ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง สับปะรดแช่อิ่มแห้ง

(CANDIED PINEAPPLE)

โดย นางสาว สุดารัตน์ วิจิตโรทัย

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก...

..... ๒๔/มี.ค./๓๐ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ
( ) .../.../...

..... ๓๐/มี.ค./๓๐ กรรมการของภาควิชา
( )

..../.../... กรรมการของภาควิชา
( )

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....
( )
หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ ๓. เดือน เมษายน พ.ศ. ๒๕๓๐

ACC. NO. ๑๐
Date Received 1 M.P. 2530
Call No.

ปพ.
ส๗๖๙ส
2529

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13445

ปัญหาพิเศษ (45497)

เรื่อง

สับปะรดแช่อิ่มแห้ง

(CANDIED PINEAPPLE)

T096739

โดย

นางสาว สุดารัตน์ วิจิตโรหัย

เสนอ

ภาคอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

ปค.
ส769ส
2530

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96739
วัน.เดือน,ปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
สารบาญ	(1)
สารบาญตาราง	(2)
สารบาญภาพ	(3)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการ	10
ผล และ วิจารณ์	13
สรุปผลการทดลอง	35
เอกสารอ้างอิง	36
ภาคผนวก	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงคุณสมบัติของสับปะรดก่อนและหลังลวกด้วยน้ำเดือด 6 นาที	13
2	แสดงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติต่างๆของสับปะรดแช่อิ่มแห้ง	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์กรดคิดเป็นกรัมของกรดซิตริกต่อระยะเวลาแช่อิ่ม	15
2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ต่อระยะเวลาแช่อิ่ม.	16
3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสีต่อระยะเวลาแช่อิ่ม	17
4	แสดงโครงสร้างเซลสับปะรดสดตามขวาง	19
5	แสดงโครงสร้างของเซลสับปะรดที่ผ่านการลวก 6 นาที	20
6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหวานของสับปะรดต่อระยะเวลาแช่อิ่ม	22
7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง % น้ำตาลรีดิวซ์ต่อระยะเวลาแช่อิ่ม	23
8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักต่อระยะเวลาแช่อิ่ม	24
9	แสดงโครงสร้างเซลสับปะรดที่แช่อิ่มเวลา 1 วัน	26
10	แสดงโครงสร้างของเซลสับปะรดที่แช่อิ่มเวลา 2 วัน	27
11	แสดงโครงสร้างเซลสับปะรดที่แช่อิ่มเวลา 3 วัน	28
12	แสดงโครงสร้างเซลสับปะรดที่แช่อิ่มเวลา 4 วัน	29
13	แสดงโครงสร้างเซลสับปะรดที่แช่อิ่มเวลา 5 วัน	30
14	แสดงโครงสร้างเซลสับปะรดที่แช่อิ่มเวลา 6 วัน	31
15	แสดงโครงสร้างเซลสับปะรดหลังจากแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 3 วัน ที่ยังไม่ได้ล้างน้ำเชื่อมข้างนอกชิ้นสับปะรดออก	32
16	แสดงโครงสร้างเซลสับปะรดหลังจากแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 3 วัน ที่ล้างน้ำเชื่อมข้างนอกชิ้นสับปะรดออกแล้ว	33
17	แสดงโครงสร้างเซลสับปะรดที่อบเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ อนงค์ วรอุไร อาจารย์ อรทัย เตียวสมบูรณ์กิจ และอาจารย์ ณิตติพงษ์ ศิริวานิชกุล ที่กรุณาให้คำชี้แนะนำ ตลอดจนตรวจแก้ไขจนปัญหาพิเศษเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

สุดารัตน์ วิจิตโรทัย

มีนาคม 2530

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

เรื่อง
สับปะรดแช่อิ่มแห้ง
(CANDIED PINEAPPLE)

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสับปะรดในระหว่างการทำแช่อิ่มจนได้เป็นผลิตภัณฑ์สับปะรดแช่อิ่มแห้ง โดยอาศัยการศึกษาในด้านการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก สี ความหวาน ค่าความเป็นกรดด่าง(pH) เปอร์เซนต์กรดและเปอร์เซนต์ของน้ำตาลรีดิวซ์ของสับปะรด

จากการศึกษาปรากฏว่าสับปะรดที่ผ่านกระบวนการแช่อิ่มจนได้เป็นผลิตภัณฑ์แช่อิ่มแห้งออกมา มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดังนี้ คือ สี ในช่วงที่ทำการแช่อิ่มเป็นเวลา 6 วัน สีที่ปรากฏ คือ 5Y 8/8 ซึ่งจัดได้ว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ในช่วงต่อมาจนได้เป็นผลิตภัณฑ์ สีของสับปะรดแช่อิ่มเปลี่ยนเป็น 5Y 8/6 น้ำหนักของสับปะรดก่อนทำการแช่อิ่มกับน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีแนวโน้มลดลง ความหวานของสับปะรดเมื่อสำเร็จเป็นผลิตภัณฑ์มีความหวานเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นกรดด่าง(pH) สูงขึ้น ทำให้เปอร์เซนต์กรดลดลงเนื่องจากความหวานของน้ำตาลเพิ่มขึ้น

ด้านโครงสร้างของเซลสับปะรดจะเห็นได้ว่าโครงสร้างของเซลสับปะรดประกอบด้วยส่วนที่เป็นน้ำตาลมีสีเข้ม และน้ำซึ่งเป็นสีออก ขาวใส ซึ่งในช่วงแรกไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก จนกระทั่งความเข้มข้นของน้ำเชื่อมสุดท้าย 72° Brix เกิดผลึกของน้ำตาลขึ้นภายในเซลสับปะรดทั้งนี้เนื่องจากน้ำเชื่อมมีความเข้มข้นสูง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีใกล้เคียงกับสับปะรดที่เริ่มทำการแช่อิ่ม ความหวานมากขึ้นแต่ยังคงกลิ่นของสับปะรดอยู่บ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

สับปะรดเป็นไม้เมืองร้อนชนิดหนึ่งที่สามารถทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดีกว่าไม้อื่นๆ ปลูกได้ง่ายในภูมิอากาศของไทย เมื่อสุกจะมีเนื้อสีเหลืองทอง หวานหอมและกรอบชวนรับประทาน (จารุพันธ์, 2518) และจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญและทำรายได้ให้แก่ประเทศเป็นจำนวนมาก มีทั้งการส่งออกในรูปของสับปะรดกระป๋อง สับปะรดแช่แข็ง สับปะรดแห้ง และสับปะรดสด ในปี พ.ศ. 2526 ทำรายได้เข้าประเทศไม่ต่ำกว่า 2000 ล้านบาท (ศูนย์สถิติการเกษตร,กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,2526-27) ในปัจจุบันปริมาณการผลิตสูงกว่าความต้องการของตลาดโลก ซึ่งรัฐบาลได้แก้ปัญหานี้โดยการควบคุมการผลิตสับปะรดและกำหนดเขตเศรษฐกิจสำหรับการปลูกสับปะรดส่งโรงงานเอาไว้ แต่ก็ไม่ สามารถแก้ปัญหาได้ทั้งหมด ดังนั้นการศึกษาในด้านการแปรรูปสับปะรดจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะเพิ่มปริมาณในการนำเอาสับปะรดไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมได้มาก

สับปะรดแช่อิ่มแห้งเป็นการแปรรูปสับปะรดวิธีหนึ่งซึ่งเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ในขณะที่อุตสาหกรรมผลไม้แช่อิ่มแห้งกำลังขยายตัวทั้งภายในตลาดภายในประเทศและตลาดต่างประเทศ การศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของสับปะรดแช่อิ่มแห้ง รวมทั้งการศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสับปะรดจะทำให้ได้ข้อมูลที่มีประโยชน์ในการแปรรูปสับปะรดแช่อิ่มแห้งให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสับปะรดในระหว่างการทำแช่อิ่มแห้ง รวมทั้งโครงสร้างของเนื้อเยื่อสับปะรดที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างกระบวนการแช่อิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

สับปะรดมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Ananas Comosus (L) Merr จัดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวอยู่ในวงศ์ Bromeliaceae เป็นผลไม้ที่คนไทยเรารู้จักกันมานานพันธุ์ที่นิยมปลูกส่วนใหญ่คือ พันธุ์ปัตตาเวียหรือเรียกกันทั่วไปว่า สับปะรดศรีราชา เป็นพันธุ์เดียวที่มีคนปลูกกันเพื่อส่งโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง แหล่งที่ปลูกกันมากคือ ประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี เพชรบุรี เป็นต้น (จารุพันธ์,2518) ในการทดลองนี้เราใช้สับปะรดเป็นวัตถุดิบในการทำแช่อิ่มแห้ง การแช่อิ่ม คือการแช่ผลไม้ในน้ำเชื่อมใสๆแล้วค่อยๆเพิ่มให้ข้นทีละน้อยจนข้นจัดจนได้ขนาดที่จะรักษาตัวของมันมิให้เสียได้ ขณะที่ข้นที่สุดจะมีน้ำตาลร้อยละ 75 การที่ค่อยๆเพิ่มความเข้มข้นทีละน้อยน้อยนั้นก็เพื่อจะให้น้ำตาลค่อยๆเข้าไปแทนที่น้ำที่มีอยู่ในผลไม้ และน้ำในผลไม้ค่อยๆซึมออกมาเช่นกัน ดังนั้นจึงต้องใช้เวลานานเพราะถ้าไม่ทำเช่นนั้นน้ำในผลไม้จะซึมออกมาเร็วเกินไปจะทำให้ผลไม้เหี่ยวและแข็งไม่อิ่มตัวเท่าที่ควร ผลไม้ที่เหมาะแก่การทำแช่อิ่ม คือ ผลไม้ประเภทรสจัดถ้ารสอ่อนจะถูกน้ำตาลข่มหมด สับปะรดเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่เหมาะสม (เกษม,2522)

หลักการแช่อิ่ม

กรรมวิธีการแช่อิ่มผักและผลไม้ประกอบด้วยการเพิ่มความหวานของผักและผลไม้ทีละน้อย โดยการเพิ่มความหวานของน้ำเชื่อม แช่ผักหรือผลไม้สลับกันเรื่อยไปจนกระทั่งปริมาณของน้ำตาลสูงพอที่จะทำให้เก็บได้โดยไม่เสีย โดยปกติประมาณร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก กรรมวิธีแช่อิ่มจะต้องไม่ทำให้เนื้อผักผลไม้เหี่ยวย่น (ผรงค์ และคณะ,2524)

วัตถุดิบที่ใช้

1. สารให้ความหวาน สารที่ให้ความหวานประกอบด้วยน้ำตาลอินเวอร์ท(Invert sugar) และกลูโคสไซรัป(Glucose syrup)ซึ่งโดยปกติแล้วมักจะต้องใช้น้ำตาลกับน้ำตาลกับน้ำตาลอินเวอร์ทหรือน้ำตาล กับกลูโคสไซรัปอย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งแต่ละวิธีจะให้ผลดีและผลเสียต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลทราย หรือเรียกกันตามภาษาวิทยาศาสตร์ว่า ซูโครส เป็นสารที่ให้ความหวานกว่าน้ำตาลชนิดอื่นนอกจากน้ำตาลฟรุคโตส การละลายของน้ำตาลทรายนับว่าสูงมาก กล่าวคือ น้ำตาลทราย 2 ส่วน สามารถละลายได้ในน้ำ 1 ส่วน ที่อุณหภูมิห้องและการละลายจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นที่อุณหภูมิน้ำเดือดน้ำตาล 5 ส่วนสามมรถละลายได้ในน้ำเพียง 1 ส่วน

ในการเตรียมน้ำเชื่อมมักจะต้มให้เดือด ถ้าน้ำเชื่อมอิ่มตัวมากจะทำให้น้ำตาลทรายตกตะกอนออกมาในรูปของผลึกเมื่ออุณหภูมิลดลง ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการในการผลิตผักหรือผลไม้แช่อิ่มทำให้ไม่สามารถใช้น้ำตาลทรายในการเตรียมน้ำเชื่อมได้มากกว่าร้อยละ 68 ซึ่งยังไม่ถึงจุดที่จะป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ ในการผลิตผักและผลไม้แช่อิ่มจึงเป็นต้องมีการป้องกันการตกผลึกของน้ำตาลทรายเพราะต้องใช้น้ำตาลทรายมากถึงร้อยละ 70 การป้องกันนี้อาจทำได้โดยเติมสารเคมีบางชนิดซึ่งเรียกรวมๆกันว่าดอกเตอร์ เช่น กรดน้ำส้ม (น้ำส้มสายชู) กรดซิตริกหรือกรดมะนาว และกรดทาทาริกจากองุ่นหรือมะขาม เป็นต้น นอกจากนี้สารเคมีที่ทำหน้าที่คล้ายๆกับกรดเหล่านี้มีอยู่หลายชนิด เช่น ครีมออฟทาร์ทาร์ น้ำตาลอินเวอร์ท และกลูโคสไซรัปสามารถป้องกันการตกผลึกของน้ำตาลทรายได้ การใช้กรดเพื่อป้องกันการตกผลึกอาจได้ผลไม่แน่นอนเพราะไม่สามารถควบคุมปริมาณของน้ำตาลอินเวอร์ทที่เกิดขึ้นได้มากนัก การใช้น้ำตาลอินเวอร์ทหรือกลูโคสไซรัปจะได้ผลดีกว่า

