ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของฝรั่งเก็บที่อุณหภูมิต่ำ

(A study of the chemical and physical changes

of Guava stored at low temperature)

โดย นายอัตพงษ์ โอวาท

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก...

..... 31/มี.ค./32 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(อาจารย์ระดินร หาเรือนกิจ) .../.../...

..../.../... กรรมการของภาค

(อาจารย์นอจิจ ลิ้มพันธ์อุดม)

..... 31/มี.ค./32 กรรมการของภาค

(อาจารย์อนงค์ วรอุไร)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

(อาจารย์เยาวลักษณ์ สุรพันธนิศร์)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 31 เดือน มี.ค. พ.ศ. 32

ปพ.
05547
2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13669

ปัญหาพิเศษ (45499)

เรื่อง

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของฝรั่งเก็บที่อุณหภูมิต่ำ

(A study of the chemical and physical changes of guava stored at low temperature)

T096897

โดย

นายอัตพงษ์ โอวาท

เสนอ

ภาควิชาอุสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ลาดกระบัง

ปพ.
อ534ก
2531

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96897
วัน,เดือน,ปี 5 JUN 2533

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

บทคัดย่อ

เรื่อง

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของฝรั่งเก็บที่อุณหภูมิต่ำ

(A study of the chemical and physical changs of guava stored at low temperature)

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพของฝรั่ง ที่อุณหภูมิ 5 องศา 10 องศา 15 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิห้องพบว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เก็บ ที่อุณหภูมิ 5 องศา มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก และการเปลี่ยนแปลงจะมากขึ้น ที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส ปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสและจะเพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อเก็บจนถึงระยะสุดท้ายประมาณ 20 วัน วิตามินซีจะลดลง การเปลี่ยนแปลงของ pH พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงไม่เด่นชัด ส่วนปริมาณโปรตีนจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ดังนั้นที่อุณหภูมิต่ำจะชลอการสุกของฝรั่งได้ดีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จะเก็บได้นานไม่ต่ำกว่า 20 วันที่อุณหภูมิ10 องศาเซลเซียสจะเก็บได้นานไม่ต่ำกว่า15 วันและที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสจะเก็บได้นาน 10 วัน ส่วนที่อุณหภูมิห้องจะเก็บได้นานเพียง 5 วันเท่านั้น และที่อุณภูมิ 5 องศาเซลเซียส ไม่พบการเน่าเสียเนื่องจากความเย็น(chilling injury).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการจัดทำปัญหาพิเศษ ข้าพเจ้าขอขอบคุณอาจารย์ระดินร หาเรือนกิจ ซึ่งให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ตลอดจนให้คำแนะนำและแก้ไขปัญหาพิเศษให้ถูกต้องสมบูรณ์ นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณอาจารย์อนงค์ วรอุไร ที่ช่วยกระตุ้นตลอดจนช่วยแนะนำบางอย่างจนปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วง นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณ คุณ ณหทัย ปันยารชุน คุณพงษ์ศิลป์ รุ่งเรือง ตลอดจนถึงเพื่อน ๆ ที่ช่วยให้คำแนะนำในการทำปัญหาพิเศษจนสำเร็จ และขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, ห้องสมุด มหาวิทยาลัยรามคำแหง, ห้องสมุดวิทยาลัยเกษตรกรรมชลบุรี และห้องสมุดสถาบันอาหาร ที่ช่วยเป็นแหล่งค้นคว้าข้อมูลบางอย่างตามต้องการ.

นายอัตพงษ์ โอวาท

มีนาคม 2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
สารบาญตาราง	ก
สารบาญภาพ	ข
ภาคผนวก	ค
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	8
ผลการทดลอง	10
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	31
ข้อเสนอแนะ	34
เอกสารอ้างอิง	35
ภาคผนวก	36
การหาปริมาณวิตามินซี	37
ตัวอย่างการคำนวนหาปริมาณวิตามินซี	40
การหาปริมาณโปรตีน	41
การหาปริมาณ Reducing sugar	42
ตัวอย่างการคำนวนหาปริมาณ Reducing sugar	46
การหาปริมาณ Invert sugar	47
ตัวอย่างการคำนวนหาปริมาณ Invert sugar	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
สารบาญตาราง	ก
สารบาญภาพ	ข
สารบาญภาคผนวก	ค
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	8
ผลการทดลอง	10
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	31
ข้อเสนอแนะ	34
เอกสารอ้างอิง	35
ภาคผนวก	36
การหาปริมาณวิตามินซี	37
ตัวอย่างการคำนวนหาปริมาณวิตามินซี	40
การหาปริมาณโปรตีน	41
การหาปริมาณ Reducing sugar	42
ตัวอย่างการคำนวนหาปริมาณ Reducing sugar	46
การหาปริมาณ Invert sugar	47
ตัวอย่างการคำนวนหาปริมาณ Invert sugar	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แสดงลักษณะทางกายภาพของผลฝรั่งสด	11
2 แสดงการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลฝรั่งสด	14
3 แสดงการเปลี่ยนแปลง pH ของผลฝรั่งสด	16
4 แสดงปริมาณการเปลี่ยนแปลงวิตามินซี	19
5 แสดงปริมาณการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน	23
6 แสดงปริมาณการเปลี่ยนแปลงของ Reducing sugar	26
7 แสดงปริมาณการเปลี่ยนแปลงของ Invert sugar	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงปริมาณการเปลี่ยนแปลงของวิตามินซี	20
2	แสดงปริมาณการเปลี่ยนแปลงของ Protein	24
3	แสดงปริมาณการเปลี่ยนแปลงของ Reducing sugar	27
4	แสดงปริมาณการเปลี่ยนแปลงของ Invert sugar	30
5	แสดงการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลฝรั่งสด	50-60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตารางภาคผนวก

ตารางที่	หน้า
1 ตารางแสดงปริมาณไตรเตรทหาค่าวิตามินซี	38
2 ตารางแสดงปริมาณการไตรเตรทหาค่า Reducing sugar	44
3 ตารางแสดงการไตรเตรทหาค่า Invert sugar	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

รายงานฉบับจัดทำขึ้นเป็นการยืนยันผลการวิจัยของการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของฝรั่งที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งผู้เขียนได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของฝรั่งเพราะเห็นว่าประเทศไทยเราขาดความสนใจหรือไม่ให้ความสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวของผลไม้เท่าที่ควร อาจจะเป็นเพราะคนไทยมีความคิดว่าไม่มีความจำเป็น เพราะเห็นว่าเมืองไทยมีผลไม้มากมายแล้วและสามารถหารับประทานได้ตลอดปีโดยไม่ข้าขนิดกันจึงทำให้ขาดความสนใจในการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว และทำให้มองข้ามประโยชน์ของการศึกษาการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวในแง่อื่นๆ เช่นในแง่ของการนำผลไม้มาแปรรูปในระดับโรงงานอุสาหกรรมขนาดใหญ่หรือในแง่ของการส่งออก ในแง่ของโรงงานอุสาหกรรมเกี่ยวกับการแปรรูป จะเห็นว่าการศึกษาการเปลี่ยนทางด้านเคมีและกายภาพของผลไม้จะมีผลหรือมีประโยชน์ต่อการเก็บรักษาผลไม้ให้มีอายุการเก็บนานมากที่สุด เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการในการแปรรูป แม้ว่าผลไม้นั้นจะหมดฤดูกาลเก็บเกี่ยวไปแล้วก็ตาม

ส่วนในแง่ของการส่งออกจะเห็นว่า ถ้าสามารถทราบถึงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรในช่วงเวลา และอุณหภูมิต่างๆก็จะทำให้สามารถเก็บรักษาผลไม้ได้ถูกต้องในระหว่างการขนส่ง หรืออาจจะประยุกต์ร่วมกับการใช้สารเคมีในการเก็บรักษาด้วยก็ได้ ทำให้สามารถส่งสินค้า หรือผลไม้ต่างๆเหล่านี้ไปถึงมือผู้บริโภค โดยผลไม้ยังคงความสดและประกอบด้วยคุณค่าทางอาหารสูงอยู่เช่นเดิม หรืออาจมีการเปลี่ยนแปลงแต่จะเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด เหล่านี้คือเหตุผลว่าทำไมเราจึงต้องมาให้ความสนใจต่อการเปลี่ยนแปลงของผลไม้

ส่วนในแง่ของต่างประเทศจะเห็นว่า ในต่างประเทศจะให้ความสนใจต่อการศึกษาของขบวนการเปลี่ยนแปลงบางประเภททางกายภาพและเคมีค่อนข้างสูง อาจจะเป็นเพราะว่าประเทศเหล่านั้นปลูกผลไม้ขึ้นได้ยากหรือไม่ขึ้น จึงต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศไทยเรา ถ้าผลไม้มีน้อยไม่เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภคความสำคัญของการศึกษาการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะต้องได้รับความสนใจอย่างมาก

ดังนั้นข้าพเจ้าจึงคิดว่ารายงานฉบับนี้เหมาะสมแล้ว ที่จะเขียนขึ้นมาเพื่อประโยชน์สำหรับผู้ที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ดีพอสมควร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผลิ่งโดยควบคุมที่อุณหภูมิต่ำ
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น น้ำตาล, โปรตีน, วิตามินซี, และความเป็นกรด-ด่าง (pH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ฝรั่งมีชื่อเรียกตามภาคต่างๆดังนี้

ฝรั่ง :

มะปุ่น (สุโขทัย-ตาก) มะก้วย (เชียงใหม่) มะมัน (ลำปาง) มะจีน (พายัพ) สีดา (นครพนม) ยามู หรือย่ามู (ใต้) ชมพู (ตานี) มะมุมุเตนันยา (มลายู) นราธิวาส ยะวิง (ละว้า)

ชื่อพรรณไม้ในประเทศไทยของกรมป่าไม้ พ.ศ. 2491 บันทึกว่าเป็นไม้ต่างประเทศ

ชื่อภาษาอังกฤษ กัววา (Guava) โปรตุเกตุ (Goiaba) ฝรั่งเศษ (Goyave)

ชื่อพฤษศาสตร์ (Psidium guajava, linn)

วงศ์ Myrtaceae

ถิ่น เป็นไม้ถิ่นร้อนของอเมริการะหว่างประเทศแมกซิโกกับประเทศเปรู

ประวัติ :

ฝรั่ง ตามหลักฐานว่าเป็นไม้ถิ่นร้อนของทวีปอเมริการะหว่างประเทศแมกซิโกกับประเทศเปรูได้ขยายพันธุ์ไปปลูกแถบโซนร้อน เช่น มลรัฐฟอริดา มลรัฐแคลิฟอร์เนียในสหรัฐอเมริกาอินเดีย ศรีลังกา ฟิลิปปินส์ ไทย และประเทศอื่นๆอีกมากประเทศแถบโซนอบอุ่น เช่น จีน เป็นต้น

แต่ที่พบจากหลักฐาน ต่างๆ ปรากฏว่านอกจากที่ปลูกกันในทวีปอเมริกาซึ่งเป็นถิ่นเดิม แล้วประเทศอินเดียก็นิยมปลูกกันมากเป็นการค้า ฝรั่งเป็นไม้ผลที่ปรากเป็นสามัญทั่วๆไปทุกภาคของอินเดีย แต่เป็นไม้ถิ่นร้อนของทวีปอเมริกาไม่ทราบว่าเข้าสู่อินเดียเมื่อใรเชื่อกันว่า คงนำเข้าไปในคริตศตวรรษที่ 17 ประมาณ 200 ปีเศษแล้ว ชาวอินเดียนิยมกันว่า ฝรั่งมีรสเลิศมีคุณค่าทางอาหารผลิตเป็นอาหารได้มากชนิดนอกจากรับประทานสดๆ ตามสถิติทั่วประเทศปลูกฝรั่งไม่น้อยกว่า 171,367 ไร่โดยเฉพาะอุตตรประเทศ (Utta Pradesh) ปลูกฝรั่งถึง 60,000 ไร่ ที่อาลาฮาบัดปลูกฝรั่งดีที่สุดของประเทศ รวมความว่าสถิตินี้เฉพาะที่ปลูกเป็นล่ำเป็นสันเป็นการค้าส่วนปลูกเป็นไม้ผลประจำบ้าน มีอีกมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนทางมลรัฐฟอริดา มลรัฐแคลิฟฟอร์เนียก็ปลูกจำนวนมาก เพราะถือฝรั่งมีคุณค่าทางอาหารสูงมากกว่ากัน โดยเฉพาะมีวิตามินซีสูงมากนอกจากนี้ก็ยังมีแร่-ธาตุจำพวกแคลเซียม,ฟอสฟอรัส,เหล็กและมีวิตามินซีซึ่งเป็นสารที่ป้องกันไม่ให้เกิดโรคโลหิตออกตามไรฟันได้อย่างดี นอกจากนี้ใช้ผลรับประทานสดๆก็นำไปทำผลิตภัณฑ์จากผลเป็นอาหารเช่น ทำเยลลี่ ทำแยมและอื่นๆอีกมากชนิด ผลิตภัณฑ์จากผลฝรั่งเช่น แยมเยลลี่ ส่งให้ทหารในแนวรบในสงครามโลกครั้งที่สองและสงครามเกาหลีเพื่อป้องกันโรคให้แก่ทหารหาญ

