สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาโท

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

ผลของระดับอุณหภูมิ และระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ต่อพัฒนาการสุกของกล้วยไข่

Effect of Temperature and Deep Precooling Time on Ripening Development of Kluai Kai (*Musa*, AA group)

โดย

นางสาวแสงรวี เกื้อสกุล

T 108881

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ

เสนอ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....108881
วัน,เดือน,ปี.....2 ส.ค. 2553

b.1222900
i.....

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง ผลของระดับอุณหภูมิ และระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วต่อพัฒนาการสุกของกล้วยไข่

โดย นางสาวแสงรวี เกื้อสกุล

สาขาวิชา พืชสวน

ภาควิชา พืชสวน

คณะ บัณฑิตวิทยาลัย

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ดร. สมชาย กล้าหาญ

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของระดับอุณหภูมิ และระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วต่อพัฒนาการสุกของกล้วยไข่ โดยวางแผนการทดลองแบบ 5x6 factorial in completely randomized design ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ระดับอุณหภูมิมี 5 ระดับคือ 5, 0, -5, -20 และ -25 องศาเซลเซียล และระยะเวลา 6 ระดับคือ 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 นาที ผลปรากฏว่า อุณหภูมิภายในจะลดลงตามระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้เพิ่มขึ้น และไม่มีผลต่ออาการสะท้านหนาว (chilling injury) การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียล ระยะเวลา 40 นาที มีผลให้อุณหภูมิภายในต่ำสุดคือ 4.1 องศาเซลเซียล การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียล ระยะเวลา 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดสูงสุดคือ 33.10 เปอร์เซ็นต์ การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียล ระยะเวลา 20 นาที มีค่าความแน่นเนื้อหลังการลดอุณหภูมิสูงสุดคือ 2.9 นิวตัน และที่ระดับอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียล ระยะเวลา 40 นาที มีค่าความแน่นเนื้อหลังการสุกมากสุดคือ 1.54 นิวตัน ความแน่นเนื้อมีความแตกต่างทางสถิติในทุกวิธีการ การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียล ระยะเวลา 35 นาที มีปริมาณ TSS หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมากที่สุดคือ 2.6 brix และที่ระดับอุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียล ระยะเวลา 35 นาที มีปริมาณ TSS หลังการสุกมากที่สุดคือ 25.6 brix ระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากผลกล้วยดิบถึงผลกล้วยสุกใช้เวลานานที่สุด 10.67 วัน และสั้นที่สุด 8 วัน ส่วนสีเปลือกและสีเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนการสุก และเมื่อกล้วยสุกคุณภาพการรับประทานเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Effect of Temperature and Deep Precooling Time on Ripening Development of Kluai Kai (*Musa*, AA group)
By	Miss Sangrawee KaursaKul
Major	Horticulture
Department	Horticulture
Faculty	School of Graduate Studies
Advisor	Assoc. Prof. Dr. Somchai Glahan

Abstract

Study on effect of temperature and deep precooling time on ripening developmentof Kluai Kai (*Musa*, AA group). The statistical model was 5x6 factorial in completely randomized design composed of 2 factors, factor A as temperature at 5, 0, -5, -20 and -25 °C while factor B as a precooling time at 15, 20, 25, 30, 35 and 40 minute. The result showed that internal temperature of Kluai Kai decreased according to temperature and time increased and no impact on chilling injury, Kluai Kai precooled at temperature -25 °C for 40 minutes showed internal temperature is 4.1 °C. Precooling of Kluai Kai at temperature 0 °C for 30 minutes showed of the most fresh weigth loss at the mean of 33.10 percent. Kluai Kai precooled at 5 °C for 20 minutes showed the highest firmness of 2.9 N and at 5 °C for 40 minutes showed the highest firmness after ripening at 1.54 N and show significantly difference. Kluai Kai precooled at temperature 0 °C for 35 minutes showed the highest TSS with the mean of 2.6 brix and at temperature -25 °C for 35 minutes showed the highest TSS after ripening with the mean of 25.6 brix. Ripening development time had a range 8 – 10.67 days and well accepted quality after repening.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการจัดทำปัญหาพิเศษเรื่องผลของระดับอุณหภูมิ และระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วต่อพัฒนาการสุกของกล้วยไข่ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ เป็นอย่างสูง ที่ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางการทำปัญหาพิเศษ พร้อมทั้งเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ รวมถึงตรวจ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนกระทั่งปัญหาพิเศษฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ ตลอดจนคณาจารย์ในภาควิชาทุกๆ ท่านที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และอบรมวิทยาการต่างๆ ให้แก่ผู้จัดทำ

และขอขอบพระคุณบิดามารดาตลอดจนทุกคนในครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและคำปรึกษาทุกๆ เรื่อง ท้ายสุดขอขอบคุณพี่ๆ และเพื่อนๆ น้องๆ ที่คอยให้กำลังใจและคอยช่วยเหลือเป็นอย่างดีมาตลอด ปัญหาพิเศษฉบับนี้จะไม่สำเร็จลงได้เลยหากขาดบุคคลดังกล่าวที่กล่าวนามมาและไม่ได้กล่าวนามคอยให้การช่วยเหลือเป็นอย่างดี จึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ อีกครั้ง

ด้วยความเคารพอย่างสูง

แสงรวี เกื้อสกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
คำนิยม	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	V
สารบัญภาพ	VII
สารบัญภาพผนวก	IX
สารบัญตารางผนวก	X
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	15
ผลการทดลอง	19
สรุปผลการทดลอง	67
วิจารณ์ผลการทดลอง	68
บรรณานุกรม	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน	21
2	แสดงอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน	22
3	แสดงอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ ระยะเวลาต่างๆ กัน	22
4	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของกล้วยไข่ในการลด อุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน	27
5	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของกล้วยไข่ในการ ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน	28
6	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของกล้วยไข่ในการลดอุณหภูมิ อย่างรวดเร็ว ที่ระยะเวลาต่างๆ กัน	28
7	แสดงค่าความแน่นเนื้อของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา	34
8	แสดงค่าความแน่นเนื้อของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา	35
9	แสดงค่าความแน่นเนื้อของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระยะเวลาต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา	35
10	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) (brix) ของกล้วยไข่ภายหลัง การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา	41
11	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) (brix) ของกล้วยไข่ภายหลัง การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา	42
12	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) (brix) ของกล้วยไข่ภายหลัง การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระยะเวลาต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ titratable acidity (TA) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา	48
14	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ titratable acidity (TA) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา	49
15	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ titratable acidity (TA) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระยะเวลาต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา	49
16	แสดงการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน	53
17	แสดงการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อของกล้วยไข่ภายหลังการเก็บรักษาจนกระทั่งสุก	54
18	แสดงระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากผลกล้วยดิบถึงผลกล้วยสุกภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน	57
19	แสดงระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากผลกล้วยดิบถึงผลกล้วยสุกภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน	58
20	แสดงระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากผลกล้วยดิบถึงผลกล้วยสุกภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระยะเวลาต่างๆ กัน	58
21	แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการรับประทานกล้วยไข่หลังการนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน	63
22	แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการรับประทานกล้วยไข่หลังการนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน	64
23	แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการรับประทานกล้วยไข่หลังการนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน	23
2	แสดงอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน	24
3	แสดงอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระยะเวลาต่างๆ กัน	24
4	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของกล้วยไข่ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน	29
5	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของกล้วยไข่ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน	30
6	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของกล้วยไข่ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระยะเวลาต่างๆ กัน	30
7	แสดงค่าความแน่นเนื้อของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน	36
8	แสดงค่าความแน่นเนื้อของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน	37
9	แสดงค่าความแน่นเนื้อของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระยะเวลาต่างๆ กัน	37
10	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) (brix) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน	43
11	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) (brix) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน	44
12	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) (brix) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระยะเวลาต่างๆ กัน	44
13	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ titratable acidity (TA) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
14	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ titratable acidity (TA) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน	51
15	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ titratable acidity (TA) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระยะเวลาต่างๆ กัน	51
16	แสดงระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากผลกล้วยดิบถึงผลกล้วยสุกภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน	59
17	แสดงระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากผลกล้วยดิบถึงผลกล้วยสุกภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน	60
18	แสดงระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากผลกล้วยดิบถึงผลกล้วยสุกภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระยะเวลาต่างๆ กัน	60
19	แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการรับประทานกล้วยไข่หลังการนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน	65
20	แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการรับประทานกล้วยไข่หลังการนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน	66
21	แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการรับประทานกล้วยไข่หลังการนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่ หน้า

1. แสดงลักษณะของกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 5 °C ระยะเวลา 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 นาที ตามลำดับ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลกล้วยไข่สุก 74
2. แสดงลักษณะของกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 0 °C ระยะเวลา 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 นาที ตามลำดับ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลกล้วยไข่สุก 75
3. แสดงลักษณะของกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -5 °C ระยะเวลา 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 นาที ตามลำดับ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลกล้วยไข่สุก 76
4. แสดงลักษณะของกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -20 °C ระยะเวลา 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 นาที ตามลำดับ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลกล้วยไข่สุก 77
5. แสดงลักษณะของกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -25 °C ระยะเวลา 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 นาที ตามลำดับ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลกล้วยไข่สุก 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

กล้วยเป็นผลไม้เขตร้อนที่คนไทยรู้จักมาเป็นเวลาช้านาน ทั้งเป็นผลไม้ที่ผูกพันกับขนบธรรมเนียม ประเพณีวัฒนธรรมและวิถีชีวิตของคนไทย เพื่อใช้เป็นอาหารบริโภคและประโยชน์ใช้สอยหลายชนิด กล้วยสามารปลูกและเจริญเติบโตได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยมีความได้เปรียบทางภูมิศาสตร์ และภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการปลูกกล้วย (เบญจมาศ, 2538)

กล้วยไข่ เป็นกล้วยที่นิยมบริโภคกันทั่วไป โดยเฉพาะกล้วยไข่ที่สุกแล้ว เนื่องจากมีรสชาติดี ลักษณะการเรียงตัวของผลเป็นที่สะดุดตา ในปัจจุบันส่งออกต่างประเทศมากขึ้น ตลาดที่สำคัญคือ จีน และฮ่องกง เนื่องจากมีการส่งออกต่างประเทศมากขึ้น ปัญหาที่ตามมาคือ การเก็บรักษาและการขนส่ง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ธุรกิจการส่งออกกล้วยไข่ยังตลาดต่างประเทศประสบความสำเร็จได้ด้วยดี การตัดผลกล้วยเพื่อการส่งออกระยะไกลมักจะตัดกล้วยที่ยังไม่แก่จัดเพื่อมิให้กล้วยสุกระหว่างการขนส่ง ซึ่งจะทำให้ผลกล้วยช้ำเสียหาย และไม่เป็นที่ยอมรับของตลาด ดังนั้น การศึกษาระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการลดอุณหภูมิของกล้วยไข่อย่างรวดเร็ว (precooling) ก่อนการเก็บรักษาและขนส่ง จึงเป็นการยืดอายุการเก็บรักษากล้วยไข่ และยังช่วยรักษาคุณภาพของกล้วยไข่จนกว่าจะถึงมือผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ต่อพัฒนาการสุกของกล้วยไข่
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ กับระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ต่อพัฒนาการสุกของกล้วยไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

กล้วยไข่มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ Musa (AA group) " Kluai Kai " เป็นกล้วยในสายพันธุ์ acuminate cultivars ที่มีโครโมโซม 2 ชุด (AA) เป็นผลไม้ประเภท climacteric fruit การเจริญของผลจะเจริญลักษณะเป็น parthenocarpic เนื่องจากดอกตัวเมียเป็นหมัน (พานิชย์, 2542)

<u>อนุกรมวิธารของผลกล้วยไข่</u>

Class : Monocotyledoneae
Order : Zingiberales
Family : Musaceae
Genus : Musa
Section : Eumusa
Species : spp.
Common name : Kluai Kai

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กล้วยเป็นพืชจำพวกผัก (herb) ที่มีขนาดใหญ่ เป็นไม้ล้มลุกอายุประมาณ 2 – 3 ปี เมื่อออกดอก และผลก็จะตาย กล้วยเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (monocotyledon) (บุเรศบำรุงการ, 2516)

ลำต้นแท้ของกล้วยมีลักษณะเป็นหัวอยู่ใต้ดิน (corm) เรียกว่า ไรโซม (rhizome) มีการเจริญเติบโตคล้ายซิมโปเดียล (sympodial) ส่วนที่ยืดตัวของหน่อ ประกอบด้วยกาบใบที่ประกบกันแน่น ในระหว่างการเจริญเติบโตกาบเหล่านี้จะค่อยๆ คลี่ออกที่ละกาบ กาบใบที่เจริญยาวขึ้นมานี้จะกลายเป็นลำต้นเทียม (pseudostem) อาจสูงถึง 12 ฟุต

ใบกล้วยมีการจัดเรียงแบบ phyllotaxy จะแตกต่างไปตามอายุของต้น เช่นการจัดเรียงแบบ 1/3 เมื่ออายุหน่อน้อย และ 2/5 3/7 และ 4/9 เมื่ออายุมากขึ้น ใบมีลักษณะใหญ่ ยาวรี ขนาดของใบกว้างประมาณ 70-100 เซนติเมตร และยาวประมาณ 150-400 เซนติเมตร โดยความยาวจะเป็นประมาณ 2-4.5 เท่าของความกว้าง

ช่อดอก เมื่อหน่อของกล้วยมีอายุ 7-9 เดือน หรือหลังจากปลูกกล้วยด้วยหน่อประมาณ 6-8 เดือน กล้วยจะเกิดดอกออกเป็นช่อ (inflorescence) แต่ละช่อมีใบประดับ (bract) รูปร่างคล้ายท้องเรือ (spath) คลุมอยู่ระหว่างกลุ่มดอก การเจริญของช่อดอกจะเวียนจากขวาไปซ้ายและพัฒนาสลับกันไประหว่างแถว 2 แถว ช่อดอกเป็นรูปแบบ cymose การเรียงของดอกจะเป็น 2 ตอน (bi-seriate) ปกติมี 12-20 ดอกต่อ 1 ตา ดอกเดี่ยวไม่มีกาบดอกหุ้มอยู่ข้อแรกจนถึงข้อที่ 5-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15 ของช่อดอกจะเป็นดอกตัวเมีย ส่วนปลายของช่อดอกจะเป็นดอกตัวผู้และส่วนกลางช่อดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ หลังจากที่ช่อดอกโผล่ออกมาจากส่วนยอดของกล้วย

ดอก มีจำนวน 8-15 ดอก แต่ละดอกมีจุดกำเนิดเป็นรูปกล้วยคว่ำ (dome) กลีบดอกจะเป็นกลีบรวม (tepal) ลักษณะของดอกกล้วยแต่ละดอกจะไม่ได้สัดส่วนกัน กลีบเลี้ยงและกลีบดอกจะไม่แยกออกจากกัน ทำให้มองเห็นเป็นกลีบสีเหลือง หรือสีครีม หรือขาวเป็น 2 ชั้น คือชั้นกลีบรวมประกอบด้วยกลีบใหญ่ 3 กลีบ และกลีบเล็ก 2 กลีบ เชื่อมติดกันเป็นอันเดียว และชั้นกลีบอิสระดอกตัวเมียจะยาวประมาณ 10 เซนติเมตร มีรังไข่ที่พัฒนาอย่างดี และยาวกว่าชั้นกลีบภายในรังไข่แบ่งออกเป็น 3 ช่องมีไข่เกิดเป็นจำนวนมากโดยเรียงกันเป็น 2-4 แถว ก้านเกสรตัวเมียอวบส่วนยอดของเกสรตัวเมียมี 3 พู (carpel) ส่วนเกสรตัวผู้มีลักษณะฝ่อมีจำนวน 5 อัน เมื่อเจริญเป็นผล รังไข่จะยังคงอยู่ ส่วนชั้นกลีบเกสรตัวผู้ที่ฝ่อและก้านเกสรตัวเมียจะหลุดร่วง มองเห็นเป็นเพียงรอยแผลที่ปลายผลแก่

ผลของกล้วยเป็น berry ใช้เวลาหลังจากเกิดช่อดอกจนถึงเก็บเกี่ยวได้ประมาณ 90 วัน เนื้อของกล้วยที่รับประทานเกิดจากเนื้อเยื่อชั้นนอกของช่องว่างภายในรังไข่ กล้วยที่ปลูกส่วนมากจะมีเกสรตัวเมียเป็นหมัน เมล็ดจะไม่มีการพัฒนาเพราะจะเหี่ยวและเป็นจุดเล็กๆ สีน้ำตาล ผลกล้วยทั้งหมดบนก้านดอกเรียกว่าเครือ (bunch) ส่วนผลกล้วยแต่ละกลุ่มแต่ละข้อเรียกว่า หวี (hand) ส่วนแต่ละผลเรียกว่า ผลกล้วย (finger) กล้วยเครือหนึ่งอาจมีจำนวน 5-15 หวี แต่ละหวีจะมีผลตั้งแต่ 5-20 ผล ขนาดผลเมื่อโตเต็มที่ โดยเฉลี่ยยาวประมาณ 5-15 เซนติเมตร กว้าง 2.2-5 เซนติเมตร (เบญจมาศ, 2538)

เมล็ดกล้วยที่ใช้รับประทานเป็นพวกที่มีจำนวนโครโมโซม 3 ชุด (triploids) จะไม่มีเมล็ดเกิดจากเกสรตัวเมียจะเป็นหมันอย่างสิ้นเชิง หรืออาจมีเมล็ดได้บ้างหากละอองเกสรมีชีวิต ส่วนกล้วยป่าที่มีโครโมโซม 2 ชุด (diploids) หลังจากที่ได้รับการถ่ายละอองเกสรแล้วจะให้เมล็ดและพวกที่เกิดผลโดยไม่ได้รับการผสมพันธุ์จะมีจำนวนเมล็ดมากน้อยแตกต่างกัน เมล็ดของกล้วยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4 มิลลิเมตร รูปร่างเกือบกลมหรือรูปเหลี่ยม เปลือกหุ้มเมล็ดแข็งมาก มีอาหารเลี้ยงต้นอ่อนอยู่ภายในส่วนคัพภะมีขนาดเล็กมาก (สมศักดิ์, 2541)

ราก ในระยะแรกของการเจริญเติบโตหรือในระยะต้นกล้าจะพบรากแก้วปรากฏอยู่ ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นรากฝอยเช่นเดียวกับรากกล้วยที่เกิดจากหน่อเจริญออกไปทั่วทิศทางรอบๆ เหง้า ระยะแรกรากจะมีสีขาวและอวบต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มมีเส้นผ่านศูนย์กลางของราก ประมาณ 5-8 มิลลิเมตร และยาวประมาณ 20-39 เซนติเมตร รากจะเกิดเป็นกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 4 ราก อยู่บริเวณผิวของลำต้นใต้ดิน ต้นกล้วยที่สมบูรณ์อาจมีจำนวนรากถึง 400 ราก ในหนึ่งต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดัชนีการเก็บเกี่ยว (harvesting index)

การเก็บเกี่ยวกล้วยมักจะเก็บเกี่ยวเมื่อกล้วยมีความแก่ต่างๆ กันขึ้นอยู่กับระยะทางและเวลาในการขนส่ง ถ้ามีการขนส่งไปยังที่ไกลๆ หรือเพื่อการส่งออกที่ต้องใช้เวลาในการขนส่งนาน เช่น ตลาดต่างประเทศจะเก็บเกี่ยวเมื่อผลยังมีเหลี่ยม อายุ 35 วันหลังกาบปลีหุ้มหวีเปิดเต็มที่ (ชาติชาย, 2534; พรรณิภา, 2534) มีความแก่ไม่เต็มที่คือ มีความแก่ประมาณ 70-80 เปอร์เซ็นต์ สำหรับตลาดภายในประเทศควรเก็บเมื่อผลแก่เต็มที่ คือ ผลนั้นแทบจะมองไม่เห็นเหลี่ยม โดยนับวันหลังจากตัดปลีประมาณ 50-60 วัน (สุภา, 2531) สำหรับมาตรฐานความแก่ของกล้วยโดยการสังเกตเหลี่ยมผล มีดังนี้ (เบญจมาศ, 2538)

Full	หมายถึงผลที่ไม่มีเหลี่ยมเลย เรียกว่า แก่เต็มที่ 100 เปอร์เซ็นต์
Full ¾	หมายถึงผลที่มีเหลี่ยมแต่ไม่ชัดเจน มีความแก่ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์
Light Full ¾	หมายถึงผลที่มีเหลี่ยมชัดเจน มีความแก่ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์
Light ¾	หมายถึงผลที่มีขนาดครึ่งหนึ่งของผลโตเต็มที่หรือมีความแก่ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์

