เหลี่ยมทะลุทั้งสองด้านขนาด 10×10 เซนติเมตร
4. ลำไยพันธุ์เขียวเขียวและพันธุ์สีชมพู

วิธีการ

1. เอาลำไยใส่กล่องไม้ให้เต็มพอดี
2. วางลงบนเครื่องมือวัดค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตพื้นผิวสัมผัส แบบแผ่นไม้อัด
3. ดึงเชือกที่เครื่องมือวัด
4. ดูค่ามุมที่เครื่องมือวัดมุม แล้วบันทึกผล ดังรูป 3.10
5. ทำการทดลอง 30 ครั้ง ทุกพื้นผิวสัมผัส
6. คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต จากสมการที่ (12)



รูปที่ 3.10 แสดงการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. ความสูญเสียระหว่างการขนส่ง

ในการสุ่มซื้อผลลำไยพันธุ์สีชมพูจากเกษตรกรชาวสวนลำไยในเขตอำเภอบ้านธิ จังหวัดลำพูนและลำไยพันธุ์เขียวเขียวจากเกษตรกรชาวสวนลำไยในเขตอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่จำนวนพันธุ์ละ 60 กิโลกรัม ได้ทำการอบซัลเฟอร์(กำมะถัน)เพื่อฆ่าเชื้อที่ผิวภายนอกของผลลำไย แล้วจึงได้ทำการว่าจ้างขนส่งลำไยทั้ง 2 พันธุ์มายังตลาดไทโดยรถ 10 ล้อ พบว่าค่าความสูญเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวซึ่งเป็นความเสียหายเชิงกลเฉลี่ยทั้ง 2 พันธุ์ ซึ่งได้แก่ พันธุ์สีชมพู ผลร่วง (detached) เฉลี่ย $0.05 \pm 0.01\%$, ผลแตก(cracked) เฉลี่ย $0.43 \pm 0.15\%$, ผลเปลี่ยนรูป (deformed) เฉลี่ย $0.10 \pm 0.11\%$, ช้ำ (bruised) เฉลี่ย $1.08 \pm 0.025\%$, แทะทะลุ (punctured) เฉลี่ย $3.31 \pm 0.41\%$, เน่า (decay) เฉลี่ย $0.07 \pm 0.09\%$ และดำ(black) เฉลี่ย $0.50 \pm 0.46\%$ เนื่องจากถูกรวมด้วยกำมะถันมากเกินไป โดยมีน้ำหนักของลำไยเฉลี่ย $19.77 \pm 0.62\%$ กิโลกรัมต่อตะกร้า พันธุ์เขียวเขียว ผลร่วง (detached) เฉลี่ย $0.03 \pm 0.00\%$, ผลแตก(cracked) เฉลี่ย $0.11 \pm 0.13\%$, ผลเปลี่ยนรูป (deformed) เฉลี่ย $0.03 \pm 0.05\%$, ช้ำ (bruised) เฉลี่ย $0.32 \pm 0.44\%$, แทะทะลุ (punctured) เฉลี่ย $0.43 \pm 0.61\%$, เน่า (decay) เฉลี่ย $0.03 \pm 0.05\%$ และดำ(black) เฉลี่ย $0.06 \pm 0.10\%$ เนื่องจากถูกรวมด้วยกำมะถันมากเกินไป โดยมีน้ำหนักของลำไยเฉลี่ย $20.92 \pm 1.10\%$ กิโลกรัมต่อตะกร้า (Fig 1) แสดงความเสียหายของลำไยทั้ง 2 พันธุ์ในรูปแบบต่าง ๆ ในการขนส่งจะใช้ภาชนะบรรจุแบบตะกร้าทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle) แล้วบันทึกผล (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 แสดงเปอร์เซ็นต์ความเสียหายเฉลี่ยของลำไยพันธุ์เปี้ยวเขียวและสีชมพูจากตะกร้าแบบ ตะกร้าทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle)

Varity	Total Weight (kg)	Mechanical Damage (%)*						
		detached	cracked	deformed	bruised	punctured	black (sulfur)	decay
Chompoo(1)	19.37	0.05	0.52	0	1.33	3.77	0.22	0.17
Chompoo(2)	20.48	0.05	0.25	0.22	0.83	3.19	0.26	0.00
Chompoo(3)	19.45	0.04	0.51	0.08	1.07	2.98	1.03	0.05
Average ± Sd	19.77 ±0.62	0.05 ±0.01	0.43 ±0.15	0.10 ±0.11	1.08 ±0.25	3.31 ±0.41	0.50 ±0.46	0.07 ±0.09
Biawkhiaiw(1)	21.38	0.03	0	0	0.83	1.12	0	0
Biawkhiaiw(2)	21.72	0.03	0.25	0.08	0.05	0.16	0.17	0
Biawkhiaiw(3)	19.67	0.03	0.09	0	0.09	0	0	0.08
Average ± Sd	20.92 ±1.10	0.03 ±0.00	0.11 ±0.13	0.03 ±0.05	0.32 ±0.44	0.43 ±0.61	0.06 ±0.10	0.03 ±0.05

* Mechanical Damage (%) = (No. of damaged longan(kg) / Total Weight of longan in container (kg))*100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สมบัติทางกายภาพของผลลำไย

1) มิติ หรือขนาดในการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (Geometer Mean Diameter, GMD) ของผลลำไยพันธุ์เบ็ญเขียวได้ค่าเฉลี่ย $GMD = 28.37 \pm 1.40$ และลำไยพันธุ์สีชมพูได้ค่าเฉลี่ย $GMD = 26.17 \pm 1.15$ ซึ่งมีขายในช่วงเดือนสิงหาคมจนถึงต้นเดือนกันยายน โดยแบ่งเป็น 3 ขนาด คือ ใหญ่ (AAA), กลาง (AA), เล็ก (A) (ตาราง 4.2)

ตารางที่ 4.2 แสดงการแบ่งเกรดและขนาดของผลลำไยพันธุ์เบ็ญเขียวและสีชมพู (Commercial Size Grading of Longan Fruit)

Grading	Y-axis*(mm)	
	Biawkhiaw	Chompoo
Big(AAA)	Greater than 32.41	Greater than 31.52
Medium(AA)	Greater than 28.72 to 32.41	Greater than 27.39 to 31.52
Small (A)	Greater than 25.03 to 28.72	Greater than 23.23 to 27.39

* Normally, diameter measured along Y-axis is the longest compared with the measured along X and Y axis.

