

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุเคมี

1. กลั้วย่น้ำว้า (จากตลาดศิริวัฒนา อ.เมือง จ.เชียงใหม่)
2. น้ำตาลทราย (ตรามิตรผล)
3. เกลือ (Sodium Chloride ตราปรงทิพย์)
4. ซอร์บิทอล (Sorbitol, Food grade)
5. กรดซิตริก (Citric acid, Food grade)
6. กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid BP/Vitamin C fine powder, Food grade)
7. โซเดียมเอริโทเรต (Sodium erythorbate, Food grade)
8. แคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride, Food grade)

3.2 สารเคมี

1. กรดไดไนโตรซาลิไซลิก (DNS ; Dinitrosalicylic acid : Fluka, Switzerland)
2. กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid : Merck, Germany)
3. กรดบอริก (Boric acid : Merck, Germany)
4. กรดอะซิติก (Acetic acid : BDH, England)
5. กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid : LAB-SCAN, Ireland)
6. กลูโคส (Glucose : Merck, Germany)
7. คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulfate : Merck, Germany)
8. ซิงค์อะซิเตตไดไฮเดรต (Zinc acetate dehydrate : Univar, Australia)
9. ซิลินเนียมไดออกไซด์ (Silinium dioxide : J.T.Baker, USA)
10. โซเดียมซัลเฟต (Sodium sulfate : Merck, Germany)
11. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide : J.T.Baker, USA)
12. ไดเอทิลอีเทอร์ (Diethyl ether : LAB-SCAN, Ireland)
13. โบรโมครีซอลกรีน (Bromocresol green : Fluka, Switzerland)
14. โพแทสเซียมโซเดียมทาร์เตต (Potassium sodium tartate : Univar, Australia)
15. โพแทสเซียมเฟอร์โรไซยาไนด์ (Potassium ferro cyanide : Univar, Australia)

16. ฟีนอล์ฟธาเลิน (Phenolphthalein : Fisher Scientific, U.K.)
17. เมทิลีนบลู (Methylene blue : Scientific, U.K.)
18. เมทิลเรด (Methyl red : May&Baker, USA)
19. เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol : Merck, Germany)

3.3 อุปกรณ์

3.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตกล้วยน้ำว้าอบ

1. เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดหมุน (โดยใช้แก๊ส) (Rotary tray dryer ; JR ริกกี้ : เตาอบรุ่นสีทอง, Likhitchewan Co., Ltd., Thailand) มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้ ตู้อบแห้งรูปทรงสี่เหลี่ยมขนาด 1.28 x 1.23 x 1.75 ลูกบาศก์เมตร ภายในมีถาดอบแห้งเรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ จำนวน 16 ถาด ถาดอบแห้งมีขนาด 0.8 x 0.8 ตารางเมตร ทำด้วยสแตนเลส ด้านล่างมีรูระบายอากาศ สามารถถอดกล้วยได้ 60 ลูกต่อ 1 ถาด ถาดจะหมุนในแนวราบเมื่อเริ่มเปิดเครื่อง ด้านใต้ของตู้จะมีแผ่นของรังผึ้งเตาสำหรับจุดไฟ ซึ่งจะมีท่อต่อออกไปเชื่อมกับถังแก๊ส ด้านหน้าของตู้อบแห้งมีประตูสำหรับนำถาดวัสดุเข้า - ออกจากตู้อบแห้ง มีปุ่ม ปิด เปิด และหมุน (สำหรับหมุนให้ถาดอยู่ในระยะที่นำเข้า - ออกได้ง่ายเมื่อปิดเครื่อง) และมีช่องกระจกให้ดูผลิตภัณฑ์ในระหว่างการอบแห้งอยู่ด้านบนของบานประตู

2. เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ (Solar tunnel dryer : Hohenheim University, Germany) เครื่องอบแห้งมีพื้นที่รับรังสี 4 x 1.2 ตารางเมตร แผ่นรับรังสีทำด้วยโลหะพ่นด้วยสีดำด้าน วางซ้อนด้วยตะแกรงโลหะพ่นสีดำ การไหลเวียนของอากาศเป็นแบบผสม โดยคิดพัดลมดูดอากาศขนาด 2 โวลต์ 0.9 แอมป์ จำนวน 2 ตัว ส่วนหลังคาของเครื่องอบแห้งปิดด้วยกระจกใสเอียงทำมุมประมาณ 45 องศาับแนวระดับ ตัวเครื่องสูง 0.95 เมตร สามารถอบกล้วยได้ครั้งละ 450 ลูก

3. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) วัดอุณหภูมิได้สูงสุด 100 องศาเซลเซียส

3.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

1. ตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้า (Hot air oven ; Termaks : Model T111UV, Bergen-Norway)
2. ตู้อบลมร้อนระบบสุญญากาศ (Vacuum oven ; WTB Binder : VD23, Scientific promotion Co., Ltd., Germany)