สำหรับกล้วยไข่จะเก็บเกี่ยวผลโดยนับวันหลังจากตัดปลีประมาณ 45 วัน สำหรับส่งภายในประเทศ แต่ถ้าส่งไปยังตลาดต่างประเทศจะเก็บเกี่ยวผลเมื่ออายุประมาณ 40 วัน มีความแก่ประมาณ 75-80 เปอร์เซ็นต์ (Pantastico *et.al*, 1975) นอกจากการใช้อายุผลเป็นองค์ประกอบในการพิจารณาดัชนีการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่ได้แล้วยังมีการเปลี่ยนแปลงของผลที่สำคัญบางอย่างได้แก่ เหลี่ยมผล อัตราส่วนความกว้างและความหนาของผล สีผิวเปลือก สีเนื้อและอัตราส่วนของเนื้อ : เปลือก สามารถนำมาเป็นการพิจารณาระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของผลกล้วยไข่ได้ (วิจิตร, 2530; Kosiyachinda *et.al*., 1990) ดังนั้น การเก็บเกี่ยวกล้วยไข่ควรพิจารณาหลายๆ อย่างประกอบกันจะช่วยควบคุมกล้วยไข่ให้มีความแก่ตามที่ต้องการได้ดียิ่งขึ้น

การเปลี่ยนแปลงระหว่างกระบวนการสุก

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการสุกนั้นมี 2 ส่วน คือ

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผล คือการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือก มีการสูญเสียสีเขียว โดยในกล้วยดิบจะมีสีเขียว แต่เมื่อกล้วยสุกเปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองนั้นเกิดจากเมื่อกล้วยสุกจะมีการเลี่ยนแปลงของสารสีโดยมีการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ จึงทำให้สีของคาโรทีนอยด์ที่มีอยู่แล้วปรากให้เห็น โดยที่ปริมาณของคาโรทีนอยด์นั้นค่อนข้างคงที่ จึงทำให้เมื่อกล้วยสุกเห็นเปลือกเป็นสีเหลือง (Von Loesecke, 1929; Morita *et.al*., 1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการสุกของกล้วยจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสีผิวดังนี้ (Anonymous, 1972)

ระยะที่ 1 ผิวเปลือกเขียว ผลแข็ง ไม่มีการสุก

ระยะที่ 2 ผิวเริ่มเปลี่ยนสีจากเขียว ออกเหลืองนิดๆ

ระยะที่ 3 ผิวเปลี่ยนสีจาเขียวออกเหลืองมากขึ้น แต่ยังมีสีเขียวมากกว่าสีเหลือง

ระยะที่ 4 ผิวเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองและมีสีเหลืองมากกว่าเขียว

ระยะที่ 5 ผิวเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แต่ส่วนปลายผลยังเป็นสีเขียว

ระยะที่ 6 ผิวทั้งผลมีสีเหลือง (ผลสุก)

ระยะที่ 7 ผิวมีสีเหลือง และเริ่มมีจุดสีน้ำตาล (สุกเต็มที่ และมีกลิ่นหอม)

ระยะที่ 8 ผิวสีเหลือง และเริ่มมีจุดสีน้ำตาลมากขึ้น (สุกมากเกินไป เนื้ออ่อนตัวมาก มีกลิ่นแรง)

2. การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในผล พบว่าในระหว่างกระบวนการสุกปริมาณของแป้งลดลงมากเมื่อผลสุกโดยจะเริ่มลดลงเมื่อผิวของเปลือกกล้วยเริ่มมีการเปลี่ยนสี และมีการสลายตัวของแป้งบางส่วนที่สะสมไว้ภายในผลให้เป็นน้ำตาล (Wills *et.al.*, 1989) มีอัตราการหายใจและอัตราการสร้างเอทิลีนเพิ่มมากขึ้น ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบเคมีต่างๆ ภายในผล (Seymour *et.al.*, 1993) ได้แก่

2.1 การเปลี่ยนแปลงคาร์โบไฮเดรต

ในกล้วยดิบจะมีการสะสมแป้งมาก มีการสะสมแป้งประมาณ 20-25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด แต่เมื่อกล้วยสุกแป้งจะถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปน้ำตาลต่างๆ ได้แก่ ซูโครส กลูโคส และฟรุคโตส (Wills *et.al.*, 1989) ทำให้เนื้อกล้วยสุกมีรสหวาน จากการทดลองของ ชาติชาย (2534) พบว่า เนื้อผลกล้วยไข่อายุ 0 วัน ภายหลังปลีหุ้มหวีเปิดเต็มที่ มีแป้งเป็นองค์ประกอบประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขึ้นสูงสุดเท่ากับ 27.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อผลอายุ 35 วัน หลังจากนั้นปริมาณแป้งจึงลดลง โดยลดลงเหลือ 17.3 เปอร์เซ็นต์ ขณะผลอายุ 52 วัน ซึ่งสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของ total sugars จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวแสดงว่ากล้วยมีการหายใจเพิ่มมากขึ้น และเริ่มเข้าสู่กระบวนการสุกแล้ว (Biale, 1960) และจากการทดลองของ Palmer (1971) พบว่า ในเนื้อกล้วยสุกจะพบการสะสมของซูโครสมากที่สุด ซึ่งการสะสมซูโครสมีน้อยที่สุดในระยะเริ่มสุก แต่พอระยะต่อมาจะมีการสะสมเพิ่มมากขึ้นและยังมีการสะสมในรูปกลูโคส ฟรุกโตส และมอลโตส และจากการทดลองของ Hubbard และคณะ (1990) พบว่า ในกล้วยสุกจะมีการสะสมแป้งลดลงเหลือประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด เพราะแป้งจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของน้ำตาล ซึ่งในกล้วยสุกจะพบ activity ของ α-amylase, β-amylase และ α 1,6-glucosidase เพิ่มขึ้น (Young et.al., 1974; Mao และ Kinsella, 1981; Garcia และ Lajolo, 1988)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การเปลี่ยนแปลงของวิตามิน

จากการศึกษาของ Ratapa และคณะ (1989) ได้ทำการทดลองในกล้วยน้ำว้าและกล้วยหักมุก พบว่า ปริมาณวิตามินซีในกล้วยน้ำว้าค่อยๆ เพิ่มขึ้นเมื่อกล้วยมีการสุกเพิ่มมากขึ้นและค่อยๆ ลดลงในช่วงที่ผลไม้นั้นสุกเต็มที่ ส่วนในผลดิบของทั้งกล้วยน้ำว้าและกล้วยหักมุกมีปริมาณวิตามินซีมากกว่ากล้วยสุก

2.3 การเปลี่ยนแปลงไขมัน

จากการศึกษาของ Goldstein และ Wick (1969) พบว่า ปริมาณไขมันในระหว่างกระบวนการสุกของกล้วยไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ซึ่งจากการศึกษาที่เปลือกและเนื้อกล้วย พบว่า มีไขมันประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งในเนื้อกล้วย และประมาณ 6.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งในเปลือกกล้วย

2.4 การเปลี่ยนแปลงกรดอินทรีย์

ปริมาณกรดอินทรีย์ในผลไม้นั้นสามารถทดสอบได้กับรสชาติ ซึ่งในกล้วยสุกเนื้อกล้วยจะมีการเพิ่มขึ้นของ acidity เมื่อกล้วยสุก และจะพบกรดอินทรีย์ต่างๆ กรดอินทรีย์ที่พบได้แก่ malic, citric และ oxalic (Palmer, 1971; Mariott, 1980)

2.5 การเปลี่ยนแปลงของสารสี

ผลไม้มักมีคาโรทีนและแซนโทฟิลล์เป็นองค์ประกอบอยู่แล้ว แต่ถูกสีเขียวของคลอโรฟิลล์บดบังเอาไว้ เมื่อผลไม้เข้าสู่ระยะชราภาพคลอโรฟิลล์จะสลายตัวไปสีของคาโรทีนอยด์จึงปรากฏให้เห็น โดยที่ปริมาณของคาโรทีนอยด์ในผลไม้ค่อนข้างคงที่ไม่ได้เพิ่มขึ้นแต่อย่างใด เช่น ในกล้วยหอมสุก (จริงแท้, 2541) Gross และคณะ (1976) ได้พบชนิดของคาโรทีนอยด์ในกล้วยได้แก่ α-carotene, B-carotene และ lutein

2.6 การเปลี่ยนแปลงสารประกอบฟีนอล

จากการศึกษาในเรื่องสารประกอบในกล้วยพบว่า สารประกอบฟีนอลจะพบมากบริเวณเปลือกกล้วยที่พบได้แก่ 3,4-dihydroxyphenylethylamine และ 3,4-dihydroxyphenylalanine ซึ่งสารประกอบเหล่านี้จะถูกออกซิไดซ์โดย polyphenol oxidase ได้ quinine ซึ่งทำให้ผลไม้เกิดสีน้ำตาลอย่างรวดเร็ว (Palmer, 1971) และจากการศึกษาของ Jayaraman และคณะ (1982, 1987) พบว่ากิจกรรมของ polyphenol oxidase ที่ทำให้เกิดจุดสีน้ำตาลในกล้วยนั้น ในกล้วยพันธุ์ที่มีอัตราการเกิดจุดสีน้ำตาลต่ำจะมีกิจกรรมของ polyphenol oxidase ต่ำด้วย และจะพบปริมาณของ ascorbic acid สูง

2.7 การเปลี่ยนแปลงสารระเหย

โดยปกติเมื่อผลไม้สุกจะมีทั้งปริมาณและสารระเหยมากขึ้น จากการศึกษาของ Nursten (1970) พบว่าในกล้วยหอมระยะต่างๆ จะพบสารระเหยแตกต่างกันดังนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้วยหอมดิบ	พบ	2-hexanol
กล้วยหอมสุก	พบ	Eugenol
กล้วยหอมงอม	พบ	isopentanol

ในกล้วยหลายๆ พันธุ์จะได้กลิ่นสารระเหยหอมออกมาซึ่งสารนั้นได้แก่ ester, alcohol, aldehyde และ phenol ซึ่งจะพบ ester ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ของสารระเหยทั้งหมด (Macku และ Jenning, 1987)

2.8 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผนังเซลล์

เมื่อผลไม้เริ่มสุกความแน่นเนื้อลดลงและสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ เช่นการเปลี่ยนแปลงน้ำตาล และการเลี่ยนสี การอ่อนตัวในผลไม้ในระยะสุกมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงภายในผนังเซลล์ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเนื่องมาจากการเสื่อมสลายของผนังเซลล์เองหรือของวัตถุที่เชื่อมผนังเซลล์เข้าด้วยกัน โดยเฉพาะในบริเวณของ middle lamella ดังปรากฏหลักฐานจากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนในผลอะโวกาโด แอปเปิ้ล และแพร ซึ่งพบว่า บริเวณ middle lamella ของผลที่ยังไม่สุกจะมีบริเวณที่ติดสีที่ย้อมเข้ม แต่เมื่อผลสุกบริเวณนี้จะปรากฏให้เห็นเป็นบริเวณที่ติดสีย้อมจาง แสดงให้เห็นว่าโมเลกุลของสารในบริเวณนี้ย่อยหายไป ผนังเซลล์ของพืชประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต 90-95 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีน 5-10 เปอร์เซ็นต์เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นอาจมี lignin, cutin, suberin, phenolics, wax และสารอินทรีย์อื่นๆ เป็นองค์ประกอบสำคัญ (จริงแท้, 2538) เมื่อผลกล้วยเริ่มเข้าสู่กระบวนการสุกมีการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพคตินซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญอยู่ในชั้น middle lamella ปริมาณเพคตินที่ละลายน้ำได้ (water soluble fraction) และเพคตินที่ละลายในสารละลายที่มี chelating agent อยู่ด้วย(chelator soluble fraction) เพิ่มมากขึ้น ส่วนที่ไม่ละลายลดลง แกนโมเลกุลของเพคตินถูกย่อยสลายเล็กลง และยังพบว่าปริมาณน้ำตาลกาแลคโตส ซึ่งเป็นองค์ประกอบของ side chain ของเพคตินลดลงด้วย (Mariott, 1980) ทำให้ผนังเซลล์ยึดติดกันอย่างหลวมๆ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ ได้แก่ pectin methylesterase และ polygalacturonase (Ahmad และ labavitch, 1980)

การลดความร้อนภายหลังการเก็บเกี่ยว

พืชมีการสะสมความร้อนจากแปลงปลูก เรียกว่าความร้อนแฝง (field heat) ซึ่งจะทำให้พืชมีอัตราการหายใจที่สูงขึ้น ทำให้เร่งการแก่ การสุก มีการเสื่อมสลายเร็วขึ้น เกิดการสูญเสียน้ำ มีการสร้างเอทธิลีนมากขึ้น อัตราการหายใจจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ เมื่อมีอุณหภูมิสูง อัตราการหายใจจะสูงขึ้น การลดอุณหภูมิของผลิตผลภายหลังการเก็บเกี่ยวอย่างรวดเร็ว (precooling) ก่อนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เก็บรักษาและขนส่ง จึงเป็นการยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตผล และยังช่วยรักษาคุณภาพของผลิตผลจนกว่าจะถึงมือผู้บริโภค (สุชาติ และคณะ. 2548)

การเลือกวิธีการลดความร้อนที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับ

1. ชนิดของผลิตผล ชนิดของผลิตผลที่ต่างกัน มีวิธีการลดอุณหภูมิที่แตกต่างกันไป เช่น สตรอเบอรี และ บล็อคโคลี ต้องการอุณหภูมิใกล้เคียงกับจุดเยือกแข็ง ในขณะที่ ฟักทองหรือมะเขือเทศ อาจถูกทำลายที่อุณหภูมิดังกล่าว วิธีการ hydrocooling หรือ icing ไม่เหมาะกับพืชที่เน่าเสียง่าย เพราะเป็นวิธีที่มีความชื้นสูง

2. ภาชนะบรรจุ วิธีที่ดีที่สุดในการลดอุณหภูมิ อาจขึ้นอยู่กับว่าผลิตผลนั้นบรรจุอยู่ในภาชนะบรรจุในลักษณะใด ลักษณะของภาชนะบรรจุ มีผลต่อวิธีและอัตราการลดอุณหภูมิของผลิตผล

3. ปริมาณของผลิตผล การลดอุณหภูมิในบางวิธี ต้องทำด้วยความรวดเร็วกว่าวิธีอื่น ถ้าผลิตผลที่จะทำการลดอุณหภูมินั้นมีปริมาณมาก ควรเลือกวิธีการลดอุณหภูมิที่เร็วที่สุด

4. ด้านเศรษฐกิจ ค่าบำรุงรักษาของเครื่องกำจัดความร้อนแต่ละชนิดนั้นแตกต่างกัน ควรศึกษาถึงความคุ้มทุน และผลตอบแทนที่ได้รับ (สุชาติ และคณะ. 2548)

วิธีการลดความร้อนของผลิตผลทางการเกษตรที่นิยมใช้ ได้แก่

1. การลดความร้อนโดยใช้อากาศเป็นตัวกลาง (air cooling)

การใช้ห้องเย็น (room cooling) คือ การใช้ห้องเย็นเป็นห้องสำหรับลดอุณหภูมิของผักและผลไม้โดยตรง โดยการนำผักและผลไม้เข้าไปไว้ในห้อง วิธีนี้ความเร็วในการลดอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ เพราะอากาศเย็นไหลหมุนเวียนรอบๆ ภาชนะบรรจุเท่านั้น (ดนัย และนิธิยา. 2535)

การใช้ลมเย็น (forced-air cooling) เป็นการลดอุณหภูมิโดยการเป่าอากาศเย็นอุณหภูมิประมาณ 0–3 องศาเซลเซียส และทำการหมุนเวียนอากาศด้วยความเร็วสูง การทำให้อากาศเย็นไหลผ่านและแทรกตัวเข้าไประหว่างภาชนะบรรจุด้วยความเร็วสูงจะทำให้อากาศพาความร้อนออกจากผักและผลไม้ได้อย่างรวดเร็ว (ดนัย และนิธิยา. 2535) วิธีนี้นิยมใช้กับ สตรอเบอรี่ องุ่น ท้อ และแอปเปิล ที่อุณหภูมิประมาณ 0 องศาเซลเซียส ส้ม 5 องศาเซลเซียส แตง 10 องศาเซลเซียสกล้วย 12-15 องศาเซลเซียส (AFCQ. 2000)

2. การลดความร้อยโดยใช้น้ำเย็น (hydrocooling) เป็นวิธีการที่รวดเร็ว ใช้ได้ดีกับผักและผลไม้หลายชนิด โดยการใช้น้ำเย็นเป็นตัวกลาง สามารถทำได้หลายวิธี เช่น ปล่อยให้น้ำเย็นไหลผ่าน การสเปรย์น้ำเย็น การจุ่มผักและผลไม้ลงในน้ำเย็น หรือถังน้ำแช่น้ำแข็ง น้ำที่ใช้ต้องเย็นที่สุดเท่าที่จะเย็นได้โดยไม่ทำให้เกิดผลเสียกับผลิตผล และอาจเติมคลอรีนหรือสารระงับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ลงไปด้วย การใช้น้ำเย็นเป็นวิธีการที่นิยมใช้เนื่องจากใช้เวลาน้อย ลดการสูญเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนัก และยังช่วยทำความสะอาดเบื้องต้นด้วยนิยมใช้กับหน่อไม้ฝรั่ง ข้าวโพดหวาน เซอรี่ แครอท สาลี่ แอปเปิล (ดนัย และนิธิยา. 2535)

3. การใช้น้ำแข็ง (contact icing) นิยมใช้กับผักใบ ใช้น้ำแข็งป่นคลุมด้านบนหรือปูเป็นชั้นๆระหว่างผลิตผลเพื่อลดความร้อน เมื่อน้ำแข็งละลาย น้ำเย็นจะไหลผ่านผักและผลไม้

4. การใช้สุญญากาศหรือการลดความดัน (vacuum cooling) เป็นวิธีการลดอุณหภูมิที่รวดเร็วที่สุด นิยมใช้กับผักใบต่างๆ ทำได้โดยการใส่ผักหรือผลไม้ในภาชนะที่ปิดมิดชิด แล้วดูดอากาศออกโดยใช้ปั๊มสุญญากาศจนมีความดันประมาณ 4.5 มม.ปรอท ซึ่งจะทำให้น้ำระเหยเป็นไอน้ำออกจากผักและผลไม้ ทำให้อุณหภูมิลดลง วิธีการนี้จะมีการสูญเสียน้ำหนักของผักและผลไม้ไปมาก ดังนั้นจึงอาจสเปรย์ผักและผลไม้ด้วยน้ำสะอาดก่อน นิยมใช้กับผักกาดหอม ห่อ หน่อไม้ฝรั่ง เซอรี่ ข้าวโพดหวาน ถั่วฝักสด เห็ด (ดนัย และนิธิยา. 2535)

อาการสะท้านหนาว Chilling injury (CI)

อาการสะท้านหนาว (Chilling injury) คือ อาการที่เกิดจากความเสียหายจากอุณหภูมิต่ำลักษณะหนึ่ง ผักและผลไม้หลายชนิดเกิดอาการผิดปกติขึ้นได้เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำแต่สูงกว่าจุดเยือกแข็ง พืชเมืองร้อนส่วนใหญ่จะเกิดอาการผิดปกติขึ้นได้เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12 – 15 °C และ พืชเขตหนาวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 - 2 °C อาการผิดปกติที่เกิดขึ้นมีหลายลักษณะ เช่น แผลของผลผลิตเกิดรอยแผลสีน้ำตาลหรือดำ และอาจมีรอยบุ๋มลงไปด้วยเนื่องจากเซลล์บริเวณนั้นตายไป ผลอาจไม่สุกและไม่แสดงอาการให้เห็น เนื้อภายในอาจตายและเกิดรอยแผลสีน้ำตาลขึ้นและอาจมีการสะสมแอลกอฮอล์ และ Acetaldehyde ขึ้นภายในเนื้อ ทำให้ผลผลิตผิดปกติไป

Lewis (1956) และ Mitchel *et al.* (1972) ให้ความเห็นไว้ว่า Chilling injury (CI) คือ ความเสียหายของพืชผลที่เกิดจากการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำที่จำเป็นในการเก็บรักษาสินค้าต่าง ๆ หลายชนิด โดยเฉพาะผักและผลไม้ที่มีแหล่งกำเนิดในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน Lyons (1973) และ Pantastico (1975) สรุปเพิ่มเติมว่า Chilling injury (CI) จะเกิดที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดเยือกแข็งของพืชนั้น ๆ ถึงอุณหภูมิต่ำกว่า 12 °C Lewis (1956) พบว่าอาการ Chilling injury (CI) รุนแรงขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำลง และระยะเวลาที่ได้รับอุณหภูมินานขึ้น Lyons (1973) สรุปว่าอุณหภูมิต่ำที่ทำให้เกิดอาการ CI สำหรับพืชเขตหนาว เช่น แอบเปิล คือ อุณหภูมิ 0 - 4 °C พืชเขตกึ่งร้อน เช่น ส้ม คือ อุณหภูมิ 8 °C และพืชเขตร้อน เช่น กล้วย คือ อุณหภูมิ 12 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะอาการของ Chilling injury **ของผลกล้วย**