2) ลำไยพันธุ์เบ็ญเขียว ลำไยพันธุ์สีชมพู วัดได้ค่าโดยเฉลี่ย ความเป็นทรงกลม (Sphericity, Sp) เท่ากับ 0.94 ± 0.03 และ 0.93 ± 0.02 , ผลค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity, SG) เท่ากับ 1.11 ± 0.04 และ 1.12 ± 0.04 , ผลของความหนาแน่นของภาชนะบรรจุ (Packing Density, PD) ของผลลำไยซึ่งมีภาชนะบรรจุ 3 แบบนั้น โดยแบบที่ 1 มีค่าเฉลี่ย PD (Trapezoidal) = 0.38 ± 0.00 , แบบที่ 2 มีค่าเฉลี่ย PD (Rectangle) = 0.35 ± 0.03 และแบบที่ 3 มีค่าเฉลี่ย PD (Rectangle) = 0.44 ± 0.03 , ผลค่ามุมกองพื้น (Angle of Repose, AR) ลำไยพันธุ์เบ็ญเขียว แบบบรรจุ (Filling) = 16.89 ± 3.26 แบบถ่ายเท (Emptying) = 35.71 ± 2.42 และลำไยพันธุ์สีชมพู แบบบรรจุ (Filling) = 14.70 ± 2.28 แบบถ่ายเท (Emptying) = 28.01 ± 3.89 , ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (Coefficient of static friction, μ) ลำไยพันธุ์เบ็ญเขียว ได้ค่าเฉลี่ยของแผ่นไม้อัด มีค่า $\mu = 0.39 \pm 0.06b$, ค่าเฉลี่ยของแผ่นเหล็ก $\mu = 0.40 \pm 0.03b$, ค่าเฉลี่ยของแผ่นสแตนเลส $\mu = 0.35 \pm 0.02a$ ค่าเฉลี่ยของแผ่นพลาสติกสีขาว $\mu = 0.35 \pm 0.02a$ และลำไยพันธุ์เบ็ญเขียวสีชมพู ได้ค่าเฉลี่ยของแผ่นไม้อัด มีค่า $\mu = 0.33 \pm 0.04b$, ค่าเฉลี่ยของแผ่นเหล็ก $\mu = 0.45 \pm 0.06c$, ค่าเฉลี่ยของแผ่นสแตนเลส $\mu = 0.26 \pm 0.02a$ ค่าเฉลี่ยของแผ่นพลาสติกสีขาว $\mu = 0.31 \pm 0.03b$, เปอร์เซ็นต์ความพรุน (Porosity, η) ของผลลำไยพันธุ์เบ็ญเขียว $\eta = 49.58 \pm 1.23$ และของผลลำไยพันธุ์สีชมพู $\eta = 49.74 \pm 0.86$, ความแน่นเนื้อ (Firmness) ของลำไยพันธุ์เบ็ญเขียว = 5.09 ± 0.93 และของผลลำไยพันธุ์สีชมพู = 5.14 ± 0.95 (ตาราง 4.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของผลลำไยพันธุ์เบี้ยวเขียวและสีชมพู

Physical Properties	Average±Sd	
	Biawkhiaw	Chompoo
Geometric Mean Diameter (mm ³)	28.37 ± 1.40	26.17 ± 1.15
Sphericity (Sp)	0.94 ± 0.03	0.93 ± 0.02
Specific Gravity (SG)	1.11 ± 0.04	1.12 ± 0.04
Porosity (η)%	49.58 ± 1.23	49.74 ± 0.86
Angle of Repose (Degrees)		
Filling method	16.89 ± 3.26	14.70 ± 2.28
Emptying method	35.71 ± 2.42	28.01 ± 3.89
Packing Density (PD)		
PD(Trapezoidal)	0.38 ± 0.00	0.38 ± 0.00
PD(Rectangle)	0.35 ± 0.03	0.35 ± 0.03
PD(Pick-up track bed)	0.44 ± 0.03	0.44 ± 0.03
Coefficient of static friction (μ) on various surfaces		
Plywood	0.39 ± 0.06b	0.33 ± 0.04b
Steel	0.40 ± 0.03b	0.45 ± 0.06c
Stainless steel	0.35 ± 0.02a	0.26 ± 0.02a
Plastic	0.35 ± 0.02a	0.31 ± 0.03b
Firmness	5.09 ± 0.93	5.14 ± 0.95

ผลจากการศึกษาภาชนะบรรจุลำไยทั้ง 3 แบบ มีค่าปริมาตรและน้ำหนักของตะกร้าดังนี้ แบบที่ 1 ทรงสี่เหลี่ยมปริมาตรหัวตัด (Trapezoidal) มีปริมาตร 0.0488 ลูกบาศก์เมตรและน้ำหนักเฉลี่ย 2.50 กิโลกรัม แบบที่ 2 ตะกร้าทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle) มีปริมาตร 0.05 ลูกบาศก์เมตรและน้ำหนักเฉลี่ย 2.50 กิโลกรัม และแบบที่ 2 แบบใช้รถบรรทุกขนาด 1 ตัน (Pick-up track bed) ซึ่งมีปริมาตร 5.67 ลูกบาศก์เมตรและน้ำหนักในการบรรจุ 1,500 - 2,000 กิโลกรัม

ความเสียหายส่วนใหญ่ของลำไยในภาชนะบรรจุเป็นการแทงทะลุ พันธุ์เบี้ยวเขียว \cong 1.10% และพันธุ์สีชมพู \cong 0.62% ซึ่งส่งผลให้มูลค่าของลำไยลดลง กระบะ(Pick-up track bed) เป็นภาชนะบรรจุที่พาเอาผลลำไยไปได้มากกว่าตะกร้าทรงสี่เหลี่ยมปริมาตรหัวตัดและทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า เพราะมีค่า Packing density สูงกว่า (0.49%) ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (Coefficient of static friction) เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

friction) μ ของลําไยพันธุ์เบ็ญเขียว มีค่า μ เฉลี่ยของแผ่นเหล็ก (Steel) มากกว่าค่า μ เฉลี่ยของแผ่นไม้อัด (Plywood) มากกว่าค่า μ เฉลี่ยของแผ่นสแตนเลส (Stainless steel) แต่ค่า μ เฉลี่ยของแผ่นสแตนเลส (Stainless steel) กับแผ่นพลาสติกสีขาว (Plastic) มีค่า μ เฉลี่ยเท่ากัน ส่วนลําไยพันธุ์สีชมพู มีค่า μ เฉลี่ยของแผ่นเหล็ก (Steel) มากกว่าค่า μ เฉลี่ยของแผ่นไม้อัด (Plywood) มากกว่าค่า μ เฉลี่ยแผ่นพลาสติกสีขาว (Plastic) และมากกว่าค่า μ เฉลี่ยของแผ่นสแตนเลส (Stainless steel) ตามลําดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

ความเสียหายเชิงกลของผลลำไยในบรรจุภัณฑ์ พบว่าความเสียหายมากที่สุดเกิดกับบรรจุภัณฑ์ท้ายรถบรรทุกขนส่ง ภาชนะล่างสุด ซึ่งภาชนะบรรจุลำไยเป็นแบบที่หุ้มพื้นผ้า ความเสียหายส่วนใหญ่เป็นการแทงทะลุ รongลงมาเป็นผลชำรุด เนื่องจากถูกรวมด้วยกำมะถันมากเกินไป ผลแตก ผลเปลี่ยนรูป ผลเน่า ร่วง ตามลำดับ ส่วนสมบัติกายภาพของผลลำไยพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตของลำไยพันธุ์เบ็ญเขียว จากการทดลองของแผ่นเหล็ก (Steel) มีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตมากที่สุด รองลงมาได้แก่แผ่นไม้อัด (Plywood) ส่วนแผ่นสแตนเลส (Stainless steel) กับแผ่นพลาสติกสีขาว (Plastic) มีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตเฉลี่ยเท่ากัน ส่วนลำไยพันธุ์สีชมพู มีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตของแผ่นเหล็ก (Steel) มากที่สุด รองลงมาได้แก่แผ่นไม้อัด (Plywood) แผ่นพลาสติกสีขาว (Plastic) และแผ่นสแตนเลส (Stainless steel)