ส่วนประเทศไทย ฝรั่งที่ปลูกกันอยู่ในเวลานี้ ใครเป็นผู้นำเข้ามาในเมืองไทยจากประเทศไหนเมื่อไรและเพราะเหตุใดจึงเรียกผลไม้นี้ว่า "ฝรั่ง" สืบไม่ทราบบางท่านกล่าวว่าอาจจะเรียกตามชื่อชาติที่นำมาก็ได้ ถ้าสอบตามผู้ที่มีอายุ 80 ปีเศษ ก็ว่าฝรั่งมีมานานแล้วแต่ซึ่งอาจจะสันนิษฐานว่าอาจจะมาได้2ทาง คือจากชาวอินเดีย และชาวจีน แต่เฉพาะชาวจีนพอมีหลักฐานอยู่บ้าง คือมีสวนฝรั่งอยู่มาก ที่ตำบลบางเสาธง ปลายคลองมอญ จังหวัดธนบุรีเป็นพันธุ์ที่มีรสอร่อยผลค่อนข้างยาวนิยมกันมาจนบัดนี้ ว่า-เป็นพันธุ์จีน ซึ่งเรียกกันตามภาษาชาวบ้านว่า พันธุ์หลวงตั้งสีบ (หลางท่องสื่อ) เป็นผู้นำมาจากเมืองจีน และได้ขยายพันธุ์ไปปลูกที่อื่นกันอีกมากโดยตอนบ้างเพราะเมล็ดบ้าง ส่วนมากตอนต่อมาเมื่อสัก 40 ปีมานี้ มีผู้นำส้มเขียวหวานมาปลูกกันมากตกผลเร็ว ตกขายได้ราคาดีจึงหันมานิยมปลูกส้มกันมากขึ้นการปลูกฝรั่งจึงลดน้อยถอยลงในระยะหลัง สวนส้มถูกน้ำท่วมบ้าง น้ำเค็มท่วมบ้าง ตายเสียมาก สวนฝรั่งทนทั้งน้ำท่วมน้ำเค็มจึงอยู่ยืนมา และปลูกกันทั่วๆไปแทบทุกสวน คนจีนขายผลไม้ตอง เช่น มะม่วง,มะกอก,มะดัน, มะยม,ฝรั่งพลอยช่วยเป็นผลไม้ตองขายได้ดีด้วยฝรั่งกลับมีราคาขึ้นจึงมีผู้ปลูกมากขึ้นปลูกกันทั่วไป ในจังหวัดพระนคร,ธนบุรีที่มีชื่อรู้จักกันทั่วไปก็คือ ฝรั่งสวนวังสระปทุมกับฝรั่งตรอกจันทร์ บัดนี้ฝรั่งสวนวังสระปทุมถูกรื้อถอนไปหมดแล้ว คงเหลือที่ตรอกจันทร์ และ

ได้พบปลูกทางคลองพระโขนงอีกมากนอกจากนี้ก็ปลูกกันในต่างจังหวัดเช่น ชลบุรี ศรี-ราชา ระยอง จันทบุรี ตราด และที่อื่นอีกมากจังหวัด เพราะปลูกกันง่ายไม่มีโรค ทนทั้งแล้งทนทั้งน้ำท่วม ทั้งเด็กผู้ใหญ่ชอบรับประทานกัน ฝรั่งส่วนมากที่ปลูกนี้เป็นพันธุ์จีน-หลางท่องสื่อหรือที่เรียกว่า พันธุ์บางเสาธงนั่นเอง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของฝรั่งและชนิดพันธุ์

ฝรั่งเป็นผลไม้ยืนต้นขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ลำต้นสูงตั้งแต่ 15-30 ฟุต เป็นอย่างสูงแผ่กิ่งกว้างมากเป็นต้นไม้แข็งทนทาน

ฝรั่งผลใหญ่ชนิดที่ชาวไทยรู้จักและนิยมรับประทานกันทั่วไป สูง 25-30 ฟุต ใบยาวใหญ่แต่ฝรั่งชนิดอื่นผิวเปลือกต้นเขียวปนน้ำตาล ผลกลมบ้าง รูปไข่บ้างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-4 นิ้วผิวเรียบ บางพันธุ์ขรุขระ ผิวของผลเริ่มสีเขียวแก่ แก่จัดสีเขียวอ่อนหรือนวลสุกสีเหลืองอ่อนเนื้อในสีขาวนวลหรือชมพูอ่อนมีเนื้ออยู่ชั้นนอกหนาหรือบาง เมื่อยังอ่อนเนื้อแข็งมากแก่จัดกรอบสุกนุ่มเมล็ดเล็กแข็งอยู่ชั้นในของเนื้อส่วนกลางของผลมากหรือน้อยตามชนิด พันธุ์บางพันธุ์ไม่มีเมล็ดหรือมีบ้าง 4-5 เมล็ด บางพันธุ์มีเมล็ดหุ้มเนื้อนุ่มรอบเดียว เช่นลัคเนาว์นัมเบอร์ 16 ทั่วๆไป เมล็ดมากเนื้อหยาบกรอบหรือหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อยแล้วแต่ชนิดพันธุ์นี้ส่วนมากชาวเอเชียปลูกรับประทานผลสดและทำเป็นผลิตภัณฑ์เป็นอาหารได้มากประการ

ชนิดของฝรั่ง

ได้กล่าวถึงชนิดของฝรั่งเพื่อที่จะได้แยกให้ชัดเจนจึงมากล่าวอีกครั้งดังนี้

1. Psidium guajava Linn. คือฝรั่งชนิดที่ปลูกและรู้จักโดยทั่วไปเป็นฝรั่งชนิดผลใหญ่

2. Psidium cattlieanum ซึ่งเรียกว่า Cattley guava หรือ Strawterry guava ใบคล้ายใบไทรผลกลมเล็กเมื่อผลแก่สุกเป็นสีแดงปนม่วงรสหวานอร่อย

3. Psidium guineense,Sw ซึ่งเรียกว่า Brazilian quava ผลสีแดง เล็กรสอร่อยมาก

4Psidium pomiferum ซึ่งเรียกว่า Apple guava ผลกลมคล้ายแอบเปิ้ลเนื้อสีแดง

5Psidum frieddrichsthaleanum ซึ่งเรียกว่า Costa rican guava ผลเล็กสุกสีเหลือง

6. ฝรั่งเวียดนาม (Psidium guajava Linn.)

ผลมีขนาดใหญ่ประมาณ 700-1,200 กรัมผิวขรุขระ เนื้อหนากรอบมีเมล็ดจำนวนมากให้ผลดกลำต้นแข็งแรงมากมีทรงต้นที่แผ่กว้างมากเป็นต้นที่มีถิ่นเดิมอยู่ในประเทศเวียดนามนำเข้ามาประเทศไทยประมาณ 10 ปีนี้เอง แบ่งออกได้หลายพันธุ์ตามรูปร่างลักษณะของผลที่กลายพันธ์ออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-กลมสาส่ ผลกลมมีขนาดใหญ่มีผิวสีเขียวอ่อนเนื้อหนาแน่นและกรอบรสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย

-ยาวเสวต (ศรีวิชัยหนึ่ง). ผลขนาดใหญ่มากเส้นผ่าศูนกลางประมาณ 15 ซม รูปร่างยาว รสหวาน ผิวสีเขียวอ่อนเกือบขาว

-กลมทูลเกล้า (ศรีวิชัยสอง). ลักษณะเหมือนพันธุ์ยาวเสวตแต่มีรูปร่างผลกลมมากกว่า ลักษณะใบกลม รสชาติเหมือนพันธุ์ยาวเสวต

-บางกอกแอปเปิ้ล เป็นฝรั่งลูกผสมระหว่าง ฝรั่งพันธุ์กลมสาลีกับพันธุ์อีแห้ว ลักษณะของพันธุ์กลมสาสี่คือมีผลขนาดใหญ่ผิวผลสีเขียวอ่อนเนื้อหนาแข็งกรอบรสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อยและมีลักษณะของพันธุ์อีแห้วคือไม่มีเมล็ดทำให้ผลสุกข้าเมื่อสุกแล้วเนื้อไม่เละ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ของฝรั่ง

ฝรั่งเป็นผลไม้ที่สามารถนำไปทำประโยชน์ในแง่ที่เป็นอาหารและเครื่องประกอบอาหารได้หลายอย่าง

นอกจากจะใช้รับประทาน ผลสดแล้วยังสามารถทำเป็นเครื่องประกอบอาหารเช่น ทำ เยลลี่ (Jelly) แยม (Jam) กัวลา ปรีเซิฟ (Guavapreserves) ทอปปิง ไซรับ (Topping syrup) บรรจุกระป๋องCanned fruit) และ น้ำฝรั่ง (Guava juice) สำหรับเป็นเครื่องดื่มส่วนการทำประกอบอาหารนั้นเปลือกและเนื้อฝรั่งที่สุกทำสลัดเคี่ยวในน้ำเชื่อมใส่ครีมรับประทานผสมกับนม น้ำตาล แป้ง ทำพุทดิง ทำไอสครีมและอื่นๆ ได้อีกมากอย่าง

เกี่ยวกับคุณค่าทางอาหารของฝรั่งนั้นปรากฏว่าฝรั่งเป็นผลไม้ที่อุดมด้วยวิตามินซีนอกจากเป็นแหล่งที่ดีของธาตุ เหล็กและแคลเซี่ยมแล้วฝรั่งเป็นแหล่งของวิตามินซีที่ดีที่สุด วิตามินซีซึ่งเป็นสารที่ป้องกันไม่ให้เกิดโรคเลือดออกตามไรฟันกล่าวกันว่ากินฝรั่งน้ำหนักเพียง 30 กรัมสามารถป้องกันโรคเลือดออกตามไรฟันได้ถึง 3 เดือนนอกจากนั้น ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่สอง ทางการทหารสัมพันธมิตรก็ได้จัดผลิตภัณฑ์จากฝรั่ง เป็นอาหารประเภทจุกเฉิน เพื่อสร้างความต้านทานโรค แก่ทหารที่ปฏิบัติการอยู่แนวหน้าด้วย แม้ในปัจจุบันนี้ทหารก็ยังต้องกินฝรั่งอยู่เช่นกัน

ในต่างประเทศ เช่นในรัฐฟลอริดาภาคใต้ปลูกฝรั่งมาก นอกจากใช้ผลสดรับประทานก็ยังทำแยม เยลลี่ ส่งออกไปขายเป็นสินค้ามากด้วย

ความเป็นจริงแล้วประเทศไทยมีดินฟ้าอากาศเหมาะแก่การปลูกฝรั่งได้ทุกภาค ปลูกง่ายไม่ต้องบำรุงรักษาเหมือนอย่างต่างประเทศก็ออกผลได้ดีถ้าหากคิดจะปลูกขายสดและทำอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เป็นเครื่องขวด เครื่องกระป๋องอย่างน้อยก็ทำแยมลี่ทำแยมขายในประเทศ หรือถ้าเหลือมากก็สามารถส่งออกได้ปีละมากๆ.

องค์ประกอบทางเคมี

Wilson et.al (1982) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของฝรั่ง (Psidium guajava L.) ได้พบว่าฝรั่งมีกรดอินทรีย์หลายชนิดเป็นองค์ประกอบเช่น Citric acid, Malic acid, Fumaric acid, glycolic acidและSucrose นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณของกรดและน้ำตาลจะเปลี่ยนแปลงตามสายพันธุ์ปริมาณของ Total Sugar ซึ่งเป็นผลรวมของ Fructose+Glucose+Sucose มีค่าอยู่ในช่วง 2.25% ถึง 4.05%

ปริมาณของวิตามินซีจะอยู่ในช่วง 0.04%-0.44% ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์ของฝรั่ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ: ฝรั่งเวียดนามซื้อจากตลาดห้วยตะเข้

การทดลองเก็บที่อุณหภูมิต่างๆ: นำผลฝรั่งเวียดนามมาบรรจุใส่ถุงพาสติเจาะรู ปิดผนึก แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศา 10 องศา 15 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิห้อง

การตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ: ความกรอบ ตรวจสอบโดยการชิมของผู้ทดลอง

รสชาติ ตรวจสอบโดยการชิมของผู้ทดลอง

สี ตรวจสอบโดยใช้ Munsell-collour charts

การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางเคมี: การเตรียมน้ำฝรั่ง ฝรั่งหั่นเป็นชิ้นเล็กๆนำตัวอย่างฝรั่ง 10 กรัมไปบดละเอียด (ใช้ IKA homogenizer) ผสมกับน้ำกลั่น 50 มิล-ลิลิตร วัดปริมาตรที่ได้และปรับให้ได้ 50 มิลลิลิตร

-การวัดค่า Reducing Sugar โดย Shaffer somogyi method

-การวัดค่า Invert sugar โดย Lane eynon method

-การวัดค่า pH วัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter

-การวัดค่า วิตามินซี โดยวิธี A.O.A.C. 1960.