Loesecke (1950) ให้ความเห็นว่า CI ที่เกิดกับผลกล้วยเกิดจากการขยายพื้นที่สีน้ำตาลในเนื้อเยื่อชั้น subepidermal เมื่อนำกล้วยที่เกิด CI มาบ่มให้สุกจะเกิดอาการดังนี้

1. สุกช้า หรือสุกไม่ปกติ
2. ไส้กลางผลแข็ง (Cavendish เป็นมากกว่า Gros Michel)
3. ผิวสีเหลืองคล้ำ

สำหรับกล้วย Gros Michel ผิวสีเหลืองคล้ำจะมีสีน้ำตาลปนแดง ซึ่งต่อมาจะมีสีเข้มขึ้นแล้วเปลี่ยนเป็นสีดำ ผลจะอ่อนนุ่มขึ้น

บางครั้งกล้วยจะเป็นแผลสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งเกิดจากการระเหยของน้ำในเนื้อเยื่อนั้น ๆ อาการ CI อีกอย่างที่พบคือ กล้วยจะไม่มีกลิ่นหอม แต่ CI ไม่ทำให้รสชาติของกล้วยเปลี่ยนไป ยกเว้นกรณีที่อาการรุนแรงและมีการสุกที่ไม่ปกติเท่านั้น

Abilay (1968) ศึกษากล้วย Lakatan พบว่าผลกล้วยที่เกิด CI จะมีอาการดังนี้คือ

1. เปลือกกล้วยมีสีคล้ำ
2. ผลกล้วยมีรอยขีดลึก
3. ไส้กลางผลของกล้วยแข็ง
4. ผลกล้วยจะสุกช้ากว่าปกติ
5. เมื่อผลกล้วยสุกเต็มที่ผิวของผลกล้วยยังมีสีเขียวอยู่
6. กล้วยมีกลิ่นฉุน

รายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Vakis *et al.* (1970) ศึกษากล้วย Lakatan โดยเปรียบเทียบการตัดชิ้นส่วนของผลกล้วยบนอาหารกับกล้วยทั้งผล ปรากฏว่าเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4.4 °C และ 15.5 °C กล้วยจะแสดงอาการตอบสนองต่ออุณหภูมิเหมือนกันในวันที่ 2 หลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4.4 °C กล้วยจะเริ่มมีสีคล้ำ และมีสีคล้ำมากในวันที่ 8 หลังจากเก็บรักษา

Simmond (1970) สรุปไว้ว่ากล้วย Gros Michel ที่เกิดอาการ CI จะพบว่ามีแป้งสูง 1.6 – 7.5 % มีน้ำตาล 6.6 – 11.3% มี active tannin 2.15 – 2.18 หน่วย ในขณะที่กล้วยที่สุกปกติจะมีแป้ง 1.7 – 3.7% มีน้ำตาล 11.5 – 12.6% และมี active tannin 0.94 – 1.07 หน่วย เขาพบว่ากล้วยที่เกิดอาการ CI จะมีการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลได้ช้าลง เมื่อปล่อยให้กล้วยสุกจะปรากฏว่ากล้วยมีรสหวานน้อยลง แต่จะที active tannin เพิ่มสูงขึ้น

Hulme (1971) ให้ความเห็นไว้ว่า CI จะเกิดรุนแรงมากสำหรับผลกล้วยที่อุณหภูมิ -1 ถึง 7 °C กล้วยที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิดังกล่าว 2 – 3 ชั่วโมง จะเกิดอาการ CI และมีคุณภาพต่ำลง แต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง หรือมากกว่านี้ กล้วยจะไม่สามารถนำออกขายได้ แต่ที่อุณหภูมิ 10 – 11 °C จะยังไม่สามารถคาดคะเนความเสียหายได้ขึ้นอยู่กับชนิดของกล้วย กล้วยบางชนิดจะแสดงอาการในเวลา 2 – 3 ชั่วโมง บางชนิดทนทานต่ออุณหภูมินี้ได้ถึง 2 สัปดาห์ ดังนั้นผลกล้วยที่ส่งไปขายไกล ๆ มักจะเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 11 – 13 °C ซึ่งจะเกิดอาการ CI ได้น้อย แต่อุณหภูมินี้บางครั้งจะเกิด CI ได้ในกล้วยบางชนิด เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 8 วัน

Haard และ Timble (1973) พบว่ากล้วยที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 °C นาน 5 – 10 วัน เปลือกกล้วยจะมีสีคล้ำมาก placenta มีสีคล้ำ และเมื่อนำมาบ่มผลกล้วยจะไม่สุก

Pantastico (1975) กล่าวว่า chilling injury เป็นปัญหาใหญ่ในการจักการหลังการเก็บเกี่ยวของผลผลิต เพราะทำให้โอกาสในการเก็บรักษาพืชผลที่อุณหภูมิต่างๆ หมดไปแทนที่จะยืดอายุพืชผลออกไปอีก การเสียหายแบบนี้แตกต่างจากการถูกทำลายเนื่องจากความเยือกแข็งคือจะเกิดอุณหภูมิต่ำแต่สูงกว่าจุดเยือกแข็งของเนื้อเยื่อ และการเก็บรักษาผลผลิตโดยการดัดแปลงบรรยากาศ (Modified atmosphere : MA) สามารใช้ได้ผลกับผักและผลไม้หลายชนิด ซึ่งเป็นการรักษาในสภาพที่การลดปริมาณ O_2 และเพิ่มปริมาณ CO_2 ซึ่งอาจทำให้ผักและผลไม้บางชนิดมีอายุการเก็บรักษานานขึ้นกว่าการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศธรรมดาที่ระดับอุณหภูมิเดียวกัน เพราะ O_2 มีความเข้มข้นต่ำทำให้อัตราการหายใจและการใช้อาหารสะสมสำหรับกระบวนการหายใจลดลงและการผลิตเอทธิลีนต่ำลงด้วย จึงทำให้ผักผลไม้สูญเสียคุณภาพช้าลง ขณะเดียวกันระดับ CO_2 ที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณ CO_2 ในเซลล์เพิ่มขึ้น ทำให้ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์บางชนิดลดการผลิตสารระเหย นอกจากนี้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะถูกยังยั้งโดยสัดส่วนของแก๊สในบรรยากาศของ MA นี้ด้วย

Santana (1976) ศึกษากล้วยพันธุ์ Poyo Cavendish ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 และ 12 °C พบว่ากล้วยผิวเหลืองอมเขียว จะเกิดอาการผิวสีดำคล้ำได้ง่ายกว่ากล้วยดิบผิวเขียว กล้วยดิบผิวเขียวจะเกิดอาการดำคล้ำได้เร็วที่อุณหภูมิ 4 °C ส่วนกล้วยผิวเหลืองอมเขียวจะเกิดอาการผิวดำคล้ำได้เร็วที่อุณหภูมิ 0 °C ในเวลา 2 – 4 วัน

Dincer (1995) ทำการprecooling องุ่น พันธุ์ *Sultana* ด้วยอากาศเย็น 4 องศาเซลเซียส และมีความเร็วลม 1-2 เมตร/วินาที พบว่า การให้อากาศเย็น และการเพิ่มความเร็วลมเป็น1-2 เมตร/วินาที จะช่วยลดเวลาในการทำความเย็นลง ประมาณ 21.8 เปอร์เซ็นต์

Glahan และ Youryon (2000) พบว่า กล้วยไข่ที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 35 วัน + CO_2 0 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการสุกนานที่สุกคือ 6 วัน ภายหลังการเก็บรักษา 30 วัน และกล้วยไข่ที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 35 วัน + CO_2 0 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่ 16 องศาเซลเซียล มีอายุการเก็บรักษาสูงสุดคือ 60.55 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Martinez-Romero *et al.* (2002) ศึกษาผลของการใช้ลมเย็น (force-air cooling) ก่อนหรือหลังการเกิดความเสียหายเชิงกลของพลัม พบว่าการทำ force-air cooling จะทำให้อัตราการหายใจของเนื้อเยื่อส่วนที่ได้รับความเสียหายลดลง สำหรับผลที่ได้รับความกระทบกระเทือนก่อนการทำ precooling จะมีการหายใจเพิ่มเป็น 2 เท่าของผลที่ได้รับการกระทบกระเทือนหลังจากการทำ precooling พลัมได้รับความเสียหายเชิงกลก่อนการทำ precooling จะมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่า มีความแน่นเนื้อน้อยกว่า และมีค่า chroma values น้อยกว่าผลที่ทำ precooling ก่อน และพบว่าการทำ precooling พลับพันธุ์ Santa Rosa หลังการเก็บเกี่ยว (ก่อนการคัดบรรจุ การเก็บรักษา หรือการขนส่ง) สามารถช่วยรักษาคุณภาพและยืดอายุการวางจำหน่ายได้

Holfman *et.al.* (2002) ทำการศึกษาการใช้อุณหภูมิต่ำเพื่อส่งเสริมคุณภาพของอะโวกาโดพันธุ์ 'Hass' โดยอาจจะใช้หรือไม่ใช้ การจุ่มน้ำร้อน (hot water treatment ; HWT) ร่วมด้วย การใช้สภาพอุณหภูมิต่ำ (low temperature condition ; LTC) คือ เก็บไว้ที่ 4-8 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3-4 วัน หลังจากนั้นนำไปเก็บไว้ที่ 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 16 วันก่อนนำไปบ่มสุกที่ 16 องศาเซลเซียส และในการทดลองที่ 2 นำผล อะโวกาโดไปแช่น้ำร้อน 41-42 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15-25 นาที แล้วทำ LTC หรือ ไม่ทำ LTC พบว่า การทำ LTC ที่ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน หรือ เก็บที่ 6-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-4 วัน พบว่าลักษณะภายนอกมีการยอมรับเพิ่มขึ้น (พบรอยสีดำบนผิว เกิดขึ้นน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์) การทำ LTC ก่อนนำไปวางไว้ จะลดการเกิดรอยดำบนผิวผลได้ และให้ผลดีกว่าการทำ HWT และพบว่าการใช้ HWT ร่วมกับ LTC ให้ผลไม่ดีไปกว่าการทำ LTC เพียงอย่างเดียว และมีการนำผลอะโวกาโดที่เก็บใน 6 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 วัน แล้วส่งจาก Queenslandไป New Zealand พบว่า ลักษณะภายนอกเป็นที่ยอมรับ และเนื้อภายในมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

พูนสุข (2525) ศึกษากล้วยหอม, กล้วยน้ำว้า, กล้วยหักมุก และกล้วยไข่ ในระยะกล้วยผิวสีเขียวและผิวสีเหลือง โดยเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 15 °C พบว่า กล้วยผิวสีเขียวเกิดอาการความเสียหายจากอุณหภูมิต่ำ (Chilling injury) ได้ช้ากว่ากล้วยผิวเหลือง กล้วยน้ำว้าผิวเขียวเกิดอาการ CI ได้ช้ากว่ากล้วยผิวเขียวชนิดอื่น โดยกล้วยน้ำว้า, กล้วยหอม, กล้วยไข่ และกล้วยหักมุก ชนิดผิวเขียวเกิดอาการ CI ที่อุณหภูมิ 15 °C เมื่อเก็บไว้นาน 9, 8, 7 และ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 10 °C เกิดอาการ CI เมื่อเก็บไว้นาน 7, 4, 5 และ 3 วัน ส่วนที่อุณหภูมิ 5 °C เกิดอาการ CI เมื่อเก็บไว้นาน 3, 2, 2 และ 3 วัน ส่วนกล้วยผิวเหลืองที่อุณหภูมิ 15 °C เกิดอาการ CI เมื่อเก็บไว้นาน 3, 2, 4 และ 2 วัน ที่อุณหภูมิ 10 °C เกิดอาการ CI เมื่อเก็บไว้นาน 2, 3, 2 และ 1 วัน และที่อุณหภูมิ 5 °C เกิดอาการ CI เมื่อเก็บไว้นาน 2, 1, 2 และ 2 วัน อาการ CI ที่เกิดกับกล้วยชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผิวหม่นขาว ผิวสีคล้ำหรือน้ำตาลดำ หรือมีสีม่วง ผิวมีจุดนูนคล้ายหน้าข้าวตัง ผิวเป็นสีน้ำตาลเป็นทางยาว และเป็นเส้นสีน้ำตาล เนื้อกล้วยเป็นไตแข็ง และสุกไม่ปกติ เนื้อช้ำ และไส้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลางผลแข็ง กล้วยผิวสีเขียวทั้ง 4 ชนิด เมื่อสุกมีผิวเหลืองเข้าระยะที่ 4 จะมีความแน่นของเนื้อผลมากกว่ากล้วยผิวเหลือง ในผลกล้วยที่เกิดอาการ CI รุนแรง จะมีเปอร์เซ็นต์ TSS ต่ำมาก

สายชล (2528) กล่าว่าลักษณะภายนอกของ Chilling injury ที่มองเห็นจะมีความแตกต่างกันในผลไม้แต่ละชนิดอย่างไรก็ตามจะมีอาการแผลเป็นรูเกิดขึ้นอย่างน้อย 60 เปอร์เซ็นต์ของผลไม้ อาการชุ่มน้ำและช้ำจะเกิดกับผลไม้ที่อ่อนนุ่มและเปลือกบาง เช่นมะเขือเทศ แตงกวา มะละกอ และกล้วย

จิรา (2531) กล่าวว่า การเก็บรักษาผลผลิตในระดับอุณหภูมิต่ำเหนือจุดเยือกแข็ง พืชบางชนิดจะเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13-15 องศาเซลเซียล จึงจะอยู่ได้นาน หากลดอุณหภูมิต่ำกว่านี้พืชจะเป็นอันตรายได้ซึ่งเรียกว่าอาการสะท้านหนาว

จันทนา (2543) ศึกษาอิทธิพลของสัดส่วน คาร์บอนไดออกไซด์ต่อออกซิเจน และสารดูดซับเอทธิลีนต่อการเกิดเอทธิลีน คุณภาพและอายุการเก็บรักษากล้วยไข่ พบว่า กล้วยไข่ที่เก็บรักษาในคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ ออกซิเจน 20 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 42.67 วัน โดยที่สีเปลือกของกล้วยไข่ยังคงมีสีเขียว การสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณ TSS และเอทธิลีนจะเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เมื่อนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้อง กล้วยไข่ยังคงคุณภาพการรับประทานเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในเกณฑ์ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

อุปกรณ์และสารเคมี

1. กล้วยไข่
2. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (refrigerator)
3. เครื่องชั่งแบบดิจิตอล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง (balance)
4. แผ่นเทียบสีมาตรฐานของ Royal Horticultural Society (R.H.S.)
5. เครื่องวัดความหวาน (hand refractometer)
6. เครื่องวัดอุณหภูมิภายใน (thermocouple thermometer)
7. เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (firmness tester)
8. หลอดแก้วสำหรับวัดของเหลว (burette)
9. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH), ฟีนอฟทาลีน ($C_{20}H_{14}O_4$)
10. เครื่องแก้ว เช่น beaker, flask, test tube
11. อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น สมุด, ดินสอ, ปากกา, กล้องถ่ายภาพ ฯลฯ

วิธีดำเนินงาน

จัดหากล้วยไข่ที่มีอายุหลังจากตัดปลี 45 วัน นำมาทำความสะอาด เอาสิ่งสกปรกออก แล้วนำมาเข้าตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ และระยะเวลาต่างๆ กัน ตามวิธีที่กำหนดไว้ ทุกขั้นตอนที่ทำต้องมีความระมัดระวังไม่ให้กล้วยไข่ชอกช้ำ และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2 °C) จนกล้วยไข่สุกในระยะเปลือกมีสีเหลืองทั้งผลซึ่งเป็นระยะที่ต้องการของผู้บริโภค

วางแผนการทดลองแบบ 5x6 factorial in completely randomized design ประกอบด้วย 30 treatment combinations วิธีการละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 1 หวี และมี 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัย A คือ ระดับอุณหภูมิในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว (องศาเซลเซียส) มี 5 ระดับ คือ

a_1	=	5	องศาเซลเซียส
a_2	=	0	องศาเซลเซียส
a_3	=	-5	องศาเซลเซียส
a_4	=	-20	องศาเซลเซียส
a_5	=	-25	องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัย B คือ ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว (นาที) มี 6 ระดับ คือ

b_1 = 15 นาที

b_2 = 20 นาที

b_3 = 25 นาที

b_4 = 30 นาที

b_5 = 35 นาที

b_6 = 40 นาที

การบันทึกข้อมูล

หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วได้บันทึกข้อมูลดังนี้

1. อุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่
2. น้ำหนักสด (กรัม)
3. สีเปลือก
4. สีเนื้อ
5. ค่าความแน่นเนื้อ
6. ปริมาณ TSS (total soluble solid)
7. ปริมาณ TA (titratable acidity)

ภายหลังจากที่นำผลกล้วยไข่ผ่านกระบวนการในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วแล้วนำผลกล้วยไข่ที่ได้มาบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อศึกษาข้อมูลดังนี้

1. ระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากดิบถึงผลสุก
2. ลักษณะการสุก
3. น้ำหนักสด (กรัม)
4. สีเปลือก
5. สีเนื้อ
6. ค่าความแน่นเนื้อ
7. ปริมาณ TSS (total soluble solid)
8. ปริมาณ TA (titratable acidity)
9. คุณภาพการรับประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาข้อมูล

1. อุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่

เป็นการวัดอุณหภูมิภายในของผลกล้วยไข่ โดยการใช้เครื่องวัดอุณหภูมิภายใน (thermocouple thermometer) แทงเข้าไปในผลกล้วยไข่ที่ผ่านการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว

2. ระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากดิบถึงผลสุก

ระยะเวลาในการสุกของผลโดยนับเวลาหลังทำการทดลองจนถึงระยะกล้วยไข่เปลี่ยนแปลงสีจากสีเขียว เป็นสีเหลืองสุกทั้งผลเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคและพร้อมที่จะบริโภคได้

3. ลักษณะการสุก

เริ่มพิจารณาเมื่อผลกล้วยไข่เริ่มสุกจนกระทั่งถึงสุกเต็มที่

4. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด คิดโดยทำการชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของกล้วยไข่ ก่อนการเก็บรักษา หลังจากกล้วยไข่สุก แล้วบันทึกผล นำน้ำหนักที่ได้มาคิดเป็นร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักสด และคำนวณตามสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด} = \frac{\text{น้ำหนักสดก่อนการเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักสดหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักสดก่อนการเก็บรักษา}} \times 100$$

5. สีเปลือก

โดยการเปรียบเทียบสีเปลือกของกล้วยไข่โดยใช้แผ่นเทียบสีมาตรฐานของ royal horticultural society (R.H.S.color chart)

6. สีเนื้อ

โดยการเปรียบเทียบสีเนื้อของกล้วยไข่โดยใช้แผ่นเทียบสีมาตรฐานของ royal horticultural society (R.H.S.color chart)

7. ค่าความแน่นเนื้อ

โดยนำเครื่องวัดความแน่นเนื้อ (firmness tester) แทงเข้าไปในผลกล้วยไข่

8. ปริมาณ total soluble solid (TSS)

นำส่วนเนื้อกล้วยไข่มาบด ผสมน้ำ และคั้นน้ำออกมา หลังจากนั้นนำน้ำคั้นมาหยดลงบนเครื่อง hand refractometer แล้วอ่านค่า TSS หน่วยเป็น brix

9. ปริมาณ titratable acidity คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของกรดซีตริก

นำส่วนเนื้อกล้วยไข่มาบด ผสมน้ำ และคั้นน้ำออกมาให้ได้ 1 มิลลิลิตร แล้วเติมฟีนอฟทาลีนเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัว indicator จากนั้นนำไปไตเตรทด้วยสารละลายด่างมาตรฐาน (0.1 N NaOH) จนกระทั่งถึง end point (น้ำคั้นเปลี่ยนจากใสเป็นสีชมพู) บันทึกปริมาตรของสารละลายด่างที่ใช้ไป เพื่อนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรดซีตริก ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

109891

เปอร์เซ็นต์กรดซีตริก = $\frac{\text{N base x มิลลิลิตร Base x meq.wt. ของกรดซีตริก}}{\text{มิลลิลิตรของน้ำคั้นที่ใช้}}$ x 100