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

เนื่องจากการทดลองต้องไปหาซื้อลำไยทั้ง 2 พันธุ์จากเกษตรกรในเขตจังหวัดทางภาคเหนือ แล้วทำการว่าจ้างรถบรรทุก 10 ล้อให้บรรทุกขนส่งมายังตลาดไทที่ซึ่งเป็นสถานที่ขายส่งลำไย แล้วจึงถ่ายโอนลำไยทั้ง 2 พันธุ์ใส่รถกระบะมาทำการทดลองที่ห้องทดลอง ห้องเรียนวิชา Physical and Engineering Properties of Biological Materials ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จึงอาจทำให้ลำไยที่ต้องการหาค่าความเสียหายระหว่างการขนส่งนั้นผิวดำคล้ำขึ้นได้ ค่าที่ได้อาจจะไม่สมบูรณ์มากนัก

เอกสารอ้างอิง

1. สถิติการค้าสินค้าเกษตรกรรมไทยกับต่างประเทศโดยความร่วมมือของกรมศุลกากร สำนักงานเศรษฐกิจ การเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ www.oae.go.th/oae_go_th/statlm_Ex.php. 23/03/2550
2. สำนักงานมาตรฐานการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สถิตินำเข้าและส่งออกโดยความร่วมมือของศุลกากร www.oae.go.th/oae_go_th/statinex.php. 26/10/2550
3. บัณฑิต จริโมภาส. 2529. ความเสียหายของลำไยในการขนส่ง วารสารวิศวกรรมเกษตร มกราคม – มีนาคม 2529. สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย.
4. Mohsenin, N.N. 1996. Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Science Publishes, New York.
5. ชีรพงศ์ ผลโพธิ์ บัณฑิต จริโมภาส และปานมนัส ศิริสมบูรณ์. (2551, 31 มกราคม – 1 กุมภาพันธ์). ความสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวและสมบัติกายภาพบางประการของลำไย. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 9.
6. ปานมนัส ศิริสมบูรณ์และคณะ. 2538. สมบัติทางกายภาพและวิศวกรรมของชีวะวัสดุ. แผนกตำรา. คณะวิศวกรรมศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเขตลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.
7. บัณฑิต จริโมภาส. 2545. สมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน นครปฐม.
8. ปานมนัส ศิริสมบูรณ์. 2534. วัสดุและอุปกรณ์การขนถ่าย. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). ISBN 974 - 7949 - 628.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ค่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (Geometer Mean Diameter, GMD)
และค่าความเป็นทรงกลม (Sphericity, Sp) ของลำไยพันธุ์เบ็ญจเวียง

ลำดับที่	น้ำหนัก (g)	a (mm)	b (mm)	c (mm)	GMD	SP
1	11.91	28.73	28.35	27.96	28.34	0.99
2	14.27	31.78	28.22	27.64	29.16	0.92
3	11.78	30.65	25.24	25.08	26.87	0.88
4	12.65	29.62	27.31	27.09	27.98	0.94
5	14.16	31.72	28.94	26.66	29.03	0.92
6	12.93	30.26	27.62	27.09	28.29	0.93
7	13.05	29.72	26.77	26.63	27.67	0.93
8	13.84	31.26	27.97	27.55	28.88	0.92
9	11.25	30.16	29.08	28.73	29.32	0.97
10	13.08	29.97	28.05	27.07	28.34	0.95
11	15.24	32.18	31.72	31.25	31.71	0.99
12	14.18	32.00	28.87	27.91	29.54	0.92
13	15.89	32.58	31.53	31.19	31.76	0.97
14	14.37	31.51	28.13	27.87	29.12	0.92
15	11.34	28.53	25.74	25.61	26.59	0.93
16	14.83	32.11	29.21	28.82	30.01	0.93
17	14.02	30.36	28.17	27.42	28.62	0.94
18	14.08	29.94	28.45	27.43	28.59	0.95
19	10.08	27.46	27.30	26.01	26.92	0.98
20	10.98	29.31	25.46	24.57	26.37	0.90
21	13.08	31.00	27.15	27.10	28.36	0.91
22	13.51	30.55	27.35	26.53	28.09	0.92
23	14.73	31.53	28.34	26.85	28.84	0.91
24	11.21	28.82	26.58	25.52	26.94	0.93
25	11.19	28.75	25.72	25.60	26.65	0.93
26	10.22	26.66	26.26	25.73	26.21	0.98
27	9.50	27.84	24.04	23.96	25.22	0.91
28	13.30	30.89	27.91	26.67	28.44	0.92
29	11.80	29.35	26.21	25.97	27.13	0.92
30	11.61	28.18	26.25	25.89	26.75	0.95
31	13.14	30.33	27.33	26.80	28.11	0.93
32	14.58	30.98	30.03	29.40	30.13	0.97
33	13.30	31.41	28.01	27.08	28.77	0.92
34	11.08	28.44	26.19	24.99	26.50	0.93
35	12.46	29.51	28.85	28.55	28.97	0.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 (ต่อ) ค่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (Geometer Mean Diameter, GMD)

และค่าความเป็นทรงกลม (Sphericity, Sp) ของถ้ำใยพันธุ์เบียวเขียว

ลำดับที่	น้ำหนัก (g)	a (mm)	b (mm)	c (mm)	GMD	SP
36	13.67	30.74	27.68	27.66	28.66	0.93
37	18.24	34.38	31.21	30.01	31.81	0.93
38	10.80	28.06	26.01	25.43	26.48	0.94
39	10.79	28.03	25.34	25.27	26.18	0.93
40	14.91	30.63	30.37	27.73	29.55	0.96
41	11.90	29.73	28.32	27.88	28.63	0.96
42	12.44	29.79	27.58	25.84	27.69	0.93
43	15.39	33.26	29.28	27.99	30.10	0.90
44	12.70	29.09	26.91	26.67	27.54	0.95
45	12.98	29.54	28.04	27.69	28.41	0.96
46	12.92	30.24	29.81	28.44	29.49	0.98
47	12.49	28.75	27.89	27.77	28.13	0.98
48	13.19	30.46	29.17	28.63	29.41	0.97
49	15.80	32.90	28.71	28.57	29.99	0.91
50	13.48	30.34	29.39	27.74	29.14	0.96
51	13.71	30.54	28.42	27.41	28.76	0.94
52	13.92	30.82	29.62	29.25	29.89	0.97
53	11.45	29.43	27.04	25.04	27.11	0.92
54	13.66	29.68	29.07	28.63	29.12	0.98
55	11.93	28.87	28.12	26.48	27.81	0.96
56	14.09	30.92	29.98	28.52	29.79	0.96
57	12.53	30.07	26.98	26.61	27.84	0.93
58	14.68	31.31	29.06	27.42	29.22	0.93
59	11.69	28.49	28.17	27.57	28.07	0.99
60	14.54	31.85	31.24	30.56	31.21	0.98
61	13.31	29.82	27.75	29.93	29.15	0.98
62	11.21	28.76	27.06	25.67	27.13	0.94
63	17.71	34.06	30.65	29.60	31.38	0.92
64	14.46	31.46	29.40	26.80	29.16	0.93
65	13.30	30.40	27.88	27.36	28.52	0.94
66	11.24	30.48	27.73	27.66	28.59	0.94
67	15.06	32.85	29.66	27.92	30.08	0.92
68	11.29	28.55	27.06	26.75	27.44	0.96
69	16.83	33.40	33.10	30.80	32.41	0.97
70	11.86	29.69	26.82	25.37	27.24	0.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 (ต่อ) ค่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (Geometer Mean Diameter, GMD)