น้ำตาลอินเวอร์ท เมื่อนำน้ำตาลทรายมาต้มกับกรดจะแตกตัวให้น้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตสซึ่งเรียกรวมกันว่า น้ำตาลอินเวอร์ท มีความสำคัญในการแช่อิ่มมาก กล่าวคือ สามารถควบคุมหรือป้องกันการตกผลึกของน้ำตาลทรายได้ ทั้งนี้เนื่องจากทั้งกลูโคสและฟรุคโตสเกิดผลึกได้ช้ากว่าน้ำตาลทรายหรืออีกประการหนึ่งเมื่อน้ำตาลทรายส่วนหนึ่งเปลี่ยนไปเป็นกลูโคสและฟรุคโตส ซูโครสจึงมีปริมาณลดลงไม่สามารถที่จะเกิดผลึกได้ถึงแม้จะมีน้ำตาลทั้งหมดในน้ำเชื่อมเกินร้อยละ 70 ส่วนปริมาณน้ำตาลอินเวอร์ทที่ป้องกันการตกผลึกนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำตาลอินเวอร์ทจะต้องมีมากด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลทรายไปเป็นน้ำตาลอินเวอร์ทจะขึ้นอยู่กับ pH และอุณหภูมิความเร็วจะเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 25 ถ้า pH ลดลง 0.1 ปริมาณน้ำตาลอินเวอร์ทจะมีอยู่อย่างเพียงพอถ้า pH อยู่ระหว่าง 3.0-3.5 และใช้เวลาต้มเพียง 10 นาที ในการเปลี่ยนน้ำตาลทรายให้เป็นน้ำตาลอินเวอร์ททำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นได้เนื่องจากในการเปลี่ยนแปลงจะต้องใช้น้ำดังสมการ

$$C_{12}H_{22}O_{12} + H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

342 กรัม 18 กรัม 180 กรัม 180 กรัม

จากสมการข้างบนนี้จะเห็นว่าถ้าใช้น้ำตาล 342 กรัม จะได้น้ำตาลอินเวอร์ท 360 กรัม คือเพิ่มขึ้น 18 / 342 x 100 = 5.26 เปอร์เซนต์

น้ำตาลอินเวอร์ท มิใช่จะทำหน้าที่เพียงป้องกันการตกผลึกของน้ำตาลทรายเท่านั้น ยังทำหน้าที่มิให้เนื้อผลไม้แช่อิ่มแห้งเกินไปจนกระทั่งแข็งเปราะ และยังทำให้ผลไม้แช่อิ่มมีรสหวานเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากฟรุคโตสที่เกิดขึ้นมีความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย ถึงแม้น้ำตาลทรายจะสลายตัวไปบ้างและกลูโคสที่เกิดขึ้นจะมีความหวานน้อยกว่า ในขณะทำผลไม้แช่อิ่มน้ำตาลอินเวอร์ทจะเกิดขึ้นได้เนื่องจากกรดในผลไม้หรือกรดที่ใส่ลงไป เมื่อใส่น้ำตาลลงไปประกอบกับการใช้ความร้อน ซูโครสจะเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลอินเวอร์ทอย่างเพียงพอ

กลูโคสไซรัป เป็นของเหลวล้วนประกอบด้วยกลูโคสและเดกซ์ตริน ผลิตจากแป้งโดยการสลายตัวด้วยกรด หรือ เอนไซม์ หรือกรดประกอบกับเอนไซม์แต่การที่จะมีส่วนประกอบที่แท้จริงเป็นอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับ เวลา อุณหภูมิ pH และเอนไซม์ที่ใช้ ด้วยเหตุนี้กลูโคสที่มีขายกันอยู่ในท้องตลาดจึงมีส่วนประกอบต่างกัน

หน้าที่ของกลูโคสไซรัป คือ ป้องกันการตกผลึกของซูโครส และทำให้ผิวของผลไม้ที่แช่อิ่มแห้งดีกว่าใช้น้ำตาลอินเวอร์ท ปริมาณที่ใช้ผสมกับน้ำตาลทรายอยู่ในอัตราส่วน 1 ต่อ 3 (กลูโคสไซรัป 1 ส่วน น้ำตาลทราย 3 ส่วน) ถึง1 ต่อ 1 ถ้าใช้มากเกินไปผิวของผลิตภัณฑ์จะเหนอะหนะไม่น่ารับประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลไม้ ผลไม้ที่ใช้แช่อิ่มมีให้เลือกหลายชนิด ซึ่งอาจจะเป็นผลไม้สด หรือผลไม้กระป๋องก็ได้ แต่มีบางครั้งที่ใช้ผลไม้ที่เก็บไว้เพื่อการนี้โดยเฉพาะ ผลไม้ที่ใช้อาจแบ่งออกได้ดังนี้

ผลไม้สด ผลไม้สดที่เหมาะสำหรับแช่อิ่มควรมีเนื้อแข็งพอสมควร โดยเฉพาะเมื่อผ่านความร้อนแล้ว ผลไม้พวกนี้ได้แก่ ชมพู่ เชอรี่ มะกอกไทย มะขาม มะม่วง ลูกพลับ สาลี่ มะตูม สับปะรด ฯลฯ ผลไม้เหล่านี้ไม่ควรเก็บไว้จนสุกเกินไป จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อนิ่ม ไม่น่ารับประทาน ส่วนผลไม้ที่มีเนื้อค่อนข้างนิ่ม เช่น สตรอเบอรี่ อาจนำมาแช่อิ่มได้ถ้าเก็บผลไม้ก่อนที่จะสุกเกินไป

ผลไม้กระป๋อง การใช้ผลไม้กระป๋องทำให้ผู้ผลิตสามารถทำผลิตภัณฑ์ได้ตลอดทั้งปีไม่ขึ้นอยู่กับฤดูกาลและผลิตภัณฑ์ที่ได้ก็มีคุณภาพดีไม่แพ้ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากผลไม้สด ผลไม้กระป๋องที่นิยมนำมาแช่อิ่มกันมากคือ สับปะรดกระป๋อง ลูกเชอรี่แช่อิ่ม เป็นต้น ปริมาณของกรดซัลฟูรัสที่ใช้อยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 0.5 ถึง 1.0 ส่วนปริมาณแคลเซี่ยมคลอไรด์ที่ใช้ประมาณร้อยละ 0.4 ถึง 0.6

เปลือกผลไม้ นอกจากจะใช้ผลไม้สดในการแช่อิ่มแล้ว เปลือกของผลไม้บางชนิด สามารถนำมาแช่อิ่มได้โดยเฉพาะผลไม้จำพวกส้ม เช่น เปลือกส้มโอ เปลือกส้มเช้ง เปลือกมะนาว เปลือกส้มเกลี้ยง ฯลฯ เปลือกส้มพวกนี้เมื่อนำมาแช่อิ่มอย่างถูกต้องจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นและรสแปลกดีรับประทานอร่อย

3. น้ำ น้ำเป็นสิ่งจำเป็นในการทำแช่อิ่ม น้ำธรรมชาติจากแหล่งต่างๆมีคุณสมบัติแตกต่างกันมาก โดยเฉพาะสารละลายที่ปะปนอยู่ทำให้น้ำบางแห่งมีลักษณะกระด้าง มีความเป็นกรดด่างสูงมีเหล็กปะปนอยู่บ้าง บางครั้งมีคลอรีนมากจนมีกลิ่นแรง สิ่งเจือปนเหล่านี้มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์มาก น้ำที่มีด่างมากๆจะทำลายกรดที่ใส่ลงไปทำให้ใช้กรดมาก คลอรีนทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นผิดปกติส่วนเหล็กจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีดำในผลไม้บางชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งผลไม้ที่มีเปคตินสูง น้ำที่ใช้ถึงแม้จะเป็นน้ำประปาแต่ก็ไม่แน่ว่าจะเหมาะสมในการผลิตเสมอไป ฉะนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำสะอาดและผ่านการต้มแล้ว

4. สี สีของผักหรือผลไม้แช่อิ่มมีความสำคัญมาก ทำให้ผลิตภัณฑ์น่ารับประทาน สีที่ใช้กันมากเป็นสีเหลือง เขียว แดง และ ชมพู สีเหลืองมักใช้กับผลไม้จำพวกส้ม สับปะรด สีเขียวสำหรับมะนาว มะกอกน้ำ ฟัก สีแดงสำหรับเชอรี่ มะเขือ มะรส สีชมพูสำหรับสตรอเบอรี่ เป็นต้น สีที่ใช้อาจได้มาจากธรรมชาติหรือสีสังเคราะห์ก็ได้ แต่โดยปกติแล้วนิยมใช้สีสังเคราะห์ การใช้สีสังเคราะห์ต้องระมัดระวังไม่ใช้สีที่เป็นอันตราย ควรใช้แต่สีที่กระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดให้ใช้เท่านั้น

<u>ผลไม้แช่อิ่ม</u>

ศิริลักษณ์ (2525) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ว่า การแช่อิ่มผลไม้มีหลักการคล้ายกับการเชื่อม คือ การพยายามทำให้น้ำเชื่อมที่เข้มข้นซึมเข้าสู่ผลไม้นั้นจนมีความเข้มข้นของน้ำตาลร้อยละ 70 การแช่อิ่มต่างจากการเชื่อมตรงที่ว่าการซึมของน้ำเชื่อมเข้าสู่ผลไม้นั้นค่อยเป็นค่อยไปโดยแช่ผลไม้ในน้ำเชื่อมที่ต้องเพิ่มความเข้มข้นขึ้นเรื่อยๆจนผลไม้อิ่มด้วยน้ำเชื่อม

ผลไม้ที่นำมาทำการแช่อิ่มควรจะเลือกชนิดที่มีกลิ่นรสจัด ควรแก่จัดหรือห่าม ผลไม้ที่สุกจะทำให้แช่อิ่มมีเนื้อสัมผัสเละ ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวหรือฝาดควรแช่น้ำเกลือเข้มข้นประมาณร้อยละ 15 ก่อน การแช่ผลไม้ในน้ำปูนใสก่อนจะช่วยให้ผลไม้แช่อิ่มที่ได้มีลักษณะกรอบ ก่อนแช่ผลไม้ในน้ำเชื่อมควรลวกหรือนึ่งผลไม้ให้เนื้อนิ่มลง ช่วยให้น้ำเชื่อมซึมได้ง่ายขึ้นและเป็นการทำลายเอนไซม์มิให้ผลไม้เปลี่ยนสี ถ้าเป็นผลไม้เนื้อแน่นหรือแข็งจะต้องต้มให้เนื้อนิ่มลง น้ำเชื่อมแรกแช่ควรจะเป็นชนิดใส เพื่อให้น้ำเชื่อมซึมเข้าสู่ผลไม้ ถ้าน้ำเชื่อมข้างนอกข้นไปน้ำในผลไม้จะซึมออกมาข้างนอกทำให้ผลไม้เหี่ยว ผลไม้เนื้อหยาบน้ำมาก เช่น สับปะรด ใช้น้ำเชื่อมแรกในอัตราส่วน 2 ส่วนต่อน้ำ 3 ส่วนโดยน้ำหนัก น้ำที่ใช้ผสมน้ำตาลควรจะใช้น้ำที่ต้มผลไม้ให้อ่อนตัว แต่การใช้น้ำตาลทรายอย่างเดียวอาจเกิดผลึกได้ง่ายเมื่อความเข้มข้นของน้ำตาลเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นจึงมีการใช้น้ำตาลกลูโคสปนด้วย หรืออาจจะใช้วิธีทำให้เกิดกลูโคสและฟรุคโตสโดยเติมสิ่งที่มีรสเป็นกรดลงไปให้เกิดปฏิกริยากับน้ำตาลทรายซึ่งจะเปลี่ยนบางส่วนมาเป็นน้ำตาลชั้นเดียว เอาน้ำเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อนเทราดลงบนผลไม้ให้ท่วม ทิ้งค้างคืนไว้ วันต่อๆมานำน้ำเชื่อมมาต้มใหม่ทำให้เข้มข้นขึ้น ถ้าน้ำเชื่อมงวดลงมากก็เพิ่มน้ำตาลและน้ำอีกเพื่อให้มีพอท่วมผลไม้แช่ค้างคืนทำอย่างนี้เรื่อยๆ จนผลไม้อิ่มน้ำเชื่อมซึ่งจะต้องทำไม่น้อยกว่า 4-5 ครั้ง อาจสังเกตดูได้จากน้ำเชื่อมจะข้นดังน้ำผึ้ง ผลไม้ที่อิ่มด้วยน้ำเชื่อมนี้เรียก ผลไม้แช่อิ่มชื้น เก็บไว้ได้ไม่นานนัก เพราะอาจจะเกิดกลิ่นหมักได้ถ้าเก็บไว้นานขึ้น ควรจะนำผลไม้แช่อิ่มชื้นนั้นมาจุ่มในน้ำเพื่อล้างน้ำเชื่อมข้างนอกออกแล้ววางบนตะแกรง นำไปตากแห้งหรืออบที่อุณหภูมิ 65.5°ซ (150° ฟ) เวลา8-10 ชั่วโมงหรือจนผลไม้แห้งจนไม่ติดมือ ผลไม้ที่ได้เรียก ผลไม้แช่อิ่มแห้ง

<u>การทำผลไม้แช่อิ่ม</u>

วิชัย (2518) ได้รวบรวมวิธีทำผลไม้แช่อิ่มโดยทั่วไปไว้ 2 วิธี ได้แก่

1. แช่อิ่มแบบเร็ว เริ่มต้นด้วยน้ำเชื่อมมีความเข้มข้นของน้ำตาล 35 องศาบริกซ์ นำผลไม้ที่เตรียมไว้ใส่ลงไป นำขึ้นตั้งไฟต้มจนกระทั่งเดือด 5-10 นาที แล้วลดไฟอ่อนๆค่อยๆ เคี่ยวจนน้ำเชื่อมสุดท้ายมีความเข้มข้น 68-70 องศาบริกซ์ วิธีนี้มักใช้กับผลไม้ที่มีแป้งและน้ำตาลสูงมีน้ำค่อนข้างน้อย เช่น มัน กล้วย เป็นต้น วิธีเป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็ว แต่มีข้อเสียคือ ผลไม้ที่แช่อิ่มโดยวิธีนี้จะมีลักษณะเหี่ยวย่น สีและกลิ่นจะสูญเสียไประหว่างการทำ