3. เครื่องย่อยสำหรับวิเคราะห์โปรตีน (Digestion unit ;Tecator, Sweden)
4. เครื่องกลั่นโปรตีน (2100 Kjetec Distillation Unit ; Foss Tecator, Sweden)
5. ชุดวิเคราะห์โปรตีน/ไนโตรเจนทั้งหมด ด้วยวิธีเคลดาล์ (Kjeldahl Method)
6. ชุดวิเคราะห์ไขมัน โดยวิธีซอกซ์เลต (Soxhlet extraction apparatus)
7. เตาเผาเถ้า (Muffle Furnace ; Gallenkamp, England)
8. ชุดวิเคราะห์ปริมาณกากโดยวิธีการย่อยด้วยกรดและค้าง
7. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer : model Biomate 5, Unicam Co., Ltd., England)
8. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical balance ; Sartorius : Model A120S, Germany)
11. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Analytical balance ; Ohaus : Model Precision Standard)
12. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath ; Gallenkamp, England)
13. โถดูดความชื้น (Desicator ; Glaswerk : Model GL. 32, Wertheim)

3.3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์

1. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (Microprocessor pH-meter ; WTW : pH 537, Germany)
2. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer : model Biomate 5, Unicam Co., Ltd., England)
3. เครื่องวัดค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (Water Activity Meter ; AquaLab : model series 3, Decagon Devices Inc., USA)
4. ตู้อบลมร้อนระบบสุญญากาศ (Vacuum oven ; WTB Binder : VD23, Scientific promotion Co., Ltd., Germany)

3.3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

1. เครื่องวัดสี (Minolta Chroma Meter : Model CR-300, Yamamoto Trading Co., Ltd., Japan)
2. เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser ; Instron : Model CR-5565, Instron Crop.)

3.3.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

1. ชุดอุปกรณ์ทดสอบชิม
2. แบบสอบถาม (รายละเอียดในภาคผนวก ข)

3.4 วิธีการทดลอง

การทดลองแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

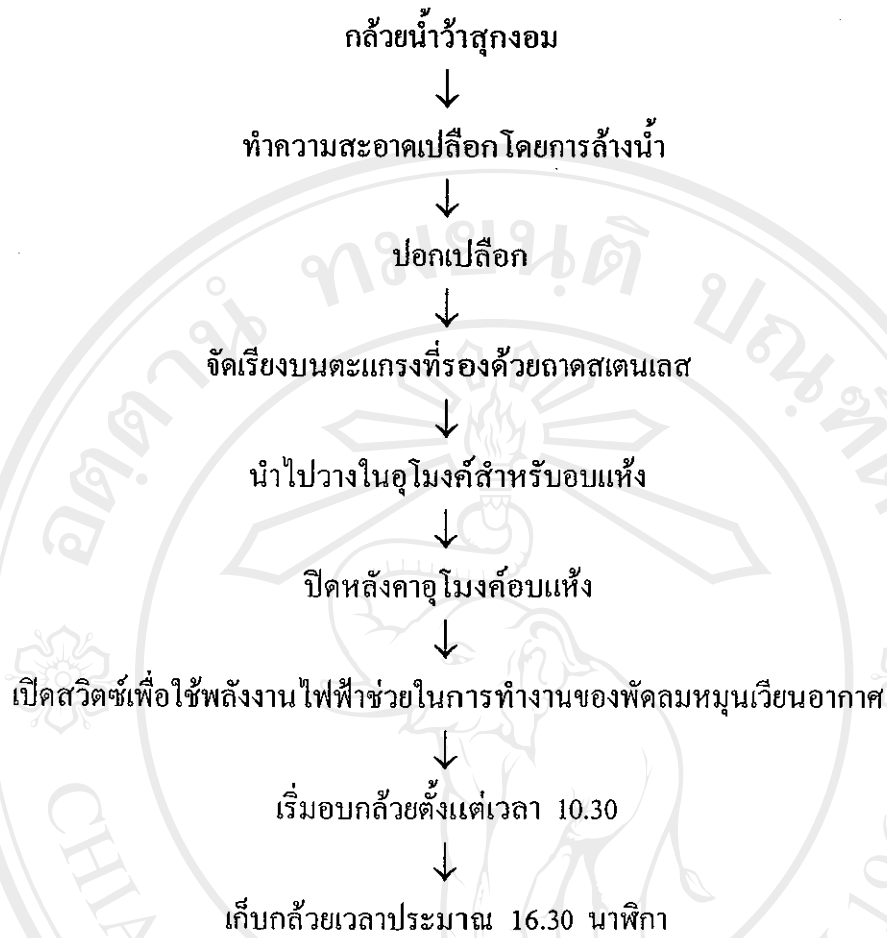
ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของกล้วยน้ำว้าสุก

วิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของกล้วยน้ำว้าสุก ได้แก่

1. ปริมาณความชื้น โดยใช้ตู้อบลมร้อนระบบสุญญากาศ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 6 ชั่วโมง (AOAC, 2000)
2. ปริมาณโปรตีน โดยวิธีเคลดาล์ท (Kjeldahl Method) (AOAC, 2000)
3. ปริมาณไขมัน โดยวิธีซอล์กเกต (Soxhlet extraction) (AOAC, 2000)
4. ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมด โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer (James, 1995)
5. ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) (AOAC, 2000)
6. ปริมาณเถ้า (AOAC, 2000)
7. ปริมาณเส้นใย (AOAC, 2000)