และค่าความเป็นทรงกลม (Sphericity, Sp) ของถ้ำไยพันธุ์เบียวเจียว

ลำดับที่	น้ำหนัก (g)	a (mm)	b (mm)	c (mm)	GMD	SP
71	12.10	29.70	27.02	26.11	27.57	0.93
72	14.33	32.40	27.92	27.04	29.03	0.90
73	13.26	31.34	26.69	26.41	28.06	0.90
74	14.56	31.71	28.20	27.25	28.99	0.91
75	10.88	29.38	26.52	25.21	26.98	0.92
76	14.09	30.98	27.77	27.30	28.64	0.92
77	13.89	31.13	28.27	28.02	29.11	0.94
78	13.13	30.92	27.29	26.65	28.23	0.91
79	10.51	29.76	28.56	28.25	28.85	0.97
80	11.96	28.93	28.16	27.60	28.22	0.98
81	13.39	31.20	27.87	27.28	28.73	0.92
82	12.24	29.23	28.51	27.87	28.53	0.98
83	13.54	30.25	28.63	26.88	28.55	0.94
84	11.31	27.51	26.80	25.23	26.50	0.96
85	12.40	29.42	26.91	26.08	27.43	0.93
86	12.44	30.34	26.27	26.19	27.53	0.91
87	11.69	29.63	27.51	26.36	27.80	0.94
88	13.52	30.86	27.89	26.47	28.35	0.92
89	11.69	28.90	26.08	25.79	26.89	0.93
90	9.41	27.09	24.60	23.52	25.03	0.92
91	10.85	28.27	26.15	25.26	26.53	0.94
92	13.25	30.75	26.65	26.36	27.85	0.91
93	14.08	31.87	26.96	26.91	28.49	0.89
94	11.42	28.61	26.33	25.18	26.67	0.93
95	10.95	27.59	27.00	26.09	26.89	0.97
96	13.50	30.90	28.06	27.10	28.64	0.93
97	11.45	28.48	27.07	26.39	27.30	0.96
98	11.76	29.68	25.40	25.83	26.90	0.91
99	13.21	30.28	29.40	28.47	29.37	0.97
100	15.72	33.35	29.01	28.76	30.30	0.91
average					28.37	0.94
stdev ±					1.40	0.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ค่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (Geometer Mean Diameter, GMD)
และค่าความเป็นทรงกลม (Sphericity, Sp) ของถ้ำไยพันธุ์สีชมพู

ลำดับที่	น้ำหนัก (g)	a (mm)	b (mm)	c (mm)	GMD	SP
1	10.86	27.63	26.85	25.00	26.47	0.96
2	11.63	29.16	26.74	26.18	27.33	0.94
3	12.74	30.30	28.64	25.93	28.23	0.93
4	9.45	27.98	24.16	24.01	25.32	0.90
5	9.03	26.95	24.01	23.94	24.93	0.92
6	10.39	28.18	25.45	25.21	26.25	0.93
7	11.77	29.85	27.12	24.51	27.07	0.91
8	11.93	30.18	27.61	25.40	27.66	0.92
9	10.76	28.77	26.78	24.84	26.75	0.93
10	11.33	29.61	27.32	26.37	27.73	0.94
11	9.47	27.13	24.02	23.99	25.00	0.92
12	13.13	29.08	25.77	24.46	26.37	0.91
13	11.48	28.87	26.68	25.59	27.01	0.94
14	11.20	28.57	26.46	25.05	26.65	0.93
15	11.25	29.47	25.95	25.25	26.83	0.91
16	16.53	36.10	31.11	27.97	31.55	0.87
17	12.30	30.19	28.72	25.65	28.12	0.93
18	8.90	26.53	24.29	24.08	24.94	0.94
19	12.28	31.08	27.10	25.87	27.93	0.90
20	9.72	26.66	26.58	24.14	25.77	0.97
21	11.99	30.29	27.64	24.86	27.51	0.91
22	10.17	28.23	25.10	24.72	25.97	0.92
23	10.84	28.85	26.08	24.74	26.50	0.92
24	10.44	28.12	25.37	25.28	26.22	0.93
25	10.00	27.82	24.16	24.12	25.31	0.91
26	11.40	29.90	27.43	25.27	27.47	0.92
27	11.61	29.30	26.76	26.06	27.34	0.93
28	10.20	27.92	24.49	24.93	25.74	0.92
29	10.10	28.82	26.24	24.01	26.28	0.91
30	9.95	27.99	24.82	24.41	25.69	0.92
31	10.89	29.75	27.65	24.54	27.23	0.92
32	11.47	29.25	26.47	24.57	26.69	0.91
33	9.94	27.45	25.79	24.92	26.03	0.95
34	8.82	26.26	24.59	24.29	25.03	0.95
35	11.48	29.67	26.94	24.84	27.08	0.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 (ต่อ) ค่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (Geometer Mean Diameter, GMD)
และค่าความเป็นทรงกลม (Sphericity, Sp) ของลำไยพันธุ์สีชมพู