2. แช่อิ่มแบบช้า เตรียมน้ำเชื่อมเข้มข้นประมาณ 30-35 บริกซ์ นำผลไม้ที่เตรียมไว้แช่ลงไป นำขึ้นตั้งไฟเดือด 5 นาที ยกลงตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ควรหาภาชนะปิดเพื่อป้องกันสิ่งสกปรกลงไปปะปนจะเกิดการออสโมซีสขึ้น น้ำเชื่อมจะถูกทำให้เจือจางลง วันรุ่งขึ้นนำน้ำเชื่อมที่แช่มาต้มให้เดือดเพิ่มความเข้มข้นวันละ 10 องศาบริกซ์ โดยใช้น้ำตาลทราย แล้วนำผลไม้แช่ลงไปตามเดิมขบวนการนี้จะเกิดขึ้นซ้ำๆกันจนความเข้มข้นของน้ำเชื่อมขึ้นสูงถึง 50 องศาบริกซ์เติมกรดมะนาวลงไปร้อยละ 0.1 เพื่อป้องกันการตกผลึกแล้วเพิ่มความเข้มข้นขึ้นวันละ 5องศาบริกซ์ จนความเข้มข้นสุดท้ายสูงถึง 70 องศาบริกซ์แล้วจึงแช่ทิ้งไว้ 3-4 วัน หรือจนกระทั่งความเข้มข้นคงที่ ถึงแม้วิธีนี้จะใช้เวลานานแต่ก็เป็นวิธีที่ทำให้ผลไม้แช่อิ่มมีคุณภาพดี คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ผลไม้แช่อิ่มไม่เหี่ยวย่นหรือเสียรูปทรง

ข. ผลไม้แช่อิ่มมีความหวานของน้ำตาลที่ซึมอยู่ตามเนื้อผลไม้อย่างสม่ำเสมอ

ค. ผลไม้แช่อิ่มที่ได้มีสีไม่คล้ำ

<u>ชนิดของผลิตภัณฑ์</u>

ผลไม้ที่ทำให้อิ่มตัวด้วยน้ำตาลเราจัดเป็น Preserved Fruit ชนิดหนึ่ง จุมพล (2520-21) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลไม้แช่อิ่มที่ได้นี้สามารถนำไปทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้หลายชนิด เช่น

1. Candying เหมือนกับผลไม้แช่อิ่มโดยทั่วไปซึ่งมีเปอร์เซนต์ของน้ำตาลอยู่สูงถึง 75 องศาบริกซ์ เป็นการป้องกันการเกิดการหมัก ผลิตภัณฑ์นี้อาจนำไปบรรจุกระป๋องทำได้ดังนี้ คือ นำผลไม้แช่อิ่มที่ได้ที่แล้ว ขึ้นวางบนตะแกรงเพื่อสะเด็ดน้ำเชื่อมลงในกระป๋อง เติมน้ำเชื่อมที่เตรียมขึ้นใหม่มีความเข้มข้น 68-70 องศาบริกซ์ลงไปทำการไล่อากาศที่ 212° ฟ นาน 8-10 นาที ปิดผนึกให้เรียบร้อย

ถ้าผลิตภัณฑ์บรรจุขณะร้อนจัดในภาชนะที่แห้ง ก็ไม่จำเป็นต้องผ่านการฆ่าเชื้ออีก แต่อย่างไรก็ตามในอุตสาหกรรมการผลิตขนาดใหญ่เป็นการป้องกันการเสียของผลิตภัณฑ์จะต้องฆ่าเชื้อที่ 212°ฟเป็นเวลา 20 นาที ในกระป๋องขนาด A2 $\frac{1}{2}$ แล้วทำให้เย็นลงทันที

2. Draining หลังจากแช่อิ่มจนได้ที่แล้ว นำผลไม้มาทำให้สะเด็ดน้ำเชื่อมบนตะแกรงนานประมาณ 20-30 นาที แล้วจุ่มลงในน้ำเดือด 1 นาที เพื่อขจัดน้ำเชื่อมที่ติดอยู่ที่ผิวของผลไม้ออกไป นำขึ้นวางบนตะแกรงสะเด็ดน้ำอีกครั้ง ตากให้แห้งในที่ร่มหรืออบด้วยตู้อบที่ 120°ฟ เป็นเวลา 10-12 ชั่วโมง แล้วแต่ชนิดของผลไม้นั้นๆ ผลิตภัณฑ์ที่ได้เรียก ผลไม้แช่อิ่มแห้ง

3. Glacing คือผลไม้แช่อิ่มที่เคลือบสารละลายน้ำตาลที่อิ่มตัว ผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะแห้งเป็นมันเงาและใส เนื่องจากชั้นของน้ำตาลที่เคลือบบางๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Crystallizing คือ การที่น้ำตาลเกิดเป็นผลึกที่ผิวของชิ้นผลไม้ แล้วนำมาอบให้แห้ง กระบวนการนี้แตกต่างจาก Glacing แต่คล้ายกับพวกผลิตภัณฑ์ขนมหวาน (Confectionary) เติมน้ำเชื่อมจากน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 70 องศาบริกซ์ นำผลไม้แช่อิ่มที่สะเด็ดน้ำเชื่อมแล้ววางบนตะแกรงห้ามซ้อนกัน แล้ววางตะแกรงลงในภาชนะก้นลึกอีกครั้งหนึ่ง เรียงกันเป็นชั้นๆ ค่อยๆเทน้ำเชื่อมที่เตรียมไว้ลงไปจนท่วมชิ้นผลไม้ ตั้งทิ้งไว้ 12-18 ชั่วโมง จะเกิดการตกผลึกของน้ำตาลขึ้นเป็นแผ่นบางๆจับที่ผิวของผลไม้ ยกตะแกรงขึ้นสะเด็ดน้ำเชื่อม แล้วทำให้แห้ง อาจใช้ตู้อบที่ 120°ฟ เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง เพื่อป้องกันการเกิดเม็ดของน้ำตาลที่ผิวหน้าน้ำเชื่อม ขณะทำให้ใช้กระดาษไขปิดหน้าแทน

5. Sanding คือการคลุกผลไม้แช่อิ่มด้วยน้ำตาลทรายที่แห้งเพื่อให้เกิดเป็นชั้นของน้ำตาลบางๆเคลือบผลไม้ ในการทำต้องใช้น้ำตาลที่ขาวสะอาดและมีขนาดเท่าๆกัน นำผลไม้แช่อิ่มที่สะเด็ดน้ำเชื่อมจุ่มลงในสารละลายอาระบิคกัม (arabic gum solution)ก่อน แล้วนำไปคลุกกับน้ำตาล จะช่วยให้น้ำตาลจับได้ทั่วถึงและไม่หลุดง่ายจากนั้นนำไปอบแห้ง

<u>การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น</u>

การแปรรูปผักและผลไม้ไม่ว่าวิธีใดก็ตามผลิตภัณฑ์ที่ได้จะแตกต่างหรือเปลี่ยนแปลงไปจากวัตถุดิบเดิมซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับวิธีการแปรรูป คุณลักษณะของวัตถุดิบตลอดจนระยะเวลาในการรักษาและวัตถุประสงค์ในการแปรรูป จากการศึกษาเรื่องการทำมะม่วงแช่อิ่มของ บุญมา (2528) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการทำมะม่วงแช่อิ่มแห้งจากการใช้มะม่วงดิบมากจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเหลืองอ่อน ในขณะที่ใช้มะม่วงสุกมากขึ้นผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีสีเข้มมากขึ้นจนได้สีเหลืองปนน้ำตาล

อนึ่งการทำสับปะรดแช่อิ่มแห้งจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและทางเคมี เช่น การสูญเสียน้ำหนัก การสูญเสียน้ำ การมีความหวานเพิ่มขึ้นและความเป็นกรดด่างลดลง ตลอดจนสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานกว่าสับปะรดที่ไม่ได้ผ่านการแปรรูป ซึ่งการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัตถุดิบ และ อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียหรือสับปะรดศรีราชาที่มีจำหน่ายอยู่ทั่วไปตามท้องตลาด

2. สารเคมี

2.1 กรดซิตริก หรือกรดมะนาว

2.2 โปแตสเซี่ยมเมทตะไบซัลไฟต์

2.3 น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์

2.4 NaOH 0.1 %

2.5 Phenolphtalein indicater

2.6 Feshling's solution

2.7 Methylene blue indicater

2.8 Conc. HCl

3. อุปกรณ์

3.1 ภาชนะบรรจุมีฝาปิดมิดชิด

3.2 อุปกรณ์ปอกเปลือก เจาะแกนและหั่นสับปะรด

3.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก

3.4 ตู้อบไฟฟ้า

3.5 เครื่องแก้วต่างๆ

3.6 Refractometer

3.7 pH meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1. การเตรียมวัตถุดิบ

นำสับปะรดที่เลือกซื้อมานำมาตัดจุกตะเกียงและล้างทำความสะอาด จากนั้นนำส ไปปอกเปลือก เจาะแกนทำเป็นแว่นหนาประมาณ 1/2 นิ้ว ลวก 6 นาที ทำให้สะเด็ดน้ำนำมาบรรจุไว้ในภาชนะที่สะอาดเพื่อเตรียมทำการแช่อิ่มต่อไป

2. วิธีการเตรียมน้ำเชื่อม

การเตรียมน้ำเชื่อมทำโดยการผสมน้ำตาลและน้ำตามความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์น้ำตาลและน้ำหนักของน้ำตาลในน้ำ 1 ลิตร ดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ 1 ส่วนการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำเชื่อมนั้นทำโดยชั่งน้ำเชื่อมทั้งหมด วัดความหวาน แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณน้ำตาลที่ต้องเติมโดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณน้ำตาลที่ต้องการ} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำเชื่อม} \times {}^{\circ}\text{Brix ที่เพิ่มขึ้น}}{100 - {}^{\circ}\text{Brix ของน้ำเชื่อมที่ต้องการ}}$$

ซึ่งการเตรียมน้ำเชื่อมช่วงแรกเติม โปแตสเซียมเมทตะไบซัลไฟต์ 350 ppm ลงไปเพื่อฆ่าเชื้อที่ปะปนมากับวัตถุดิบ

3. วิธีการแช่อิ่ม

นำผลไม้ที่เตรียมไว้ลงแช่ในน้ำเชื่อมซึ่งมีความเข้มข้นร้อยละ 30-35 นำขึ้นตั้งไฟเดือด 5 นาที ยกลงตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ควรหาภาชนะปิดด้านบนป้องกันสิ่งสกปรกปะปนลงไปจะเกิดการออสโมซีสขึ้น น้ำเชื่อมจะถูกทำให้เจือจางลง วันรุ่งขึ้นนำน้ำเชื่อมที่แช่มาต้มให้เดือดเพิ่มความเข้มข้นขึ้นวันละ 10 องศาบริกซ์ โดยใช้น้ำตาลทรายช่วยแล้วแช่ผลไม้ลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปตามเดิมทำซ้ำกันจนน้ำเชื่อมเข้มข้น 50 องศาบริกซ์ เติมกรดซิตริกลงไปร้อยละ 0.1 เพื่อป้องกันการตกผลึก และเพิ่มความเข้มข้นขึ้นวันละ 5 องศาบริกซ์ จนน้ำเชื่อมเข้มข้น 72 องศาบริกซ์ ตั้งทิ้งไว้ 3-4 วัน จนกระทั่งความเข้มข้นคงที่ จากนั้นนำชิ้นสับปะรดขึ้นวางบนตะแกรงเพื่อสะเด็ดน้ำเชื่อมออกแล้วจุ่มลงในน้ำเชื่อมเข้มข้นประมาณ 20 องศาบริกซ์ เพื่อล้างน้ำเชื่อมข้างนอกชิ้นสับปะรดออก แล้ววางบนตะแกรงนำไปตากแห้งหรืออบที่อุณหภูมิ 65.5°ซ (150°ฟ) เวลาประมาณ 8-10 ชั่วโมง หรือจนผลไม้ไม่เหนียวติดมือ

4. การวิเคราะห์

นำสับปะรดสดและสับปะรดแช่อิ่มมาวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

4.1 วัดความเป็นกรดโดยใช้ pH meter

4.2 ปริมาณกรด เป็นการวัดปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ โดยไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน 0.1 NaOH ตามวิธีของ A.O.A.C.(1960)

4.3 ความหวาน โดยใช้ Refractometer และความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์น้ำตาล และปริมาณน้ำตาลต่อน้ำ 1 ลิตร และกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ถ.พ.(ความถ่วงจำเพาะ) กับองศาบริกซ์

4.4 น้ำตาลรีดิวซ์ โดยวิธี Lane and Eynon (Plew , 1970)

5. การถ่ายภาพโครงสร้างของเซลสับปะรด โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ Compound microscope ยี่ห้อ Nikon รุ่น FX - 35 A กำลังขยาย 40 x 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผล และ วิจารณ์

จากการทดลองทำสับปะรดแช่อิ่มแห้ง และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีในระหว่างการผลิต ตั้งแต่การปอกเปลือก เจาะแกน หั่นชิ้นลวก 6 นาที และทำการแช่อิ่ม ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติของสับปะรดก่อนและหลังลวกด้วยน้ำเดือด 6 นาที

คุณสมบัติ	ก่อนลวก	หลังลวก
สี	5Y 8/6	5Y 8/8
ความหวาน	15	7.8
น้ำหนัก(กรัม)	1490	1160
pH	3.7	3.9
% น้ำตาลรีดิวซ์	12.8	7.6
% กรด	0.59	0.36