โดย N base = normality ของ NaOH

มิลลิลิตร base = จำนวนมิลลิลิตรของ NaOH ที่ใช้ไตรเตรท

meq.wt. ของกรดซีตริก = 0.06404

10. คุณภาพการรับประทาน

โดยใช้ผู้ทดสอบชิมผ่านการฝึกฝนแล้วจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สีของเนื้อใน กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม โดยวิธีการให้คะแนนแบบ hedonic scale 5 ระดับ (British Nutrition Foundation, 2001) ดังนี้ 5 = ชอบมากที่สุด 4 = ชอบ 3 = เฉยๆ 2 = ไม่ชอบ 1 = ไม่ชอบมากที่สุดจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนโดยใช้ตาราง Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทดลอง วันที่ 1 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

สิ้นสุดการทดลอง วันที่ 15 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

การศึกษาผลของระดับอุณหภูมิ และระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วต่อพัฒนาการสุกของกล้วยไข่ พบว่า

1. อุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว

ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วในกล้วยไข่ พบว่า กล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที มีอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่มากที่สุดคือ 19.75 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ กล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 5 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที และ ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที มีอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่คือ 17.15, 14.50, 13.75, 12.60, 12.50, 12.40, 12.00, 11.95, 11.20, 10.90, 10.05, 10.00, 9.65, 9.55, 9.40, 8.90, 9.80, 8.30, 8.30, 8.05, 7.80, 7.35, 7.10, 6.70, 6.35, 6.20, 5.85 และ 5.30 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนกล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที มีอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่น้อยที่สุดคือ 4.10 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 1 ภาพที่ 1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว อย่างเดียว พบว่า การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว กล้วยไข่ ที่ระดับอุณหภูมิ 0 °C มีอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่มากที่สุดคือ 11.21 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว กล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ 5, -5 และ -25 °C มีอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่คือ 10.88, 10.48 และ 8.85 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว กล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ -20 °C มีอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่น้อยที่สุดคือ 7.99 องศาเซลเซียส จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ 5, 0 และ -5 องศาเซลเซียส มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ -20 และ -25 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 2 ภาพที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วอย่างเดียว พบว่า กล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 15 นาที มีอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่มากที่สุดคือ 15.51 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ กล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 20, 25, 30 และ 35 นาที มีอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่คือ 11.05, 10.21, 8.72 และ 7.33 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนกล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 40 นาที มีอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่น้อยที่สุดคือ 6.47 องศาเซลเซียส จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่ที่ระยะเวลา 15 นาที มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับทุกวิธีการ (ตารางที่ 3 ภาพที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน

Treatment combination	อุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่
a1b1	19.75a [1/]
a1b2	12.6cde
a1b3	9.55g-l
a1b4	8.90i-m
a1b5	7.35k-o
a1b6	7.10k-o
a2b1	17.15b
a2b2	12c-h
a2b3	11.2d-i
a2b4	10.05e-k
a2b5	8.8i-m
a2b6	8.05j-o
a3b1	13.75cd
a3b2	12.50c-f
a3b3	10.90d-j
a3b4	9.65f-l
a3b5	8.30i-n
a3b6	7.80k-o
a4b1	12.40c-g
a4b2	6.20m-p
a4b3	9.40h-l
a4b4	8.30i-n
a4b5	6.35m-p
a4b6	5.3op
a5b1	14.50c
a5b2	11.95c-h
a5b3	10.00e-k
a5b4	6.70l-p
a5b5	5.85nop
a5b6	4.10p

[1/] **ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น** 95 **เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ** Duncan 's new multiple range test

ลิขสิทธิ์นี้เป็นของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน

ระดับอุณหภูมิ (°C)	อุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว
5	10.88a [1/]
0	11.21a
-5	10.48a
-20	7.99b
-25	8.85b

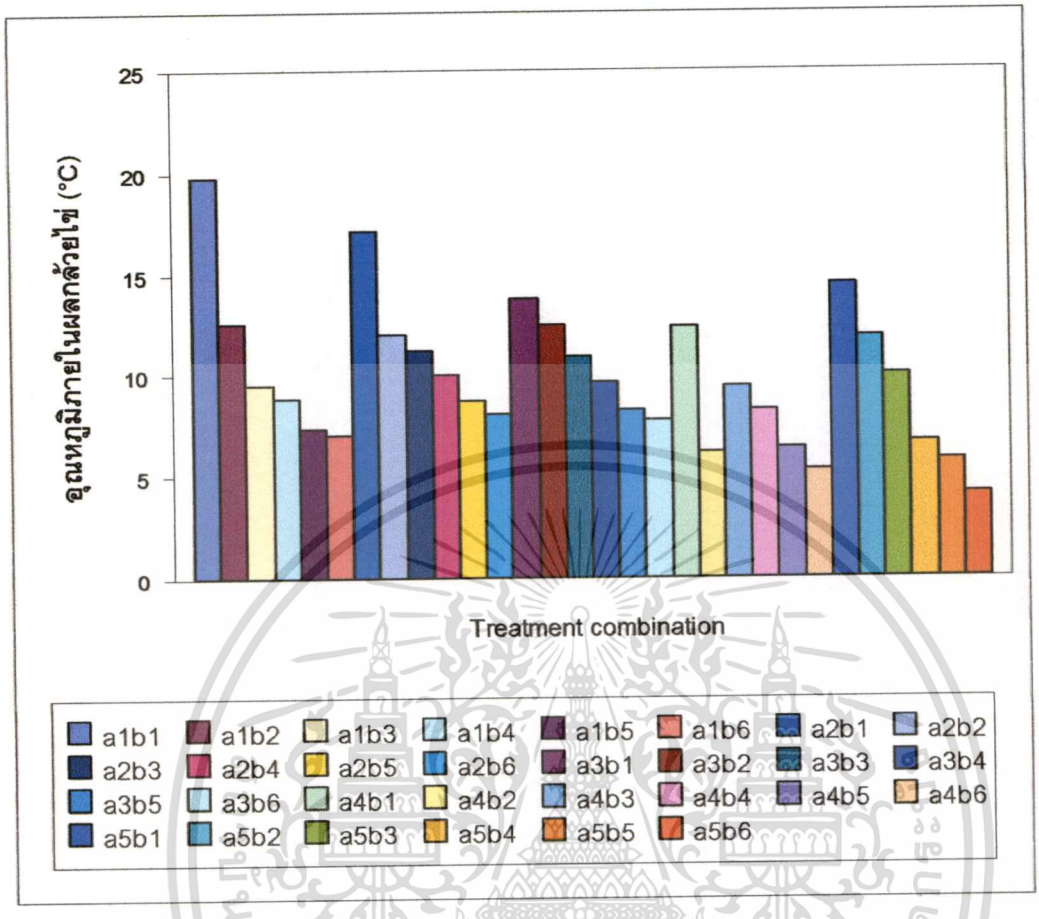
1/ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's new multiple range test

ตารางที่ 3 แสดงอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระยะเวลาต่างๆ กัน

เวลา (นาที)	อุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่หลัง การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว
15	15.51a [1/]
20	11.05b
25	10.21b
30	8.72c
35	7.33d
40	6.47d

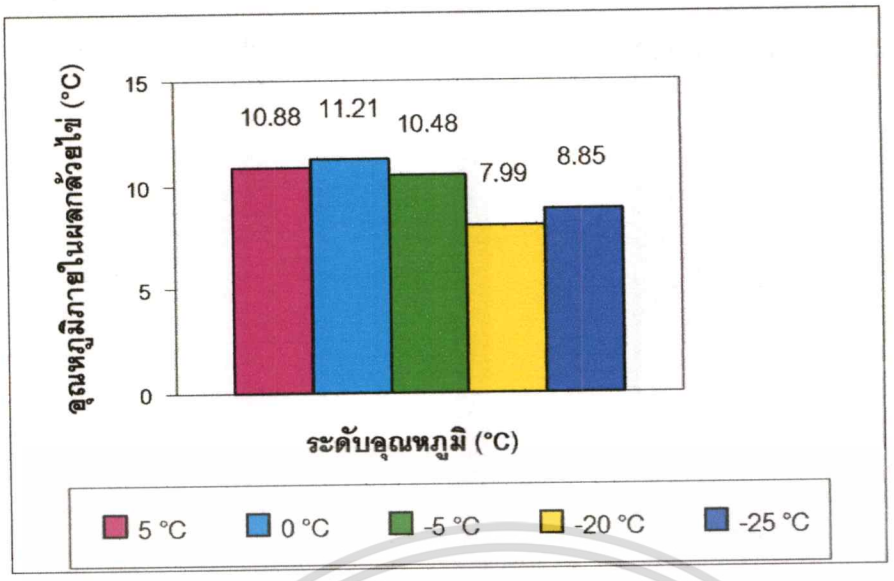
1/ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's new multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

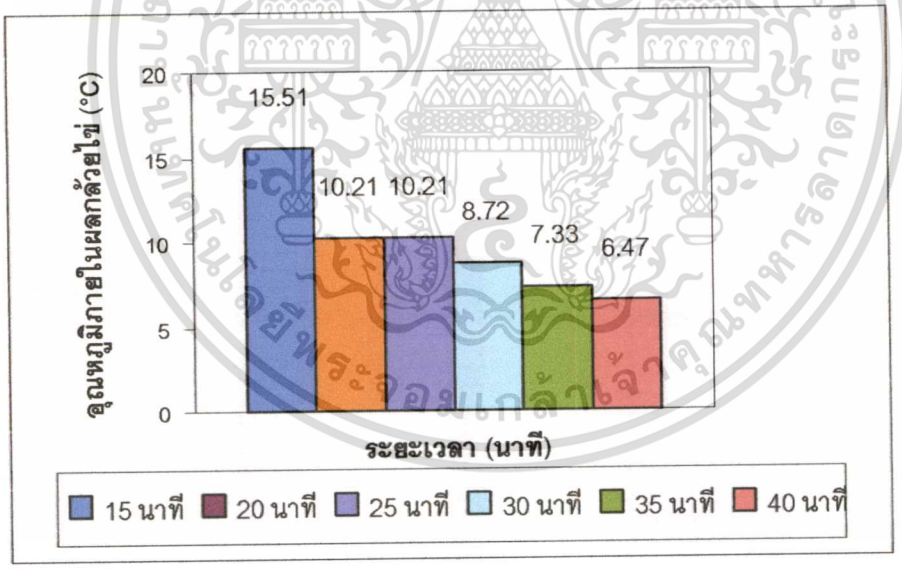


ภาพที่ 1 แสดงอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน



ภาพที่ 3 แสดงอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระยะเวลาต่างๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

ภายหลังจากการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วแล้วนำมาบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องจนสุก พบว่า กล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 33.10 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ กล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที และระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดคือ 28.74, 28.46, 26.90, 26.83, 26.61, 26.34, 25.50, 25.44, 24.68, 24.45, 24.41, 24.31, 24.12, 24.04, 23.94, 23.86, 23.76, 23.56, 23.34, 23.31, 22.93, 22.80, 22.53, 22.30, 22.08, 22.01, 20.56 และ 20.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 19.68 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดภายหลังการบ่มสุกที่อุณหภูมิห้องไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4 ภาพที่ 4)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วอย่างเดียว พบว่า กล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -25 °C มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 25.87เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ กล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 0, -20 และ5 °C มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดคือ 25.19, 24.67 และ 23.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -5 °C มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 22.47 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระดับอุณหภูมิในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วของกล้วยไข่ไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดภายหลังการบ่มสุกที่อุณหภูมิห้องมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5 ภาพที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วอย่างเดียว พบว่า กล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 27.00เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ กล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 35, 40, 15 และ 25 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดคือ 24.69, 24.64, 24.03 และ 23.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 22.10 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วของกล้วยไข่ไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดภายหลังการบ่มสุกที่อุณหภูมิห้องมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6 ภาพที่ 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของกล้วยไข่ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน

Treatment combination	การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)
a1b1	22.3a [1/]
a1b2	23.56a
a1b3	23.31a
a1b4	23.86a
a1b5	24.68a
a1b6	23.94a
a2b1	24.45a
a2b2	19.68a
a2b3	22.80a
a2b4	33.10a
a2b5	26.90a
a2b6	24.31a
a3b1	24.04a
a3b2	20.56a
a3b3	20.38a
a3b4	23.34a
a3b5	24.41a
a3b6	22.08a
a4b1	22.53a
a4b2	22.93a
a4b3	25.50a
a4b4	26.34a
a4b5	22.01a
a4b6	28.74a
a5b1	26.83a
a5b2	23.76a
a5b3	26.61a
a5b4	28.46a
a5b5	25.44a
a5b6	24.12a

[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's new multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของกล้วยไข่ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน

อุณหภูมิ (°C)	การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)
5	23.61a [1/]
0	25.19a
-5	.22.47a
-20	24.67a
-25	25.87a

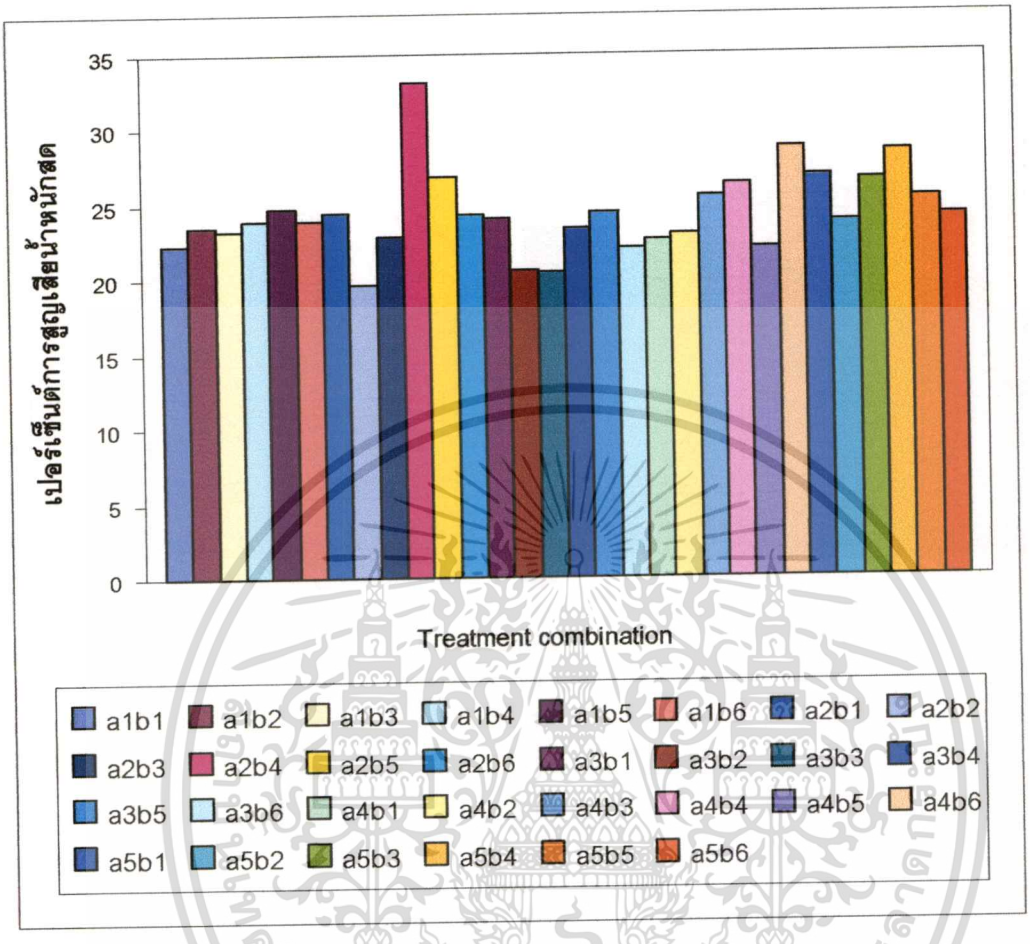
[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's new multiple range test

ตารางที่ 6 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของกล้วยไข่ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระยะเวลาต่างๆ กัน

เวลา (นาที)	การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)
15	24.03a [1/]
20	22.10a
25	23.72a
30	27.00a
35	24.69a
40	24.64a

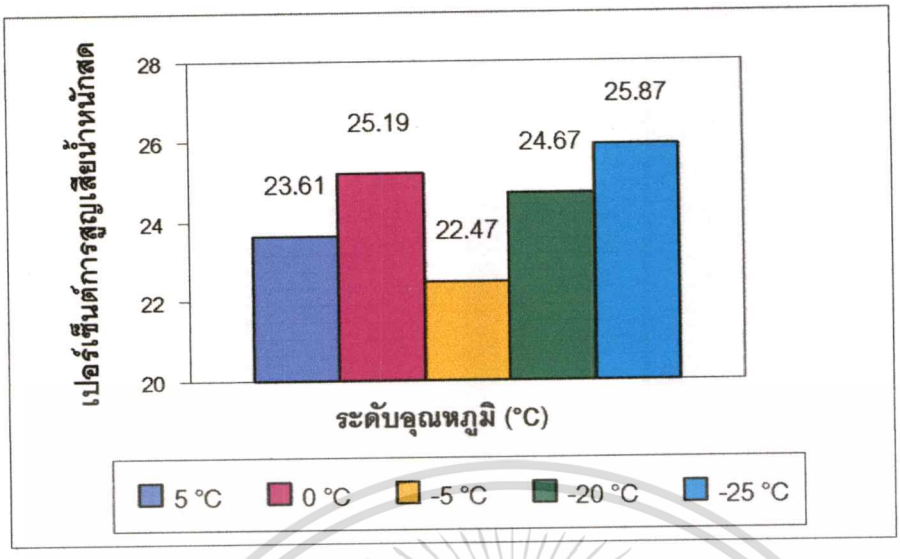
[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's new multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

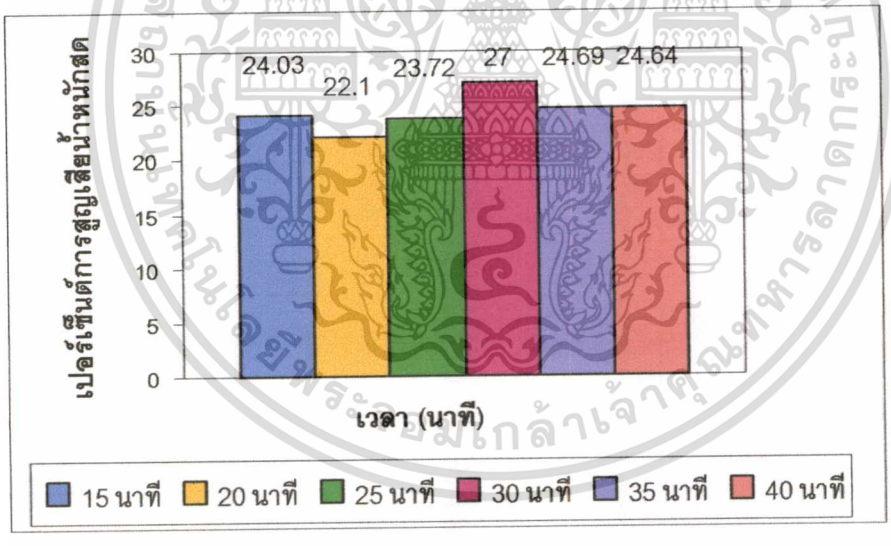


ภาพที่ 4 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของกล้วยไข่ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิร่วมกับระยะเวลาต่างๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของกล้วยไข่ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน



ภาพที่ 6 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของกล้วยไข่ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระยะเวลาต่างๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **ความแน่นเนื้อของผลกล้วยไข่**

หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว

ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วในกล้วยไข่ พบว่า กล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 2.9 นิวตัน รองลงมาคือ กล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที และ ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที มีความแน่นเนื้อคือ 2.87, 2.87, 2.87, 2.85, 2.83, 2.83, 2.82, 2.82, 2.8, 2.8, 2.8, 2.78, 2.78, 2.77, 2.75, 2.75, 2.75, 2.73, 2.73, 2.73, 2.72, 2.67, 2.67, 2.65, 2.65, 2.65, 2.63 และ 2.55 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนกล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที มีค่าความแน่นเนื้อน้อยที่สุดคือ 2.52 นิวตัน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าความแน่นเนื้อภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 7 ภาพที่ 7)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วอย่างเดียว พบว่า กล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -5 °C มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 2.80 นิวตัน รองลงมาคือ กล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 5, -25 และ 0 °C มีค่าความแน่นเนื้อคือ 2.79, 2.77 และ 2.70 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนกล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -20 °C มีค่าความแน่นเนื้อน้อยที่สุดคือ 2.70 นิวตัน จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่ากล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 5, -5 และ -25 °C มีค่าความแน่นเนื้อภายหลังการลดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างรวดเร็วแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับกล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 0 และ -20°C (ตารางที่ 8 ภาพที่ 8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วอย่างเดียว พบว่า กล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 30 และ 40 นาที มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 2.8 และ 2.8 นิวตัน รองลงมาคือ กล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 25, 15 และ 20 นาที มีค่าความแน่นเนื้อคือ 2.76, 2.73, และ 2.73 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนกล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 35 นาที มีค่าความแน่นเนื้อน้อยที่สุดคือ 2.70 นิวตัน จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่ากล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 30 และ 40 นาที มีค่าความแน่นเนื้อภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับกล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 20 และ 35 นาที (ตารางที่ 9 ภาพที่ 9)

ภายหลังจากการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วแล้วนำมาบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องจนสุก

ภายหลังจากการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วแล้วนำมาบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องจนสุก พบว่า กล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุด คือ 1.54 นิวตัน รองลงมาคือ กล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที และ ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที มีความแน่นเนื้อคือ 1.46, 1.42, 1.41, 1.40, 1.39, 1.39, 1.37, 1.36, 1.35, 1.34, 1.33, 1.33, 1.32, 1.32, 1.31, 1.30, 1.30, 1.28, 1.27, 1.25, 1.24, 1.23, 1.23, 1.21, 1.20, 1.17, 1.14 และ 1.11 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนกล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที มีค่าความแน่นเนื้อน้อยที่สุดคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.07 นิวตัน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าความแน่นเนื้อภายหลังบ่มที่อุณหภูมิห้องจนสุก มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 7 ภาพที่ 7)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วอย่างเดียว พบว่ากล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 5 °C มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 1.37 นิวตัน รองลงมาคือ กล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 20, -25 และ 0 °C มีค่าความแน่นเนื้อคือ 1.30, 1.29 และ 1.28 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนกล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -5 °C มีค่าความแน่นเนื้อน้อยที่สุดคือ 1.27 นิวตัน จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าค่าความแน่นเนื้อภายหลังบ่มที่อุณหภูมิห้องจนสุก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 8 ภาพที่ 8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วอย่างเดียว พบว่ากล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 35 นาที มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 1.38 รองลงมาคือ กล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 40, 30, 15 และ 20 นาที มีค่าความแน่นเนื้อคือ 1.33, 1.30, 1.28 และ 1.27 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนกล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 25 นาที มีค่าความแน่นเนื้อน้อยที่สุดคือ 1.24 นิวตัน จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าค่าความแน่นเนื้อภายหลังบ่มที่อุณหภูมิห้องจนสุก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 9 ภาพที่ 9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงค่าความแน่นเนื้อของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา

Treatment combination	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) หลังเก็บรักษา
a1b1	2.77a-e [1/]	1.32a-f [1/]
a1b2	2.90a	1.46ab
a1b3	2.780a-e	1.2c-f
a1b4	2.85ab	1.31a-f
a1b5	2.63ef	1.39a-d
a1b6	2.80a-e	1.54a
a2b1	2.75a-e	1.3a-f
a2b2	2.72b-e	1.3a-f
a2b3	2.62def	1.07f
a2b4	2.62def	1.32a-f
a2b5	2.67c-f	1.33a-f
a2b6	2.75a-e	1.39a-d
a3b1	2.73a-e	1.14def
a3b2	2.82a-d	1.21b-f
a3b3	2.8a-e	1.24b-f
a3b4	2.87ab	1.33a-e
a3b5	2.87ab	1.42abc
a3b6	2.73a-e	1.25b-f
a4b1	2.67c-f	1.23b-f
a4b2	2.55f	1.23b-f
a4b3	2.82a-d	1.34a-e
a4b4	2.78a-e	1.27b-f
a4b5	2.52f	1.37a-d
a4b6	2.87ab	1.36a-e
a5b1	2.75a-e	1.41abc
a5b2	2.65def	1.18c-f
a5b3	2.73a-e	1.35a-e
a5b4	2.83abc	1.28b-f
a5b5	2.80a-e	1.4abc
a5b6	2.83abc	1.11ef

[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's new multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงค่าความแน่นเนื้อของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา

อุณหภูมิ (°C)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)ของกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของกล้วยไข่หลังการเก็บรักษาจนสุก
5	2.79a [1/]	1.37a [1/]
0	2.7b	1.28a
-5	2.8a	1.27a
-20	2.7b	1.3a
-25	2.77a	1.29a

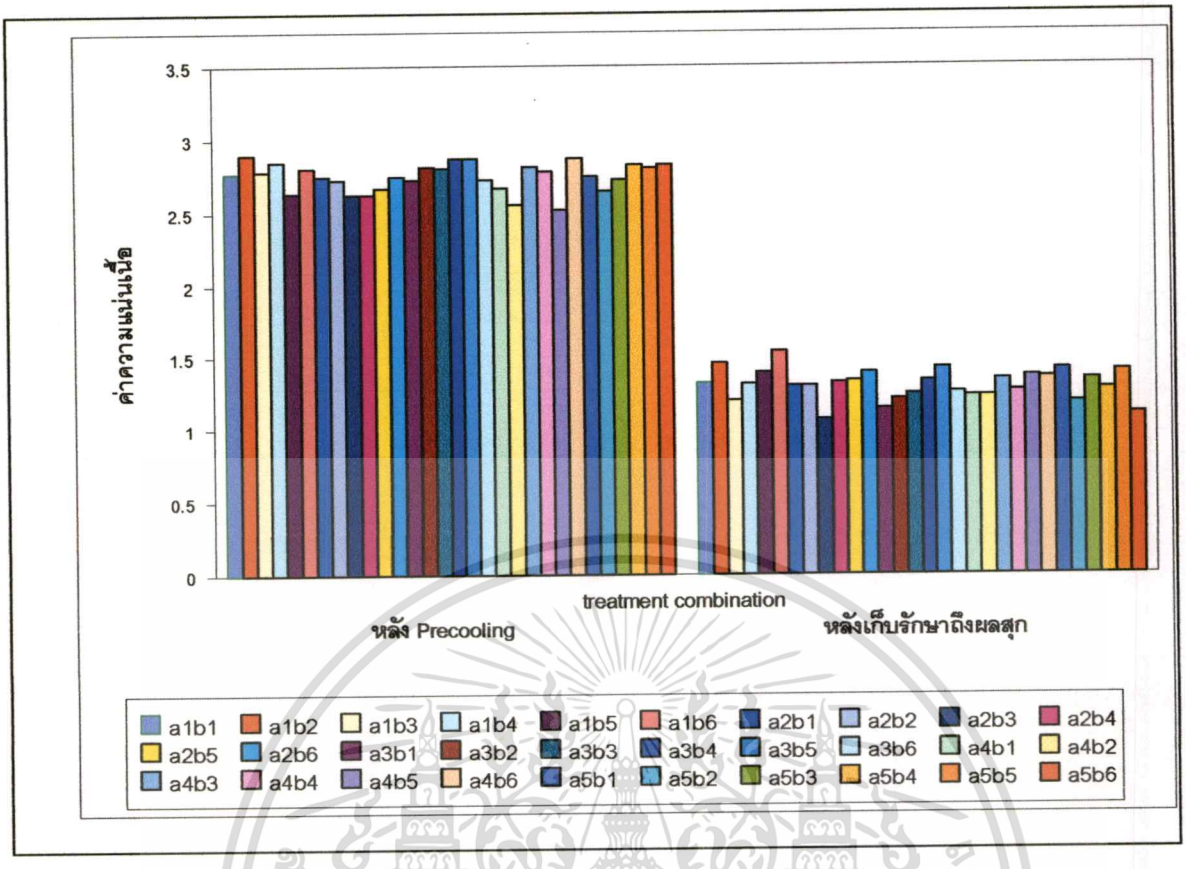
[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's new multiple range test

ตารางที่ 9 แสดงค่าความแน่นเนื้อของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระยะเวลาต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา

เวลา (นาที)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของกล้วยไข่หลังการเก็บรักษาจนสุก
15	2.73ab [1/]	1.28a [1/]
20	2.73b	1.27a
25	2.76ab	1.24a
30	2.8a	1.3a
35	2.7b	1.38a
40	2.8a	1.33a

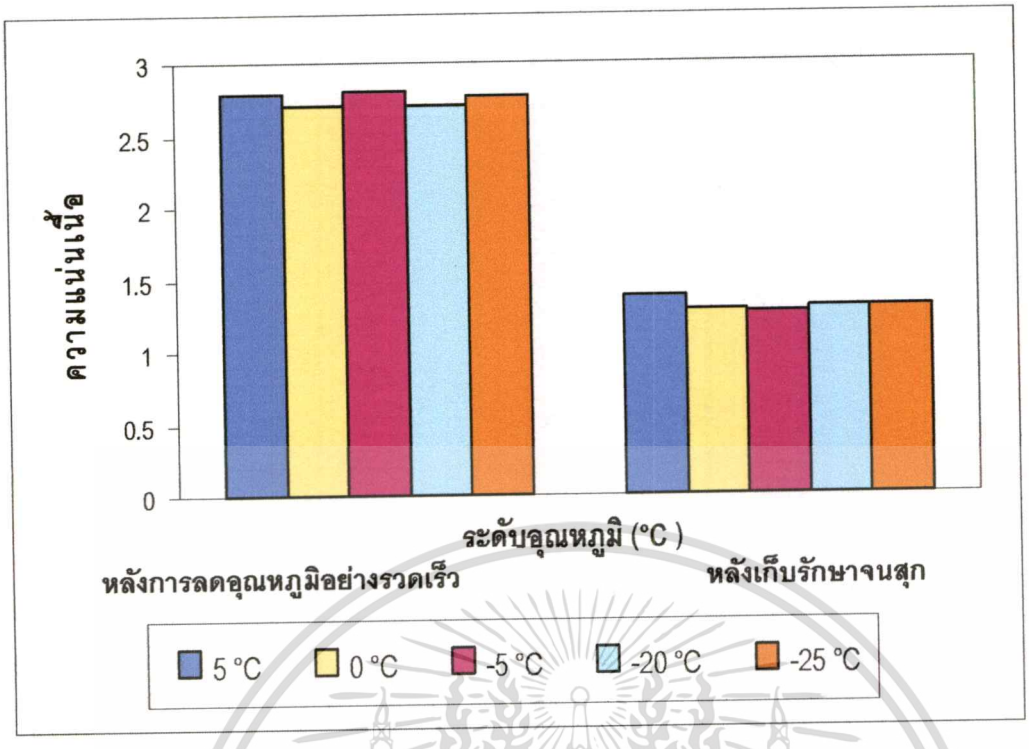
[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's new multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

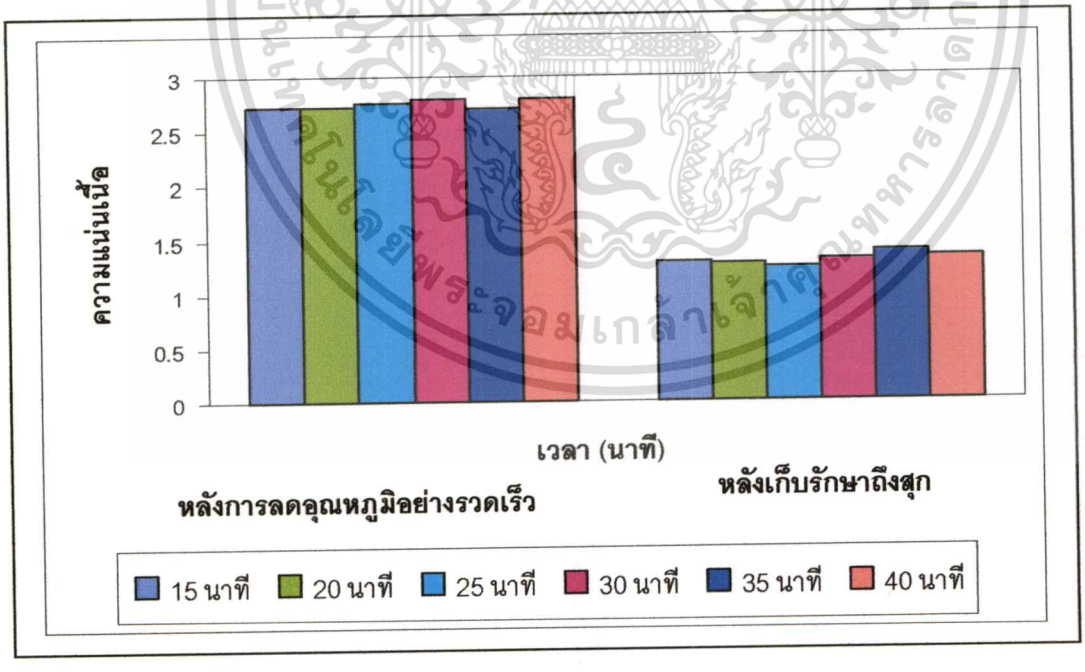


ภาพที่ 7 แสดงค่าความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิร่วมกับระยะเวลาต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 แสดงค่าความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา



ภาพที่ 9 แสดงค่าความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระยะเวลาต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. **ปริมาณ** total soluble solid (TSS)

หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว

ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วในกล้วยไข่ พบว่า กล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 2.6 brix รองลงมาคือ กล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที และ ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที มีปริมาณ TSS คือ 2.4, 2.4, 2.4, 2.4, 2.4, 2.2, 2.2, 2.0, 2.0, 2.0, 2.0, 2.0, 2.0, 2.0, 2.0, 2.0, 2.0, 2.0, 1.8, 1.8, 1.8, 1.8, 1.8, 1.8, 1.8, 1.8 และ 1.8 brix ตามลำดับ ส่วนกล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วไข่ที่ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 1.8 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณ TSS ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 10 ภาพที่ 10)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วอย่างเดียว พบว่า กล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 0 °C มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 2.13 brix รองลงมาคือ กล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -25, 5 และ -20 °C มีปริมาณ TSS คือ 2.07, 1.97 และ 1.97 brix ตามลำดับ ส่วนกล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -5 °C มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 1.93 brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระดับอุณหภูมิในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 11 ภาพที่ 11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วอย่างเดียว พบว่า กล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 35 นาที ปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 2.12 brix รองลงมาคือ กล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 20, 25, 30 และ 40 นาที มีปริมาณ TSS คือ 2.08, 2.08, 2.08 และ 1.88 brix ตามลำดับ ส่วนกล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 15นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 1.84 brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 12 ภาพที่ 12)

หลังการจากลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วแล้วนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องจนสุก

หลังการจากลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วแล้วนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องจนสุก พบว่า กล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 25.60 brix รองลงมาคือ กล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที และ ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที มีปริมาณ TSS คือ 25.33, 24.93, 24.67, 24.27, 24.27, 24.27, 24.23, 24.13, 24.13, 24.07, 24.00, 23.87, 23.87, 23.87, 23.73, 23.73, 23.60, 23.47, 23.33, 23.27, 23.07, 23.07, 22.93, 22.80, 22.47, 22.40, 21.33 และ 19.67 brix ตามลำดับ ส่วนกล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 18.20 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณ TSS ภายหลังบ่มที่อุณหภูมิห้องจนสุกไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 10 ภาพที่ 10)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วอย่างเดียว พบว่า กล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -25 °C มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 24.24 brix

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รองลงมาคือ กล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -5, -20 และ 0 °C มีปริมาณ TSS คือ 23.71, 23.71 และ 22.88 brix ตามลำดับ ส่วนกล้วยไข่ที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 5 °C มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 22.52 brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระดับอุณหภูมิในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS ภายหลังบ่มที่อุณหภูมิห้องจนสุกมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 11 ภาพที่ 11)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วอย่างเดียว พบว่า กล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 35 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 24.21 brix รองลงมาคือ กล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 40, 20, 15 และ 25 นาที มีปริมาณ TSS คือ 24.03, 23.83, 22.43 และ 23.21 brix ตามลำดับ ส่วนกล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 30 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 22.81 brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS ภายหลังบ่มที่อุณหภูมิห้องจนสุกมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 12 ภาพที่ 12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) (brix) **ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา**

Treatment combination	ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว	ภายหลังเก็บรักษาถึงสุก
a1b1	1.8a[1/]	18.20a [1/]
a1b2	1.8a	24.07a
a1b3	1.8a	22.47a
a1b4	2.0a	22.80a
a1b5	2.4a	23.47a
a1b6	2.0a	24.13a
a2b1	1.8a	23.33a
a2b2	2.0a	23.87a
a2b3	2.2a	23.60a
a2b4	2.2a	19.67a
a2b5	2.6a	22.93a
a2b6	2.0a	23.87a
a3b1	2.0a	24.27a
a3b2	2.0a	23.87a
a3b3	2.0a	21.33a
a3b4	2.0a	24.93a
a3b5	1.8a	23.73a
a3b6	1.8a	24.13a
a4b1	1.8a	23.27a
a4b2	2.4a	23.07a
a4b3	2.4a	24.67a
a4b4	2.0a	22.4a
a4b5	2.0a	25.33a
a4b6	1.8a	23.73a
a5b1	1.8a	23.07a
a5b2	2.4a	24.23a
a5b3	2.4a	24.00a
a5b4	2.0a	24.27a
a5b5	2.0a	25.6a
a5b6	1.8a	24.27a

[1/] **ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น** 95 **เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ** Duncan 's new multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) (brix) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา

อุณหภูมิ (°C)	ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว	ภายหลังเก็บรักษาถึงสุก
5	1.97a [1/]	22.52a [1/]
0	2.13a	22.88a
-5	1.93a	23.71a
-20	1.97a	23.71a
-25	2.07a	24.24a

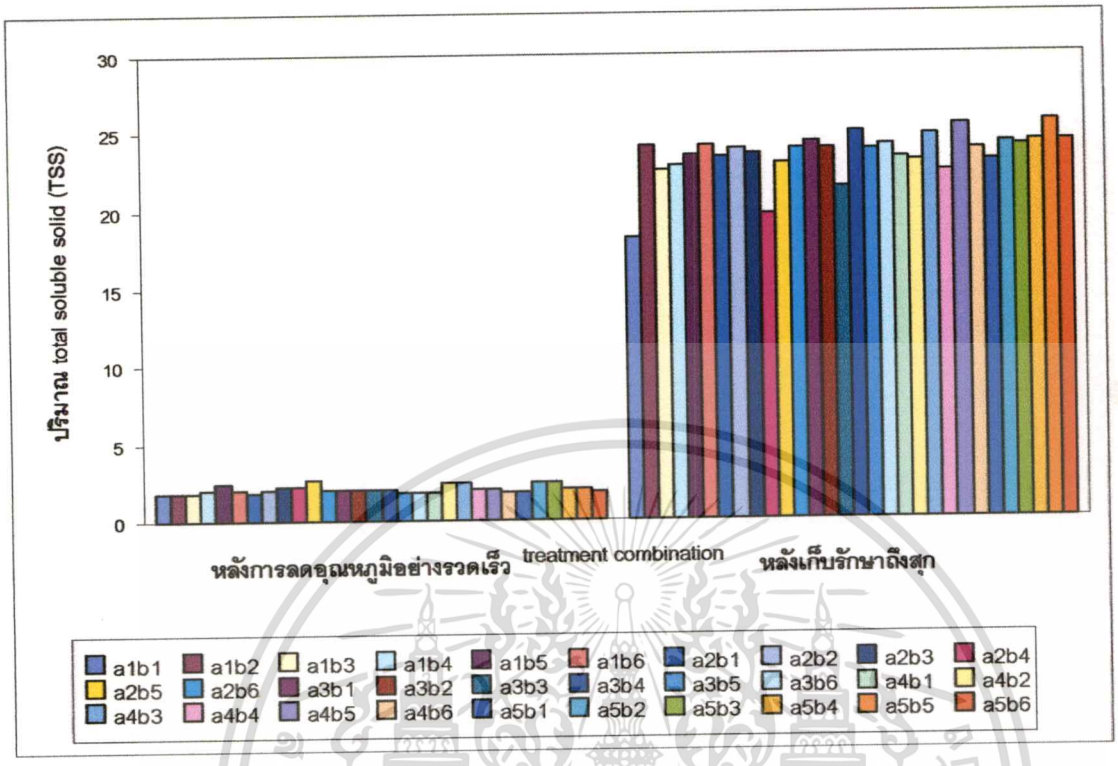
[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's new multiple range test

ตารางที่ 12 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) (brix) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระยะเวลาต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา

เวลา (นาที)	ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว	ภายหลังกล้วยเก็บรักษาจนสุก
15	1.84a [1/]	22.43a [1/]
20	2.08a	23.83a
25	2.08a	23.21a
30	2.08a	22.81a
35	2.12a	24.21a
40	1.88a	24.03a