ลำดับที่	น้ำหนัก (g)	a (mm)	b (mm)	c (mm)	GMD	SP
36	8.88	26.32	24.26	23.68	24.73	0.94
37	10.25	28.43	26.88	24.70	26.63	0.94
38	9.48	26.96	25.58	23.88	25.44	0.94
39	9.21	27.23	25.67	24.03	25.61	0.94
40	10.34	27.56	25.64	24.09	25.72	0.93
41	10.06	28.22	25.54	24.14	25.91	0.92
42	9.99	26.74	25.46	24.61	25.59	0.96
43	10.12	28.14	25.23	24.22	25.81	0.92
44	9.12	26.34	25.36	23.65	25.09	0.95
45	10.61	29.74	25.13	24.44	26.34	0.89
46	9.47	26.41	24.56	24.31	25.08	0.95
47	6.80	23.81	23.63	22.29	23.23	0.98
48	10.38	28.25	25.41	25.36	26.31	0.93
49	10.08	27.95	25.31	25.01	26.06	0.93
50	9.17	27.30	23.74	23.52	24.79	0.91
51	9.49	26.87	24.43	24.42	25.21	0.94
52	11.20	28.53	27.24	25.41	27.03	0.95
53	8.57	25.74	24.64	23.52	24.62	0.96
54	8.06	25.30	24.66	23.66	24.53	0.97
55	10.15	27.63	26.64	25.25	26.49	0.96
56	8.58	25.57	24.30	24.15	24.67	0.96
57	9.73	27.41	25.50	24.11	25.64	0.94
58	8.11	25.99	24.06	23.73	24.57	0.95
59	9.58	26.82	24.77	24.41	25.31	0.94
60	10.39	27.46	27.40	25.02	26.60	0.97
61	7.63	25.37	23.87	22.67	23.94	0.94
62	9.08	26.76	24.55	23.56	24.92	0.93
63	10.22	26.73	25.13	25.09	25.64	0.96
64	10.24	28.56	25.74	24.49	26.21	0.92
65	9.13	26.06	25.81	24.06	25.29	0.97
66	8.52	25.93	24.56	23.96	24.80	0.96
67	12.31	30.75	26.96	25.65	27.70	0.90
68	10.02	28.64	25.94	23.54	25.96	0.91
69	10.22	28.58	25.93	24.42	26.25	0.92
70	11.93	30.40	27.37	24.69	27.39	0.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 (ต่อ) ค่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (Geometer Mean Diameter, GMD) และค่าความเป็นทรงกลม (Sphericity, Sp) ของลำไยพันธุ์สีชมพู

ลำดับที่	น้ำหนัก (g)	a (mm)	b (mm)	c (mm)	GMD	SP
71	11.02	28.50	26.94	24.92	26.75	0.94
72	11.25	28.72	26.06	25.05	26.57	0.92
73	11.63	29.65	27.77	24.90	27.37	0.92
74	11.11	29.06	25.09	24.47	26.13	0.90
75	10.24	27.26	26.00	24.39	25.86	0.95
76	9.89	27.31	25.54	24.47	25.75	0.94
77	11.11	28.93	27.62	25.20	27.21	0.94
78	11.20	28.72	26.86	24.94	26.80	0.93
79	10.00	27.72	26.19	24.27	26.02	0.94
80	10.02	27.85	24.77	24.72	25.74	0.92
81	9.51	27.15	24.42	24.25	25.24	0.93
82	9.85	27.62	26.45	24.55	26.18	0.95
83	11.98	29.63	27.07	25.38	27.30	0.92
84	11.37	29.18	26.44	25.95	27.15	0.93
85	8.85	27.29	23.82	23.52	24.82	0.91
86	12.09	29.80	26.52	26.47	27.55	0.92
87	8.65	26.59	25.68	24.18	25.46	0.96
88	9.78	27.26	26.36	25.74	26.45	0.97
89	12.06	30.99	24.17	25.66	26.79	0.86
90	12.07	29.60	28.26	25.62	27.78	0.94
91	8.36	25.81	23.30	22.95	23.99	0.93
92	10.07	27.77	25.77	25.68	26.39	0.95
93	10.01	26.95	26.01	24.19	25.69	0.95
94	9.91	27.05	25.02	24.39	25.46	0.94
95	10.36	28.65	27.20	26.69	27.50	0.96
96	9.16	26.03	25.20	24.44	25.21	0.97
97	11.22	27.85	27.58	25.97	27.12	0.97
98	8.55	26.35	24.97	23.92	25.06	0.95
99	9.73	27.44	26.50	25.31	26.40	0.96
100	9.33	26.93	25.56	24.96	25.80	0.96
average					26.17	0.93
stdev ±					1.15	0.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity, SG) ของลำไยพันธุ์เบียวเขียว

ลำดับที่	m_2	m_3	m_1	V_m	ρ_1	SG
1	253.45	266.32	14.16	12.87	1.10	1.10
2	253.18	266.60	14.68	13.42	1.09	1.09
3	252.93	266.16	14.58	13.23	1.10	1.10
4	252.56	264.13	13.48	11.57	1.17	1.17
5	252.34	267.71	15.89	15.37	1.03	1.03
6	252.10	263.29	12.98	11.19	1.16	1.16
7	251.73	264.75	14.40	13.02	1.11	1.11
8	251.66	267.97	18.24	16.31	1.12	1.12
9	251.35	264.14	14.09	12.79	1.10	1.10
10	251.15	266.24	15.72	15.09	1.04	1.04
11	250.85	263.10	14.08	12.25	1.15	1.15
12	250.61	261.46	12.44	10.85	1.15	1.15
13	250.24	263.44	14.56	13.20	1.10	1.10
14	249.96	260.94	12.53	10.98	1.14	1.14
15	249.80	261.85	13.84	12.05	1.15	1.15
16	249.55	260.34	12.10	10.79	1.12	1.12
17	249.37	261.34	13.52	11.97	1.13	1.13
18	249.20	263.06	14.83	13.86	1.07	1.07
19	248.93	262.52	14.72	13.59	1.08	1.08
20	248.68	263.36	15.34	14.68	1.04	1.04
21	248.37	260.37	13.66	12.00	1.14	1.14
22	248.11	259.13	12.92	11.02	1.17	1.17
23	247.90	264.01	16.83	16.11	1.04	1.04
24	247.62	259.15	13.30	11.53	1.15	1.15
25	247.36	258.30	12.70	10.94	1.16	1.16
26	247.10	264.28	17.71	17.18	1.03	1.03
27	246.72	259.02	14.09	12.30	1.15	1.15
28	246.49	258.72	13.92	12.23	1.14	1.14
29	246.27	258.06	13.51	11.79	1.15	1.15
30	246.04	260.38	15.24	14.34	1.06	1.06
average						1.11
stdev \pm						0.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity, SG) ของลำไยพันธุ์สีชมพู

ลำดับที่	m_2	m_3	m_1	V_m	ρ_1	SG
1	253.40	263.30	10.44	9.90	1.05	1.05
2	253.17	264.03	11.63	10.86	1.07	1.07
3	252.93	264.15	12.74	11.22	1.14	1.14
4	252.40	262.40	10.76	10.00	1.08	1.08
5	252.66	262.81	10.84	10.15	1.07	1.07
6	252.43	262.77	11.20	10.34	1.08	1.08
7	252.14	261.87	10.34	9.73	1.06	1.06
8	251.74	260.63	10.08	8.89	1.13	1.13
9	251.73	261.74	10.84	10.01	1.08	1.08
10	251.52	258.81	8.58	7.29	1.18	1.18
11	251.34	260.06	9.73	8.72	1.12	1.12
12	251.14	260.96	10.39	9.82	1.06	1.06
13	250.92	258.72	9.21	7.80	1.18	1.18
14	250.69	258.77	9.51	8.08	1.18	1.18
15	250.45	258.60	9.58	8.15	1.18	1.18
16	250.21	258.56	9.72	8.35	1.16	1.16
17	250.03	259.11	10.17	9.08	1.12	1.12
18	249.76	257.83	9.45	8.07	1.17	1.17
19	249.57	259.46	10.38	9.89	1.05	1.05
20	249.32	257.87	9.73	8.55	1.14	1.14
21	249.05	257.72	9.85	8.67	1.14	1.14
22	248.82	257.57	9.89	8.75	1.13	1.13
23	248.57	256.36	9.17	7.79	1.18	1.18
24	248.35	257.63	10.22	9.28	1.10	1.10
25	248.12	256.27	9.49	8.15	1.16	1.16
26	247.70	257.19	10.24	9.49	1.08	1.08
27	247.68	255.23	8.90	7.55	1.18	1.18
28	247.48	256.61	10.20	9.13	1.12	1.12
29	247.19	256.07	10.07	8.88	1.13	1.13
30	246.92	254.58	9.03	7.66	1.18	1.18
average						1.12
stdev \pm						0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ค่ามุมกองพื้น (Angle of Repose, AR) ของลำไยพันธุ์เขียวเขียว