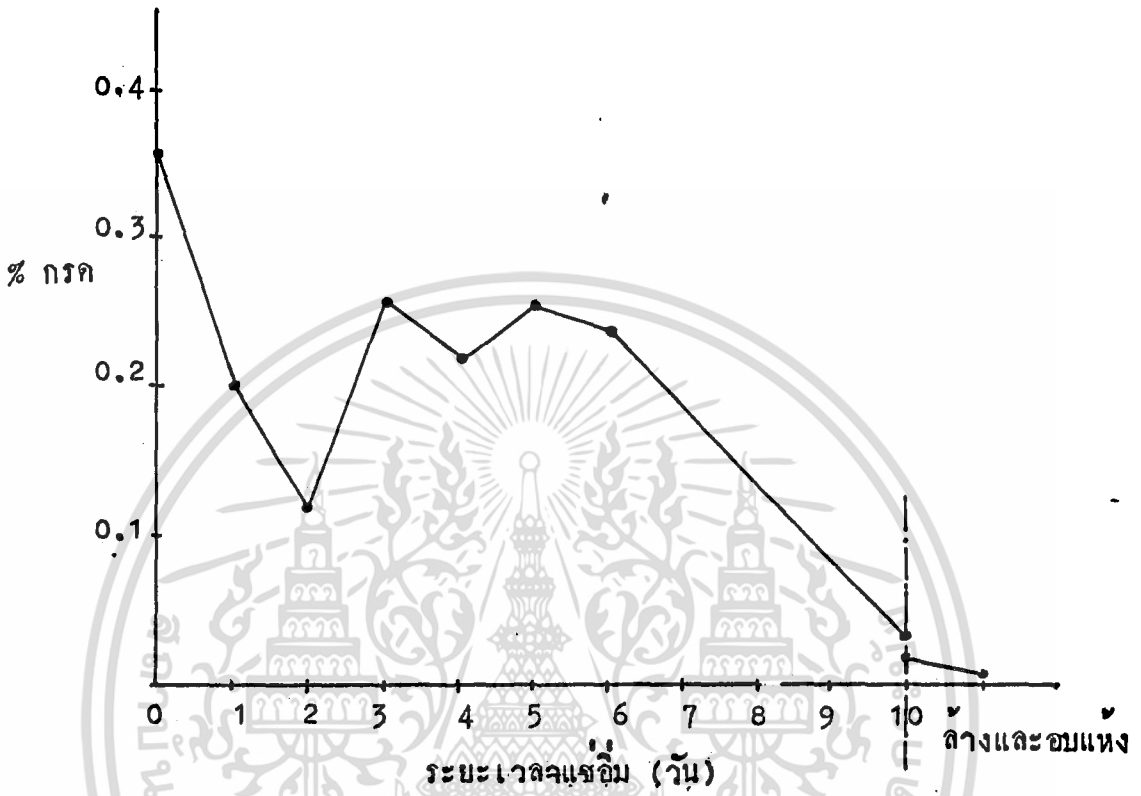
จากตารางสามารถเห็นความแตกต่างของสับปะรดก่อนลวกและหลังลวกในด้านต่างๆ ได้แก่ สี เมื่อทำการลวกสีของสับปะรดจะดีขึ้น เนื่องจาก เกิดการไอโซเมอไรซ์ของแคโรทีนอยด์ สีของสับปะรดเกิดจากเม็ดสีแคโรทีนอยดเป็นส่วนใหญ่และมีปริมาณสูงเมื่อสับปะรดสุกเต็มที่(Gortner and Singletion, 1960) และในสภาพเป็นกรดตามธรรมชาติของสับปะรดจะเกิดการไอโซเมอไรซ์ของแคโรทีนอยด์ทำให้สีเปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปรรูปที่อุณหภูมิสูง ความหวานของสับปะรดเมื่อทำการลวกความหวานของสับปะรดจะลดลง ทั้งนี้เพราะกระบวนการรีเวอร์ทออสโมซีส(แพร่พานิชชัย,องอาจ,2516-17) โดยที่น้ำตาลในเซลสับปะรดจะถูกชะล้างและไหลออกมาสู่ภายนอกเซลผ่าน Semipermeable membrane จากความเข้มข้นสูงสู่ความเข้มข้นต่ำ ทำให้ความเข้มข้นของกรดลดลง ดังภาพที่ 1 และpH สูงขึ้นดังภาพที่ 2 ส่วนโครงสร้างของเซล(ภาพที่ 4) จะเห็นได้ว่าสับปะรดก่อนลวกมีการเรียงตัวของเซลอย่างเป็นระเบียบ มีน้ำตาลภายในเซลซึ่งจะเห็นเป็นสีเข้มกระจายตัวกันอย่างสม่ำเสมอ เมื่อทำการลวก(ภาพที่ 5) จะเห็นได้ว่าเซลของสับปะรดมีการเรียงตัวกันอย่างหลวมๆกว่าเดิม ส่วนที่เป็นสีออกขาวๆในภาพคือ น้ำในเซลจะเพิ่มขึ้นแสดงว่าเมื่อทำการลวกจะเกิดขบวนการรีเวอร์ทออสโมซีสเกิดขึ้น

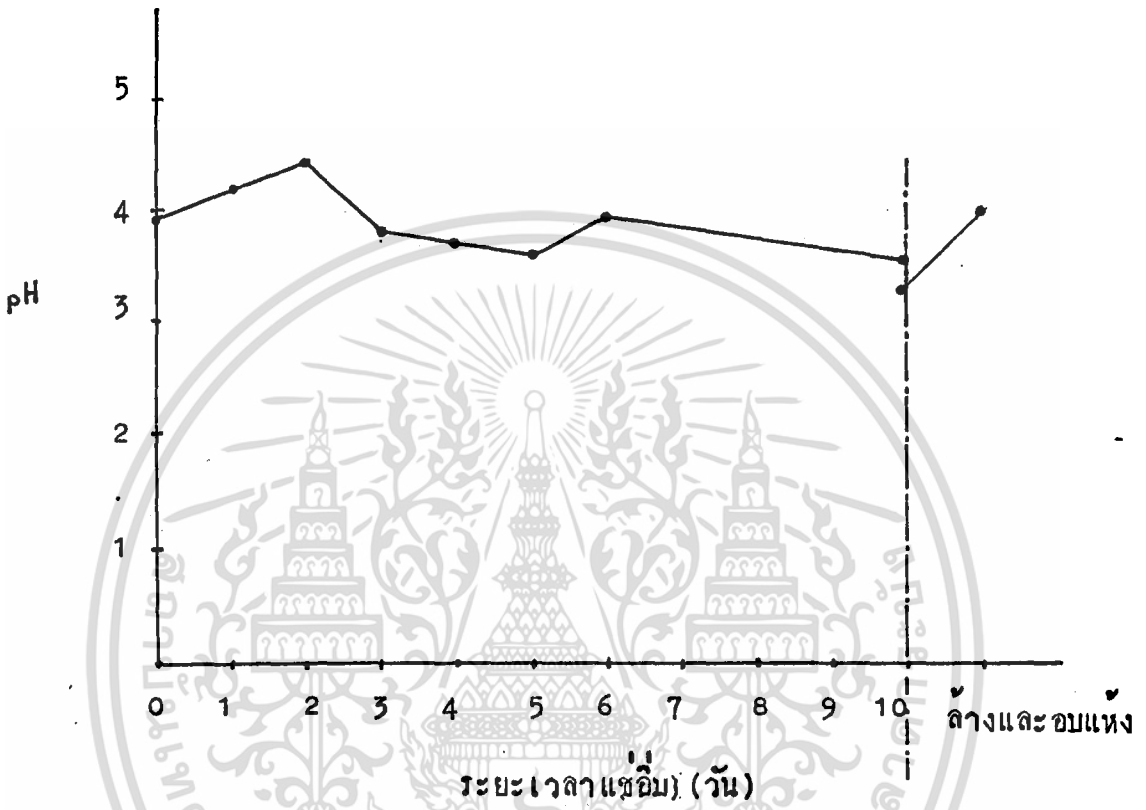
นำสับปะรดที่ผ่านการลวก 6 นาที ไปทำการแช่อิ่มเป็นเวลา 6 วัน ซึ่งในแต่ละวันใช้น้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน ปรากฏว่าสีของสับปะรดไม่เปลี่ยนแปลง คือยังเป็น5Y 8/8 อยู่ แต่สีจะเปลี่ยนแปลงหลังจากทำการแช่อิ่มทิ้งไว้ 3 วัน และอบทำเป็นผลิตภัณฑ์สีจะอยู่ในช่วง 5Y 8/6 ดังตารางที่ 2และภาพที่ 3 โดยการเปรียบเทียบจากแผ่นเทียบสีมาตรฐานของมันเซล ซึ่งแบ่งค่าสีออกเป็น 3 ค่า คือ Hue , value และ Chroma หรือ Standard Hue หมายถึง กลุ่มของสีโดยแบ่งออกเป็น 10 กลุ่มตามสีได้แก่ เหลือง (Y) แดงแกมเหลือง (YR) แดง (R) ม่วงแกมแดง (RP) เหล่านี้เป็นต้นจนครบ 10 กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะแบ่งค่าย่อยออกเป็น 10 ค่า ตามโทนของสี ดังนั้นระบบนี้ Hue จึงมีค่า 100 ค่า และใช้สัญญาลักษณ์ตัวเลขกับตัวอักษรย่อของสี เช่น 5Y หมายถึง สีเหลืองในโทน 5 เป็นต้น ค่าvalue หมายถึง ปริมาณของความขาวกับความดำที่มีอยู่ในสีนั้นหรืออาจเรียกเป็นความมืดหรือความสว่างก็ได้ มีตั้งแต่ 0-10 0 หมายถึง สีดำ และ 10 หมายถึง สีขาว ดังนั้นค่าระหว่าง 1-9 เป็นค่าของสีดำและขาวเรียงกันไปตามลำดับ 1 ย่อมทึบกว่า 9 และค่า Chroma นั้นหมายถึงความเข้มของสีโดยมีค่าตั้งแต่ 0 เป็นต้นไป ตัวเลขมากหมายถึง ความเข้มข้นของสีนั้นมากขึ้น ในการบอกค่าของสีในระบบมันเซลนี้จะบอกรวมกันทั้ง 3 ค่า คือ Hue , Value / Chroma เช่น 5R 2.6 / 13 หมายถึง สีแดงที่โทนสีที่ 5R มีค่า Value เป็น 2.6 และ Chroma

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



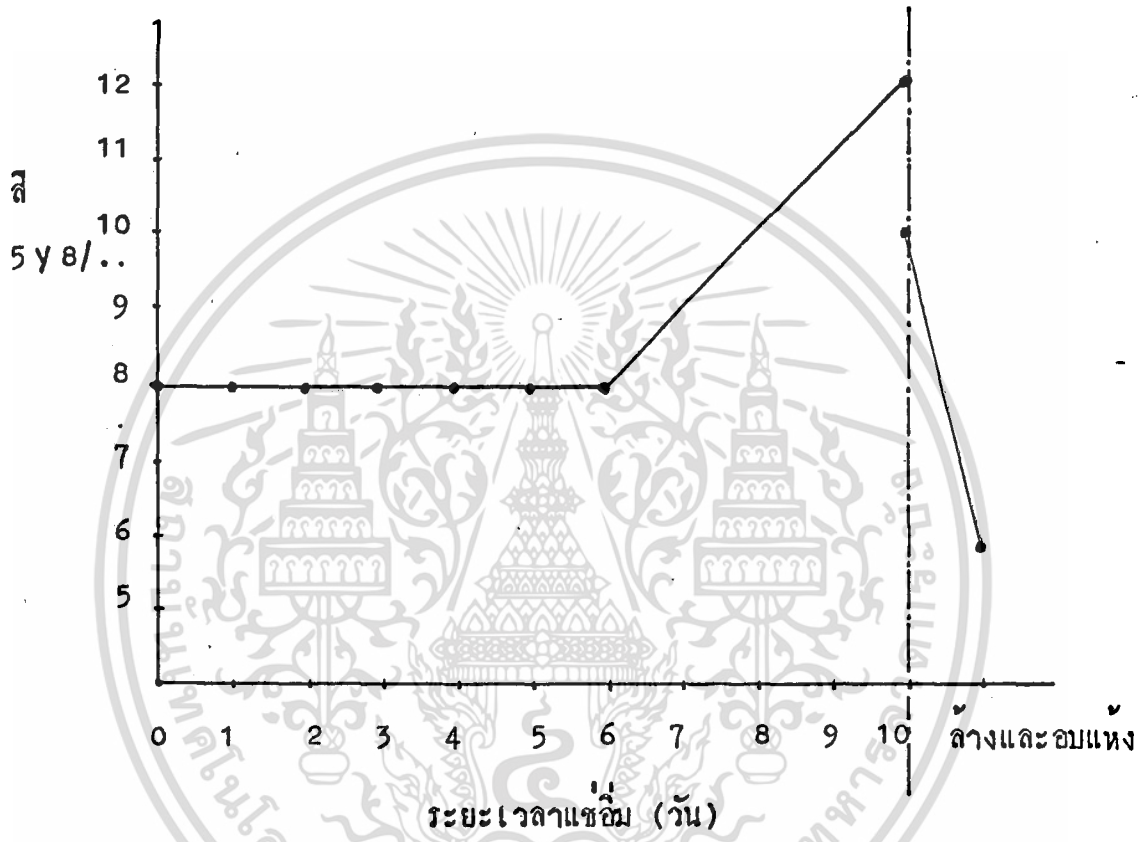
ภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์กรดคิดเป็นกรัมของกรดซิตริก ต่อระยะเวลาแช่อิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง pH ต่อระยะเวลาแช่อิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

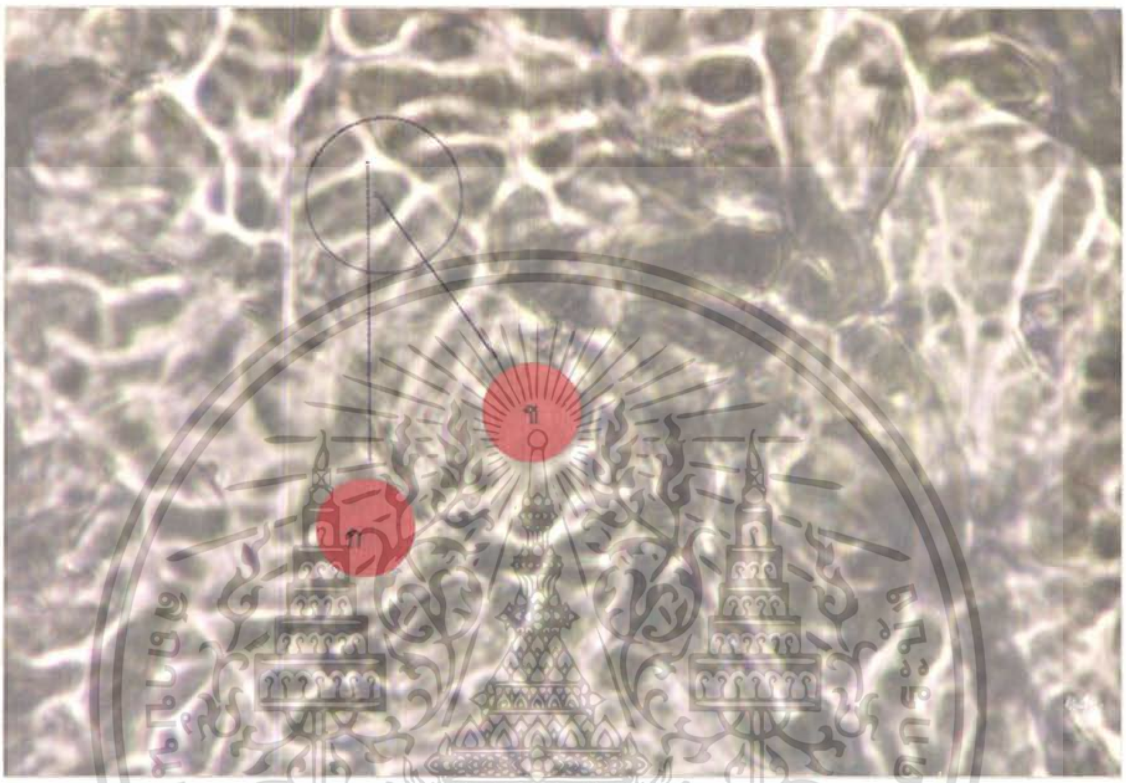


ภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของสีต่อระยะเวลาแช่อิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ[illegible]ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96739