-การวัดค่า โปรตีน โดย Lowry method.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทดลองทั่วๆไปพอสรุปได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของผลฝรั่ง

จากตารางที่1 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของผลฝรั่งสดพบว่าผลของอุณภูมิต่ำคือช่วงอุณหภูมิ 5องศาเซลเซียสผลของอุณหภูมิต่ำนี้จะช่วยรักษาความกรอบ รสชาติ ความสด สีผิว หรือตำหนิต่างๆ ไว้ได้นานถึง 20วันก็ยังไม่มีที่ท่าว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ สิ่งเหล่านี้คือความต้องการของผู้บริโภคอย่างมาก ในการจะบริโภคผลฝรั่งสดที่มีคุณสมบัติทางกายภาพครบถ้วน

ส่วนที่อุณหภูมิ 10องศาเซลเซียสผลฝรั่งจะคงความสดไว้ได้นานประมาณ 10 วันซึ่งในช่วงนี้ฝรั่งจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพใดๆทั้งสิ้นแต่หลังจากวันที่10 ไปแล้ว ผลฝรั่งจะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ความกรอบ ความหวาน ความนิ่ม จะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย แต่ยังถือว่าอยู่ในสภาพสดอยู่ และขบวนการเปลี่ยนแปลงจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆเมื่อเวลาผ่านไป

ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ลักษณะทางกายภาพจะยังคงความสดอยู่ได้ประมาณ 5 วัน หลังจากนั้นเมื่อย่างเข้าวันที่ 6 เป็นต้นไป ลักษณะทางกายภาพต่างๆจะเริ่มเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้นและการเน่าเสียจะเริ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปได้ประมาณ14วัน การเน่าเสียก็จะเพิ่มขึ้นเกือบครึ่งผล

ส่วนที่อุณหภูมิห้อง ผลฝรั่งจะเริ่มเน่าเสีย เมื่อเก็บไว้ประมาณ 4 วันโดยจะเริ่มเสียจากจุดช้ำ ซึ่งจุดช้ำเหล่านี้เกิดจากขบวนการเก็บเกี่ยว การขนส่ง เป็นต้น หลังจากเก็บไว้ต่อไปจุดช้ำก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ประมาณ 10 วันก็จะเพิ่มขึ้นและการเน่าก็จะเกิดขึ้นทั้งผล และจะหมดสภาพที่จะรับประทานหรือนำมาทดลองได้ต่อไป

หมายเหตุ ฝรั่งผลที่เก็บที่อุณหภูมิห้องไม่ได้บรรจุในถุงพลาสติกเจาะรูแต่เก็บไว้ในสภาพอากาศธรรมดา.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะทางกายภาพของผลฝรั่งสด

วัน	ลักษณะที่ปรากฏ	อุณหภูมิ			
		5 องศา	10 องศา	15 องศา	อุณหภูมิห้อง
0	ความกรอบ	กรอบมากที่สุด	กรอบมากที่สุด	กรอบมากที่สุด	กรอบมากที่สุด
	รสชาติ	หวานน้อย	หวานน้อย	หวานน้อยมาก	หวานน้อยมาก
	ความสด	สดมากที่สุด	สดมากที่สุด	สดมากที่สุด	สดมากที่สุด
	ผิว	แข็งมาก	แข็งมาก	แข็งมาก	แข็งมาก
	ตำหนิ	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	มีจุดช้ำจากการเก็บ
5	ความกรอบ	กรอบมากที่สุด	กรอบมากที่สุด	กรอบ	กรอบน้อย
	รสชาติ	หวานน้อย	หวานน้อย	หวาน	หวานมาก
	ความสด	สดมากที่สุด	สดมากที่สุด	สดมาก	ไม่สด
	ผิว	แข็งมาก	แข็งมาก	แข็ง	นิ่ม
10	ความกรอบ	กรอบมากที่สุด	กรอบมากที่สุด	กรอบน้อย	นิ่ม
	รสชาติ	หวานน้อย	หวานน้อย	หวาน	หวานมากที่สุด
	ความสด	สดมากที่สุด	สดมากที่สุด	สดน้อย	ไม่สด
	ผิว	แข็งมาก	แข็งมาก	นิ่ม	มีราขึ้น, เน่าเสีย
	ตำหนิ	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	จุดช้ำใหญ่ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน	ลักษณะที่ปรากฏ	อุณหภูมิ 5 องศา	อุณหภูมิ 10 องศา	อุณหภูมิ 15 องศา	อุณหภูมิห้อง
15	ความกรอบ	กรอบมากที่สุด	กรอบน้อย	กรอบ	ไม่มีการทดลอง
	รสชาติ	หวาน	หวานมาก	หวานมาก	ไม่มีการทดลอง
	ความสด	สดมากที่สุด	สดน้อย	สดมาก	ไม่มีการทดลอง
	ผิว	แข็งมาก	แข็งน้อย	แข็ง	ไม่มีการทดลอง
	ตำหนิ	ไม่มี	ไม่มี	มีตำหนิจุดใหญ่	ไม่มีการทดลอง
20	ความกรอบ	กรอบ	กรอบ	กรอบน้อย	ไม่มีการทดลอง
	รสชาติ	หวานมาก	หวานมาก	หวานมากที่สุด	ไม่มีการทดลอง
	ความสด	สดมาก	สดน้อย	สดน้อยที่สุด	ไม่มีการทดลอง
	ผิว	แข็ง	นิ่มมาก	นิ่มมาก	ไม่มีการทดลอง
	ตำหนิ	ไม่มี	ไม่มี	เน่าเสียที่จุดข้าง	ไม่มีการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 2จะแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของสีผิวของฝรั่งสดซึ่งจะเห็นว่า เมื่อเก็บฝรั่งที่อุณหภูมิต่ำ 5องศาเซลเซียสสีผิวของผลฝรั่งจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย ยังคงความสดและสีผิวเหมือนเดิม

แต่ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงช่วงหลังของการเก็บคือช่วง 10 วัน สีจะจางมากแสดงว่าผลฝรั่งแก่มากเมื่อเก็บต่อมาอีกจนถึงวันที่ 20 สีก็มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

ส่วนที่ 15 องศาเซลเซียส สีผิวของผลฝรั่ง เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงบ้างแล้วและที่บางผล เช่น ที่ 15 วัน มีบางผลสีจะออกเหลือง แต่วันต่อมาสีของผลฝรั่งก็ยังคงเขียวเหมือนเดิมและจะจางลงไปเมื่อได้ 20 วัน
และที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิสูงที่สุดของการเก็บจะพบว่าสเริ่มเปลี่ยนแปลงและจะเปลี่ยนแปลงมากขึ้นเมื่อเก็บได้ประมาณ 10วันหลังจากนั้นฝรั่งจะเริ่มเน่าไม่สามารถทดลองได้ต่อไป

Sing,A.P.and Bhargava,S.N.,(1977) ได้แบ่งช่วงสีของความแก่ของผลฝรั่งได้ดังนี้
ความแก่ช่วงที่1. ผลขนาดเล็ก สีของเปลือกจะเขียวเข้ม
ความแก่ช่วงที่2. ผลขนาดกลางสีของผลเขียวเข้ม
ความแก่ช่วงที่3 ผลขนาดกลางจนถึงโตเต็มที่ผลจะมีสีเขียว.
ความแก่ช่วงที่4 ผลโตเต็มที่ผลจะมีสีเขียวขีด

ดังนี้จะเห็นได้ว่าผลฝรั่งของเราที่นามาทดลองจะอยู่ในช่วงของความแก่ช่วงที่4 ซึ่งเป็นช่วงที่ผลไม้โตเต็มที่และจะมีบางผลที่ยังไม่เต็มที่นัก

จากการทดลอง จะเห็นได้ว่าเมื่อผลยิ่งแก่สีของเปลือกก็จะค่อยๆเปลี่ยนแปลงไป จากสีเขียวก็กลายเป็นสีเขียวอ่อน และในที่สุดก็จะเป็นสีเหลือง ส่วนสาเหตุที่เกิดเหตุการเป็นเช่นนี้ขึ้น เนื่องจากคลอโรฟิลถูกทำลายไป และมีการสร้างพวกแคโรตินอยด์ขึ้น (แต่ผลไม้บางชนิดเมื่อสุกคลอโรฟิลยังคงเหมือนเดิม เช่นกล้วยหอมเขียว, แตงโมเป็นต้น) สีเหลืองของผลฝรั่งที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากสีของแคโรตินหรือเซนโธฟิล โดยรงควัตถุที่ทำให้เกิดสีต่างๆดังกล่าวจะปรากฏขึ้นทันทีที่คลอโรฟิลถูกทำลายไป นอกจากนี้การสุกของผลไม้จำเป็นต้องใช้พลังงานจำนวนหนึ่งด้วยคือเมื่อผลไม้สุกอัตราการหายใจจะเพิ่มขึ้นแต่เมื่อสุกเต็มที่แล้วอัตราการหายใจจะลดลง อุณหภูมิต่ำ และความเข้มข้นของออกซิเจนต่ำทำให้ผลสุกช้า และจากตารางผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของสีผิวฝรั่งจะเห็นว่ามีบางผลที่มีสีเขียวจางกว่าผลอื่นเนื่องจากฝรั่งผลนั้นแก่กว่าผลอื่นนเอง.

ไม่วากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของสีผิวของฝรั่งสด

วัน	สีที่ปรากฏที่อุณหภูมิต่าง ๆ			
	5 องศา	10 องศา	15 องศา	อุณหภูมิห้อง
0	5 GY,7/6 5 GY,7/6	5 GY,7/6 5 GY,7/6	5 GY,7/6 5 GY,7/6	5 GY,7/6 5 GY,7/6
5	2.5 GY,8/6 2.5 GY,8/6	2.5 GY,8/8 2.5 GY,8/8	2.5 GY,8/6 2.5 GY,8/6	2.5 Gy,8/6 5 Y,4/6
10	2.5 GY,8/4 2.5 GY,8/6	2.5 GY,8/6 2.5 GY,7/4	2.5 GY,7/6 2.5 GY,8/6	ไม่มีการทดลอง ไม่มีการทดลอง
15	2.5 GY,8/6 2.5 GY,8/6	2.5 GY,8/6 2.5 GY,8/6	5 Y,8/6 2.5 GY,8/6	ไม่มีการทดลอง ไม่มีการทดลอง
20	2.5 GY,8/6 2.5 GY,8/6	2.5 GY,8/6 2.5 GY,8/4	2.5 GY,8/4 2.5 GY,8/4	ไม่มีการทดลอง ไม่มีการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเปลี่ยนแปลง pH ของผลฝรั่ง

จากตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นกรดของฝรั่งที่อุณหภูมิต่างกัน พบว่าปริมาณความเป็นกรดของผลฝรั่งมีการเปลี่ยนแปลงไม่เด่นชัดโดยเฉพาะปริมาณความเป็นกรดของผลฝรั่งที่อุณหภูมิต่ำ 5องศาเซลเซียสจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก และเมื่อเก็บที่อุณหภูมิสูงขึ้นคือ 10องศาเซลเซียส ปริมาณความเป็นกรดก็มีการเปลี่ยนแปลงไม่เด่นชัดคือ ขึ้น ๆ ลง ๆ ส่วนที่อุณหภูมิห้องจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

จากผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของ pH จะเห็นว่าปริมาณของ pH มีการเปลี่ยนแปลงไม่เด่นชัดคือบางช่วงมีการเพิ่มและบางช่วงมีการลดลงของ pH ทั้ง ๆ ที่ตามหลักการแล้วการเปลี่ยนแปลงของ pHจะต้องลดลงเมื่อผลฝรั่งหรือผลไม้เริ่มสุก สาเหตุที่ pH มีการเปลี่ยนแปลงแบบลดลงเพราะในผลไม้จะมีกรดอินทรีย์ เมื่อผลไม้สุกกรดอินทรีย์จะลดลงและนอกจากกรดอินทรีย์แล้วกรดอื่น ๆ ก็ลดลงด้วยเนื่องจากกรดสามารถเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลได้ด้วยเป็นเหตุให้ความเปรี้ยวลดลงความหวานเพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 3 ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสจะเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างผิดปกติ คือ pH เพิ่มขึ้นในตอนแรกและหลังจาก 10 วันก็จะเริ่มลดลงตามลำดับ

แสดงว่าผลฝรั่งที่นำมาทดลองที่อายุการเก็บ 15 วันและ 20 วัน ยังคงมีการสร้างกรดอยู่ กล่าวคือผลฝรั่งผลนี้ยังไม่มีอายุมาก หรือใกล้สุกจนถึงขนาดที่จะเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาลได้ ทำให้ปริมาณของ pH ยังคงต่ำอยู่ ถ้าหากเก็บต่อไปอีกคาดว่าปริมาณของpHจะต้องเพิ่มสูงขึ้น(มีความเป็นด่างมากขึ้น) อย่างแน่นอน

และที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงของ pH มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างจะเป็นไปตามปกติคือ ปริมาณความเป็นกรดน้อยคือ pH สูงขึ้น แต่ที่ 15 วันมีความผิดปกติแสดงว่าผลฝรั่งมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความเป็นกรดน้อยอยู่ยังไม่มีการเปลี่ยนเป็นน้ำตาลมากนัก

ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดค่อนข้างผิดปกติ คือมีแนวโน้มของกรดลดลงและเป็นด่างมากขึ้น แต่มีที่ผิดปกติคือที่ 10 วันของการเก็บปริมาณของกรดมากผิดปกติเล็กน้อยซึ่งเหตุผลก็คือ ผลฝรั่งผลนั้นมีอายุหรือความแก่น้อยกว่าที่ผลฝรั่ง 5 วัน ทำให้การเปลี่ยนแปลงของ pHยังไม่สูงเท่าที่ควร การเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลยังมีผลน้อย ทำให้ความเป็นกรดยังมีค่ามากอยู่ หรือเป็นด่างน้อยอยู่ อีกเหตุผลหนึ่งคือ อาจเกิดจากการวัดผิดพลาด ทำให้ค่าที่ได้มาค่อนข้างผิดปกติ

ส่วนที่อุณหภูมิห้องการเปลี่ยนแปลงเป็นไปตามปกติ นั่นคือเมื่อผลไม้เริ่มสุกหรือสุกมากขึ้น ปริมาณของกรดจะลดลงเพราะมีกรดบางชนิดสามารถเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงpHของผลฝรั่งสด

วัน	pH ของเนื้อฝรั่งที่อุณหภูมิ 5 องศา	10 องศา	15 องศา	อุณหภูมิห้อง
0	4.09	4.09	4.09	4.09
5	4.33	4.25	4.35	4.35
10	4.35	4.31	4.28	_
15	4.22	4.09	4.87	_
20	4.27	4.42	4.54	_

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเปลี่ยนแปลงวิตามินซี

จากตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของวิตามินซี จะเห็นว่าปริมาณของวิตามินซีส่วนใหญ่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนช่วงแรกของการทดลอง คือวันที่นามาทดลองวันแรกจนถึงวันที่ 10 จะเห็นว่าปริมาณของวิตามินซีจะเพิ่มขึ้นและหลังจากนั้นปริมาณของวิตามินซีก็ลดลงตลอด

จากกราฟจะเห็นว่าที่อุณหภูมิห้องเมื่อนามาหาปริมาณของวิตามินซี จนวันแรกของการทดลอง จะได้ปริมาณของวิตามินซี 88.5 มิลลิกรัม/ฝรั่ง 100 กรัม และต่อมาอีก 5 วัน นามาทดลองหาปริมาณของวิตามินซีนบว่าปริมาณของวิตามินซีลดลงเหลือเพียง 71.2 มิลลิกรัม/ฝรั่ง 100 กรัม ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ปริมาณของวิตามินซีลดลงแล้วหลังจากเพิ่มขึ้นจนถึงจุดหนึ่ง แต่จุดที่เพิ่มสูงสุดแค่ไหนไม่สามารถทราบได้เนื่องจากเป็นการเพิ่มจนช่วงของ 5 วัน ระหว่างเก็บ ดังนั้นถ้าต้องการทราบต้องนามาทำการทดลองทุกวัน จึงจะสามารถทราบได้ว่าเพิ่มสูงสุดจนช่วงวันที่เท่าไร

