

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การป้องกันการเกิดสีของผลไม้แห้ง

The Browning of Dried Fruits Prevention Process

โดย

กมลดา จันทอรุณ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี  
Pibulsongkram Rajabhat University

รายงานการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากกรมการศึกษานอกโรงเรียน

กระทรวงศึกษาธิการ ประจำปีงบประมาณ 2534

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิทยาลัยครูปิบูลสงคราม พิษณุโลก

## กัมพูชา

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังพัฒนาเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ประเทศไทย หรือที่เรียกว่านิคส์ (Newly Industrialized Countries) โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมที่สร้าง วัตถุดิบจากผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรกรรม สินค้าทางด้านเกษตรกรรมที่เคยส่งออกในรูปแบบของ วัตถุดิบ ก็ได้รับการพัฒนาแปรรูปให้เหมาะสมเพื่อเพิ่มคุณค่าและราคาของสินค้าผลไม้อบแห้ง เช่น กุ้งอบ นมผง ถั่วแปรรูป อมแห้ง เป็นสินค้าที่ส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศมีมูลค่าต่อ สมควรรวมปัจจุบัน แต่ยังมีปัญหาอุปสรรคสำคัญในด้านคุณภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อเก็บไว้ระยะหนึ่ง ไม่นานนัก จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลคล้ำดำไม่เหมาะแก่การบริโภค ทำให้เป็นอุปสรรคต่อ การจำหน่าย เนื่องจากตลาดยังไม่ยอมรับเท่าที่ควร ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าน่าจะทดลองหาวิธีป้องกัน หรือยืดอายุการเปลี่ยนสีของผลไม้อบแห้งไว้ให้นานที่สุดโดยที่คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนแปลง เอกสารรายงานการวิจัยมักก็จะรายงานถึงสาเหตุและวิธีการป้องกันหรือยืดอายุการ เปลี่ยนสีของผลไม้อบแห้ง ทั้งขบวนการทางฟิสิกส์และทางเคมีโดยละเอียด ผู้วิจัยคิดว่าจะเป็น ประโยชน์อย่างมากในการพัฒนาคุณภาพของผลไม้อบแห้ง

กุลยา จันทร์อรุณ  
(รศ.กุลยา จันทร์อรุณ)  
กุมภาพันธ์ 2536

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องการป้องกันการเปลี่ยนแปลงสีของผลไม้มอบแห้งได้ประสบผลสำเร็จล่วงหน้าตามวัตถุประสงค์ทุกประการทั้งนี้โดยความร่วมมือของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2533 - 2535 วิทยาลัยครูพิบูลสงครามพิษณุโลก และ Mr.Gary A.Dmytrow ผู้เชี่ยวชาญทางด้าน Food Processing แห่ง St.Clair Colleges Windsor, Ontario ประเทศ Canada นายพอลศักดิ์ จันทร์อรุณ และนายรัชชัย สุภาวิทีตัทธนา ที่ให้การปรึกษาแนะนำ

ขอขอบคุณวิทยาลัยครูพิบูลสงคราม พิษณุโลก ที่สนับสนุนงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณกรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการที่ให้การสนับสนุนในการวิจัย ขอขอบคุณศาสตราจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรที่นำเครื่องอบแห้งผลไม้ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดอุตสาหกรรม และคณะทำงานวิจัยเรื่องการพัฒนา เครื่องอบแห้งผลไม้ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดอุตสาหกรรม ทุกท่านที่ดำเนินการดำเนินงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่ออำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัยนี้

กุลยา จันทร์อรุณ  
(รศ.กุลยา จันทร์อรุณ)

กุมภาพันธ์ 2536

**บทคัดย่อ**

จากการหาปริมาณกรดทั้งหมดของกล้วยน้ำว้าสุกอยู่ระหว่าง 0.34-0.36 % กล้วยอบ ปริมาณกรดอยู่ระหว่าง 0.56-0.63% และจากการหาปริมาณน้ำตาลโดยวิธีของ Lane & Eynon กล้วยน้ำว้าสุกมีปริมาณ Reducing sugar 13.46-18.82 % กล้วยอบ 47.31-63.12% Sucrose กล้วยน้ำว้าสุก 7.55-8.13 % กล้วยอบ 10.00-17.75%

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีของกล้วยอบ (จากการราชันแผ่นเทียบสีของ R.H.S.COLOUR Chart)