ตารางที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติต่างๆของสับปะรดแช่อิ่มแห้ง

วันที่	สี	Brix ก่อนแช่		Brix หลังแช่		น้ำหนัก	pH	%กรด	% น้ำตาลรีดิวซ์
		น้ำเชื่อม	สับปะรด	น้ำเชื่อม	สับปะรด	(กรัม)			
0	5Y 8/8	28	7.8	-	-	1160	3.9	0.36	7.6
1	5Y 8/8	22	23	40	32	1150	4.2	0.20	22.3
2	5Y 8/8	31	32	50	34.8	845	4.5	0.12	29.5
3	5Y 8/8	41	34.8	55	40	1134	3.86	0.26	31.6
4	5Y 8/8	46	40	60	47.2	1471	3.81	0.22	33.6
5	5Y 8/8	49.2	47.2	65	56.3	1244	3.71	0.26	36.8
6	5Y 8/8	62	56.3	72	70	1187	3.9	0.24	55.3
				แช่ผลิตภัณฑ์ทิ้งไว้ 3 วัน					
10	5Y 8/12	55	70	-	-	1110	3.7	0.03	69.8
หลังล้าง	5Y 8/10	-	60	-	-	956	3.45	0.02	59.0
อบแห้ง	5Y 8/6	-	65	-	-	683	4.0	0.01	63.9

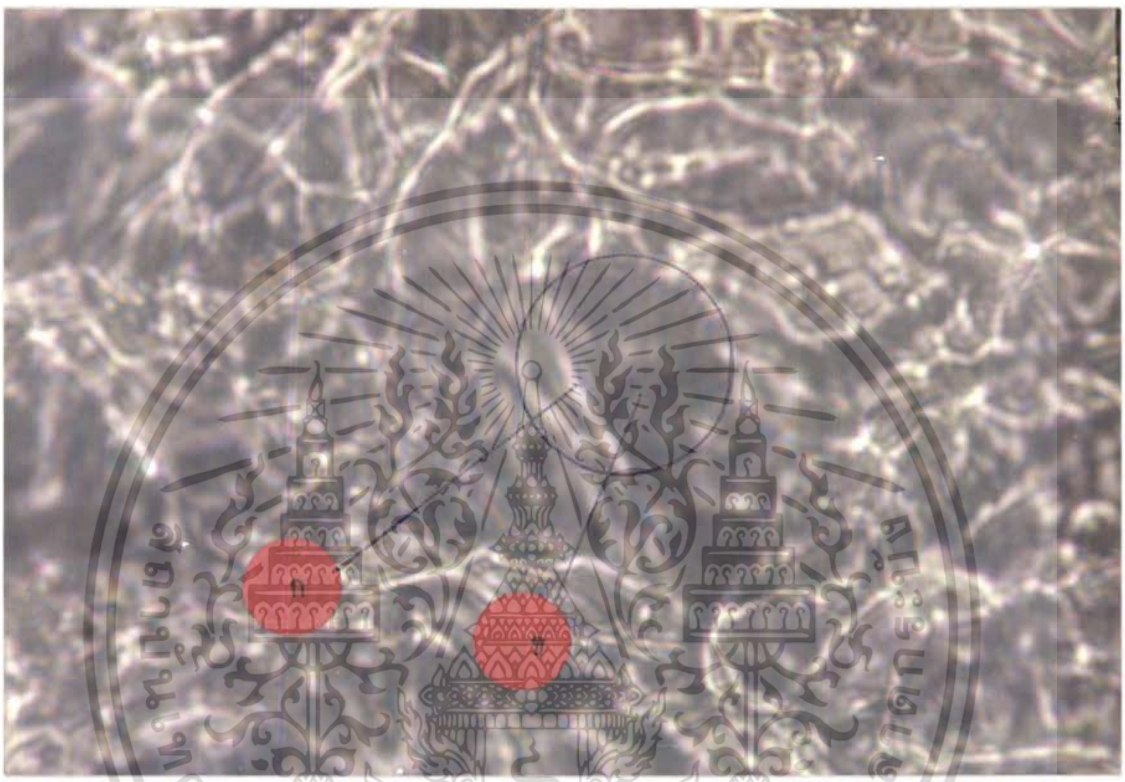


ภาพที่ 4 แสดงโครงสร้างของเซลล์บัปะรดสดตามขวาง

ก แสดงส่วนของน้ำ

ข แสดงส่วนของน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 แสดงโครงสร้างของเซลสับปะรดที่ผ่านการลวก 6 นาที

ก แสดงส่วนของน้ำ

ข แสดงส่วนของน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13415

เป็น 13 ทำให้พอเข้าใจว่าสีแดงนี้ค่อนข้างคล้ำและสีเข้มมาก เป็นต้น

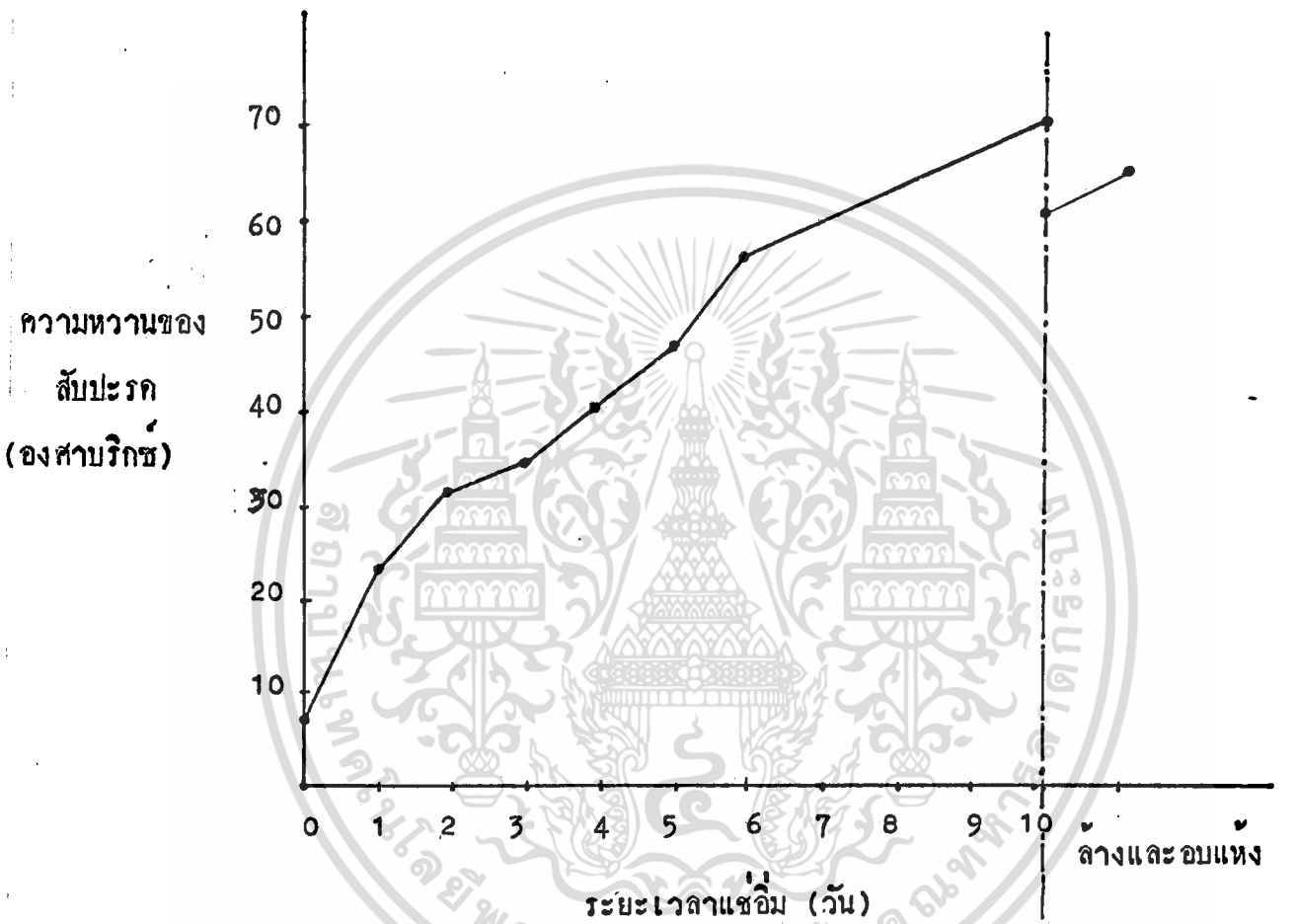
ความหวานของสับปะรดที่แช่อิ่มจนได้เป็นผลิตภัณฑ์มีความหวานเพิ่มขึ้นดังภาพที่ 6,7 เนื่องจากความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่ใช้สูงขึ้นเรื่อยๆ น้ำหนักของสับปะรดลดลงดังภาพที่ 8 ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้ถูกนำไปอบแห้งหรือนำไประเหยน้ำออกด้วยความร้อน

pH และปริมาณกรด pH จะเพิ่มขึ้นแต่ปริมาณกรดจะลดลง ดังภาพที่ 1,2 ความเป็นกรดของผลไม้อธิบายได้ทั้งค่าpH และปริมาณกรดที่ได้จากการไตเตรท การวัดpH เป็นการวัดปริมาณของกรดที่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกริยาซึ่งมีผลต่อกลิ่นรสของอาหารและมีผลต่อเวลาที่ใช้ในกระบวนการความร้อน ด้วยปริมาณกรดที่ได้จากการไตเตรทนั้น เป็นปริมาณกรดอิสระที่มีอยู่ในสับปะรดมิได้หมายถึงปริมาณกรดทั้งหมดที่มีอยู่ ปริมาณกรดในสับปะรดส่วนหนึ่งจะอยู่ในรูปของการจับตัวเป็นสารประกอบกับสารอื่น (Mehrlich and Felton, 1980) ผลไม้ที่มีกรดทั้งหมดสูงส่วนใหญ่จะมีปริมาณกรดอิสระสูงด้วยซึ่งทำให้ pH ต่ำลง

กรดที่สำคัญในสับปะรด ได้แก่ กรดซิตริก และกรดมาลิค กรดซิตริกจะมีปริมาณที่เด่นชัดและใกล้เคียงกับปริมาณกรดทั้งหมดในสับปะรด และการเปลี่ยนแปลงของกรดซิตริกในสับปะรดที่มีอายุต่างกัน จะเหมือนกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณรวม(Gortner,and Singletion, 1961) กรดแอสคอร์บิคก็เป็นกรดที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของสับปะรดซึ่งสูญเสียได้ง่ายเมื่อผ่านกระบวนการแปรรูป ความร้อนที่ใช้จะทำให้กรดลดลง เนื่องจากการแตกตัวและจับรูปใหม่อยู่ในรูปซึ่งจับตัวเป็นสารประกอบกับสารอื่นมากขึ้น (Pollard and Timberlake, 1971) เพื่อผลทางการชิมรสชาติ ปริมาณกรดในผลไม้ควรจะสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลด้วย(อนงค์,2529) อัตราส่วนระหว่างน้ำตาลและกรด (Brix - Acid Ratio) ซึ่งจะแสดงถึงความสมดุลย์ระหว่างความหวานและความเปรี้ยวในผลไม้ ซึ่งผลิตภัณฑ์แช่อิ่มแห้งที่ได้ยังสามารถคงความเป็นกรดไว้ได้บ้าง แต่ส่วนใหญ่จะมีรสชาติหวานเนื่องมาจากความเข้มข้นของน้ำเชื่อมสูงและเมื่อทำให้แห้งโดยการระเหยน้ำออกทำให้ความหวานเพิ่มมากขึ้น