สาเหตุที่ปริมาณของวิตามินซีที่อุณหภูมิห้องมีการเปลี่ยนแปลงเร็ว เพราะที่อุณหภูมิห้องมีอุณหภูมิสูงทำให้การเปลี่ยนแปลงเป็นไปอย่างรวดเร็ว เพราะมีการทำงานของเอนไซม์สูงกว่าที่อุณหภูมิอื่น

ส่วนที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ปริมาณของวิตามินซีก็มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจนตอนแรกคือ วันแรกจนถึง 10 วัน หลังจากนั้นปริมาณของวิตามินซีก็ลดลงตามลำดับเมื่อเวลาผ่านไป และที่ 20 วัน ปริมาณของวิตามินซีจะเพิ่มขึ้น แสดงว่ามีความผิดพลาดเกิดขึ้น หรืออาจเกิดจากลักษณะทางกายภาพของฝรั่ง

ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ปริมาณวิตามินซีจะเป็นไปตามปกติคือเพิ่มขึ้นจนตอนแรกของการเก็บ 0-10 วัน หลังจากผ่าน 10 วันไปแล้ว ปริมาณของวิตามินซีจะลดลงตามลำดับ

ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสก็เช่นเดียวกัน มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นจนตอนแรกและจะค่อย ๆ ลดลงตามลำดับ

จากผลการทดลองจะเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของวิตามินซีค่อนข้างจะปกติคือมีการเพิ่มขึ้นจนช่วงแรกของการเก็บ หลังจากนั้นฝรั่งจะเริ่มสุกปริมาณของวิตามินซีจะค่อยๆลดลงซึ่งสาเหตุที่ปริมาณวิตามินซีมีการเปลี่ยนแปลงลดลงจนช่วงหลังของการเก็บเป็นเพราะวิตามินซีเป็นสิ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงง่ายโดยเฉพาะต่อแสงและความร้อน จนตอนแรกที่เพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96897

เพราะขบวนการทางานทางกายภาพกาลังดาเนินไปตามปกติคือมีการสร้างสารอาหารอย่างต่อเนื่องดังนั้นปริมาณวิตามินซีที่สร้างขึ้นจนตอนนี้เมื่อเปรียบเทียบกับการเสื่อมเสียเนื่องจากแสงสว่างและความร้อนจึงมีมากกว่าทาให้ปริมาณของวิตามินซีเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

และหลังจากที่การเจริญเติบโตเต็มที่แล้วการสร้างสารอาหารซึ่งได้รับผ่านลาต้นก็หยุดชะงักลง ปริมาณของวิตามินซีที่สร้างขึ้นก็หยุดชะงักลง และเมื่อโดนแสงสว่างและความร้อน ปริมาณของวิตามินซีก็จะค่อย ๆ ลดน้อยลงตามลาดับ ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณความร้อนและแสงที่ได้รับว่าจะนานเพียงใด

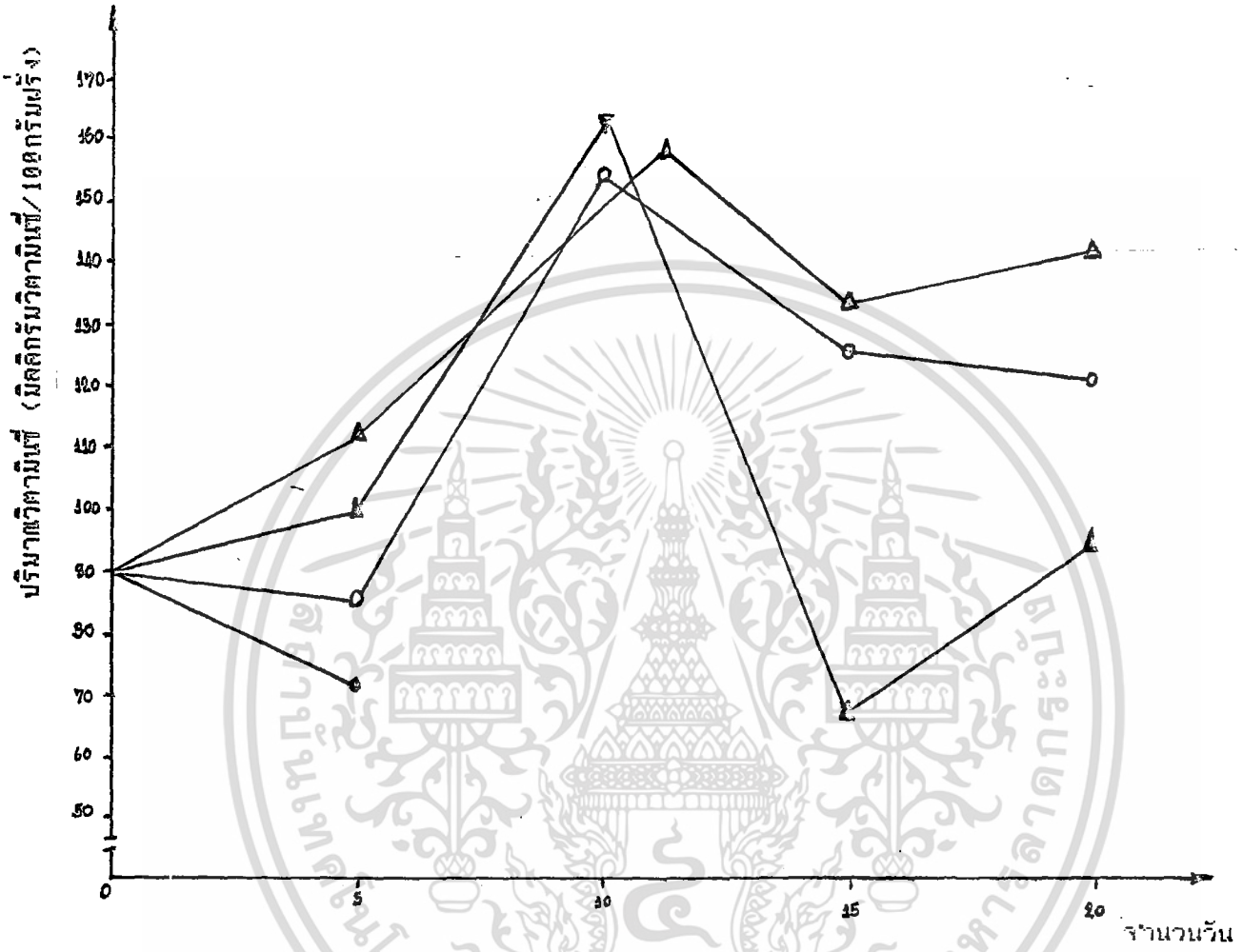
ส่วนผลการทดลองจากตารางที่ 4 จะเห็นว่าที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส อายุการเก็บ 20 วัน ปริมาณของวิตามินซีมีการเปลี่ยนแปลงผิดปกติ คือมีการเพิ่มขึ้นของวิตามินซีภายหลังจากมีการทดลองแล้วซึ่งตามปกติแล้วควรที่จะลดลงอีก ซึ่งสาเหตุคาดว่าเกิดจากการทดลองอาจเกิดจากการผิดพลาดช่วงใดช่วงหนึ่ง หรืออาจเกิดจากผลฝรั่งที่นามาทดลองช่วง 10 วันยังมีอายุน้อยกว่าที่ 15 วัน จึงทาให้ปริมาณของวิตามินซีมีการเพิ่มขึ้นมาอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณวิตามินซีที่อุณหภูมิต่าง ๆ (mg / 100 grams)

วัน	ปริมาณวิตามินซี (mg / 100 grams) ที่อุณหภูมิ			
	5 องศา	10 องศา	15 องศา	อุณหภูมิห้อง
0	-	-	-	88.5
5	111.80	99.37	85.4	71.2
10	158.38	144.40	163.04	-
15	133.5	125.77	66.77	-
20	142.85	121.11	94.72	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณของวิตามินซี

= Room temperature

= 10 องศาเซลเซียส

= 5 องศาเซลเซียส

= 15 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13669

5. การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีน

จากตารางการเปลี่ยนแปลงปริมาณของโปรตีน ที่อุณหภูมิห้อง ตารางที่ 5 จะเห็นว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโปรตีนมีน้อยมาก คือมีการเปลี่ยนแปลงลดลงเพียง 0.002 มิลลิกรรมต่อฝรั่ง 100 กรัม เมื่อเวลาผ่านไป 5 วัน

ส่วนที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ปริมาณของโปรตีน จะลดลงจนถึงช่วง 10 วันของการเก็บ ปริมาณโปรตีนจึงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

ส่วนที่ 10 องศาเซลเซียส ปริมาณของโปรตีนจะลดลงเรื่อยๆและจะเริ่มเพิ่มขึ้นอีก เมื่อเริ่มเก็บได้ประมาณ 15 วัน และตอนช่วงวันที่ 20 ก็มีการลดลงอีกเล็กน้อย

ส่วนที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสสามารถทราบค่าหรือรู้ปริมาณของโปรตีน ได้เพียง 2 ช่วง คือวันแรกที่นามาทดลอง และ 5 วันต่อมา ส่วนที่การเก็บที่ 10 วัน, 15 วัน,และ 20 วันไม่สามารถอ่านค่าจาก Standard curve ได้ แต่ก็มีการเปลี่ยนแปลงแบบลดลงแล้วเพิ่มขึ้นอีกเช่นเดียวกับที่อุณหภูมิอื่นๆ

ตามปกติปริมาณของโปรตีนจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากและในผลไม้สุกจะมีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นเมื่อผลไม้สุก ทั้งนี้เนื่องจากในระหว่างที่ผลไม้สุกต้องใช้เอนไซม์ช่วยอีกหลายชนิด และพลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้ในการสุกของผลไม้ต้องนาไปใช้ในการสังเคราะห์โปรตีน

และจากผลการทดลองจะเห็นว่าแนวโน้มส่วนใหญ่ของปริมาณโปรตีนในผลไม้สุกก็มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น และในขณะที่ก่อนผลไม้สุกจะมีปริมาณโปรตีนลดลง ซึ่งสาเหตุที่ปริมาณของโปรตีนลดลงในขณะที่ผลไม้ยังไม่สุกคาดว่าเกิดจากพลังงานส่วนใหญ่ไม่ได้ถูกนาไปสร้างโปรตีนแต่นาไปสร้างพวกแป้งและกรดหรือพวกวิตามินซีเสียมากกว่า จึงทาให้ปริมาณของโปรตีนลดลงเรื่อยๆ จนถึงจุดที่ผลไม้แก่จัดปริมาณของพลังงานเหล่านี้ส่วนใหญ่ถูกนามาสร้างโปรตีนและมีเอนไซม์จานวนมากที่ใช้ในการทาให้ผลไม้สุกจึงทาให้ปริมาณของโปรตีนเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ

จากตารางที่ 5 ที่อุณหภูมิห้องจะเห็นว่าปริมาณโปรตีนที่ 5 วัน มีปริมาณน้อยกว่าที่ 0 วันเล็กน้อย ซึ่งแสดงว่าในระหว่าง 0-5 วันที่เก็บฝรั่งไว้ที่อุณหภูมิห้องได้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโปรตีนแล้ว คือมีการเปลี่ยนแปลงลดลงและเพิ่มขึ้นแล้ว ถ้าต้องการให้รู้ชัดว่าเพิ่มขึ้นในช่วงวันไหน สามารถทราบได้โดยการเพิ่มความถี่ในการวิเคราะห์ขึ้นอีกโดยการวิเคราะห์ทุกๆวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

และที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จะพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปตามปกติ คือลดลงในช่วงแรกของการเก็บและหลังจากนั้นก็จะเพิ่มขึ้น แต่ที่การเก็บที่ 20 วันฝรั่งมีการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนผิดปกติ คือแทนที่จะเพิ่มขึ้นอีกกลับลดลง ซึ่งสาเหตุที่มีการเปลี่ยนแปลงเช่นนี้ คาดว่าเกิดจากการวัดค่า O.D.(optimum density) ผิดปกติ ซึ่งอาจเกิดจากเครื่อง Spectophotometer ทางานผิดพลาด หรือสารละลายที่จะนามาวัดมีตะกอนลอยอยู่ และอีกสาเหตุหนึ่งที่เป็นไปได้คือฝรั่งผลที่นามาวิเคราะห์นั้นมีอายุน้อยกว่าผลที่นามาวิเคราะห์ที่ 15 วัน

ส่วนที่ 10 องศาเซลเซียสลักษณะการเปลี่ยนแปลงก็เป็นเช่นเดียวกับที่ 5 องศาเซลเซียส และเหตุผลที่เป็นไปได้ก็เป็นเช่นเดียวกับที่ 5 องศาเซลเซียสเช่นกัน