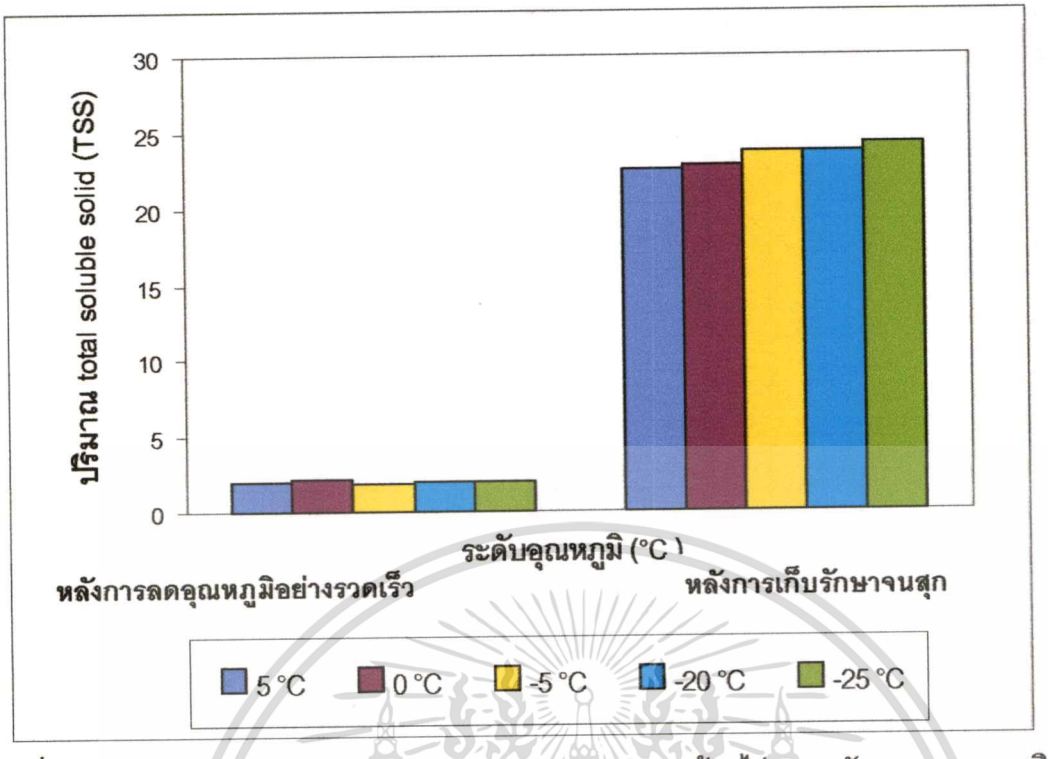
[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's new multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

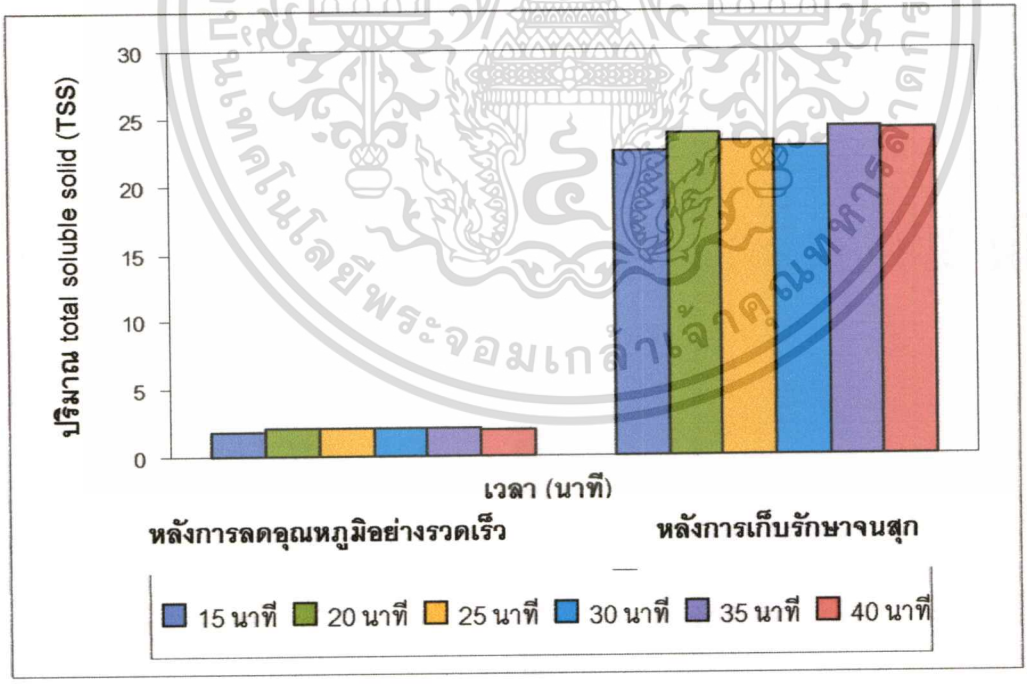


ภาพที่ 10 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) (brix) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิร่วมกับระยะเวลาต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) (brix) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา



ภาพที่ 12 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) (brix) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระยะเวลาต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เปอร์เซ็นต์ titratable acidity (TA)

หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว

ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วกล้วยไข่ พบว่า การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วของกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที มีเปอร์เซ็นต์ TA มากที่สุดคือ 0.08 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที และ ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์ TA คือ 0.08, 0.08, 0.08, 0.08, 0.07, 0.07, 0.07, 0.07, 0.06, 0.06, 0.06, 0.06, 0.06, 0.06, 0.06, 0.06, 0.06, 0.06, 0.06, 0.06, 0.06, 0.06, 0.06, 0.06, 0.06, 0.06, 0.06, 0.05 และ 0.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วของกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที มีเปอร์เซ็นต์ TA น้อยที่สุดคือ 0.04 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีเปอร์เซ็นต์ TA ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 13 ภาพที่ 13)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยระดับอุณหภูมิในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วอย่างเดียว พบว่า การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ 0 และ -5 °C มีเปอร์เซ็นต์ TA มากที่สุดคือ 0.07 และ 0.07เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ 5, -20 และ -25 °C มีเปอร์เซ็นต์ TA คือ 0.06, 0.06 และ 0.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระดับอุณหภูมิในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ TA มีแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 14 ภาพที่ 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วอย่างเดียว พบว่า กล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 15 และ 35 นาที ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีเปอร์เซ็นต์ TA มากที่สุดคือ 0.07 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ กล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 20, 25, 30 และ 40 นาที ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีเปอร์เซ็นต์ TA คือ 0.06 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ TA มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 15 ภาพที่ 15)

หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งกล้วยไข่สุก

ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งกล้วยไข่สุก พบว่า การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วของกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที มีเปอร์เซ็นต์ TA มากที่สุดคือ 0.2 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที และระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์ TA คือ 0.19, 0.19, 0.19, 0.19, 0.19, 0.19, 0.18, 0.18, 0.18, 0.18, 0.18, 0.18, 0.18, 0.18 0.18, 0.17, 0.17, 0.17, 0.17, 0.17, 0.17, 0.17, 0.16, 0.16, 0.16, 0.16, และ 0.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที และระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์ TA น้อยที่สุดคือ 0.14 และ 0.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์ TA ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 13 ภาพที่ 13)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยระดับอุณหภูมิในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วอย่างเดียว พบว่า การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ -5 °C มีเปอร์เซ็นต์ TA มากที่สุดคือ 0.19 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ 0, -25 และ -20 °C มีเปอร์เซ็นต์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TA คือ 0.18, 0.18 และ 0.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว กล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ 5 °C มีเปอร์เซ็นต์ TA น้อยที่สุดคือ 0.16 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระดับอุณหภูมิในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ TA มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 14 ภาพที่ 14)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วอย่างเดียว พบว่า กล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 25 และ 35 นาที ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีเปอร์เซ็นต์ TA มากที่สุดคือ 0.18 และ 0.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมาคือ กล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 20, 30 และ 40 นาที ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีเปอร์เซ็นต์ TA คือ 0.17, 0.17 และ 0.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 15 นาที ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีเปอร์เซ็นต์ TA น้อยที่สุดคือ 0.16 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ TA มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 15 ภาพที่ 15)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ titratable acidity (TA) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา

Treatment combination	ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว	ภายหลังเก็บรักษาถึงสุก
a1b1	0.08a [1/]	0.14a [1/]
a1b2	0.06a	0.16a
a1b3	0.06a	0.18a
a1b4	0.05a	0.17a
a1b5	0.07a	0.17a
a1b6	0.06a	0.16a
a2b1	0.06a	0.16a
a2b2	0.06a	0.17a
a2b3	0.08a	0.18a
a2b4	0.06a	0.18a
a2b5	0.08a	0.18a
a2b6	0.06a	0.2a
a3b1	0.08a	0.19a
a3b2	0.07a	0.18a
a3b3	0.06a	0.18a
a3b4	0.06a	0.19a
a3b5	0.08a	0.19a
a3b6	0.06a	0.19a
a4b1	0.07a	0.16a
a4b2	0.06a	0.17a
a4b3	0.04a	0.19a
a4b4	0.06a	0.14a
a4b5	0.06a	0.18a
a4b6	0.07a	0.16a
a5b1	0.05a	0.17a
a5b2	0.06a	0.18a
a5b3	0.06a	0.17a
a5b4	0.06a	0.19a
a5b5	0.06a	0.18a
a5b6	0.06a	0.17a

[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's new multiple range test

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ titratable acidity (TA) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา

อุณหภูมิ (°C)	ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว	ภายหลังเก็บรักษาถึงสุก
5	0.06a [1/]	0.16a [1/]
0	0.07a	0.18ab
-5	0.07a	0.19ab
-20	0.06a	0.17b
-25	0.06a	0.18b

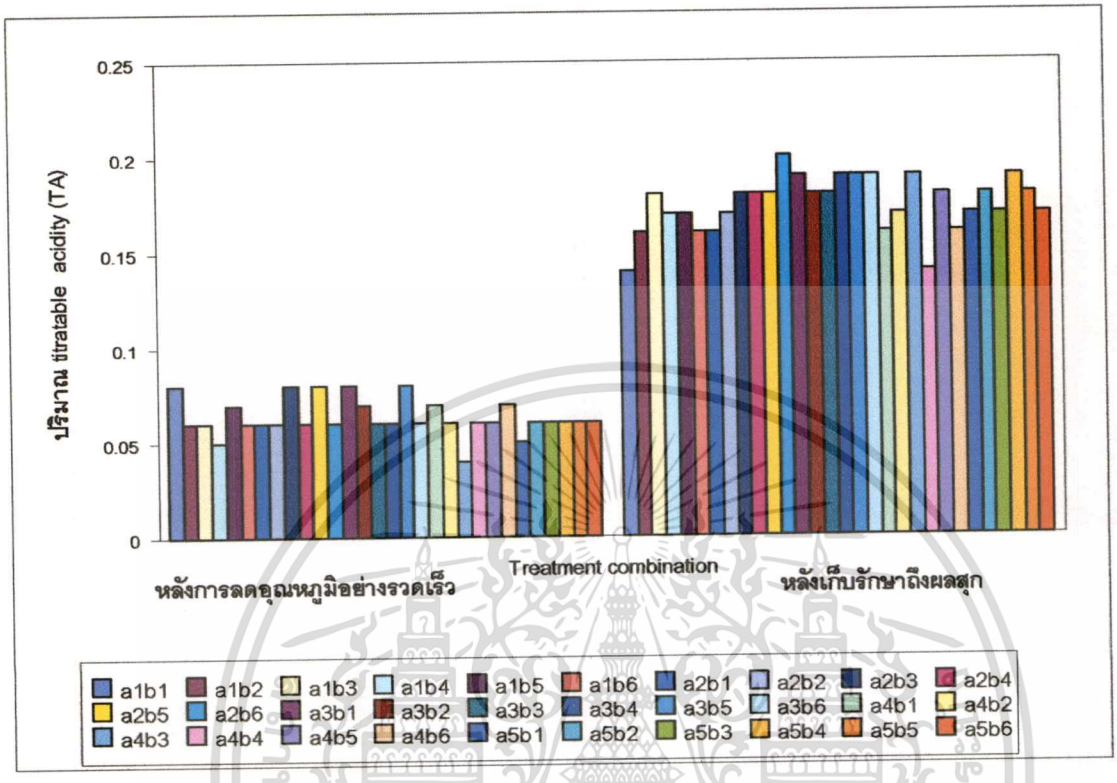
[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's new multiple range test

ตารางที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ titratable acidity (TA) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระยะเวลาต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา

เวลา (นาที)	ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว	ภายหลังเก็บรักษาถึงสุก
15	0.07a [1/]	0.16a [1/]
20	0.06a	0.17a
25	0.06a	0.18a
30	0.06a	0.17a
35	0.07a	0.18a
40	0.06a	0.17a

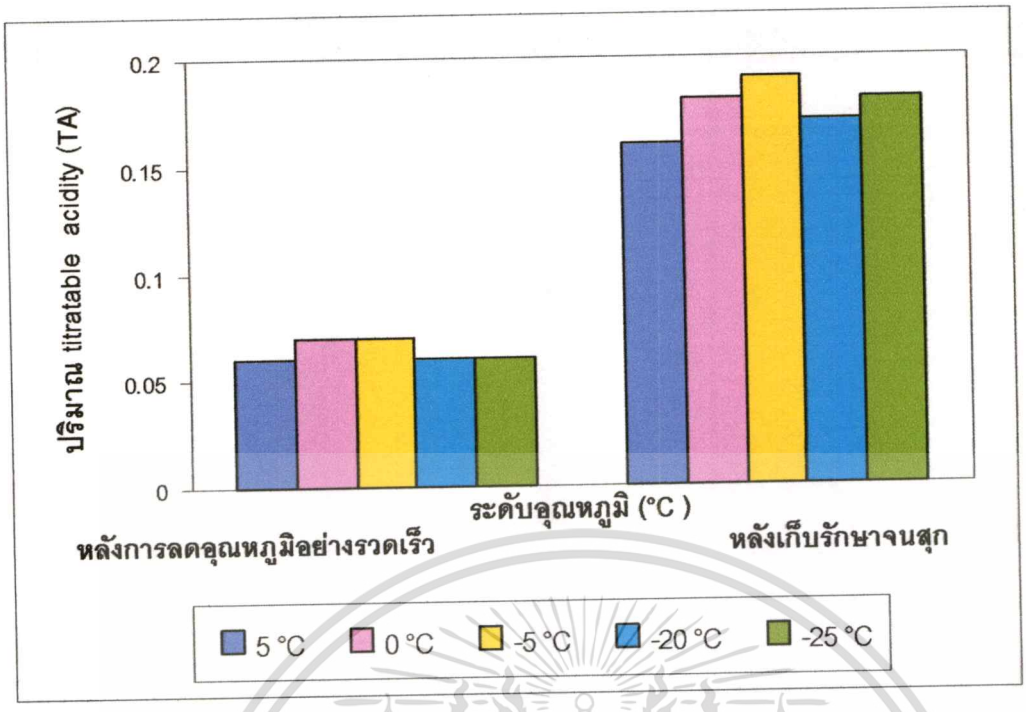
[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's new multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

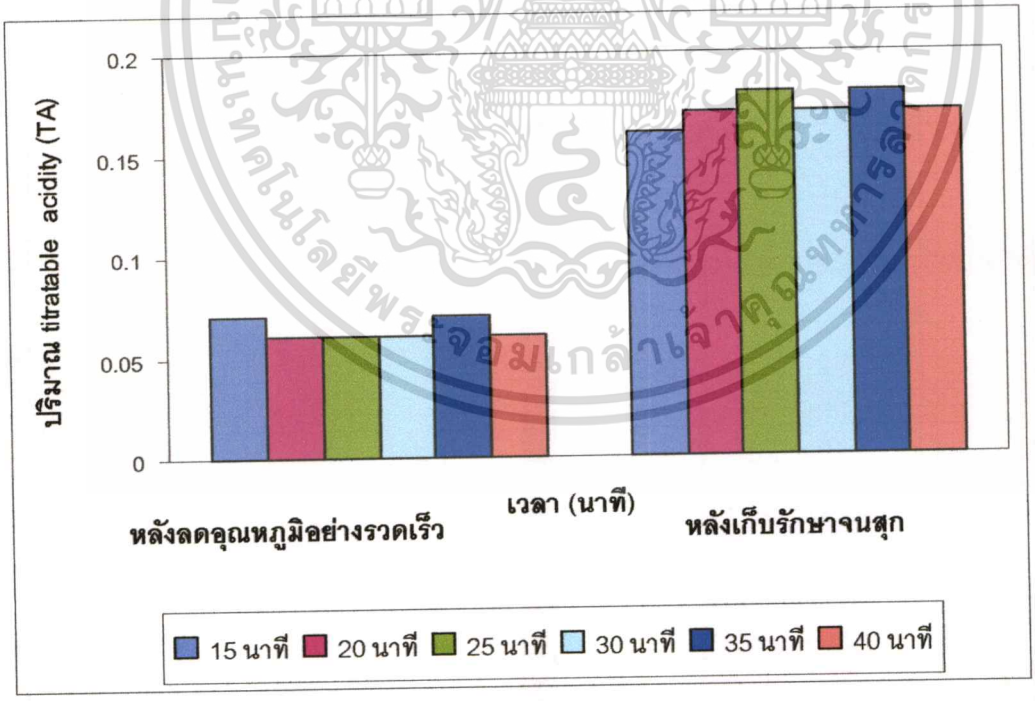


ภาพที่ 13 แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิร่วมกับระยะเวลาต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14 แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา



ภาพที่ 15 แสดงเปอร์เซ็นต์ titratable acidity (TA) ของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่ระยะเวลาต่างๆ กัน และหลังเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยไข่ พบว่า สีเปลือกของกล้วยไข่ก่อน การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว จัดอยู่ในกลุ่ม Green Group 143B (GG 143B), Green Group 143C (GG 143C) และ Green Group 144A (GG 144A) สีเปลือกของกล้วยไข่หลัง การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว จัดอยู่ในกลุ่ม Green Group 143B (GG 143B), Green Group 143C (GG 143C) และ Green Group 144A (GG 144A) และเมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสีเปลือกของกล้วยไข่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง จัดอยู่ในกลุ่ม Yellow – Orange Group 13B (YOG 13B) และ Yellow – Orange Group 14C (YOG 14C) โดยการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกจะไม่มีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองพร้อมกันทั้งหวี ซึ่งสีเปลือกเริ่มเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองในผลกล้วยบางผลจากขั้วผลก่อนจนกระทั่งเป็นสีเหลืองทั่วทั้งผล ทำให้กล้วยสุกไม่พร้อมกันทั้งหวี (ตารางที่ 16 ตารางที่ 17)

7. การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของกล้วยไข่ พบว่า สีเนื้อของกล้วยไข่ก่อนการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว จัดอยู่ในกลุ่ม Yellow Group 11C (YG 11C) และ Yellow Group 12D (YG 12D) สีเนื้อของกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว จัดอยู่ในกลุ่ม Yellow Group 11C (YG 11C) และ Yellow Group 12D (YG 12D) และเมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสีเนื้อของกล้วยไข่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองปนส้ม จัดอยู่ในกลุ่ม Yellow – Orange Group 14D (YOG 14D) และ Yellow – Orange Group (YOG 16C) (ตารางที่ 16 ตารางที่ 17)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 แสดงการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อของกล้วยไข่ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน

Treatment combination	สีเปลือกหลัง	สีเนื้อหลัง
a1b1	GG143C	YG12D
a1b2	GG143C	YG12D
a1b3	GG143B	YG 11C
a1b4	GG143C	YG12D
a1b5	GG143B	YG12D
a1b6	GG 144A	YG 11C
a2b1	GG143C	YG 11C
a2b2	GG143C	YG12D
a2b3	GG143C	YG12D
a2b4	GG143C	YG 11C
a2b5	GG143B	YG12D
a2b6	GG 144A	YG12D
a3b1	GG143C	YG12D
a3b2	GG143C	YG12D
a3b3	GG 144A	YG 11C
a3b4	GG143C	YG12D
a3b5	GG143B	YG 11C
a3b6	GG144B	YG12D
a4b1	GG 144A	YG12D
a4b2	GG143C	YG12D
a4b3	GG143B	YG12D
a4b4	GG143B	YG12D
a4b5	GG143B	YG12D
a4b6	GG144A	YG12D
a5b1	GG144A	YG 11C
a5b2	GG143C	YG 11C
a5b3	GG143C	YG12D
a5b4	GG143C	YG12D
a5b5	GG143B	YG12D
a5b6	GG143C	YG12D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 แสดงการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อของกล้วยไข่ภายหลังการเก็บรักษาจนกระทั่งสุก