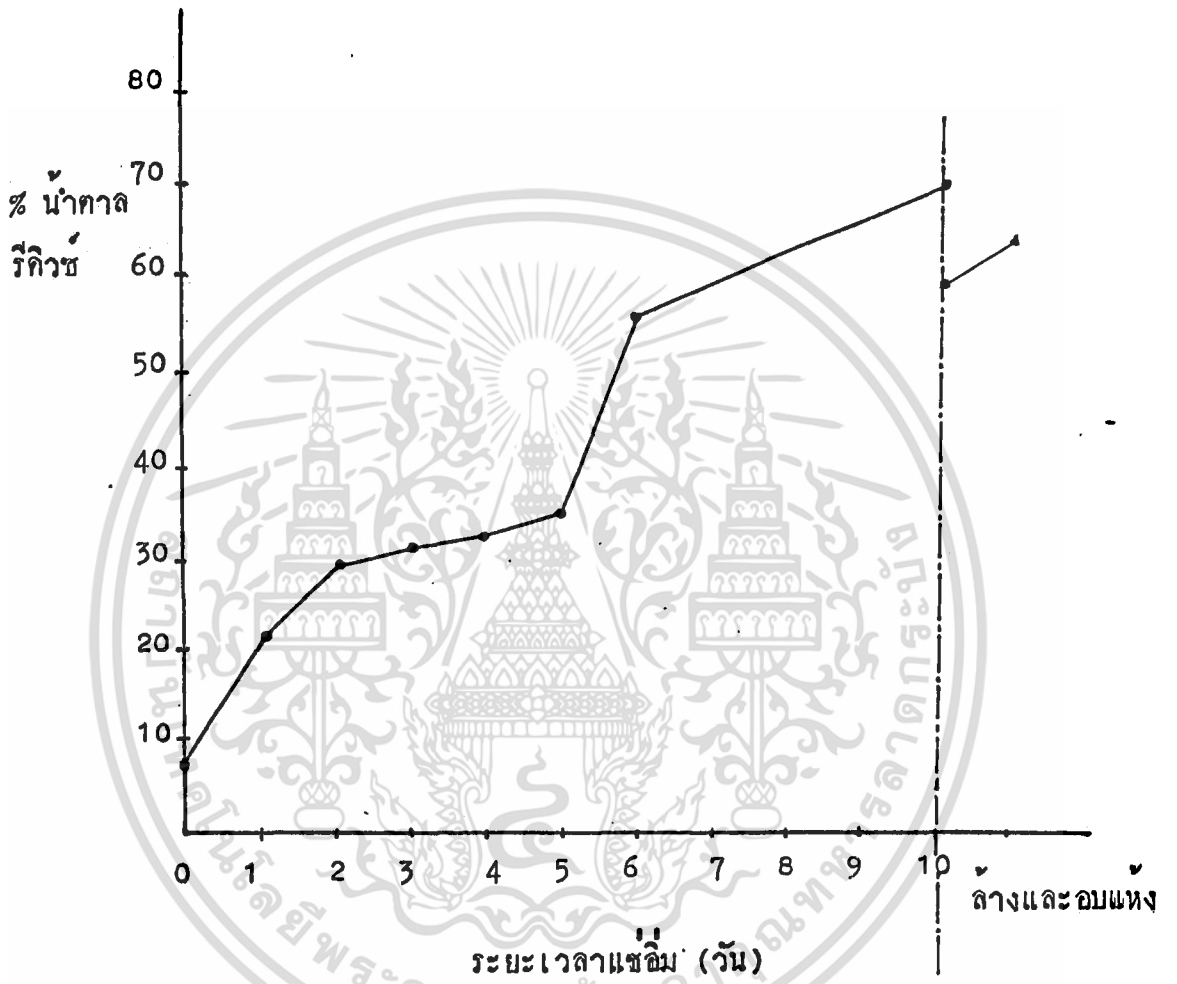
ห้องสมุดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



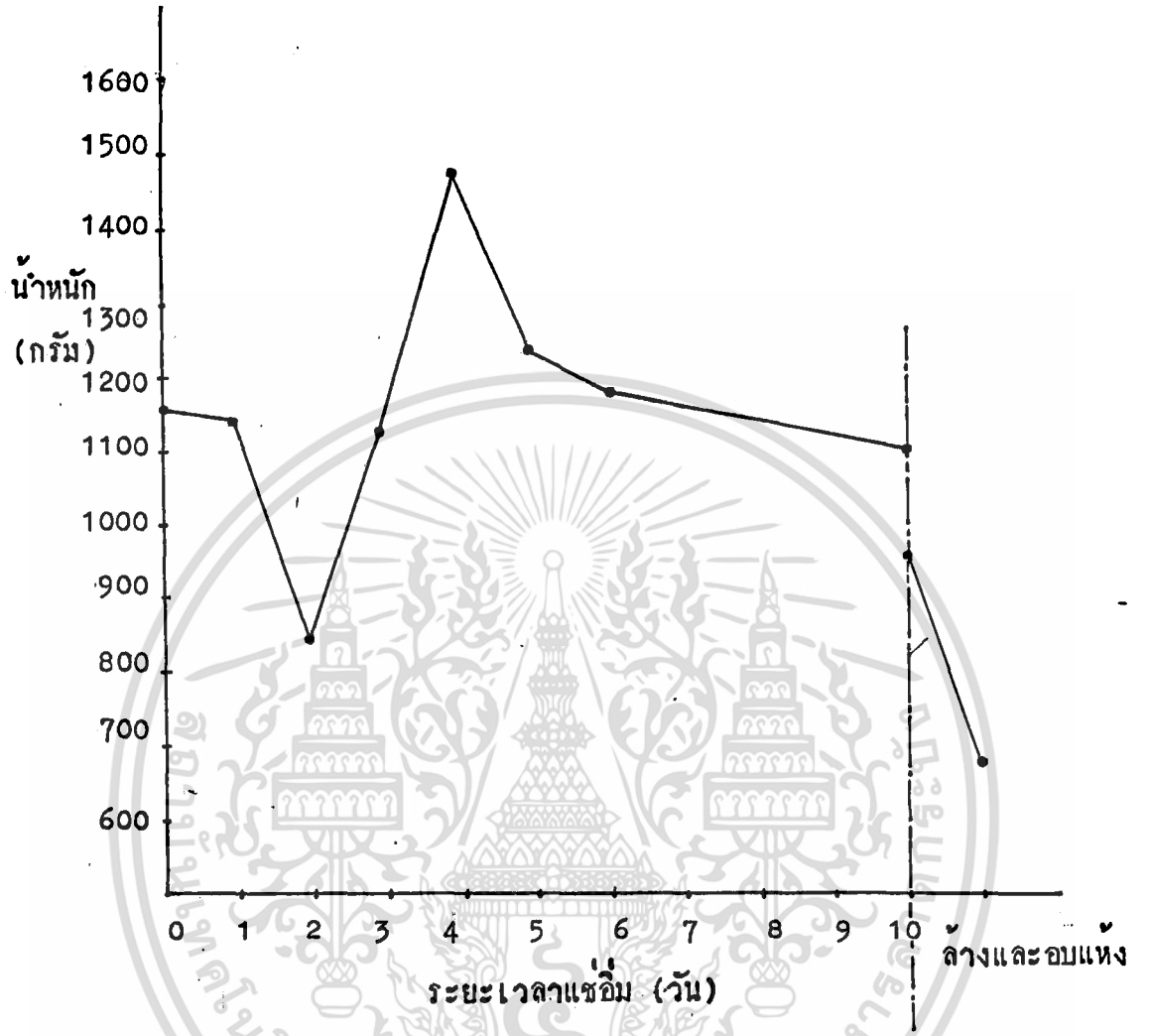
ภาพที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหวานของสับปะรด (องศาบริกซ์)ต่อระยะเวลา(วัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง % น้ำตาลรีดิวซ์ต่อระยะเวลาแช่อิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

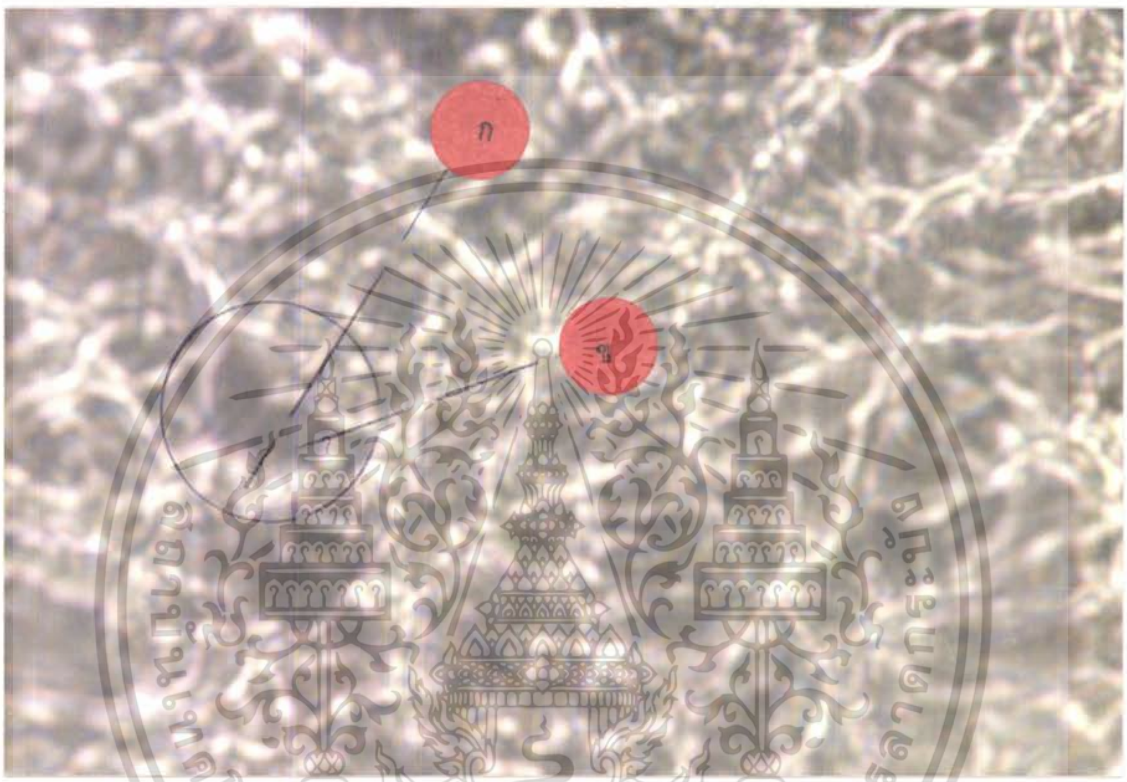


ภาพที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักต่อระยะเวลาแช่อิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนด้านโครงสร้างเซลสับปะรดเมื่อแช่อิ่มไปแล้ว 1 วัน ดังภาพที่ 9 ความหวานของสับปะรดเพิ่มมากขึ้นหลังจากทำการลวก เนื่องจากกระบวนการรีเวอร์ทออสโมซีสทำให้ความหวานของสับปะรดเพิ่มขึ้นต่อจากนั้นทำการแช่อิ่มไปอีก 5 วัน จะเห็นว่าโครงสร้างของเซลสับปะรดเปลี่ยนแปลงไปน้อยมาก ดังภาพที่ 10-14 จนกระทั่งความเข้มข้นของน้ำเชื่อมสูงสุดแช่ทิ้งไว้ 3 วัน จะเห็นได้ว่าโครงสร้างของเซลสับปะรดเกิดผลึกของน้ำตาลอย่างเห็นได้ชัด ดังภาพที่ 15 แต่เมื่อทำการล้างน้ำเชื่อมข้างนอกชิ้นสับปะรดที่แช่อิ่มแล้ว ดังภาพที่ 16 ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมในเนื้อสับปะรดลดลงเนื่องจากน้ำเชื่อมที่ใช้ล้างนั้นมีความเข้มข้นที่เจือจางกว่ามาก จึงเกิดกระบวนการรีเวอร์ทออสโมซีสขึ้นอีกครั้งเป็นสาเหตุให้ผลึกน้ำตาลหายไปและเมื่อนำมาอบจนผลิตภัณฑ์แห้งไม่เหนียวติดมือ ภายในโครงสร้างเซลสับปะรดมีความเข้มข้นมากขึ้นจึงสามารถทำให้เกิดผลึกของน้ำตาลภายในเซลได้อีกครั้งหนึ่งเช่นกัน ดังภาพที่ 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