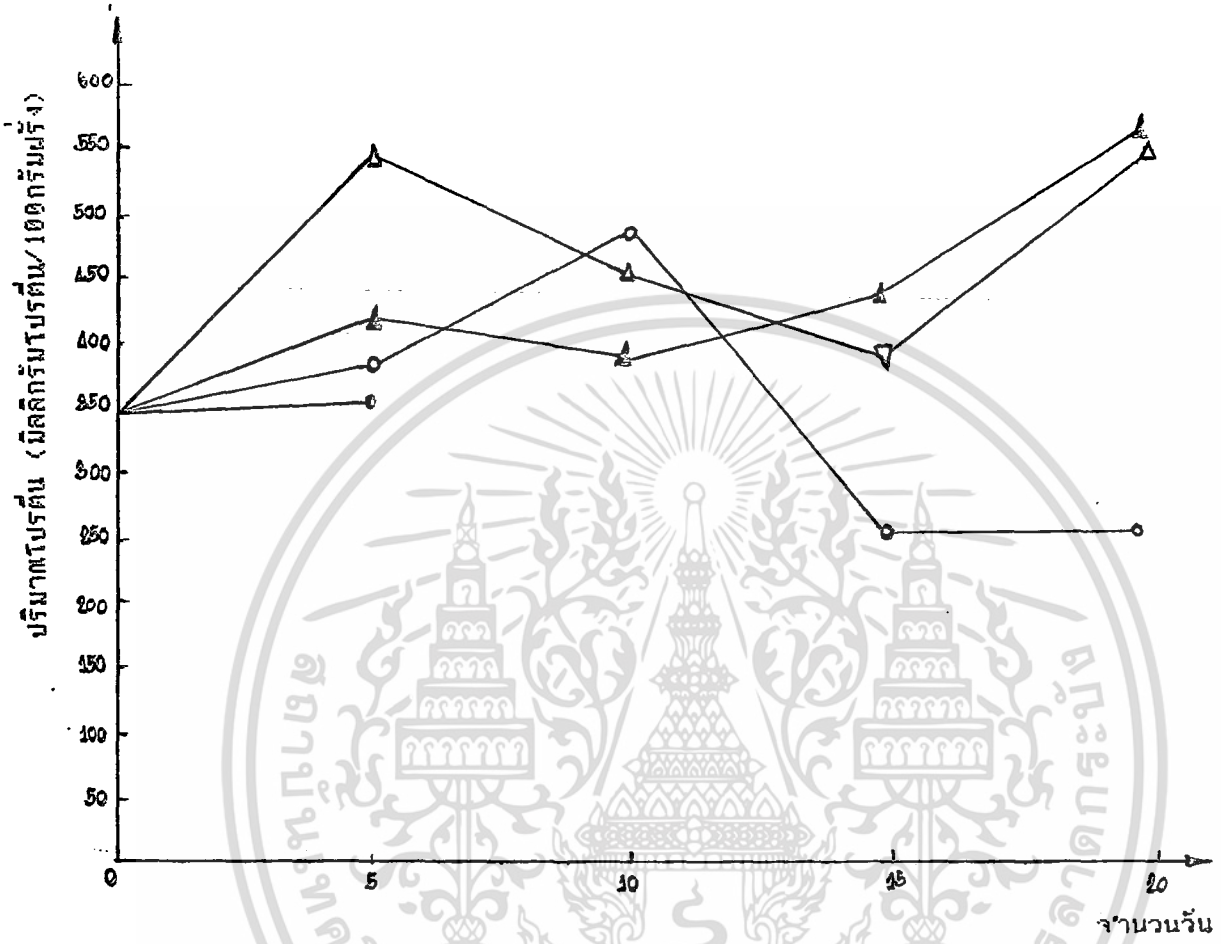
ที่ 15 องศาเซลเซียสการเปลี่ยนแปลงก็เป็นไปตามปกติ คือลดลงแล้วก็เพิ่มขึ้น ส่วนค่าที่เหลือ ไม่สามารถอ่านจาก Standard curve ได้.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงการแปลี่ยนแปลงของโปรตีน โดย Lowry method

วัน	ปริมาณโปรตีน (mg /100 grams) ที่อุณหภูมิ			
	5 องศา	10 องศา	15 องศา	อุณหภูมิห้อง
0	0.1272	0.1272	0.1272	0.1272
5	0.085	0.052	0.013	0.1270
10	0.0965	0.051	0.053	_
15	0.132	0.135	_	_
20	0.122	0.132	_	_

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโปรตีน

●—● = Room temperature △—△ = 10 องศาเซลเซียส

▲—▲ = 5 องศาเซลเซียส ○—○ = 15 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การเปลี่ยนแปลงปริมาณของ Reducing sugar

จากตารางการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ Reducing sugar พบว่าที่อุณ-ภูมิห้อง ปริมาณของน้ำตาลเพิ่มขึ้นจาก 111.9 มิลิกรัมต่อฝรั่ง 100 กรัม

ส่วนที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสปริมาณของน้ำตาลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลงได้พอๆกัน ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องผิดปกติ เพราะตามปกติปริมาณของน้ำตาลในผลฝรั่งเมื่อเวลาผ่านไปปริมาณของน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆแต่จากตารางที่6 มีบางวันที่ปริมาณของน้ำตาลลดลง

ส่วนที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นจากวันแรก วันที่ 5 วันที่ 10 และเมื่อถึงวันที่ 15 และวันที่ 20 ปริมาณน้ำตาลก็ลดลงตามลำดับ

ส่วนที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ก็มีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับที่ 10 องศาเซลเซียส คือเพิ่มขึ้นจน 3 ช่วงแรก และหลังจากนั้นก็ค่อยๆลดลง

ตามหลักการแล้วปริมาณน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อผลไม้เริ่มสุกเนื่องจากแป้งเปลี่ยนมาเป็นน้ำตาล ดังนั้นจนผลไม้สุกจะมีแป้งเหลืออยู่น้อยมาก น้ำตาลที่พบในผลไม้ส่วนใหญ่จะได้แก่ ฟรุกโตส กลูโคส และซูโคส ซึ่งนอกจากแป้งเปลี่ยนมาเป็นน้ำตาลได้แล้ว ไขมันก็สามารถเปลี่ยนมาเป็นน้ำตาลได้ ในผลไม้โดยทั่วไป เมื่อสุกจะมีกรดอินทรีย์ลดน้อยลงทุกที และกรดบางชนิดก็เปลี่ยนรูปเป็นน้ำตาลได้ด้วย ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ผลไม้ยิ่งแก่ปริมาณน้ำตาลก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

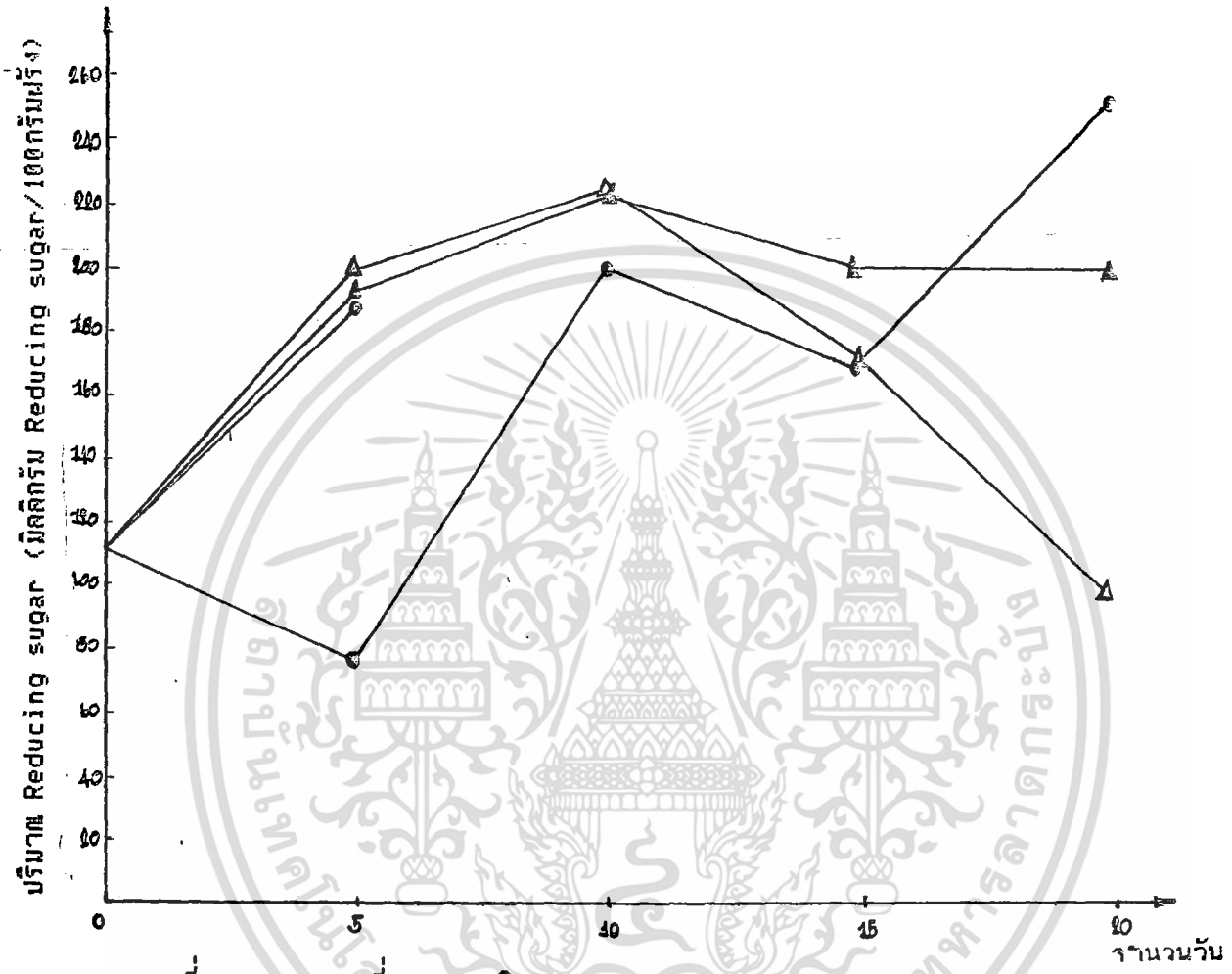
และจากตารางที่ 6 จะเห็นว่าผลฝรั่งที่เก็บที่อุณหภูมิต่างๆ และเวลาต่างกันจะเห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติเกิดขึ้น เช่นที่ 5 องศาเซลเซียสที่อายุการเก็บ 15 วัน ปริมาณของน้ำตาลจะลดลง ซึ่งสาเหตุอาจไม่ได้เกิดจากการเปลี่ยนสภาพสารประกอบอื่นๆให้เป็นน้ำตาล แต่อาจเกิดจากความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง โดยเฉพาะเวลาที่ไตรเตรท เพื่อหาจุดยุติ บางครั้งสังเกตุจุดยุติลำบาก โดยเฉพาะการทดลองเวลากลางคืน จะสังเกตุค่อนข้างลำบาก ส่วนสาเหตุอื่นๆที่อาจเป็นไปได้คือ ผลฝรั่งที่นามาวิเคราะห์นั้นมีอายุไม่เท่าผลอื่นๆ คือมีอายุน้อยกว่าจึงมีปริมาณน้ำตาลน้อยอยู่ และตัวอย่างที่อุณหภูมิ และอายุการเก็บอื่นๆก็เช่นกัน คือมีสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงเหมือนๆกัน.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ปริมาณ Reducing sugar โดยวิธี Shaffer-Somogyi
(มิลลิกรัม Reducing sugar/100 กรัมฝรั่งสด)

วัน	ปริมาณ Reducing sugar (mg/grams)			
	5 องศา	10 องศา	15 องศา	อุณหภูมิห้อง
0	-	-	-	111.9
5	76.3	195.4	200.9	189.9
10	205	225.6	226.7	-
15	171	202.0	172.9	-
20	246.5	200.4	98.7	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่3 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณของ Reducing sugar

O—O = Room temperature

L—L = 10 องศาเซลเซียส

C—C = 5 องศาเซลเซียส

Δ—Δ = 15 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. <u>การเปลี่ยนแปลง</u> Invert sugar

จากตารางที่ 7 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ Invert sugar พบว่าที่อุณภูมิห้องปริมาณของ Invert sugar จะเพิ่มขึ้นจาก 348 มิลลิกรัมต่อฝรั่ง 100 กรัม เป็น 357มิลลิกรัมต่อฝรั่ง 100 กรัม

ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสปริมาณของ Invert sugar มีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆยกเว้นที่ช่วงอายุการเก็บ 10 วัน ปริมาณของ Invert sugar จะลดลงจากนั้นก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ.

ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณของน้ำตาลมีการเปลี่ยนแปลงผิดปกติคือช่วงวันแรกของการเก็บและ 5 วันของการเก็บปริมาณของ Invert sugar จะเพิ่มขึ้น แต่เมื่อถึงอายุการเก็บที่ 10 วัน และ 15 วันปริมาณของ Invert suqar ก็ลดลงและเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บที่ 20 วัน

ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ปริมาณของ Invert sugar เพิ่มขึ้นเรื่อยๆอย่างปกติเมื่ออายุการเก็บได้ 5 วัน 10 วัน หลังจากนั้นปริมาณของ Invert sugar ก็เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงแบบผิดปกติคือปริมาณของ Invert sugar ลดลงเมื่อเก็บที่อายุการเก็บ 15 วัน และจะเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บได้ 20 วันแต่ปริมาณของ Invert sugar ที่เพิ่มขึ้นก็เพิ่มเพียงเล็กน้อย คือน้อยกว่าที่อายุการเก็บ 10 วัน ซึ่งตามปกติควรที่จะเพิ่มมากกว่านี้