ลำดับที่	แบบ Filling		แบบ Emptying		Filling	Emptying
	r	h	l	h	θ	θ
1	17.30	6.90	20.00	11.50	21.74	29.89
2	18.50	5.90	18.90	13.30	17.68	35.13
3	23.30	5.60	20.70	12.80	13.51	31.73
4	21.50	5.50	20.60	14.60	14.34	35.32
5	20.10	5.10	20.80	14.10	14.23	34.13
6	21.20	5.70	19.50	14.80	15.05	37.19
7	19.30	6.80	20.60	13.60	19.40	33.43
8	21.60	5.70	20.60	15.70	14.78	37.31
9	16.50	7.90	20.50	15.20	25.58	36.55
10	19.50	5.50	19.50	15.80	15.75	39.01
11	17.40	6.10	20.00	12.30	19.32	31.59
12	18.50	7.30	20.40	14.90	21.53	36.14
13	20.40	5.40	20.10	15.60	14.82	37.81
14	20.70	5.20	19.90	15.30	14.10	37.55
15	17.30	5.80	20.10	15.20	18.53	37.09
16	22.10	5.30	20.70	15.90	13.48	37.52
17	19.70	6.40	20.60	13.70	17.99	33.62
18	18.50	6.10	20.70	15.10	18.24	36.10
19	15.80	6.90	19.20	14.80	23.59	37.62
20	19.40	5.50	19.30	15.80	15.82	39.30
21	20.60	5.70	20.50	16.10	15.46	38.14
22	23.10	5.40	20.45	15.70	13.15	37.51
23	20.50	5.20	20.55	15.20	14.23	36.48
24	21.70	5.70	19.50	15.80	14.71	39.01
25	19.70	6.20	20.80	16.00	17.46	37.56
26	18.20	5.90	19.90	13.50	17.96	34.15
27	17.50	6.70	20.50	13.40	20.95	33.17
28	21.30	5.80	19.90	13.30	15.23	33.75
29	20.90	5.30	20.30	13.70	14.23	34.01
30	22.10	5.40	20.90	13.80	13.72	33.43
average					16.89	35.71
stdev ±					3.26	2.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ค่ามุมกองพื้น (Angle of Repose, AR) ของตั๋ไยพ่นธู์สีชมพู

ลำดับที่	แบบ Filling		แบบ Emptying		Filling	Emptying
	r	h	l	h	θ	θ
1	19.50	5.10	20.90	11.40	14.65	28.61
2	17.50	5.60	20.00	10.70	17.74	28.14
3	22.25	6.10	20.70	12.30	15.33	30.71
4	20.10	5.40	20.30	10.40	15.03	27.12
5	19.50	5.50	20.10	12.70	15.75	32.28
6	22.10	4.20	20.80	11.60	10.76	29.14
7	18.50	5.60	20.50	11.80	16.84	29.92
8	23.50	5.05	20.10	11.10	12.12	28.90
9	26.15	4.90	20.50	10.70	10.61	27.56
10	22.10	4.10	20.00	12.20	10.51	31.38
11	20.00	5.40	20.65	11.20	15.10	28.47
12	18.10	5.55	20.10	10.45	17.04	27.46
13	18.50	5.90	19.50	9.50	17.68	25.97
14	22.20	5.20	20.20	12.10	13.18	30.92
15	20.40	5.70	20.00	12.65	15.61	32.31
16	20.51	5.50	28.10	11.05	15.01	21.46
17	19.20	5.65	27.05	12.75	16.39	25.23
18	20.23	4.10	24.00	10.87	11.45	24.36
19	19.20	5.50	23.00	11.35	15.98	26.26
20	18.53	5.60	27.00	10.15	16.81	20.60
21	20.40	5.40	26.00	9.21	14.82	19.50
22	20.08	3.80	26.00	10.43	10.71	21.85
23	18.50	6.15	22.10	13.60	18.38	31.60
24	18.50	5.10	22.60	13.10	15.41	30.09
25	18.10	5.30	19.90	13.30	16.32	33.75
26	20.05	5.35	19.10	12.56	14.94	33.32
27	18.10	4.40	19.80	13.48	13.66	34.24
28	23.05	5.60	25.50	11.99	13.65	25.18
29	20.10	4.60	24.90	11.83	12.89	25.41
30	20.51	6.15	19.80	10.70	16.69	28.38
average					14.70	28.00
stdev ±					2.28	3.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ค่าความพรุน (Porosity, η) ของลำใยพันธุ์เบียวเขียว

ลำดับที่	m_1	m_2	ρ_B/ρ_1	ρ_B	η	ρ_1	m_3	v
1	132.65	715.31	0.50	0.56	49.88	1.11	582.66	1045.44
2	132.65	701.33	0.49	0.54	51.08	1.11	568.68	1045.44
3	132.65	684.94	0.48	0.53	52.49	1.11	552.29	1045.44
4	132.65	702.23	0.49	0.54	51.00	1.11	569.58	1045.44
5	132.65	710.08	0.50	0.55	50.33	1.11	577.43	1045.44
6	132.65	733.60	0.52	0.57	48.31	1.11	600.95	1045.44
7	132.65	732.07	0.52	0.57	48.44	1.11	599.42	1045.44
8	132.65	724.56	0.51	0.57	49.08	1.11	591.91	1045.44
9	132.65	708.23	0.50	0.55	50.49	1.11	575.58	1045.44
10	132.65	726.15	0.51	0.57	48.95	1.11	593.50	1045.44
11	132.65	718.16	0.50	0.56	49.63	1.11	585.51	1045.44
12	132.65	709.32	0.50	0.55	50.40	1.11	576.67	1045.44
13	132.65	730.03	0.51	0.57	48.61	1.11	597.38	1045.44
14	132.65	700.45	0.49	0.54	51.16	1.11	567.80	1045.44
15	132.65	709.39	0.50	0.55	50.39	1.11	576.74	1045.44
16	132.65	700.12	0.49	0.54	51.19	1.11	567.47	1045.44
17	132.65	737.14	0.52	0.58	48.00	1.11	604.49	1045.44
18	132.65	714.48	0.50	0.56	49.95	1.11	581.83	1045.44
19	132.65	716.26	0.50	0.56	49.80	1.11	583.61	1045.44
20	132.65	730.08	0.51	0.57	48.61	1.11	597.43	1045.44
21	132.65	708.71	0.50	0.55	50.45	1.11	576.06	1045.44
22	132.65	751.12	0.53	0.59	46.80	1.11	618.47	1045.44
23	132.65	735.89	0.52	0.58	48.11	1.11	603.24	1045.44
24	132.65	743.13	0.53	0.58	47.49	1.11	610.48	1045.44
25	132.65	718.99	0.50	0.56	49.56	1.11	586.34	1045.44
26	132.65	716.97	0.50	0.56	49.74	1.11	584.32	1045.44
27	132.65	721.77	0.51	0.56	49.32	1.11	589.12	1045.44
28	132.65	719.15	0.50	0.56	49.55	1.11	586.50	1045.44
29	132.65	717.92	0.50	0.56	49.66	1.11	585.27	1045.44
30	132.65	725.66	0.51	0.57	48.99	1.11	593.01	1045.44
average					49.58			
stdev \pm					1.24			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ค่าความพรุน (Porosity, η) ของลำใยพันธุ์สีชมพู