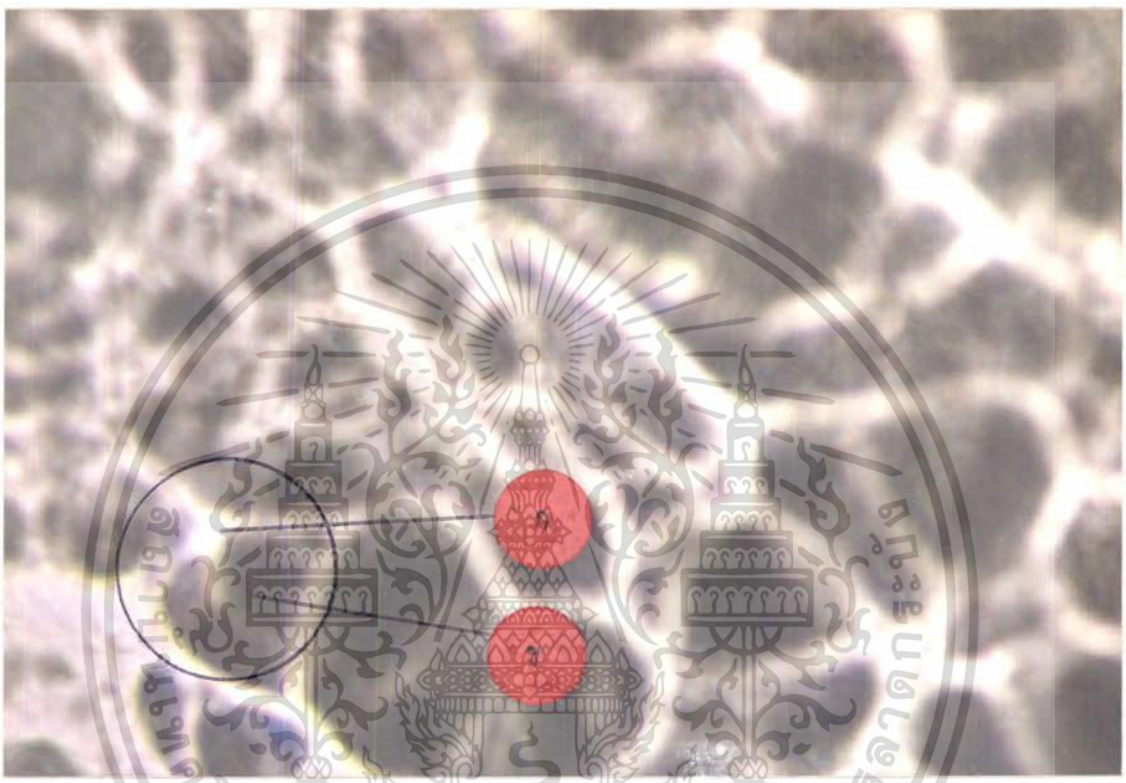


ภาพที่ 9 แสดงโครงสร้างของเซลสับปะรดที่แช่อิ่มเวลา 1 วัน

ก แสดงส่วนของน้ำ

ข แสดงส่วนของน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

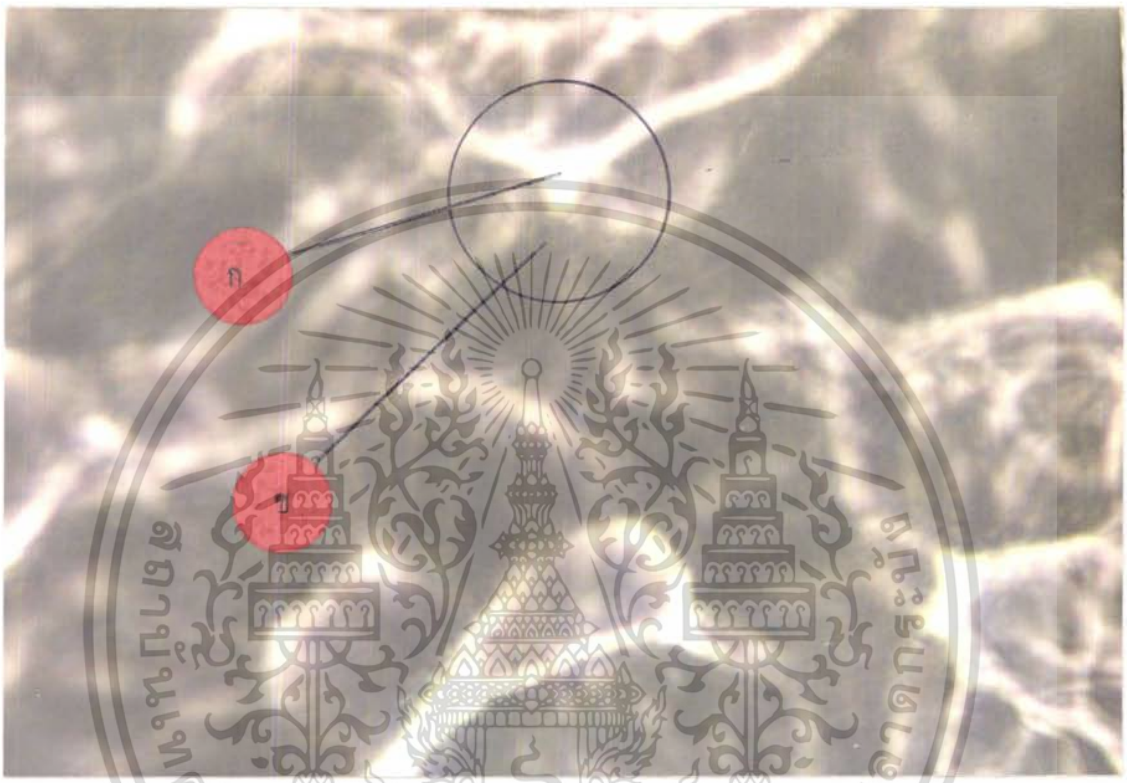


ภาพที่ 10 แสดงโครงสร้างของเซลสับปะรดที่แช่อิ่มเวลา 2 วัน

ก แสดงส่วนของน้ำ

ข แสดงส่วนของน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

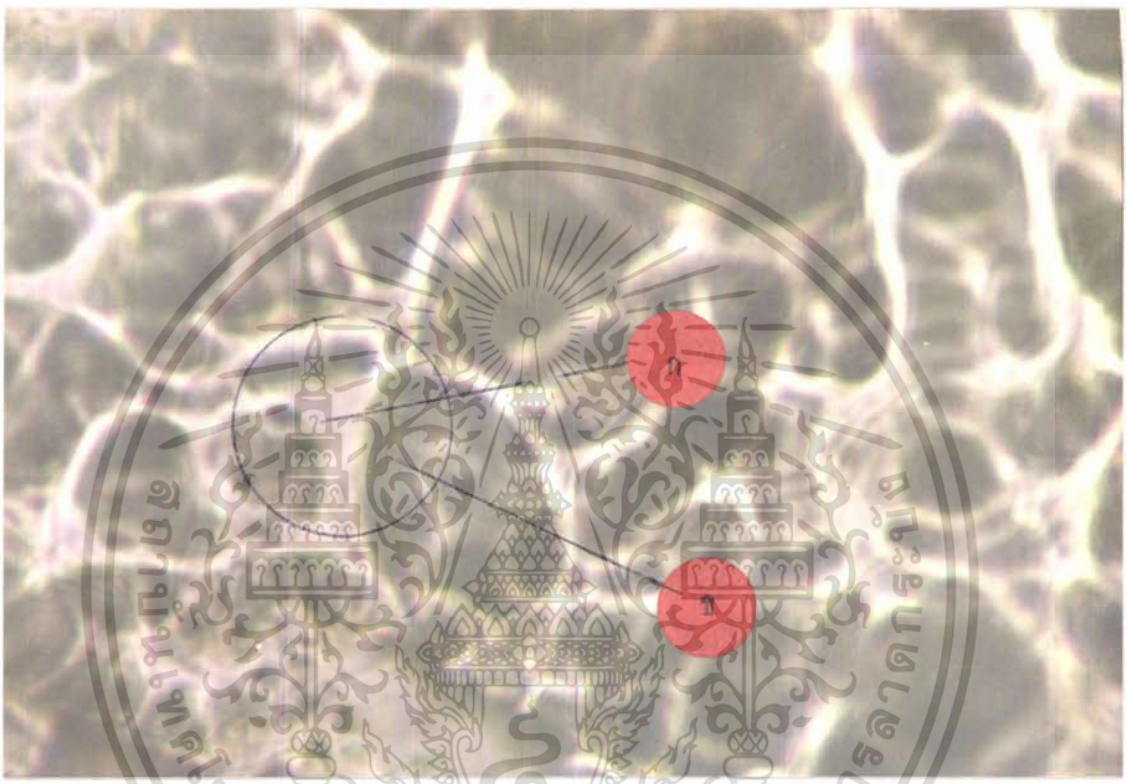


ภาพที่ 11 แสดงโครงสร้างเซลสับปะรดที่แช่อิ่มเวลา 3 วัน

ก แสดงส่วนของน้ำ

ข แสดงส่วนของน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

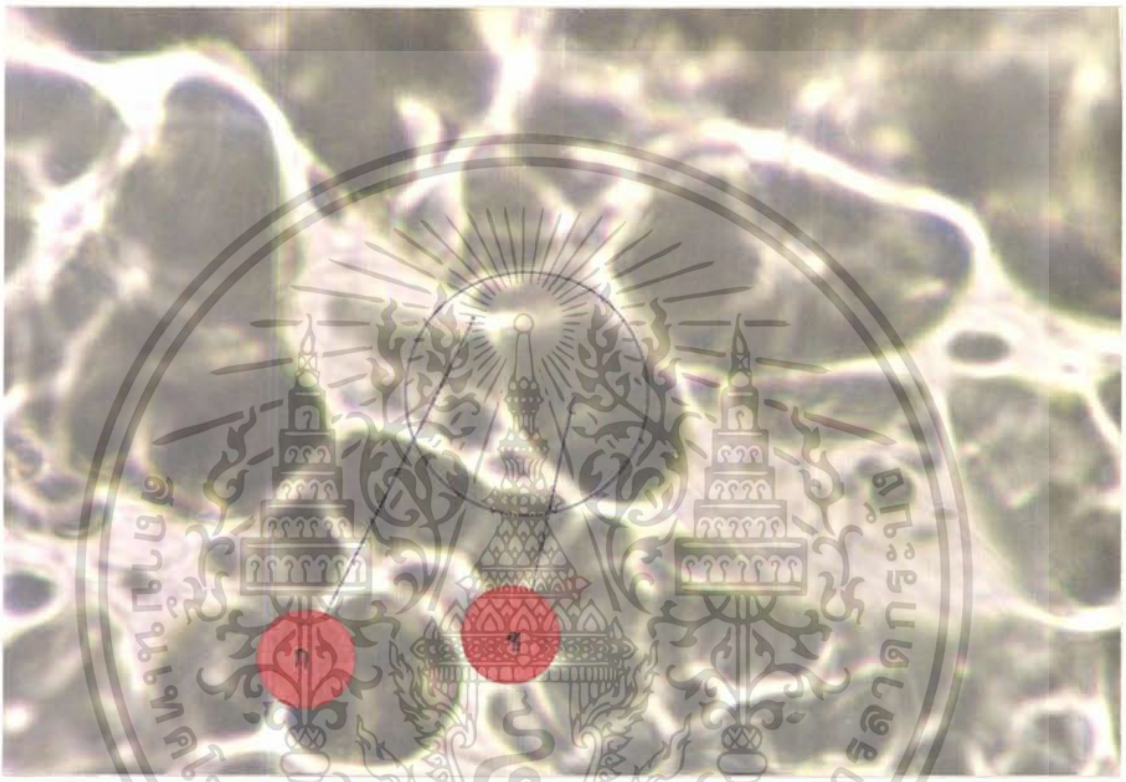


ภาพที่ 12 แสดงโครงสร้างของเซลสับปะรดที่แช่อิ่มเวลา 4 วัน

ก แสดงส่วนของน้ำ

ข แสดงส่วนของน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13 แสดงโครงสร้างของเซลสับปะรดที่แช่อิ่มเวลา 5 วัน

ก แสดงส่วนของน้ำ
ข แสดงส่วนของน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 14 แสดงโครงสร้างของเซลสับปะรดที่แช่อิ่มเวลา 6 วัน

ก แสดงส่วนของน้ำ

ข แสดงส่วนของน้ำตาล

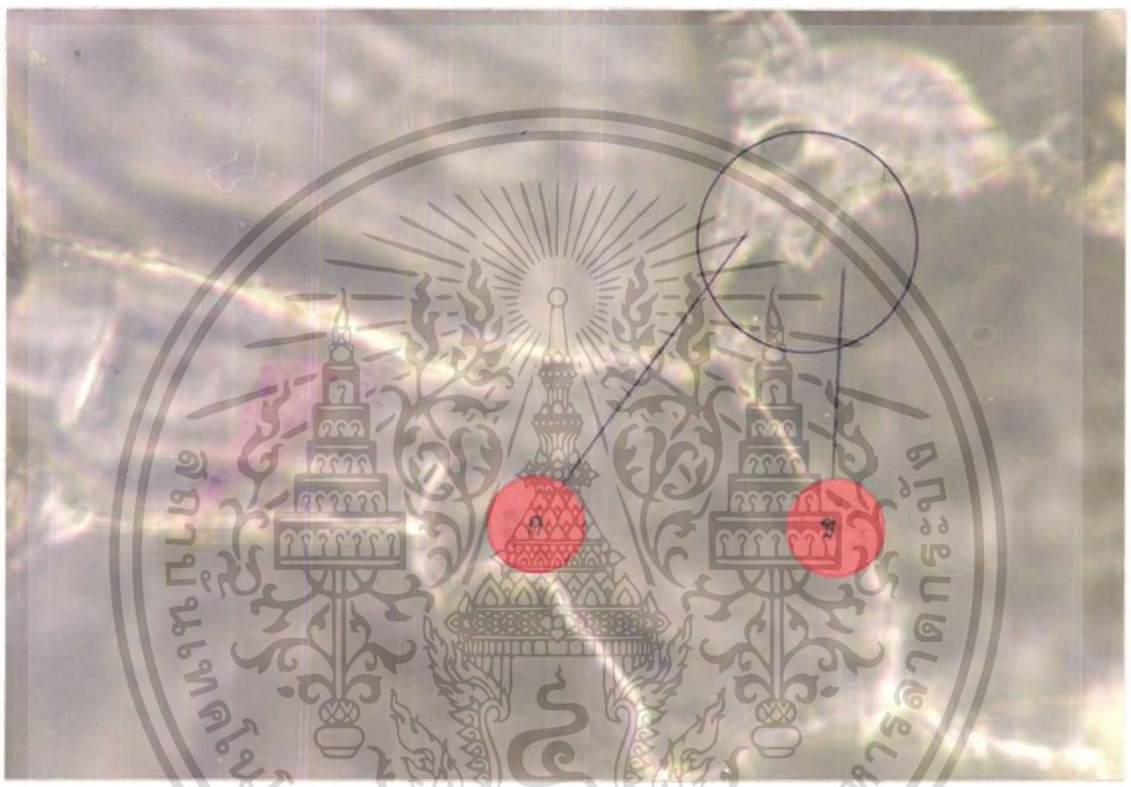
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาพที่ 15 แสดงโครงสร้างเซลสับปะรดหลังจากแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 3 วันที่ยังไม่ได้ล้างน้ำเชื่อมข้างนอกชิ้นสับปะรดออก

ก แสดงการเกิดผลึกน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาพที่ 16 แสดงโครงสร้างของเซลสับปะรดหลังจากแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 3 วันที่ล้างน้ำเชื่อมข้างนอกชิ้นสับปะรดออกแล้ว

ก แสดงส่วนของน้ำ

ข แสดงส่วนของน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาพที่ 17 แสดงโครงสร้างเซลสับปะรดที่อบเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว

ก แสดงการเกิดผลึกน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสับปะรดในระหว่างการทำแช่อิ่ม ปรากฏว่ามีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติในด้านสี น้ำหนัก ความเป็นกรด ความหวาน ซึ่งสีในช่วง 6 วันแรกไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่จะเปลี่ยนแปลงในช่วงหลัง ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีใกล้เคียงกับสับปะรดที่เริ่มแช่วันแรก น้ำหนักลดลงเนื่องจากการระเหยน้ำในเซลสับปะรดด้วยความร้อน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหวานมากขึ้นและปริมาณกรดลดลงเนื่องจากความหวานของสับปะรดเพิ่มมากขึ้นในขณะที่ความเปรี้ยวลดลง ส่วนโครงสร้างของเซลสับปะรดในช่วงแรกๆไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักภายในเซลยังไม่เกิดผลึกน้ำตาล แต่เมื่อแช่อิ่มทิ้งไว้ 3 วัน ดังภาพที่ 15 จะเห็นว่ามีผลึกน้ำตาลเกิดขึ้นและเมื่อทำการล้างด้วยน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นน้อยกว่าผลึกของน้ำตาลจะหายไป เนื่องจากกระบวนการรีเวอร์หออสโมซีสน้ำตาลถูกละลายออกมาภายนอกและเมื่อนำไปทำให้แห้งจนไม่เหนียวติดมือ จากภาพที่ 17 จะเห็นว่าเกิดผลึกของน้ำตาลขึ้นมาอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งแสดงว่าผลิตภัณฑ์แช่อิ่มแห้งนี้มีความเข้มข้นของน้ำตาลสูง นับได้ว่าเป็นการถนอมและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ได้นานๆวิธีหนึ่งด้วยความหวานของน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เกษม สร้อยทอง. 2522. สับปะรด. ภาควิชาพืชศาสตร์, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

จารุพันธ์ ทองแถม. 2518. สับปะรดและการปลูกสับปะรดในประเทศไทย. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จุมพล กาญจนปัญญาคม. 2520-21. การทำสับปะรดแช่อิ่มแห้ง. (ปัญหาพิเศษ) ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ณรงค์ และคณะ . 2524. ทำราแช่อิ่ม. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญมา ซึงสนธิพร. 2528. มะม่วงแช่อิ่มแห้ง. อาหาร. 15 (3) : 151 - 157.