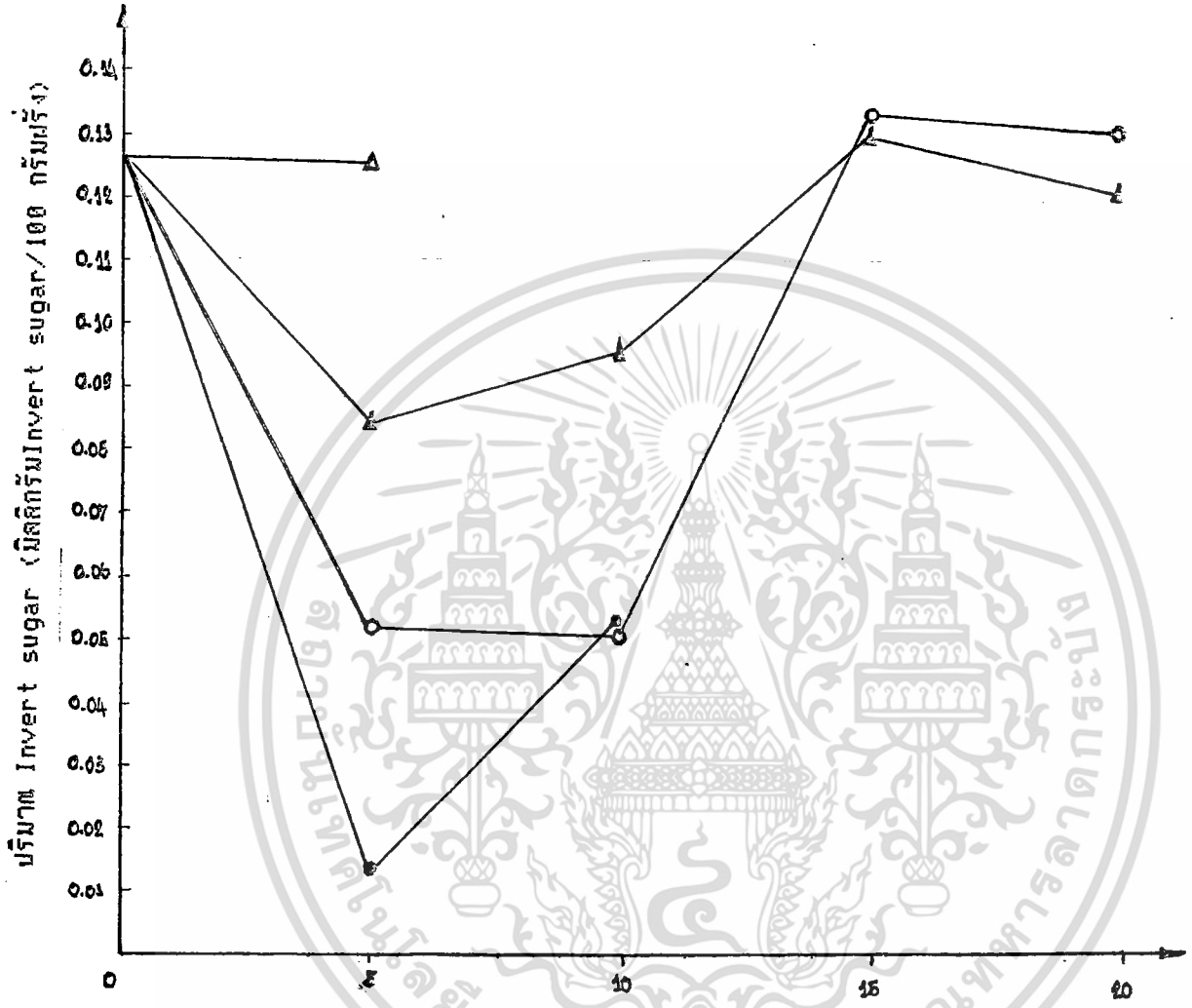
ส่วนการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติจะมีสาเหตุเช่นเดียวกันกับความผิดปกติของน้ำตาล Reducing เพราะน้ำตาล Invert ก็คือน้ำตาล Reducing ที่แตกตัวออกมา ดังนั้น สาเหตุของความผิดปกติย่อมเหมือนกัน เพียงแต่ มีการเพิ่มปริมาณของน้ำตาล Invert มากขึ้นเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณของ Invert sugar โดยวิธี Lane Fynon (mg Invert/100 กรัมฝรั่ง)

วัน	ปริมาณ Invert sugar (mg / 100 grams)			
	5 องศา	10 องศา	15 องศา	อุณหภูมิห้อง
0	-	-	-	348
5	423	550	387	357
10	392.8	458	482	-
15	441.6	392.8	257	-
20	575	552	260	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่4 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณของปริมาณ Invert sugar

△——△ = Room temperature

○——○ = 10 องศาเซลเซียส

∠——∠ = 5 องศาเซลเซียส

●——● = 15 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของฝรั่ง โดยเก็บที่อุณหภูมิต่ำ จะเห็นว่า

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของฝรั่ง มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และการเปลี่ยนแปลงจะเพิ่มมากขึ้นที่อุณหภูมิสูงขึ้นนั่นคืออายุการเก็บจะสั้นลงเรื่อยๆ และจากตารางที่ 1 จะเห็นว่าในการเก็บบางช่วงของอายุการเก็บที่อุณหภูมิต่างๆกัน จะเห็นว่าบางครั้งลักษณะทางกายภาพมีการเปลี่ยนแปลงผิดปกติ นั่นคือแทนที่จะมีความสดลดน้อยลงเมื่อเวลาผ่านไป แต่มีฝรั่งบางผลมีค่าความสดซึ่งบันทึกในตารางกลับมีค่ามากขึ้นที่ผลเป็นเช่นนี้เนื่องจากการวัดค่าความสดใช้ฝรั่งต่างผลกัน ทำให้ความแก่อ่อนของฝรั่งมีการเปลี่ยนแปลงไม่สม่ำเสมอกัน.

2. การเปลี่ยนแปลงของสีผิว พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากโดยเฉพาะที่อุณหภูมิต่ำและการเปลี่ยนแปลงของสีผิวจะมากขึ้นเมื่อ อุณหภูมิสูงขึ้นและจากตารางที่ 2 จะเห็นว่าบางครั้งสีผิวจะเขียวสดมากขึ้น ซึ่งปกติแล้วสีผิวควรที่จะจางลง ซึ่งสาเหตุก็คือเป็นผลฝรั่งต่างผลกัน กล่าวคือไม่ได้เทียบสีผิวของผลฝรั่ง โดยใช้ฝรั่งผลเดียวกันตลอดอายุการเก็บ ทำให้ได้สีผิวที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างสม่ำเสมอเมื่อเวลาการเก็บเพิ่มมากขึ้น.

3. การเปลี่ยนแปลง pH ของผลฝรั่งสดจะพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงไม่เด่นชัด คือมีการเพิ่มขึ้นและลดลงตลอดการเก็บแต่ก็พบว่า pH มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากที่อุณหภูมิต่ำ คือมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงไม่สม่ำเสมอตลอดการเก็บเป็นเพราะว่าฝรั่งที่นำมาทดลองหาค่า pH ไม่ได้ใช้ฝรั่งผลเดียวกันตลอดการทดลอง หรืออุปกรณ์ที่ใช้วัดทำความสะอาดไม่เพียงพอ ทำให้ค่าที่ได้จากการวัดผิดพลาด ดังนั้นถ้าต้องการให้ pH มีการเปลี่ยนแปลงสม่ำเสมอจะต้องควบคุม ความแก่อ่อนให้พอดีสม่ำเสมอกัน.

4. การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี พบว่าปริมาณของวิตามินซี จะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆจนถึงประมาณ 10 วันของการเก็บ หลังจากนั้นก็จะลดปริมาณลงซึ่งก็แล้วแต่ว่าขณะที่เก็บเกี่ยวผลมานั้นผลฝรั่งมีความแก่อ่อนมากน้อยอย่างไร ถ้าแก่จัดจนเริ่มสุกแล้วการเพิ่มขึ้นสูงของปริมาณวิตามินซี อาจไม่ถึง 10 วันของการเก็บก็ได้และยังต้องคำนึงถึงอุณหภูมิของการเก็บด้วยว่า อุณหภูมิที่เก็บสูงต่ำอย่างไรและจากการทดลองจะพบว่าปริมาณของวิตามินซีจะอยู่ในช่วง 66.77-163.04 มิลิกรัมต่อฝรั่งสด 100 กรัม และจากตารางที่ 4 จะเห็นว่าบางครั้งปริมาณของวิตามินซีมีการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติคือควรที่จะลดลงอย่างต่อเนื่อง แต่ผลกลับเพิ่มขึ้น หรือลดลงซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝรั่งผลนี้มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพน้อยอยู่ คือยังอ่อนมากกว่าผลอื่นๆจึงทำให้ปริมาณของวิตามินซีสูงอยู่.

5. การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโปรตีน พบว่าปริมาณของโปรตีนมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่ออายุการเก็บยังน้อย โดยมีการเปลี่ยนแปลงแบบลดลง และหลังจากช่วง 5 วันของการเก็บแล้ว ปริมาณของโปรตีนจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากผลการทดลองพบว่าปริมาณของโปรตีนจะอยู่ในช่วง 0.013-0.135 มิลิกรัมต่อฝรั่ง 100 กรัม ซึ่งจะเห็นว่ามีปริมาณน้อยมาก เมื่อเทียบกับองค์ประกอบอื่นๆของฝรั่ง.

และจากตารางที่ 5 จะเห็นว่าบางช่วงของการเก็บ ปริมาณของโปรตีนมีการเปลี่ยนแปลงผิดปกติ คือในช่วงหลังของการเก็บนั้นแทนที่ปริมาณของโปรตีนจะเพิ่มขึ้น กลับมีปริมาณลดลง สาเหตุอาจเกิดจากผลฝรั่งอาจจะยังอ่อนกว่าผลอื่นทำให้ปริมาณของโปรตีนเมื่อวิเคราะห์ออกมาแล้ว ยังมีน้อยอยู่ หรืออาจเกิดจากการทดลองผิดพลาด

6. การเปลี่ยนแปลงของปริมาณ Reducing sugar พบว่าปริมาณของ Reducing sugar จะเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บนานขึ้น เนื่องจากแป้งถูกเปลี่ยนสภาพให้กลายเป็นน้ำตาล นอกจากนี้กรดและไขมัน ก็มีการเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาลด้วยทำให้ปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น.

และจากตารางที่ 6 จะเห็นว่าปริมาณของน้ำตาลบางช่วงของการเก็บมีการเปลี่ยนแปลงผิดปกติ คือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยลงและบางครั้งก็มากขึ้น คาดว่าเกิดจากความแก่อ่อนที่ไม่สม่ำเสมอของผลฝรั่ง

7. การเปลี่ยนแปลงของปริมาณ Invert sugar พบว่าปริมาณของ Invert sugar มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นแต่มีบางช่วงที่ลดลง ซึ่งปกติจะต้องมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเมื่ออายุการเก็บนานขึ้น คาดว่าความแก่อ่อนของฝรั่งไม่เท่ากัน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของ Invert sugar จะมีการเปลี่ยนแปลงเหมือนกับ Reducing sugar คือมีช่วงที่มีความผิดปกติคล้ายกันดังนั้นจึงคาดว่าเกิดจากความแก่อ่อนมากกว่า

และจากตารางที่ 7 พบว่าปริมาณของ Invert sugar ค่อนข้างสูง คืออยู่ในช่วง 257-575 มิลลิกรัม ต่อฝรั่ง 100 กรัม จะเห็นว่าปริมาณของ Invert - sugar มากคาดว่าเกิดจากมีปริมาณแป้งบางส่วนแต่มีจำนวนน้อยมากที่ยังไม่ถูกแปรสภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นน้ำตาลหมด เมื่อนำตัวอย่างมา Hydrolize ปริมาณแป้งดังกล่าวจะถูกเปลี่ยนให้เป็นน้ำตาลได้ด้วย แต่คาดว่าเป็นไปได้น้อยมาก ส่วนใหญ่เป็นเพราะน้ำตาลซูโครสแตกตัวเป็นกลูโครสและฟรุกโตสมากกว่าปริมาณจึงมากขึ้น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

สำหรับผู้ทดลองหรือรุ่นน้องที่สนใจการทำปัญหาพิเศษ หรือทดลองเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมี ของผลฝรั่งหรือผลไม้ชื่นๆ ควรปฏิบัติดังนี้

1. การเลือกซื้อผลไม้ที่จะนำมาทดลองควรให้มีคุณสมบัติทางกายภาพเท่าเทียมกันตลอด เช่นขนาดของผล,ความแก่อ่อน,สีผิว,และน้ำหนัก เป็นต้น

2. ในการทดลองควรใช้ผลไม้ซึ่งใช้เป็นตัวแทนตัวอย่างของผลไม้ทั้งหมดเป็นจำนวนมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้ได้ค่าที่ออกมามีความเป็นไปได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เจือจันทร์ จันทสุบรรณ. 2528. ชีววิทยาเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. ปัตตานี. น. 79-88.

ทัพน์ ตันสุภาพ และคณะ. 2530. ข่าวสารสมุนไพร. ฉบับที่32. กรุงเทพฯ. น.15.

ประชา บุญสิริกุล และอรวิน โทรภี. 2519. อาหาร. สมาคมคหเศรษฐศาสตร์-แห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

ประมวล เสตะรัต. 2503. สวนฝรั่งในฟลอริดา. กสิกร ปีที่33 เล่ม 5 กันยายน. น.137-140.

ประเสริฐ ศรีไพรรจน์. 2523. ชีวเคมี. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒมหาสารคาม. น.143-146.

ไพเราะ ทิพยทัศน์. 2523. ชีวเคมีเชิงนิเวศ. ภาควิชาชีวเคมีคณะวิทยาศาสตร์ จุฬา-ลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

มุกดา สิตะสุต และคณะ. 2521.ชีวเคมีประยุกต์. ภาควิชาเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. น.841-843.

สุรินทร์ วิโมกข์สันถว์ และคณะ. 2521. ชีวเคมี. ห้างหุ้นส่วนจำกัดสำนักพิมพ์สมพงษ์, กรุงเทพฯ. น.120-121. น.137-139.

สวัสวดี เผือกสกนธ์. 2531. ฝรั่ง. สหมิตรออฟเซ็ต, กรุงเทพฯ. น.55-62.

หลวงบุเรศร บำรุงการ. 2518. การทำไร่ฝรั่ง. แพร่พิทยา,กรุงเทพฯ. น.1-16.

A.O.A.C. 1960. Official Method of Analysis. Association of Official anaytical chemists. 9th ed. Washington D.C.

Willson,C.W;Shaw,P,E and Campbell,C.W. 1982. Determination of organic acid and sugar in Guava (Psidium guajava L.) cultivars by J.Sci. Food Agric. 33:777-780.

Sings,A.P.and Bhargava,S.N.,1977.Benlate-as an effective post-harvest fungicide for guava fruit. Indian J.Hortic.,34: 309-312.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. <u>การตรวจหาปริมาณวิตามินซี โดยวิธี AOAC.</u> .