ลำดับที่	m_1	m_2	ρ_B/ρ_1	ρ_B	η	ρ_1	m_3	v
1	154.78	754.22	0.51	0.57	48.94	1.12	599.44	1045.44
2	154.78	756.92	0.51	0.58	48.71	1.12	602.14	1045.44
3	154.78	759.61	0.52	0.58	48.48	1.12	604.83	1045.44
4	154.78	758.88	0.51	0.58	48.54	1.12	604.10	1045.44
5	154.78	734.72	0.49	0.55	50.60	1.12	579.94	1045.44
6	154.78	752.55	0.51	0.57	49.08	1.12	597.77	1045.44
7	154.78	741.09	0.50	0.56	50.06	1.12	586.31	1045.44
8	154.78	747.66	0.50	0.57	49.50	1.12	592.88	1045.44
9	154.78	742.12	0.50	0.56	49.97	1.12	587.34	1045.44
10	154.78	743.61	0.50	0.56	49.85	1.12	588.83	1045.44
11	154.78	747.06	0.50	0.57	49.55	1.12	592.28	1045.44
12	154.78	737.00	0.50	0.56	50.41	1.12	582.22	1045.44
13	154.78	747.93	0.51	0.57	49.48	1.12	593.15	1045.44
14	154.78	741.53	0.50	0.56	50.02	1.12	586.75	1045.44
15	154.78	737.02	0.50	0.56	50.41	1.12	582.24	1045.44
16	154.78	745.35	0.50	0.56	49.70	1.12	590.57	1045.44
17	154.78	742.08	0.50	0.56	49.98	1.12	587.30	1045.44
18	154.78	731.33	0.49	0.55	50.89	1.12	576.55	1045.44
19	154.78	727.25	0.49	0.55	51.24	1.12	572.47	1045.44
20	154.78	753.74	0.51	0.57	48.98	1.12	598.96	1045.44
21	154.78	771.38	0.53	0.59	47.48	1.12	616.60	1045.44
22	154.78	741.77	0.50	0.56	50.00	1.12	586.99	1045.44
23	154.78	738.86	0.50	0.56	50.25	1.12	584.08	1045.44
24	154.78	747.23	0.50	0.57	49.54	1.12	592.45	1045.44
25	154.78	723.44	0.48	0.54	51.56	1.12	568.66	1045.44
26	154.78	755.15	0.51	0.57	48.86	1.12	600.37	1045.44
27	154.78	735.97	0.50	0.56	50.50	1.12	581.19	1045.44
28	154.78	741.65	0.50	0.56	50.01	1.12	586.87	1045.44
29	154.78	743.35	0.50	0.56	49.87	1.12	588.57	1045.44
30	154.78	744.93	0.50	0.56	49.73	1.12	590.15	1045.44
average					49.74			
stdev \pm					0.86			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) ของลำไยพันธุ์เขียวเขียว

ลำดับที่	Rupture Force, N		Firmness 40%, N/mm
	Force 1	Force 2	Gradient F-D 1:3
1	27.38	10.96	4.37
2	22.05	8.82	4.43
3	31.90	12.77	5.30
4	27.92	11.16	5.22
5	32.19	12.87	6.73
6	25.53	10.22	5.09
7	32.69	13.07	5.21
8	17.25	6.90	6.20
9	25.27	10.11	4.80
10	21.38	8.54	4.92
11	18.36	7.34	4.55
12	35.77	14.30	6.50
13	25.07	10.02	5.24
14	24.31	9.72	3.89
15	25.76	10.29	5.07
16	27.05	10.81	4.97
17	28.57	11.42	4.37
18	23.40	9.36	4.18
19	22.28	8.92	5.17
20	21.75	8.68	4.62
21	27.39	10.95	4.28
22	30.83	12.33	5.06
23	22.99	9.20	8.11
24	25.09	10.05	5.70
25	25.99	10.40	4.34
26	23.90	9.57	5.38
27	23.74	9.49	4.21
28	31.04	12.42	6.00
29	24.87	9.94	5.03
30	25.70	10.28	4.67
31	17.01	6.80	5.97
32	26.01	10.41	4.09
33	31.07	12.42	5.46
34	24.31	9.73	7.61
35	24.22	9.69	4.32
36	20.38	8.15	3.80
37	19.96	7.98	4.69
38	23.50	9.40	4.77
39	19.30	7.73	4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 (ต่อ) ค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) ของลำไยพันธุ์เป็ยวเขียว

ลำดับที่	Rupture Force, N	Force 40%, N	Firmness 40%, N/mm
	Force 1	Force 2	Gradient F-D 1:3
40	29.66	11.87	5.79
41	22.88	9.14	4.32
42	25.13	10.05	5.36
43	24.62	9.84	4.70
44	19.49	7.79	4.27
45	22.96	9.18	4.56
46	19.68	7.87	3.98
47	27.15	10.86	5.72
48	31.60	12.64	5.23
49	21.06	8.44	6.90
50	23.13	9.25	5.19
average	25.05	10.02	5.09
stdev ±	4.27	1.71	0.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) ของลำไยพันธุ์สีชมพู

ลำดับที่	Rupture Force, N	Force 40%, N	Firmness 40%, N/mm
	Force 1	Force 2	Gradient F-D 1:3
1	27.91	11.15	4.73
2	21.07	8.43	4.08
3	18.32	7.33	6.02
4	20.87	8.36	5.28
5	18.68	7.48	4.61
6	23.59	9.44	4.77
7	18.92	7.56	4.58
8	23.95	9.58	5.48
9	16.92	6.77	6.73
10	31.11	12.45	6.57
11	30.73	12.30	5.97
12	25.41	10.17	5.30
13	25.77	10.31	3.93
14	21.29	8.52	4.46
15	26.25	10.50	6.01
16	26.05	10.42	4.89
17	28.11	11.25	5.56
18	18.15	7.26	5.25
19	18.01	7.20	4.40
20	19.98	7.99	4.46
21	28.00	11.20	5.51
22	23.62	9.45	4.52
23	22.06	8.83	4.88
24	20.92	8.37	4.61
25	20.48	8.20	4.38
26	19.33	7.74	5.38
27	15.44	6.18	7.44
28	24.86	9.95	5.47
29	16.68	6.68	4.42
30	24.69	9.87	4.67
31	15.26	6.11	5.18
32	20.90	8.36	4.24
33	24.99	9.99	4.85
34	21.48	8.60	6.48
35	13.91	5.57	8.10
36	16.77	6.71	4.83
37	34.38	13.76	5.66
38	23.86	9.55	5.18
39	24.39	9.76	4.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 (ต่อ) ค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) ของลำไยพันธุ์สีชมพู