วิชัย หฤทัยธนาสันต์ . 2518. หลักการถนอมอาหารและแปรรูปผักและผลไม้เบื้องต้น. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศิริลักษณ์ สินชาลัย. 2525. หฤษฎีอาหาร เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 3, ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศูนย์สถิติการเกษตร . 2527. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก2526/27. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 227 น.

องอาจ แพร่พานิชชัย. 2516-17. การทำผลไม้แห้งโดยขบวนการออสโมซีส.(สัมมนา) ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนงค์ วรอุไร. 2529. คุณภาพของน้ำสับปะรดเข้มข้นแช่แข็งซึ่งผ่านการระเหยน้ำ. ภาควิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.

A.O.A.C. 1960. Official Method of Association of Official Analytical Chemists. 9th ed. Washington D.C.

Gortner , W.A. and V.L. Singletion 1960. Carotenoid pigment of pineapple fruit. II. Influence of fruit ripeness, handling and processing on pigment isomerization. J. Food Sci. 26:53-55.

Mehrlich , F.P. and G.E. Felton. 1980 . Pineapple juice, pp. 180-211, In P.E. Nelson and D.K. Tressler (ed.) . Fruit & Vegtable juice Processing Technology. 3 d ed. , AVI Pubishing Company, Connecticut.

Plew , R.W. 1970 . Analytical Method se in Sugar Refining. Elsevier Publishing Company Amsterdon London, New York, 234 p.

Pollard , A. and C .F. Timberlake . 1971. Fruit juice , pp . 573-622, In A.C. Hulme (ed.). The biochemistry of fruits and their products. Vol. 2 . Academic Press , London .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

<u>การวิเคราะห์ความเป็นกรด</u> โดยวิธีของ A.O.A.C. (1960)

เพื่อตรวจหาปริมาณกรดที่มีอยู่ในผลไม้หรือผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยการไตรเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์

1. สารเคมีที่ใช้

1.1 Standard Sodium Hydroxide Solution 0.1 N

1.2 Phenolpthalein indicator

2. วิธีวิเคราะห์

2.1 ชั่งตัวอย่างประมาณ 10 กรัมอย่างละเอียดใส่ลงใน Errenmeler Flask ขนาด 250 มิลลิลิตร

2.2 หยด Phenolpthalein indicator 2-3 หยด

2.3 Titrate ด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ ขณะ Titrate ให้เขย่า Flask ตลอดเวลาจนถึง end point สีจะเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน

2.4 คำนวณปริมาณกรดในตัวอย่างรูปของ Anhydrous citric acid

3. การคำนวณ

$$\% \text{ กรดในตัวอย่าง} = \frac{64 \times N \times V \times 100}{1000 \times W}$$

เมื่อ N = Normality ของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์

V = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรทเป็นมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

W = น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้เป็นกรัม

<u>การหาปริมาณน้ำตาล</u> โดยใช้วิธีการของ Lane and Eynon 's Method

1. สารเคมีที่ใช้

1.1 Fehling' s solution A (Copper sulphate solution)

ละลาย $CuSO_4 . 5 H_2O$ 34.634 กรัม ในน้ำ 500 มล. ปรับปริมาตรโดยใช้ Volumetric Flask กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1

1.2 Fehling's solution B (Alkaline tartrate - solution)

ละลาย Sodium Potassium Tartrate 173 กรัมและNaOH 50 กรัมในน้ำ 500 มล. ปรับปริมาตรโดยใช้ Volumetric Flask กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1

1.3 Hcl เข้มข้น หรือ 50 %

1.4 NaOH 20 %

1.5 Methylene blue 1 %

2. วิธีการหา Standard invert sugar

2.1 ชั่ง Sucrose ประมาณ 0.5 กรัม ด้วยเครื่องชั่งละเอียดเติมน้ำกลั่น 10 มล. เติม Hcl 50 % 1 มล.

2.2 Hydrolyze ที่อุณหภูมิ 70° ซ นานประมาณ 10-15 นาที หรือตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

2.3 เติมน้ำกลั่น 50 มล. แล้วทำให้เป็นกลางด้วย NaOH 20 % 0.9 มล.

2.4 ปรับปริมาตรสุดท้ายให้เป็น 100 มล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 Titrate กับ Fehling (A + B) 10 มล.

หมายเหตุ

Titrate โดยเร็วจนเหลืออีก 1-2 มล. ก่อนถึง end point เติม Methylene Blue 1 % 4-5 หยดแล้ว Titrate ต่อจนถึง end point สีน้ำเงินจะหายไป

3. วิธีวิเคราะห์

3.1 ใช้ตัวอย่างน้ำสับปะรด X มล. เติมกรด Conc. HCl จำนวน 10% ของตัวอย่างที่ใช้ โดยใส่ตัวอย่างใน Volumetric Flask ขนาด 100 มล. ตัวอย่างที่ใช้ในการ Hydrolyze เตรียมได้ดังนี้
น้ำสับปะรด 15° Brix ขึ้นไปใช้ตัวอย่าง 2 มล.เติม HCl 50% 1 มล.
น้ำสับปะรด 10-15° Brix ใช้ตัวอย่าง 4 มล.เติม HCl 50% 1 มล.
น้ำสับปะรด 10° Brix ลงไปใช้ตัวอย่าง 6 มล.เติม HCl 50% 1 มล.

3.2 Hydrolyze ใน Hot air oven อุณหภูมิ 70° ซ ประมาณ 10 ถึง 15 นาที

3.3 ทำให้เย็น แล้วปรับ pH ให้เป็นกลางคือประมาณ 7.0 หรือเป็นกรดเล็กน้อยด้วย NaOH 20 % ที่ใช้ในการปรับ pH ดังนี้

ถ้าใช้กรด Hcl	1 มล.	ต้องเติมด่าง 0.95
" "	2 มล.	" 1.95
" "	3 มล.	" 2.95

3.4 ปรับปริมาตรสุดท้ายให้ได้ 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น

3.5 Titrate กับ Standard Felhing Solution (ใช้ Fehling A 5 มล. ผสมกับ Fehling B 5 มล.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อควรระวัง

1. การ Titrate ของ Standard solution ไม่ควรเกิน 10 มล. เมื่อใช้ Fehling (A+B) 10 มล. ถ้าใช้ Fehling (A+B) 25 มล. Standard solution จะใช้ประมาณไม่เกิน 25 มล.
2. การหาน้ำตาล Invert ในตัวอย่างน้ำสับปะรดจะมีค่าใกล้เคียงกับ Brix (% w/v)
3. เมื่อนำมาคำนวณหาค่า Factor ของ Fehling (A+B) ควรจะมีค่าไม่เกิน 0.04-0.06

ตัวอย่างการคำนวณ ตัวอย่างน้ำสับปะรดในระหว่างการแช่อิ่ม

สมมติ ใช้ตัวอย่างน้ำสับปะรด 2 มล. มา Hydrolyze ด้วย Hcl Conc. แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มล. นำมา Titrate กับ Fehling (A+B) 10 มล. ได้ค่า Titer (หรือปริมาตรที่ใช้ในการ Titrate) เท่ากับ 27 มล. ค่า Factor ของ Fehling (A+B) 0.05

สารละลาย 27 มล. Felhing (A+B) 10 มล. = 0.05 กรัม

" 1 " " " " = $\frac{0.05 \times 1}{27}$ "

" 100 " " " " = $0.05 \times 1 \times 100$ "

ในสารละลายน้ำสับปะรด 100มล. มีเนื้อน้ำสับปะรดอยู่ 2 มล. = $\frac{0.05 \times 1 \times 100}{27}$ "

∴ น้ำสับปะรด 100 มล. จะมีเนื้อสับปะรดอยู่ = $\frac{0.05 \times 1 \times 100}{27 \times 2}$ "

% Total invert sugar (Sucrose)Factor = $\frac{0.05 \times 1 \times 100 \times 100}{27 \times 2}$ "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปสูตรทั่วไปในการคำนวณหา % Total invert sugar

$$\text{Total invert sugar} = \frac{\text{Factor} \times 100 \times 100}{(X) \cdot (Y)}$$

โดยที่ X = จำนวน มล. ของสับปะรดที่ใช้ในการ Hydrolyze ด้วย Hcl Conc.

Y = ปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้ Titrate กับ Fehling(A+B)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 ปริมาณของน้ำตาลที่ต้องใช้สำหรับน้ำ 1 ลิตร

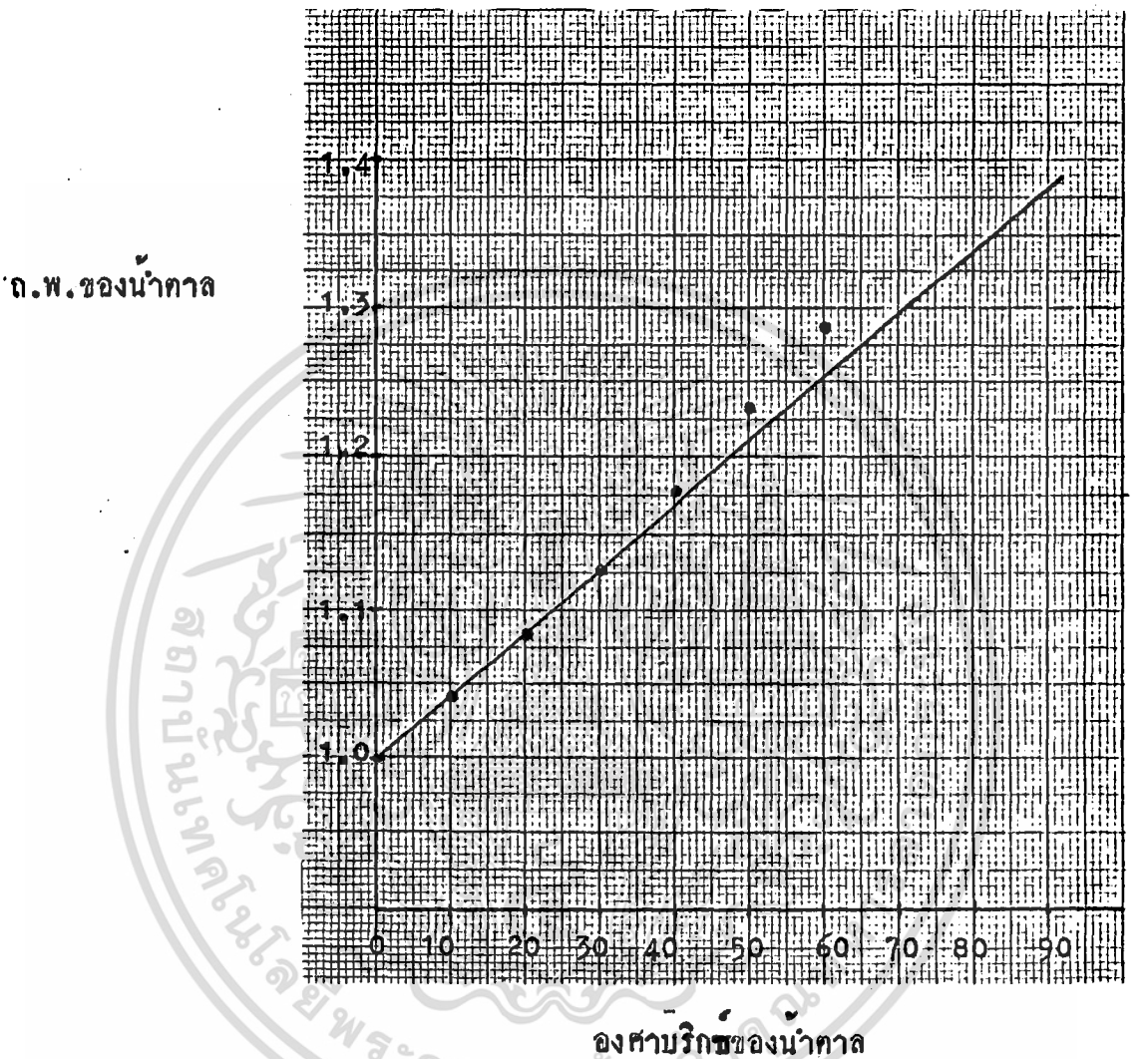
ความเข้มข้นที่ต้องการ ° Brix หรือ ° Balling	ปริมาณน้ำตาลที่ต้องการสำหรับน้ำ 1 ลิตร , กรัม
5	52.7
10	111.4
15	176.2
20	249.2
25	333.1
30	427.8
35	538.0
40	665.0
45	817.2
50	998.2
55	1219.8
60	1497.8
65	1853.7
70	2329.4
75	2994.5
80	3992.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 แสดงองค์ประกอบต่างๆของเนื้อสับปะรดซึ่งเป็นส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

ความชื้นหรือ % น้ำ	87	กรัม
พลังงาน	47	คาลอรี่
โปรตีน	0.7	กรัม
ไขมัน	0.3	กรัม
คาร์โบไฮเดรท	11.6	กรัม
เส้นใย	0.5	กรัม
เถ้า	0.4	มิลลิกรัม
แคลเซี่ยม	17	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	12	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.5	มิลลิกรัม
โซเดียม	2	มิลลิกรัม
โปแตสเซี่ยม	125	มิลลิกรัม
เรทินอล	-	
เบต้า-คาโรทีน	35	ไมโครกรัม
ไทอะมีน	0.06	มิลลิกรัม
ไรโบเฟลวิน	0.03	มิลลิกรัม
ไนอะซิน	0.3	มิลลิกรัม
แอสคอบิค แอซิด	22	มิลลิกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 1 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างถ.พ. กับองศาบริกซ์ของน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้