1.<u>การเตรียมสารละลาย</u>

1.1 เตรียม phosphoric acid-acetic acid solution คือ ละลาย 15 gm. ของ (40 ml.HOAC+200 ml.H_2O) ให้ละลายจนหมดโดยคนตลอดเวลาแล้ว dilute to 500 ml.with distilled H_2O นามากรองด้วยกระดาษกรองใส่ brown-bottle เก็บใน refrigerator.จะเก็บได้นาน 7-10 วัน

1.2 เตรียม Indophenol standard solutin คือละลายใน 50 mg. ของ 2,6 dichloroindophenol sodium salt ในน้ำ 50 ml. ที่มี 42 mg. of $NaHCO_3$ แล้ว dilute to 200 ml.with distilled H_2O แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง บนรุจุใน brown-bottle เก็บใน refrigerator.

2.<u>การ standardize indophenol solution</u>

2.1 เตรียม ascorbic acid solution คือ ชั่ง 100 mg.ของ ascorbic acid ละลายใน 100 ml.of HPO_3-HOAc solution

2.2 pipette solution จาก (2.1) มา 2 ml. ผสมกับ HPO_3 HOAc 5ml. แล้ว titrate ด้วย indophenol solution ที่เตรียมาไว้ทันที end point คือสีบานเย็น ชั่งเขย่า 1 นาที สีก็ไม่เปลี่ยน

2.3 blank titration ใช้ 5 ml.HPO_3-HOAc solution+2 ml.H_2O titrate ด้วย indophenol solution เช่นเดียวกับ (2.2)

3.<u>การไตรเตรท หา ascorbic acid ใน samples</u> คือใช้ sample 5 ml.HPO_3-HOAc titrate ด้วย indophenol solution end point จะเป็นสีบานเย็น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณการไตรเตรทหาค่าวิตามินซี

วัน	อุณหภูมิห้อง		
	S_1 (มิลลิลิตร)	S_2 (มิลลิลิตร)	เฉลี่ย(มิลลิลิตร)
0	2.8	2.9	2.85
5	2.3	2.3	2.3
	5 องศา		
5	3.6	3.6	3.6
10	5.1	5.1	5.1
15	4.5	4.1	4.3
20	4.6	4.6	4.6
	10 องศา		
5	3.2	3.2	3.2
10	4.7	4.6	4.65
15	4.0	4.1	4.05
20	3.7	4.1	3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ต่อ

	15 องศา		
5	2.7	2.8	2.75
10	5.3	5.2	5.25
15	1.9	2.4	2.15
20	3.3	2.8	3.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาปริมาณ ascorbic acid ใน sample จาก 2 (2.1) และ (2.2)

ascorbic acid 100 cc. มี ascorbic acid = 100 มิลลิกรัม

ascorbic acid 2 cc. มี ascorbic acid = $\frac{100*2}{100}$ มิลลิกรัม

= 0.002 กรัม

ให้ indophenol solution ที่ใช้ titrate ascorbic acid = y cc.

และให้ blank titrate = z cc.

∴ y - z = ascorbic acid 0.002 กรัม

y = 16.2 cc. z = 0.1 cc.

จาก sample 1 คือน้ำฝรั่ง นำมา 2 cc. titrate ด้วย standard indophenol solution ใช้ 2.85 cc.

indophenol solution 16.2-0.1 cc. = ascorbic acid 0.002 กรัม

indophelol solution 2.85 cc. = ascorbic acid $\frac{0.002*2.85}{16.1}$ กรัม

sample 2 cc. มี ascorbic acid = $\frac{0.002*2.85}{16.1}$ กรัม

sample 500 cc. มี ascorbic acid = $\frac{0.002*2.85*500*1000}{16.1*2}$ กรัม

ในฝรั่ง 100 กรัม (500 มิลลิลิตร) มี ascorbic acid 88.50 กรัม

.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.การตรวจหาปริมาณ protein determination โดย lowry method

1.การเตรียมสารเคมี a

1.1 เตรียมสาร A โดยเตรียม NaOH 0.1N จำนวน 50 cc.

1.2 เติม 2%ของ Na_2CO_3 ลงในNaOHแล้วปรับปริมาตรเป็น100 cc.

2. การเตรียมสาร B

2.1 ชั่ง 0.5 กรัม $CuSO_4.5H_2O$

2.2 เตรียม Na-Citrate 1% (1 กรัม ในน้ำ 100 cc.)

2.3 นำ 2.1 รวม 2.2

3. การเตรียมสาร C

3.1 นำสาร A 50 cc.+ สาร B 1 cc.(ควรเตรียมใหม่ทุกครั้งไม่ควรเตรียมข้ามวัน)

4. การเตรียมสาร D

4.1 ใช้ Folin 20 cc.+H_2O 40 cc.

การเตรียม protein standard

1. เตรียมสารละลาย โปรตีนที่ความเข้มข้นต่างๆกันคือ 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 ไมโครกรัม

1.1 ชั่ง Albumin 0.25 g. ในน้ำ 250 cc.

1.2 เตรียมโปรตีนให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการ

1.3 ผสมตัวอย่าง ให้ได้ 0.5 ml. ลงในหลอดทดลอง

1.4 เติมสาร C 5 ml. เขย่าให้ผสมกัน ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที

1.5 เติมสาร D 0.5 ml. และผสมอย่างรวดเร็ว และปล่อยทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที

1.6 นำไปวัดที่เครื่อง Spectophotometer โดยอ่านค่าที่ 600 นาโนเมตร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.การตรวจหา Reducing sugar โดย Shaffer somogyi method

การเตรียมสารเคมี

1.การเตรียม Shaffer reagent (a)

1.1 ชั่ง 25 gm. ของ K-Na tartrate $4H_2O$ เติมน้ำเล็กน้อย

1.2 ชั่ง 25 gm. ของ Na_2CO_3 เติมน้ำเล็กน้อย

1.3 นำสารละลายในข้อ 1.1 มารวมกับสารละลายในข้อ 1.2 ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จนครบ 500 ml. ใน Volumetric flask

1.4 เติม 75 ml.ของ $CuSO_4$

1.5 เติม 20 gm. ของ $NaHCO_3$ และเติมน้ำเล็กน้อย

1.6 เติม 5 gm. KI และเติมน้ำเล็กน้อย

1.7 เติม 0.1 N ของ KIO_3 250 ml.

1.8 ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

1.9 ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน

2.0 นำไปกรอง

2. การเตรียม H_2SO_4 2N

2.1 ปิเปต H_2SO_4 เข้มข้น 55-56 ml.แล้วเจือจางให้ได้ 1 ลิตร

3. การเตรียม KI Oxalate (KI K_2 C_2 O_4)

3.1 ชั่ง 2.5 gm. KI.

3.2 ชั่ง 2.5 gm. $K_2C_2O_4$

4. เตรียม KIO_3 0.1 N

4.1 ชั่ง 3.567 gm. KIO_3 แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร จะได้ 0.1 N

5. เตรียม $CuSO_4.5H_2O$

5.1 ชั่ง $CuSO_4$ 100 gm. ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

6. เตรียมน้ำแป้ง

6.1 ชั่ง KI 50 gm. ละลายในน้ำเล็กน้อย (น้ำร้อน)

6.2 ชั่งแป้ง AR 2 gm.

6.3 นำ 6.1 รวมกับ 6.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีเตรียมน้ำแป้ง

1. ต้มน้ำ 10 ml.
2. เติมน้ำแป้ง 2 gm. คนแล้วทำให้เย็น
3. เติม KI 50 gm.
4. ปรับปริมาตรให้ได้ 100 ml.

ขั้นตอนการหา Reducing sugar โดย Shaffer somogyi method

1. ปิเปตตัวอย่างหรือน้ำฝรั่ง 5 ml. ใส่ในหลอดทดลอง
2. เติม 5 ml. Reagent (a) แล้วเขย่าให้ผสมกัน ปิดด้วยอลูมิเนียมฟอยด์
3. นำไปต้มที่น้ำเดือด 15 นาที (ระวังอย่าให้ล้ม)
4. ใส่ในอ่างน้ำที่เปิดให้น้ำถ่ายเทได้ตลอดเวลา เพื่อทำให้เทความร้อนเป็นเวลา 4 นาที
5. เอากระดาษอลูมิเนียมฟอยด์ออกเติม 2 ml. $KIK_2C_2O_4$
6. เติม 2 N H_2SO_4 3 ml. แล้วเอาไปเขย่าให้เข้ากัน
7. นำไปแช่ในน้ำเย็น (น้ำแข็ง) นาน 5 นาที
8. นำไปเขย่าให้เข้ากันอีกครั้ง
9. นำมาเทใส่ Flask ขนาด 250 ml. แล้วไตรเตรทด้วย 0.005N $Na_2S_2O_3$ โดยใช้น้ำแป้งเป็น indicator โดยเติมประมาณ 2 หยด
10. นำไปไตรเตรทจนกระทั่งหมดตะกอนสีดำ และได้สารละลายเป็นสีฟ้าอ่อน
11. ทำ Blank โดยทำเช่นเดิม แต่เปลี่ยนจากตัวอย่างเป็นน้ำกลั่น 5ml.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่2 ปริมาณสารละลายที่ใช้ในการไตรเตรทหาปริมาณ Reducing sugar

วัน	อุณหภูมิห้อง		
	S_1 (มิลลิลิตร)	S_2 (มิลลิลิตร)	เฉลี่ย (มิลลิลิตร)
0	41	39.6	40.3
5	33.7	32.7	33.2
	5 องศา		
5	44	43.1	43.5
10	32	31.6	31.8
15	35.6	34.1	34.8
20	28	28	28
	10 องศา		
5	32.3	33.1	32.7
10	30.8	29.1	29.9
15	32.0	32.2	32.1
20	32.2	32.2	32.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่2 ต่อ

	15 องศา		
5	32.2	32.5	31.9
10	29.8	30.0	29.7
15	34.7	34.5	35.0
20	42.2	40.7	41.4

หมายเหตุ Blank = 50.05 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณ Reducing sugar

Blank	= 50.05	มิลลิลิตร
จำนวนมิลลิลิตรของ 0.005 $\underline{N}$ $Na_2S_2O_3$	= 40.3	มิลลิลิตร
	= 50.05-40.3	มิลลิลิตร
	= 9.75	มิลลิลิตร

หามิลลิลิตรของ Reducing sugar จากสูตร (0.1099)(ml.ของ0.005$\underline{N}$ $Na_2S_2O_3$ +0.048

แทนค่า (0.1099)(9.75)+0.048 = 1.1195 กรัม/5 มิลลิกรัม

ถ้าน้ำผลไม้ 50 มิลลิลิตร = $\frac{50 \times 1.1195}{5}$

เพราะฉะนั้นผลไม้ 10 กรัม = 11.95 มิลลิกรัม

ถ้าผลไม้ 100 กรัม จะมี Reducing sugar = 111.95 มิลลิกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.<u>การตรวจหา</u> ปริมาณ Invert sugar โดย Lane eynon general method

1.การเตรียมน้ำผลไม้ ใช้น้ำผลไม้ชุดเดียวกับการหา Reducing sugar แต่ต้องนำมา Hydrolize

2. การเตรียมสารละลาย Filling(a) Filling(b)

2.1 วิธีเตรียมสารละลาย Fehling (a) ละลาย $CuSO_4.5H_2O$ 70 กรัมในน้ำกลั่น 900 มิลลิลิตร แล้วทำให้ปริมาตรทั้งหมดเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

2.2 วิธีเตรียมสารละลาย Fehling (b) ละลาย KOH 240 กรัมและ Sodium Potassium tartrate (Rochelle salt,$NaKC_4H_4O_6.4H_2O$) 346 กรัม ในน้ำกลั่น 700 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรทั้งหมดเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

3. การเตรียม Invert sugar standard

3.1 ชั่งน้ำตาล Sucrose 9.5 กรัม

3.2 เติม Hcl 5 มิลลิลิตร

3.3 เติมน้ำให้ได้เป็น 100 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 3 วันหรืออบที่ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง

3.4 นำมาปรับให้เป็นกลางโดยใช้ฟีนอฟธารีนเป็นตัวเช็ค

3.5 ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร

3.6 ดูดสารละลาย Invert sugar 25 มิลลิลิตร ลงใน Flask ขนาด 100 มิลลิลิตร

3.7 เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร

3.8 หยด ฟีนอฟธารีน 2 หยด แล้วปรับให้เป็นกลางด้วย NaOH 20% ปรับให้เป็นกรด โดยใช้ Hcl 1<u>N</u> หยดกรดจนไม่มีสี เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตรคือได้ เท่ากับ 100 มิลลิลิตร

4. Standardization (หา Factor)

4.1 ปิเปต สารละลาย Filling (a)และ (b) อย่างละ 5 มิลลิลิตร ใส่ใน Flask ขนาด 250 มิลลิลิตร

4.2 ต้มสารละลายให้เดือดบน Hot plate นาน 2 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ไขสารละลายน้ำตาลจาก burette ใส่ลงใน Flask จนได้สารละลายสีฟ้าอ่อน

4.4 เติม Methyleneblue solution 1 มิลลิลิตร

4.5 เติม Sugar solution จนสีของ Methylene blue เปลี่ยนไปเป็นตะกอนสีน้ำตาลแดง

ตารางที่ 3 ปริมาณสารละลายที่ใช้ไตรเตรทหา Invert sugar

อุณหภูมิ / วัน	RT	5	10	15
0	7.9			
5	7.7	6.5	5	7.1
10		7.0	6	5.7
15		6.6	7	10.17
20		5.0	5.2	11.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณ Invert sugar

หา Factor จากสูตร $\frac{2.5 \times titration}{1000}$

$= \frac{2.5 \times 22}{1000}$

$= 0.005$ กรัมของ Invert sugar

หาเปอร์เซ็นของ Invert sugar จากสูตร $\frac{Factor \times dilution \times 100}{itration \times weight\ of\ sample}$