Treatment combination	สีเปลือก	สีเนื้อ
a1b1	YOG13B	YOG 14D
a1b2	YOG 14C	YOG 14D
a1b3	YOG 14C	YOG 14D
a1b4	YOG13B	YOG 14D
a1b5	YOG13B	YOG 14D
a1b6	YOG 14C	YOG 14D
a2b1	YOG13B	YOG 14D
a2b2	YOG13B	YOG 16C
a2b3	YOG13B	YOG 16C
a2b4	YOG13B	YOG 16C
a2b5	YOG13B	YOG 16C
a2b6	YOG 14C	YOG 16C
a3b1	YOG 14C	YOG 14D
a3b2	YOG13B	YOG 14D
a3b3	YOG13B	YOG 14D
a3b4	YOG13B	YOG 16C
a3b5	YOG13B	YOG 14D
a3b6	YOG13B	YOG 16C
a4b1	YOG 14C	YOG 16C
a4b2	YOG 14C	YOG 14D
a4b3	YOG13B	YOG 14D
a4b4	YOG13B	YOG 14D
a4b5	YOG13B	YOG 14D
a4b6	YOG13B	YOG 14D
a5b1	YOG 14C	YOG 14D
a5b2	YOG13B	YOG 16C
a5b3	YOG 14C	YOG 16C
a5b4	YOG13B	GOG16B
a5b5	YOG13B	GOG16B
a5b6	YOG13B	GOG16B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากผลกล้วยดิบถึงผลกล้วยสุก

ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งกล้วยไข่สุก พบว่า การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที และระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที มีระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากดิบถึงผลสุกมากที่สุดคือ 10.67 วัน รองลงมาคือ การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที และระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที และระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที มีระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากดิบถึงผลสุก คือ 1.33, 10.33, 10.33, 10.00, 9.67, 9.67, 9.67, 9.67, 9.33, 9.33, 9.00, 9.00, 9.00, 9.00, 9.00, 9.00, 8.67, 8.67, 8.67, 8.67, 8.67, 8.67, 8.33, 8.33, 8.33 และ 8.33 วัน ตามลำดับ ส่วนการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วของกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที มีระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากดิบถึงผลสุกน้อยที่สุดคือ 8.00 วัน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์ TA ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 18 ภาพที่ 18)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยระดับอุณหภูมิในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วอย่างเดียว พบว่า การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ -25 °C มีระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากดิบถึงผลสุกมากที่สุดคือ 9.67 วัน รองลงมาคือ การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วของกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ -20, 5 และ 0 °C มีระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากดิบถึงผลสุกคือ 9.33, 9.22 และ 9.11 วัน ตามลำดับ ส่วนการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วของกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ -5 °C มีระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากดิบถึงผลสุกน้อยที่สุดคือ 8.94 วัน จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระดับอุณหภูมิในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วไม่มีผลทำให้ระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากดิบถึงผลสุกมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 19 ภาพที่ 19)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วอย่างเดียว พบว่า กล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 35 นาที ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากดิบถึงผลสุกมากที่สุดคือ 9.8 วัน รองลงมาคือ กล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 30, 40,15 และ 25 นาที ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากดิบถึงผลสุกคือ 9.53, 9.33, 9.27 และ 9.07 วัน ตามลำดับ ส่วนกล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 20 นาที ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากดิบถึงผลสุกน้อยที่สุดคือ 8.53 วัน จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วไม่มีผลทำให้ระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากดิบถึงผลสุกมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 20 ภาพที่ 20)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 แสดงระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากผลกล้วยดิบถึงผลกล้วยสุกภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน

Treatment combination	ระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากดิบถึงผลสุก
a1b1	8.67a[1/]
a1b2	9.00a
a1b3	8.67a
a1b4	9.00a
a1b5	9.33a
a1b6	10.67a
a2b1	9.00a
a2b2	8.33a
a2b3	8.00a
a2b4	10.33a
a2b5	10.33a
a2b6	8.67a
a3b1	9.33a
a3b2	8.33a
a3b3	8.33a
a3b4	9.00a
a3b5	9.67a
a3b6	9.00a
a4b1	8.67a
a4b2	8.67a
a4b3	10.33a
a4b4	9.67a
a4b5	9.00a
a4b6	9.67a
a5b1	10.67a
a5b2	8.33a
a5b3	10.0a
a5b4	9.67a
a5b5	10.67a
a5b6	8.67a

1/ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's new multiple range test

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 แสดงระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากผลกล้วยดิบถึงผลกล้วยสุกภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน

ระดับอุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากดิบถึงผลสุก
5	9.22a[1/]
0	9.11a
-5	8.94a
-20	9.33a
-25	9.67a

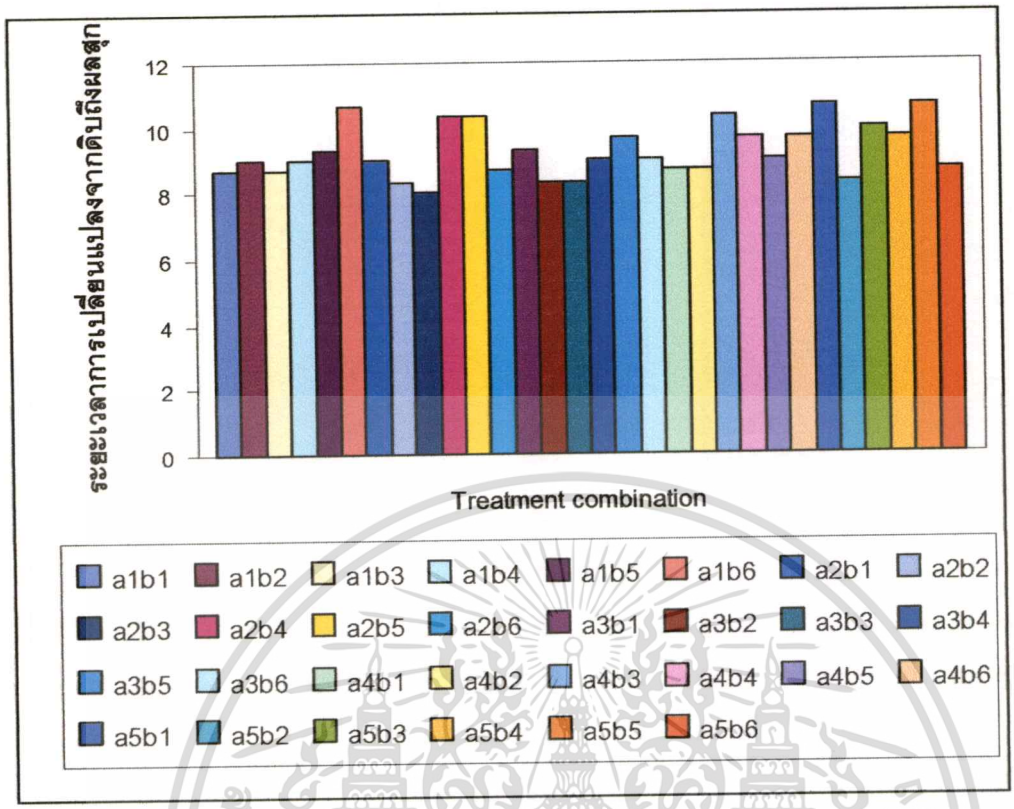
1/ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's new multiple range test

ตารางที่ 20 แสดงระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากผลกล้วยดิบถึงผลกล้วยสุกภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระยะเวลาต่างๆ กัน

เวลา (นาที)	ระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากดิบถึงผลสุก
15	9.27a[1/]
20	8.53a
25	9.07a
30	9.53a
35	9.8a
40	9.33a

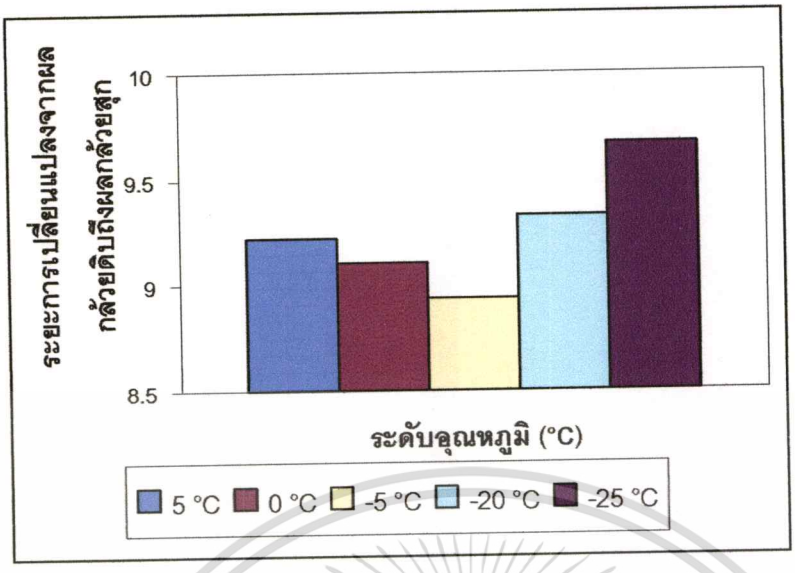
1/ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's new multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

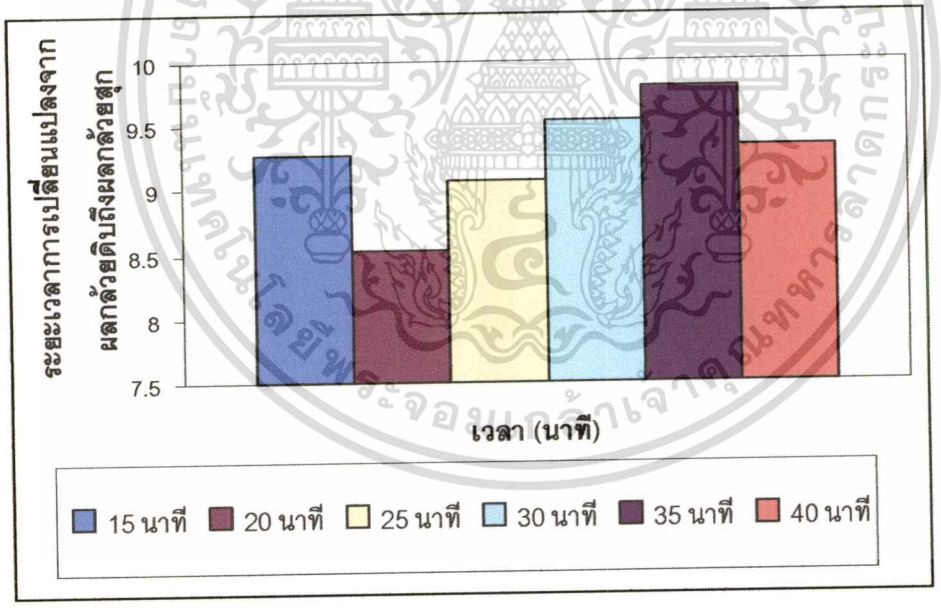


ภาพที่ 18 แสดงระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากผลกล้วยดิบถึงผลกล้วยสุกภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 19 แสดงระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากผลกล้วยดิบถึงผลกล้วยสุกภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน



ภาพที่ 20 แสดงระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากผลกล้วยดิบถึงผลกล้วยสุกภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระยะเวลาต่างๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. คะแนนคุณภาพการรับประทานภายหลังกล้วยไข่สุก

ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจนกล้วยไข่สุก พบว่า การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ของกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที และระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที มีคะแนนคุณภาพการรับประทานภายหลังกล้วยไข่สุกมากที่สุดคือ 3.7 คะแนน รองลงมาคือ การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว กล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -20 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที ระดับอุณหภูมิ -5 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 35 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 25 นาที และระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที มีคะแนนคุณภาพการรับประทานภายหลังกล้วยไข่สุกคือ 3.67, 3.67, 3.67, 3.6, 3.6, 3.57, 3.53, 3.5, 3.33, 3.33, 3.33, 3.27, 2.23, 3.17, 3.17, 3.17, 3.17, 3.17, 3.13, 3.1, 3.07, 3.00, 2.97, 2.9, 2.9 คะแนน และ 2.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วของกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ 0 °C เป็นระยะเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพการรับประทานภายหลังกล้วยไข่สุกน้อยที่สุดคือ 2.23 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าคะแนนคุณภาพการรับประทานภายหลังกล้วยไข่สุกไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 21 ภาพที่ 21)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยระดับอุณหภูมิในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วอย่างเดียว พบว่า การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วของกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ 5 °C มีคะแนนคุณภาพการรับประทานภายหลังกล้วยไข่สุกมากที่สุดคือ 3.51 คะแนน รองลงมาคือ การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว กล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ -20, -5 และ 0 °C มีคะแนนคุณภาพการรับประทานภายหลังกล้วยไข่สุกคือ 3.44, 3.41 และ 3.18 คะแนน ตามลำดับ ส่วนการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วของกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ -25 °C มีคะแนนคุณภาพการรับประทานภายหลังกล้วยไข่สุกน้อยที่สุดคือ 3.02 คะแนน จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าคะแนนคุณภาพการรับประทานภายหลังกล้วยไข่สุกที่ระดับอุณหภูมิ 5 °C มีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับคะแนนคุณภาพการรับประทานภายหลังกล้วยไข่สุกที่ระดับอุณหภูมิ 0 และ -25 °C (ตารางที่ 22 ภาพที่ 22)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วอย่างเดียว พบว่า กล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 20 นาที ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีคะแนนคุณภาพการรับประทานภายหลังกล้วยไข่สุกมากที่สุดคือ 3.36 คะแนน รองลงมาคือ กล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 30, 15, 25 และ 40 นาที ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีคะแนนคุณภาพการรับประทานภายหลังกล้วยไข่สุก คือ 3.33, 3.32, 3.32 และ 3.29 คะแนน ตามลำดับ ส่วนกล้วยไข่ที่ใช้ระยะเวลา 35 นาที ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีคะแนนคุณภาพการรับประทานภายหลังกล้วยไข่สุกน้อยที่สุดคือ 3.25 คะแนน จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ไม่มีผลทำให้คะแนนคุณภาพการรับประทานภายหลังกล้วยไข่สุกมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 23ภาพที่ 23)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการรับประทานกล้วยไข่หลังการนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน

Treatment combination	ค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพการรับประทาน
a1b1	3.67a [1/]
a1b2	3.13a
a1b3	3.7a
a1b4	3.6a
a1b5	3.27a
a1b6	3.7a
a2b1	2.87a
a2b2	2.23a
a2b3	3.5a
a2b4	3.17a
a2b5	3.17a
a2b6	3.17a
a3b1	3.57a
a3b2	3.6a
a3b3	3.33a
a3b4	3.67a
a3b5	3.23a
a3b6	3.07a
a4b1	3.33a
a4b2	3.67a
a4b3	3.1a
a4b4	3.33a
a4b5	3.7a
a4b6	3.53a
a5b1	3.17a
a5b2	3.17a
a5b3	2.97a
a5b4	2.9a
a5b5	2.9a
a5b6	3a

[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's new multiple range test

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการรับประทานกล้วยไข่หลังการนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน

อุณหภูมิ (°C)	ค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพการรับประทาน
5	3.51a [1/]
0	3.18bc
-5	3.41ab
-20	3.44a
-25	3.02c

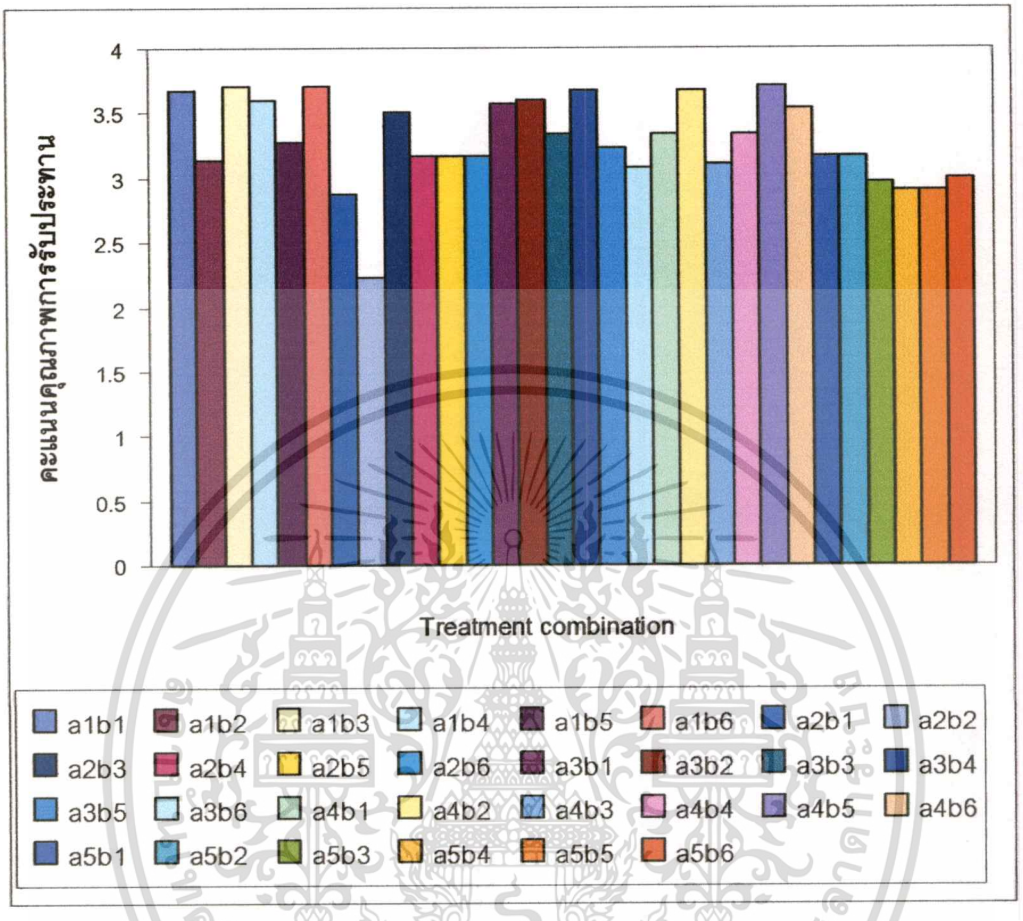
[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's new multiple range test

ตารางที่ 23 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการรับประทานกล้วยไข่หลังการนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน

เวลา (นาที)	ค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพการรับประทาน
15	3.32a [1/]
20	3.36a
25	3.32a
30	3.33a
35	3.25a
40	3.29a

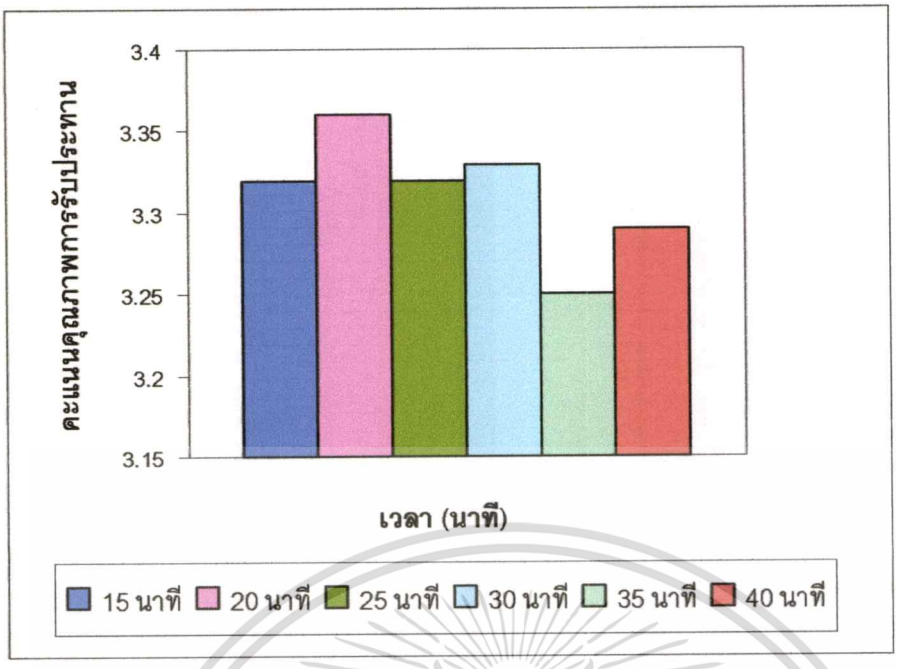
[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's new multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