ลำดับที่	Rupture Force, N	Force 40%, N	Firmness 40%, N/mm
	Force 1	Force 2	Gradient F-D 1:3
40	21.67	8.67	4.49
41	15.33	6.14	3.35
42	34.97	13.98	7.03
43	21.07	8.43	5.63
44	21.75	8.70	4.14
45	20.23	8.10	4.83
46	19.32	7.72	4.22
47	18.40	7.36	4.57
48	32.39	12.96	6.38
49	17.17	6.86	4.45
50	21.33	8.53	4.88
average	22.35	8.94	5.14
stdev ±	5.01	2.00	0.96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (Coefficient of static friction, μ)
ของลำไยพันธุ์เบ็ญจเวียง

ลำดับที่	ชนิดพื้นผิวสัมผัส							
	ไม้อัด		เหล็ก		สแตนเลส		พลาสติก	
	θ	μ	θ	μ	θ	μ	θ	μ
1	22.00	0.404	23.00	0.424	20.00	0.363	20.00	0.363
2	17.50	0.315	23.50	0.434	17.00	0.305	21.00	0.383
3	22.00	0.404	19.00	0.344	19.00	0.344	19.00	0.344
4	19.00	0.344	21.50	0.394	22.00	0.404	17.00	0.305
5	21.50	0.394	24.00	0.445	19.50	0.354	19.50	0.354
6	23.00	0.424	22.00	0.404	20.50	0.373	20.00	0.363
7	21.00	0.383	22.50	0.414	20.00	0.363	20.00	0.363
8	24.00	0.445	21.00	0.383	20.50	0.373	19.00	0.344
9	27.00	0.509	22.00	0.404	19.00	0.344	18.50	0.334
10	17.50	0.315	23.00	0.424	21.00	0.383	19.00	0.344
11	22.00	0.404	22.00	0.404	19.50	0.354	19.50	0.354
12	19.50	0.354	19.50	0.354	20.00	0.363	20.00	0.363
13	23.00	0.424	21.00	0.383	17.50	0.315	20.50	0.373
14	21.00	0.383	21.50	0.394	19.50	0.354	20.00	0.363
15	20.50	0.373	23.00	0.424	20.00	0.363	19.00	0.344
16	23.00	0.424	19.50	0.354	22.50	0.414	19.00	0.344
17	22.50	0.414	22.00	0.404	18.00	0.324	19.00	0.344
18	24.00	0.445	22.00	0.404	19.50	0.354	20.00	0.363
19	29.00	0.554	21.50	0.394	18.00	0.324	20.50	0.373
20	20.50	0.373	22.50	0.414	18.50	0.334	17.00	0.305
21	22.00	0.404	24.00	0.445	19.00	0.344	19.00	0.344
22	18.50	0.334	23.00	0.424	19.00	0.344	18.00	0.324
23	23.00	0.424	22.00	0.404	19.50	0.354	19.50	0.354
24	21.50	0.394	22.00	0.404	18.50	0.334	20.00	0.363
25	23.00	0.424	22.50	0.414	19.00	0.344	16.50	0.296
26	25.50	0.476	24.00	0.445	20.00	0.363	18.50	0.334
27	20.50	0.373	19.00	0.344	19.50	0.354	19.50	0.354
28	15.50	0.277	20.00	0.363	19.00	0.344	19.00	0.344
29	20.00	0.363	22.00	0.404	18.50	0.334	19.00	0.344
30	22.50	0.414	23.50	0.434	20.00	0.363	23.00	0.424
average		0.399		0.403		0.353		0.350
stdev \pm		0.056		0.029		0.023		0.024

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (Coefficient of static friction, μ)
ของลำไยพันธุ์สีชมพู

ลำดับที่	ชนิดพื้นผิวสัมผัส							
	ไม้อัด		เหล็ก		สแตนเลส		พลาสติก	
	θ	μ	θ	μ	θ	μ	θ	μ
1	14.00	0.249	26.00	0.487	15.00	0.267	15.50	0.277
2	16.50	0.296	24.50	0.455	13.50	0.240	16.50	0.296
3	20.00	0.363	26.00	0.487	17.00	0.305	17.50	0.315
4	21.00	0.383	23.00	0.424	17.00	0.305	18.50	0.334
5	16.50	0.296	25.50	0.476	16.00	0.286	17.50	0.315
6	21.00	0.383	27.00	0.509	16.50	0.296	16.00	0.286
7	18.50	0.334	17.00	0.305	13.00	0.230	16.00	0.286
8	16.50	0.296	23.00	0.424	14.00	0.249	13.50	0.240
9	19.50	0.354	20.00	0.363	15.00	0.267	16.50	0.296
10	21.00	0.383	22.50	0.414	13.00	0.230	15.00	0.267
11	19.00	0.344	25.50	0.476	13.00	0.230	18.00	0.324
12	18.00	0.324	26.00	0.487	14.00	0.249	18.00	0.324
13	17.00	0.305	26.00	0.487	15.50	0.277	18.00	0.324
14	18.00	0.324	26.50	0.498	13.00	0.230	17.00	0.305
15	17.50	0.315	25.00	0.466	14.00	0.249	17.50	0.315
16	15.00	0.267	26.00	0.487	14.50	0.258	19.00	0.344
17	18.50	0.334	26.50	0.498	13.00	0.230	18.50	0.334
18	20.00	0.363	24.50	0.455	13.50	0.240	18.00	0.324
19	20.50	0.375	25.00	0.466	16.00	0.286	15.50	0.277
20	17.50	0.315	20.00	0.363	15.00	0.267	16.00	0.286
21	14.50	0.258	25.00	0.466	14.00	0.249	16.50	0.296
22	18.00	0.324	23.50	0.434	14.00	0.249	18.00	0.324
23	17.50	0.315	24.00	0.445	16.50	0.296	19.00	0.344
24	18.00	0.324	24.50	0.455	15.00	0.267	17.00	0.305
25	19.00	0.344	27.00	0.509	13.50	0.240	18.00	0.324
26	20.50	0.373	27.00	0.509	14.00	0.249	17.50	0.315
27	18.50	0.334	21.50	0.258	14.50	0.258	20.00	0.363
28	18.00	0.324	21.00	0.386	15.00	0.267	17.00	0.305
29	17.00	0.305	24.00	0.445	15.00	0.267	17.00	0.305
30	19.00	0.344	25.00	0.466	14.50	0.258	18.00	0.324
average		0.328		0.447		0.260		0.309
stdev \pm		0.036		0.060		0.023		0.026

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้