อุณหภูมิที่เข้ารับการเก็บกล้วยอบที่อุณหภูมิ 5 °C (ตู้เย็น) กล้วยอบมีสีเหลืองทองอ่อน นำมารับประทานและสีเข้มขึ้นเล็กน้อยเมื่อถึงสัปดาห์ที่ 25 อุณหภูมิที่รักษาได้ดีที่สุด แต่กล้วยอบค่อนข้างแข็ง ที่ 10 °C กล้วยอบมีสีเหลืองทองอ่อนสีจะเปลี่ยนมาลงเล็กน้อยในช่วง 12 สัปดาห์แรก และจะเข้มขึ้นเรื่อย ๆ จนมีสีน้ำตาลในช่วง 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 20 °C สัปดาห์ที่ 1 กล้วยจะมีสีเหลืองทองอ่อน สัปดาห์ที่ 2 สีเหลืองเข้มขึ้นและสีค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมน้ำตาล และหลังจาก 12 สัปดาห์สีจะเป็นสีน้ำตาลคล้ำ ส่วนที่ 30 °C นั้น สัปดาห์ที่ 1-4 การเปลี่ยนสีเหมือนการเก็บที่ 20 °C สัปดาห์ที่ 8-12 สีเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ำ

การเคลื่อนกล้วยอบด้วยสารละลายน้ำตาล Sucrose จะรักษาสีได้ดีกว่ากล้วยอบที่ไม่เคลื่อน และจากการเคลื่อนด้วยสารละลายเข้มข้น 40 °B 50 °B 60 °B พบว่าที่ 60 °B จะเก็บรักษาสีกล้วยได้ดีที่สุด การเก็บกล้วยอบกลางแจ้งเป็นเวลานานจะเป็นวิธีที่ดีที่สุดจะรักษาสีรสชาติ กลิ่น ความนุ่ม ความชื้นไว้ได้ดีกว่าวิธีอื่น

ส่วนมะม่วงและมะขามเขื่อนอนั้น พบว่าการเก็บที่สภาวะต่าง ๆ ดังกล่าวแล้วมีผลต่อการเปลี่ยนสีไม่มากนัก

การป้องกันการเปลี่ยนสีด้วยสารละลาย Sodium metabisulphite (NaHSO<sub>3</sub>) Citric acid ผสมสารละลาย Sucrose ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน พบว่าการใช้สารละลายจะช่วยรักษาสีได้ดีกว่ากล้วยอบที่ไม่ใช้สารละลาย และกล้วยอบที่เคลื่อนสารละลายในช่วง 6 เดือนแรกจะมีการเปลี่ยนสีน้อยมาก

## ABSTRACT

**The Browning of Dried Fruits Prevention Process.**

A fruit solar dryer for the industrial scale has been developed for drying 3 kinds of fruits, i.e. bananas, mangoes and tamarinds.

The purpose of this research is on the basis of improving the production process and the quality of products.

Chemical investigation of dried bananas yields acid content 0.56 - 0.63%, reducing sugar 47.31 - 63.12%, and sucrose 10.00 - 17.75%

The factors that affect on color changing of dried fruits are temperature, light intensity, container and packing procedures, and sugar concentration. The color changing interval of dried bananas is affected by  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NaHSO}_3$ , citric and sucrose solution,

About 5 °C is the best temperature to control the color of dried bananas, as the color does not change from light yellow gold to dark brown. The sucrose solution 60 °B and polyethylene plastic of packing in vacuum can prevent the color changing too,

By using the different concentration of sodium metabisulphite, citric acid and sucrose can keep the light yellow gold color of dried bananas for about 6 months

## สารบัญเรื่อง

หน้า

บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	
2.1 การอบแห้งผลไม้.....	4
2.2 การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์.....	6
2.3 การรวมควีนอะไซด์.....	12
2.4 วัตถุประสงค์.....	12
บทที่ 3 ทฤษฎี	
3.1 การเกิดสีน้ำตาล.....	15
3.1.1 ปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาลที่มีเอนไซม์เกี่ยวข้อง.....	15
3.1.2 ปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่มีเอนไซม์เกี่ยวข้อง.....	18
3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดสีน้ำตาล.....	20
บทที่ 4 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
4.1 กระบวนการผลิตผลไม้อบแห้ง.....	23
4.2 การตรวจสอบคุณภาพ.....	27
4.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี.....	28
4.3.1 การวิเคราะห์หาปริมาณการค.....	29
4.3.2 การหาค่า pH ของกล้วย.....	30
4.3.3 การหาปริมาณน้ำตาลโดยวิธีของ Lane & Eynon.....	30
4.3.4 การหาปริมาณน้ำตาลโดยวิธี Refractometry.....	34