ที่อุณหภูมิห้องวันแรกของการทดลอง titration = 7.9 มิลลิลิตร

dilution = 50 มิลลิลิตร

sample = 10 มิลลิลิตร

แทนค่า $= \frac{0.055 \times 50}{7.9 \times 10}$

$= 0.0348$ กรัม/50 มิลลิลิตร

ในฝรั่ง 10 กรัมมี Invert sugar $= \frac{0.0348 \times 100}{10}$

$= 0.348$ กรัม

เพราะฉะนั้น ใน 100 กรัมของฝรั่งมี Invert sugar = 348 มิลลิกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

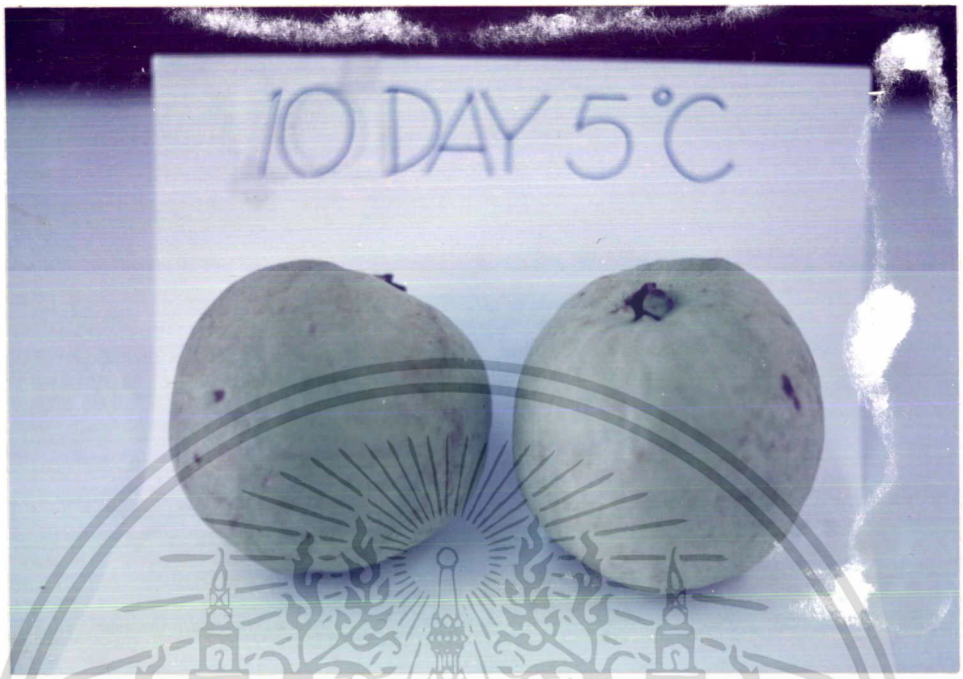
ภาพ แสดงการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลฝรั่งที่เวลาและอุณหภูมิต่างๆ

5 GY 5/6

5 GY 6/8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ แสดงการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลฝรั่งที่เวลาและอุณหภูมิต่างๆ

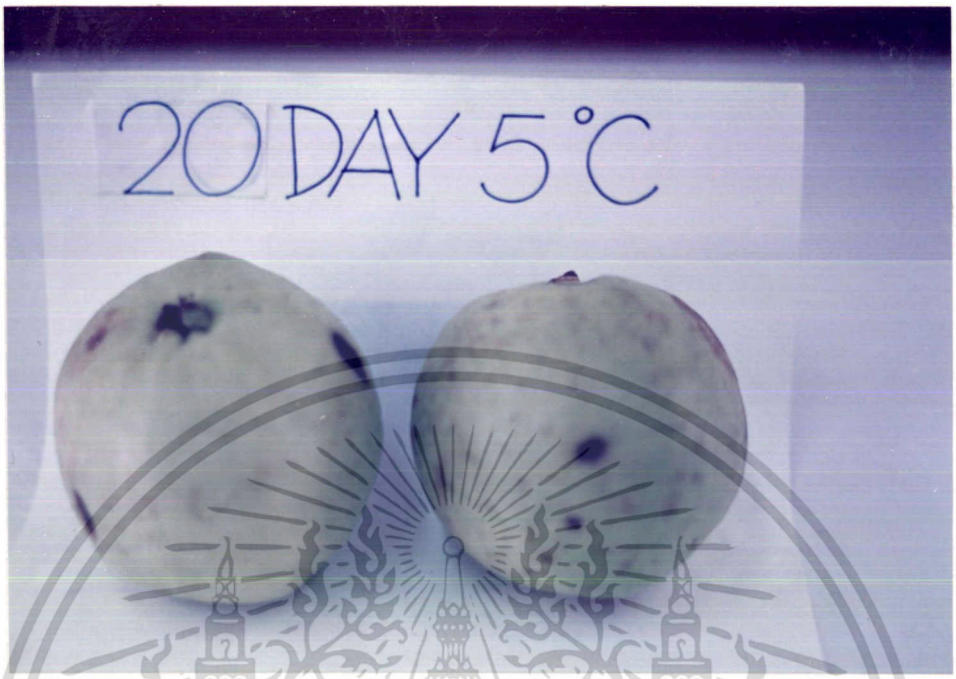


5 GY 7/8

5 GY 6/6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ แสดงการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลฝรั่งที่เวลาและอุณหภูมิต่างๆ



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ แสดงการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลฝรั่งที่เวลาและอุณหภูมิต่างๆ

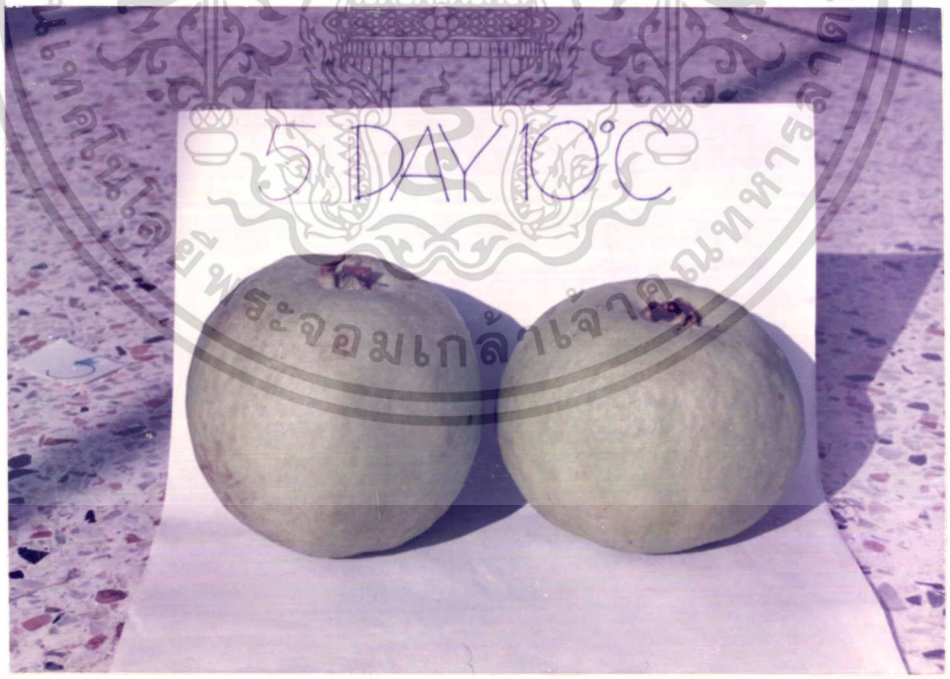
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ แสดงการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลฝรั่งที่เวลาและอุณหภูมิต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ แสดงการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลฝรั่งที่เวลาและอุณหภูมิต่างๆ

5 GY 5/6



2.5 GY 6/8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ แสดงการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลฝรั่งที่เวลาและอุณหภูมิต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ แสดงการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลฝรั่งที่เวลาและอุณหภูมิต่างๆ

2.5 GY 8/8

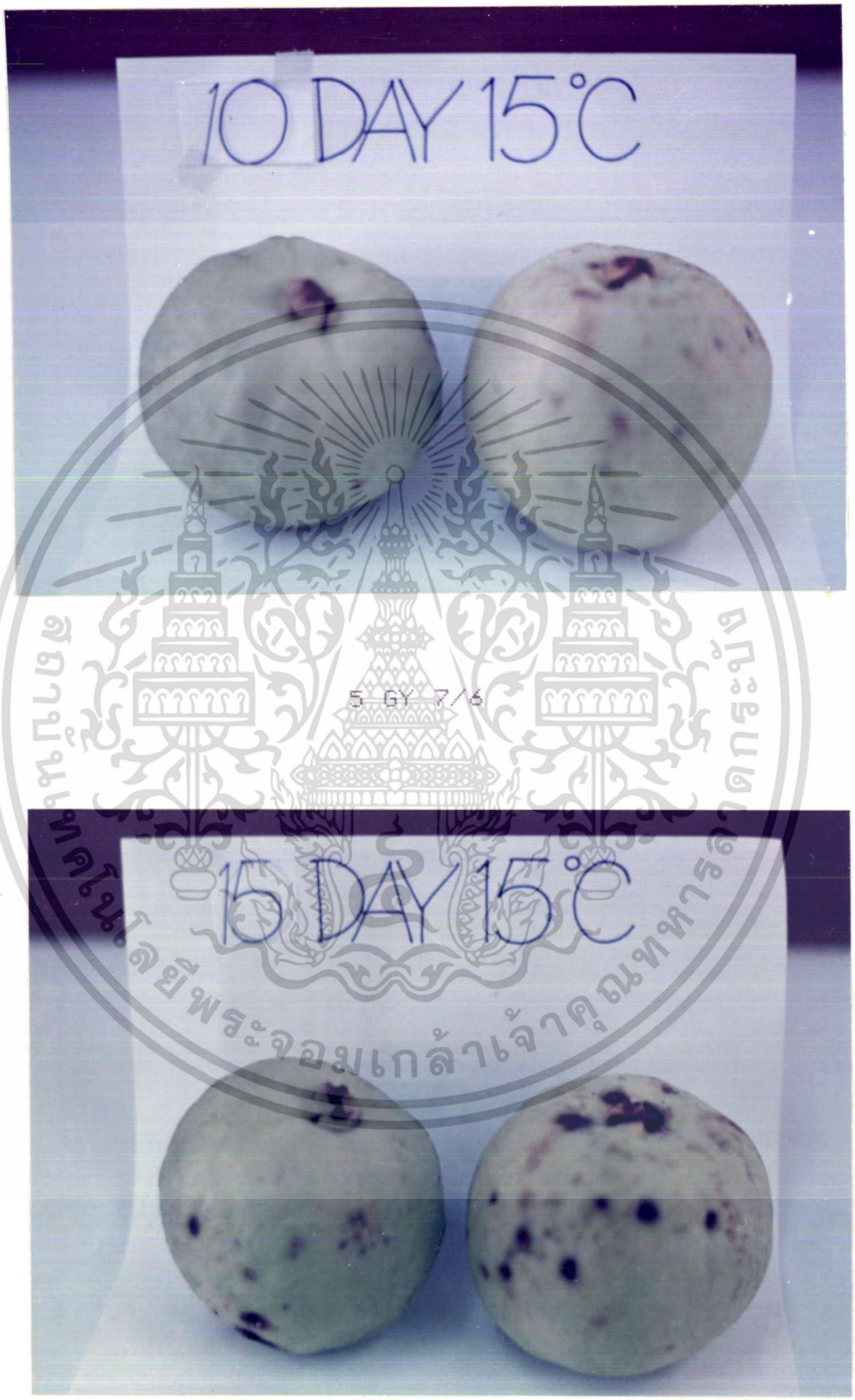
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ แสดงการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลฝรั่งที่เวลาและอุณหภูมิต่างๆ

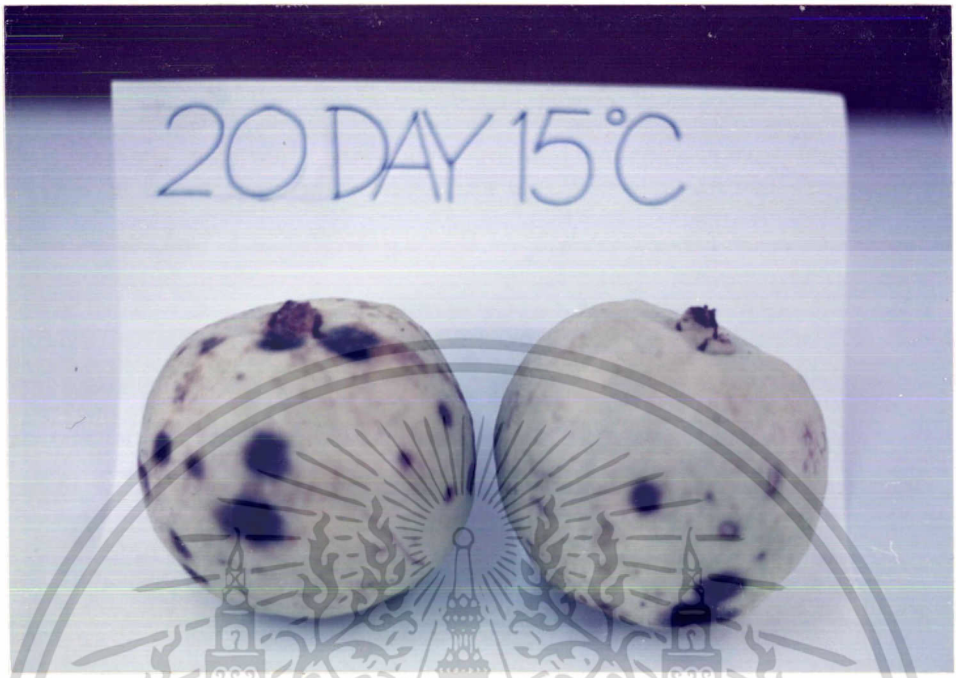
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ แสดงการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลฝรั่งที่เวลาและอุณหภูมิต่างๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ แสดงการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลฝรั่งที่เวลาและอุณหภูมิต่างๆ



2.5 GY 8/8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้