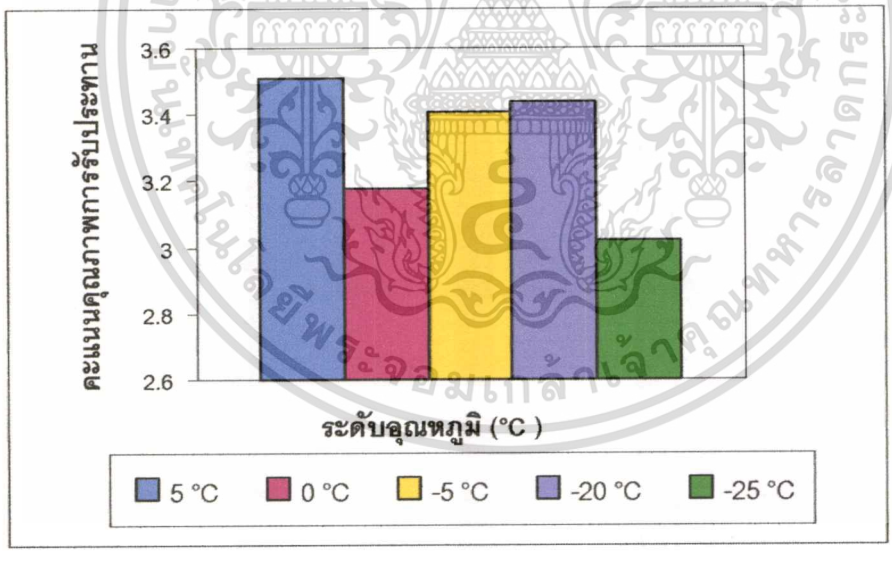


ภาพที่ 21 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการรับประทานกล้วยไข่หลังการนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 22 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการรับประทานกล้วยไข่หลังการนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน



ภาพที่ 23 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการรับประทานกล้วยไข่หลังการนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของระดับอุณหภูมิ และระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วต่อพัฒนาการสุกของกล้วยไข่ พบว่า

1. อุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่จะลดลงตามระดับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว

2. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของกล้วยไข่ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของกล้วยไข่หลังการบ่มสุกที่อุณหภูมิห้อง

3. ความแน่นเนื้อของผลกล้วยไข่จะลดลงตามระดับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว

4. ปริมาณ total soluble solid (TSS) ของกล้วยไข่จะเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา

5. ปริมาณ titratable acidity (TA) ของกล้วยไข่จะเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา

6. การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยไข่มีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวเป็นสีเหลืองและการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของกล้วยไข่เมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองปนส้ม

8. ระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงจากผลดิบถึงผลสุกใช้ระยะเวลาประมาณ 8-10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วของกล้วยไข่ที่ระดับอุณหภูมิ -25 °C เป็นระยะเวลา 40 นาที มีอุณหภูมิภายในผลกล้วยไข่น้อยที่สุดคือ 4.10 องศาเซลเซียส แต่ผลกล้วยไข่ก็ไม่แสดงอาการสะท้านหนาวออกมาให้เห็น ส่วนการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตามกระบวนการเปลี่ยนแปลงการสุกของผลกล้วยไข่ เช่น ผลกล้วยไข่อัตราการหายใจให้เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลทำให้เกิดการสูญเสียน้ำมากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับผลงานของ สายชล (2528) ที่กล่าวว่าเมื่อมีการหายใจเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้มีการคายน้ำเพิ่มขึ้นด้วย และเมื่อกล้วยไข้เข้าสู่กระบวนการสุกจะมีการเปลี่ยนแปลงอาหารสะสมจากแป้งไปเป็นน้ำตาลต่างๆ ได้แก่ ซูโครส กลูโคส และฟรุคโตส (Wills *et.al.*, 1989) ทำให้เนื้อกล้วยสุกมีรสหวาน (จริงแท้ , 2541) ซึ่งจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้ปริมาณ TSS เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ (ชาติชาย, 2534) ส่วนปริมาณ TA จะมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง คือจะมีเปอร์เซ็นต์ TA เพิ่มขึ้น เนื่องจากกล้วยสุกเนื้อกล้วยจะมีการเพิ่มขึ้นของ acidity เมื่อกล้วยสุก และจะพบกรดอินทรีย์ต่างๆ กรดอินทรีย์ที่พบได้แก่ malic, citric และ oxalic (Palmer, 1971; Mariott, 1980) ค่าความแน่นเนื้อจะลดลงหลังจากการเก็บรักษา เนื่องมาจากเมื่อผลกล้วยเริ่มเข้าสู่กระบวนการสุกมีการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพคตินซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญอยู่ในชั้น middle lamella ปริมาณเพคตินที่ละลายน้ำได้ (water soluble fraction) และเพคตินที่ละลายในสารละลายที่มี chelating agent อยู่ด้วย(chelator soluble fraction) เพิ่มมากขึ้น ส่วนที่ไม่ละลายลดลง แกนโมเลกุลของเพคตินถูกย่อยสลายเล็กลง และยังพบว่าปริมาณน้ำตาลกาแลคโตส ซึ่งเป็นองค์ประกอบของ side chain ของเพคตินลดลงด้วย (Mariott, 1980) ทำให้ผนังเซลล์ยึดติดกันอย่างหลวมๆ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ ได้แก่ pectin methylesterase และ polygalacturonase (Ahmad และ labavitch, 1980) และการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยไข่มีการสูญเสียสีเขียว โดยในกล้วยดิบจะมีสีเขียว แต่เมื่อกล้วยสุกเปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองนั้นเกิดจากเมื่อกล้วยสุกจะมีการเลี่ยนแปลงของสารสีโดยมีการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ จึงทำให้สีของคาโรทีนอยด์ที่มีอยู่แล้วปรากให้เห็น โดยที่ปริมาณของคาโรทีนอยด์นั้นค่อนข้างคงที่ จึงทำให้เมื่อกล้วยสุกเห็นเปลือกเป็นสีเหลือง (Von Loesecke, 1929; Morita *et.al.*, 1992) และคุณภาพการรับทานเมื่อกล้วยไข่สุกอยู่ในระดับที่ยอมรับของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิรา ณ หนองคาย. 2531. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผัก ผลไม้และดอกไม้. กรุงเทพฯ : แมสพับลิซซิ่ง.

จันทนา โชคพาชื่น. 2543. อิทธิพลของสัดส่วน CO_2 : O_2 ต่อพัฒนาการสุกและอายุการเก็บรักษากล้วยไข่. ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ดนัย บุณยเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2535. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ชาติชาย รุผักชี. 2534. การเจริญเติบโต ดัชนีการเก็บเกี่ยว และการเก็บรักษาผลกล้วยไข่ในสภาพบรรยากาศดัดแปลง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

บุเรศบำรุงการ, หลวง. 2516. การทำไร่กล้วย ของสมาคมพฤกษชาติแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. กรุงเทพฯ : แพร่วิทยา.

เบญจมาศ ศิลาน้อย. 2538. กล้วย. พิมพ์ครั้งที่ 2. นครปฐม : ประชาชน.

พรรณิภา ยั่วยล. 2543. อิทธิพลของอายุการเก็บเกี่ยวและปริมาณ CO2 ต่อการเกิดเอทธิลีน พัฒนาการสุก และอายุการเก็บรักษากล้วยไข่ในสภาพบรรยากาศดัดแปลง วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พูนสุข ไชยตระกูลทรัพย์. 2525. การศึกษาความเสียหายของผลกล้วย (*Musa* sp.) ซึ่งเกิดจากอุณหภูมิต่ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

พานิชย์ ยศปัญญา. 2542. กล้วยในเมืองไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มติชน.

วิจิตร วังใน. 2530. กล้วย. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ วรรณศิริ. 2541. สวนกล้วย. พิมพ์ครั้งที่ 4. โรงพิมพ์ปราณีเจริญบล็อกและการพิมพ์, กรุงเทพฯ : 94 น.

สุภา สุเกษม. 2531. กล้วยไข่ส่งออกนอก. กสิกร 61: 317-319.

สุชาติ จิรพรเจริญ ศุภศักดิ์ ลิมปิติ วิชชา สะอาดสุด และจุฑานันท์ ไชยเรืองศรี. 2548."การลดความร้อนภายหลังการเก็บเกี่ยว". วารสาร Postharvest Newletter. 4 (1) : 6-7.

สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. นครปฐม : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abilay, R.M. 1968. Some factor affecting chilling injury on banana fruit. Philippines Agriculturist. 51 : 757-765.

AFCQ. 2000. Cool Handling Fruit. [Online]. Available http://www.australianairfreight.com/produce\fruit.htm.

Ahmad, A.E. and J.M. Labavitch. 1980. Cell wall metabolism in ripening fruit. Plant Physiol. 65 : 1009-1013.

Anonymous. 1972. Banana ripening Guide. Commonwealth Scientific and industrial Research Organization (CSIRO), Melbourne. Division of Food Research Circular, 12 p.

Biale, J.B. 1960. The postharvest biochemistry of tropical and subtropical fruit. Adv. Food Res. 10 : 293-354.

Dincer I. 1995. Air Flow Precooling of Individual Grape. Journal of Food Engineering 26 : 243-249.

Garcia, E. and A.M. Lajolo. 1988. Starch transformation during banana ripening, The amylase and glucosidase behaviour. J. Foo Sci. 53 : 1181-1186.

Glodstein, J.L. and E.L. Wick. 1969. Lipid in ripening banana fruit. J. Food Sci. 34 : 482-484.

Glahan, S. and Youryon, P. 2000. "Influence of Maturation and CO_2 Concentration on Ripening Development, Quality and Storage Life of Banana 'Kluai Kai' (*Musa*.AA Group)" P-53. in Abstracts . The International Conference Tropical Agriculture Technology for Better Health and Environment. Nakhon Pathom : Kasetsart University,Kamphaeng Saen Campus.

Gross, J.,M. Carmon, A. Lifshitz and C. Costes. 1976. Carotenoids of banana pulp, peel and leaves. J. Food Sci. Technol. 9 : 211-214.

Haard, N.F. and D. Timble. 1973. Chilling injury in green banana fruit : Changes in peroxidase isozymes in soluble and particulate pools. J. Food Sci. 38 : 642-645.

Hofman P. J., Stubbings B. A., Adkins M. F., Corcoran R. J., White A., Woolf A. B. 2002. Low Temperature Conditioning Before Cold Disinfestation improves 'Hass' Avocado Fruit Quality. Postharvest Biology and Technology. 28 :123-133.

Hulme, A.C. 1971. The Biochemistry of Fruit and Their Products. Vol. 2. London : Academic Press.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hubbard, N.L., D.M. Pharr and S.C. Huber. 1990. Role of sucrose phosphate synthase in sucrose biosynthesis in ripening banana and its relationship to the respiratory climacteric. Plant Physiol. 94(1) : 201-208.

Jayaraman, K.S., M.N. Ramanuja, Y.S. Dhakne and P.K. Vijayaraghavan. 1982. Enzymatic browning in some banana varieties as related to polyphenol oxidase activity and other endogenous factors. J. Food Sci. and Technol. 19 : 181-186.

Jayaraman, K.S., M.N. Ramanuja, P.K. Vijayaraghavan and C.S. Vaidyanathan. 1987. Stidies on the purification of banana polyphenoloxidase. Food Chem. 24(3) : 203-217.

Kosiyachinda, S., P. Tjiptona and V.Z. Acedo. 1990. Marketing and handling practices of banana in ASEAN : harvesting of banana, pp. 117-144 *In* H. Abdullah and Er.B. Pantastico, eds. Banana : Fruit Development, Posthavest Physiology Handling and Marketing in ASEAN. ASEAN Food Handling Bureau, Kuala Lumpur.

Lewis, D.A. 1965. 1956. Effect of chilling storage on respiration and deterioration of several sweet potato varieties. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 86 : 421-428.

Loesecke, H.W.V. 1950. Banana. New York : Interacience Publishers, Inc.

Lyons, J.M. 1973. Chilling injury in plants. Ann. Review. Plant Physiol. 24 : 445-446.

Macku, C. and W.G. Jenning. 1987. Production of volatiles by ripening banana. J. Agri. Food Chem. 35 : 845-848.

Mao, W.W. and J.E. Kinsella. 1981. Amylase activity in banana fruit : properties and changes in activity during ripening. J. Food Sci. 46 : 1400-1409.

Martinez-Romero D., Castillo S., Valero D. 2002. "Forced-air Cooling Applied Before Fruit Handling to Prevent Mechanical Damage of Plums (*Prunus salicina* Lindl.)". Postharvest Biology and Technology. 28 : 135-142.

Marriott, J. 1980. Banana – physiology and biochemistry of storage and ripening for optimum quality. CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutri. 13(1) : 41-88.

Mitchel, F.G., R. Guillou and R.A. Parsons. 1972. Commercial Cooling of Fruit and Vegetables. California : Agricultural Publications.

Morita, K., T. Shiga and S. Taharazako. 1992. Evaluation of change in quality of ripening bananas using light reflectance technique. Memory of the Faculty of Agriculture Kagoshima University (Japan). 28 : 125-34.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Nursten, H.E. 1970. Volatiles compounds: The aroma of fruit, pp.239-268. *In A.C.* Hulme(ed). The Biochemistry of Fruit and their Products. Vol. I. Academic Press, London.

Palmer, J.K. 1971. The Banana, pp. 65-105. *In A.C.* Hulme(ed). The Biochemistry of Fruit and their Products. Vol. 2. Academic Press, London.

Pantastico, Er.B., H. Subramanyam, M.B. Bhatti, N.Ali and E.K. Akamine. 1975. Harvestting indices, pp. 56-74 *In* Er.B. Pantastico, ed. Postharvest Physiologu Handling and Utiliaztion of Tropical and Subtropical Fruit and Vegetables. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticutt.

Ratapa, W., V. Surojanamatakul and P. Tangkanakul. 1989. Study of nutrient contents in some *Musa* (ABB group). Food (Thailand) 19(4) : 147-256.

Santana, M.C. 1976. Development of chilling injury in banana at different ripening ṣtoages. Bulletin de l'Institute International du Froid. 58 : 172.
(Horticultural Abstracts. 48 : 608 (1977))

Seymour, G.B., J.E. Taylor and G.A. Tucker. 1993. Biochemistry of Fruit Ripening Chapman & Hall, London. 454 p.

Simmonds, N.W. 1970. Banana. London : Longmans. Group Limited.

Vakis, N., W. Crierson., J. Soule and J.G. Albrigo. 1970. A tissue culture technique for studying chilling injury of tropical and subtropical fruit. Hort Sci. 5 : 472-473.

Von Loesecke, H.W. 1929. Quantitative changes in the Chloroplast pigments in the peel of banana. Phytochem. 11 : 975-979.

Wills, R.B.H., W.B. McGlasson, D. Graham. T.H. Lee and E.G. Hall. 1989. Postharvest : An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetable. New South Wales University. Press, Kensington NSW, Australia. 174 p.

Young, R.E., S. salminen and P. Somsrivichai. 1974. Enzyme regulation associated with ripening in banana fruit . In Facteurs et Regulation de la Maturation des Fruit. Collog. Int. CNRS. 238 : 271-279.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

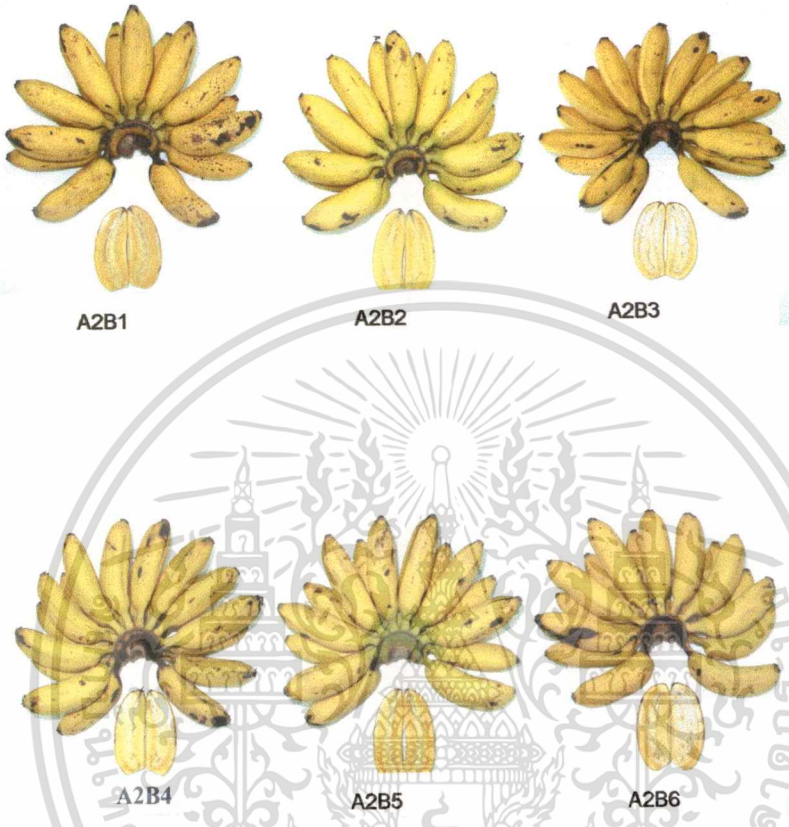
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A1B1 A1B2 A1B3

A1B4 A1B5 A1B6

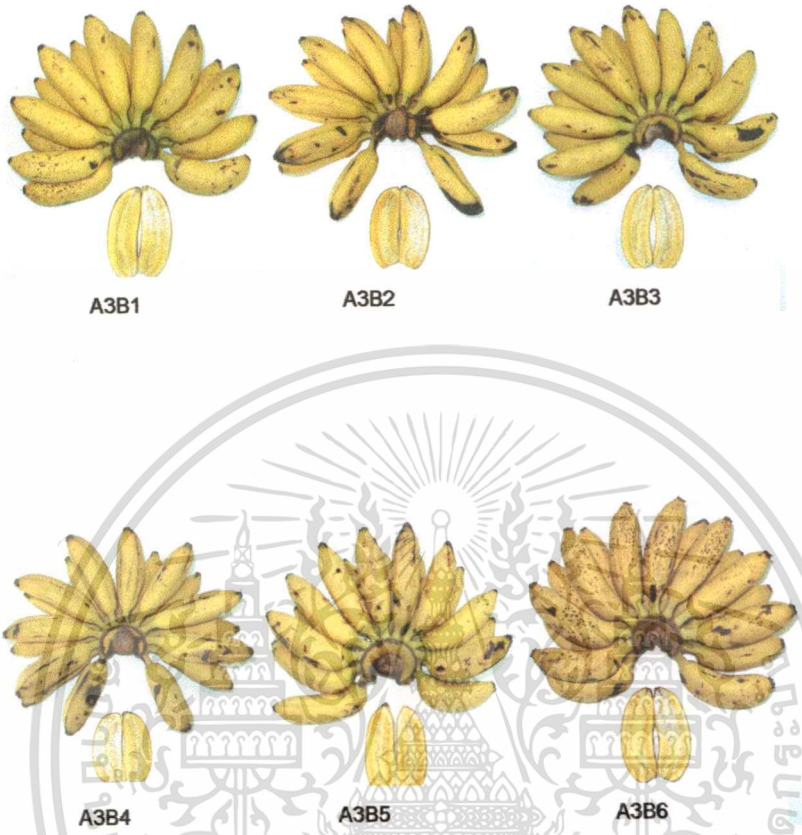
ภาพผนวกที่ 1 แสดงลักษณะของกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 5 °C ระยะเวลา 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 นาที ตามลำดับ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลกล้วยไข่สุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



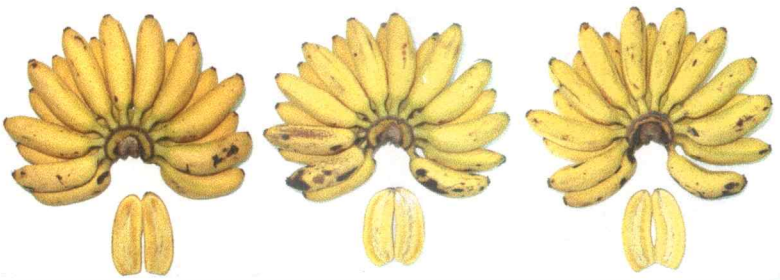
ภาพผนวกที่ 2 แสดงลักษณะของกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ 0 °C ระยะเวลา 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 นาที ตามลำดับ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลกล้วยไข่สุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 3 แสดงลักษณะของกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -5 °C ระยะเวลา 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 นาที ตามลำดับ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลกล้วยไข่สุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



A4B1 A4B2 A4B3

A4B4 A4B5 A4B6

ภาพผนวกที่ 4 แสดงลักษณะของกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -20 °C ระยะเวลา 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 นาที ตามลำดับ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลกล้วยไข่สุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A5B1 A5B2 A5B3

A5B4 A5B5 A5B6

ภาพผนวกที่ 5 แสดงลักษณะของกล้วยไข่หลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ระดับอุณหภูมิ -25 °C ระยะเวลา 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 นาที ตามลำดับ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลกล้วยไข่สุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้