4.4 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีของผลไม้อบแห้ง.....	38
4.4.1 อุณหภูมิที่เก็บกล้วยอบ.....	38
4.4.2 ชนิดของวัตถุดิบบรรจุและวิธีการบรรจุกล้วยอบ.....	42
4.4.3 ปัจจัยของแสงต่อการเปลี่ยนสีของกล้วยอบ.....	44
4.4.4 การเคลื่อนกล้วยอบด้วยสารละลายซูโครส.....	45
4.4.5 การใช้สารเคมีป้องกันการเปลี่ยนสีของกล้วยอบ.....	50
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	54
บรรณานุกรม.....	57
ภาคผนวก.....	61

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี  
Rajabhat University

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงคุณค่าทางอาหารของกล้วยพันธุ์ต่าง ๆ.....	13
4.1 ตารางการคานน้ำหนักของกระบวนการอบแห้งกล้วย.....	26
4.2 ปริมาณกรดคาร์บอนิกกล้วยสุกและกล้วยอบ.....	35
4.3 ปริมาณน้ำตาลกลูโคสกล้วย.....	36
4.4 ปริมาณน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโตสกล้วย.....	37
4.5 สีกกล้วยอบเก็บที่อุณหภูมิ 5 °C.....	38
4.6 สีกกล้วยอบเก็บที่อุณหภูมิ 10 °C.....	39
4.7 สีกกล้วยอบเก็บที่อุณหภูมิ 20 °C.....	39
4.8 สีกกล้วยอบเก็บที่อุณหภูมิ 30 °C.....	40
4.9 สีกกล้วยอบเก็บในตู้เย็น.....	44
4.10 สีกกล้วยอบที่เคลือบน้ำเชื่อม 40 °B.....	45
4.11 วิเคราะห์และประเมินผลของกล้วยอบแห้งที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 °C.....	48

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี  
Pibulsongkram Rajabhat University



## สารบัญ

วันที่	หน้า
2.1 การวางแผน Air Collector บนอาคารควบคุม.....	9
2.2 โรงงานอบแห้งผลไม้ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์.....	9
2.3 เครื่องอบแห้งผลไม้ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดอุตสาหกรรม.....	10
2.4 แบบร่างเชิงวางแผนอบผลไม้.....	11
2.5 ภาพตัดทแยงตู้อบแห้ง.....	11
4.1 พลังงานของกระบวนการอบแห้งกล้วย.....	25
4.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงในระยะเวลาต่างกันที่อุณหภูมิต่างกัน.....	41
4.3 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงเมื่อปริมาณวัสดุและวิธีการต่างกัน.....	43
4.4 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของกล้วยอบเคลื่อนสารละลายในเตาสุรโครส และน้ำผึ้ง.....	47
4.5 กราฟแสดงสีของมะขามและมะม่วงแช่อบแห้งเทียบกับเวลา.....	49
4.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงกล้วยอบที่พบสารละลายต่างกันได้.....	52

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี  
Pibulsongkram Rajabhat University

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อการวิจัย

ในปัจจุบันนี้ประเทศไทยกำลังพัฒนาเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมที่ได้จากผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่ค่อยส่งเป็นสินค้าในรูปวัตถุดิบ ส่วนมากจะได้รับการพัฒนาแปรรูปเพื่อให้อายุคงทนและเพิ่มมูลค่าและราคาของสินค้า ผลิตภัณฑ์จากทางด้านการเกษตรกรรมพวกผลไม้ต่าง ๆ เช่น กุ้ง กล้วย มะม่วง สับปะรด ซึ่งจะให้ผลตามฤดูกาลเป็นปริมาณมาก เฉพาะในช่วงนี้เท่านั้น ทำให้ถูกจำกัดระยะเวลาในการจำหน่ายทำให้ราคาของผลิตภัณฑ์และเกิดการเสียหายแก่ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ จึงมีการแก้ปัญหาโดยการนำวัตถุดิบที่ได้มาแปรรูปตามกรรมวิธีต่าง ๆ กัน ทั้งนี้เพื่อการถนอมอาหารเพิ่มมูลค่าและจำหน่ายได้ราคาสูงขึ้น

กล้วยอบเป็นสินค้าที่มีชื่อเสียงของจังหวัดอุตรดิตถ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้วยอบจากอำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดอุตรดิตถ์ หารายได้ให้แก่ชาวชนบทมีมูลค่าประมาณ 150 ล้านบาทต่อปี และได้มีการพัฒนาจนมีการส่งเป็นสินค้าออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ เช่น ฮองกง สิงคโปร์ ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา แต่ยังคงมีปัญหาในด้านคุณภาพเพราะการตากแดดเดิมเป็นอุตสาหกรรมนคริวเรือน ตากในฤดูฝนจะเกิดเชื้อรา ฤดูหนาวความชื้นไม่พอทำให้หน่อแมลงวันทองไม่ตาย ฤดูร้อนถึงแม้จะตากแดดก็ยังมีฝุ่นมากทำให้สกปรกและเกิดหนอน แต่ในปัจจุบันการตากกล้วยได้พัฒนาเป็นการใช้ตู้อบด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และบางส่วนนำซื้อด้วยเครื่องอบแห้งผลไม้ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กอุตสาหกรรม (วัฒนพงษ์ และคณะ 2534) ทำให้การผลิตกล้วยอบและผลไม้อบแห้งชนิดอื่น ๆ ประสบความสำเร็จอย่างดียิ่งจัดปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับทางด้านคุณภาพทั้งกล้วยแล้วก็ได้ แต่เมื่อเก็บผลไม้ตากแห้งหรืออบแห้งโดยเฉพาะกล้วยอบหรือกล้วยอบไว้เก็บหนึ่งเดือนขึ้นไปสีของกล้วยจะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจนกระทั่งเป็นสีน้ำตาลดำเข้มไม่น่ารับประทาน คุณภาพจะเสื่อมลงเป็นอุปสรรคในการจำหน่าย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้าทดลองหาวิธีการยืดอายุหรือป้องกันการเปลี่ยนสีของผลไม้อบแห้ง โดยเฉพาะกล้วยอบแห้งไว้

าทำคืนมากที่สุดเพื่อรักษาคุณภาพให้เป็นที่ยอมรับของตลาดการจำหน่าย และนำความรู้จากการวิจัยนี้มาใช้ประโยชน์ในด้าน การเพิ่มคุณภาพสินค้าประเภทผลไม้ตากหรืออบแห้ง เพื่อเป็นการเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรและอุตสาหกรรมการแปรรูปผลไม้อบแห้งอันจะส่งผลดีต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณกรดและน้ำตาล และปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีของผลไม้ออบแห้ง
2. เพื่อหาวิธีการป้องกันการเปลี่ยนสีของผลไม้ออบแห้งไม่ให้เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ำหากที่เสียราคาจำหน่าย
3. เพื่อหาวิธีถนอมคุณค่าของผลไม้ออบแห้งให้เก็บไว้ได้นาน ๆ
4. เพื่อเผยแพร่ความรู้และแนะนำวิธีการถนอม การป้องกันการเกิดสี เนื่องจาก การเก็บไว้เป็นระยะเวลาานของผลไม้ออบแห้ง เช่น ขนุนแช่อิ่ม อบแห้ง สับปะรดแช่อิ่มอบแห้งกล้วยอบแห้ง
5. เพื่อเป็นแหล่งพัฒนาและฝึกงานวิจัยของนักศึกษาและชุมชน

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ผลไม้ออบแห้ง (การทดลองส่วนมากจะใช้วิธีการอบในเตาอบแห้งผลไม้ขนาดอุตสาหกรรมมากกว่าตากแดดตามธรรมชาติ ดังนั้นจึงจะเรียกว่าผลไม้ออบแห้งแทนคำว่าผลไม้ตากแห้ง) และผลไม้ที่เข้ารับการทดลอง กล้วยน้ำว้า มะม่วง มะขาม ซึ่งเป็นผลไม้ที่ผลิตผลผลิตความอดุลกาลินในปริมาณที่ค่อนข้างสูง
2. หาปริมาณกรดและน้ำตาลและปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีของผลไม้ออบแห้ง คือ อุณหภูมิ การเก็บรักษา ความเข้มของแสง ภาวะและวิธีการบรรจุหีบห่อ การใช้สารละลาย ascorbic acid สารละลาย  $\text{NaHSO}_3$  และ citric acid ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน
3. ทดลองหาวิธีป้องกันการเกิดสีของผลไม้ออบแห้งโดยวิธีการทางฟิสิกส์ตามปัจจัยทางฟิสิกส์ที่หากทำให้เกิดการเปลี่ยนสีดังกล่าวแล้ว
4. ใช้สารเคมีดังกล่าวแล้วทดลองป้องกันการเปลี่ยนสีของผลไม้ออบแห้ง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. นำผลการวิจัยไปแนะนำเกษตรกรในพื้นที่ ๆ เกษตรกรทาบเป็นอุตสาหกรรมภายในบ้าน  
ทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีขึ้น
2. หาวิธีการยืดอายุการเปลี่ยนสีของผลไม้อบแห้งออกใบประมาณ 3-12 เดือน  
หากได้ผลผลิตที่ได้จากการแปรรูปคุณภาพ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค
3. เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนากระบวนการผลิตผลไม้อบแห้งที่ทาบเป็นอุตสาหกรรม

ต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี  
Pibulsongkram Rajabhat University