ตอนที่ 2 การศึกษาคุณภาพของกล้วยน้ำว้าอบ ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ และเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดหมุน

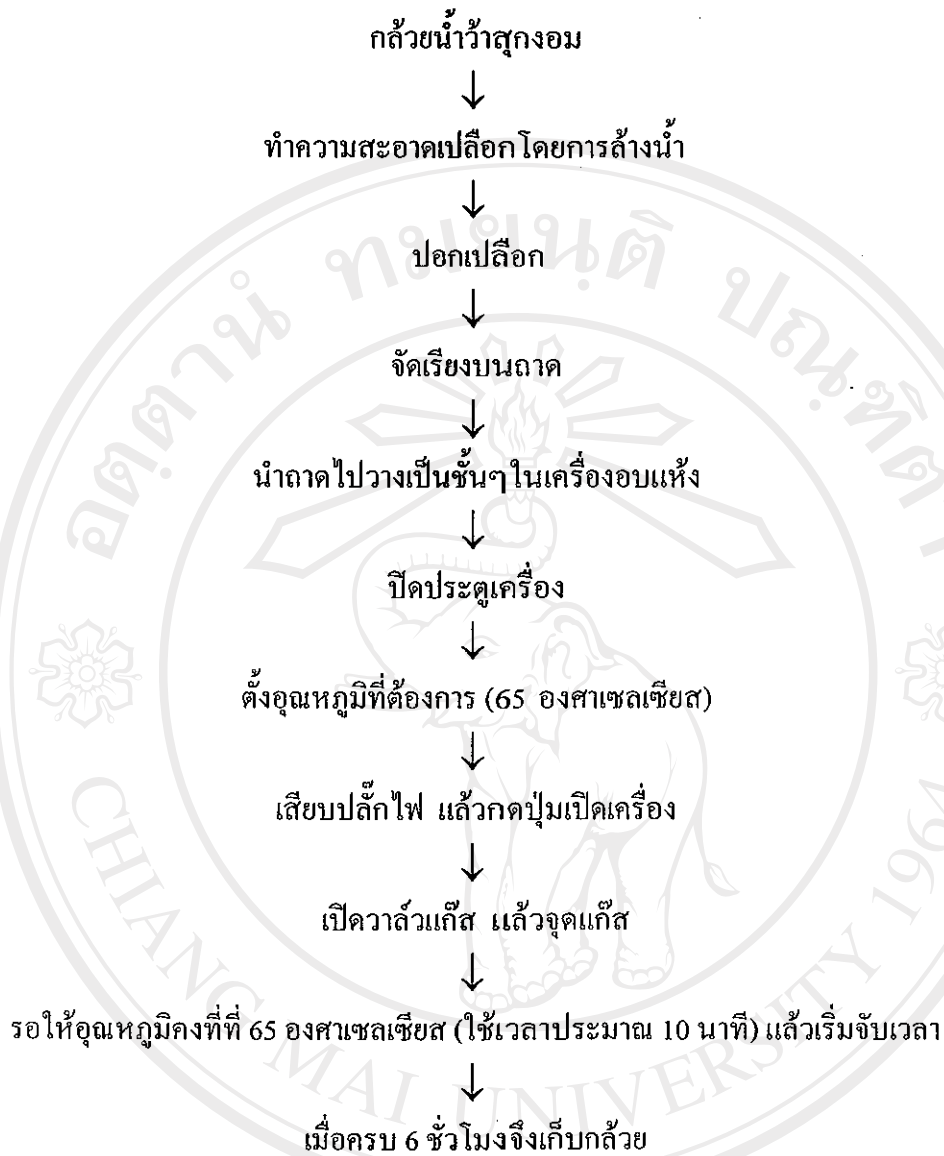
ทำการอบกล้วยน้ำว้า ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ และเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดหมุนอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส โดยแต่ละเครื่องจะใช้เวลาอบทั้งหมด 18 ชั่วโมง วัสดุที่ใช้คือ กล้วยน้ำว้าสุกอม โดยมีวิธีการเตรียมวัสดุคือ คัดเลือกกล้วยน้ำว้าที่เริ่มสุก มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4 เซนติเมตร ยาวประมาณ 8.5 เซนติเมตร มาบ่มในกล่องแล้วคลุมด้วยกระดาษเป็นเวลา 3 วัน จะได้กล้วยน้ำว้าสุกอมซึ่งมีค่าแรงเหวี่ยงประมาณ 8.27 นิวตัน ขั้นตอนการผลิตกล้วยอบ ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์และเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดหมุน แสดงดังรูปที่ 3.1 และ 3.2 ตามลำดับ



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตก๊วยน้ำว้อบด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์

หมายเหตุ : แต่ละสิ่งทดลองใช้ก๊วยน้ำว้จำนวน 6 ลูก อบวันละ 6 ชั่วโมงเป็นเวลา 3 วัน และทำการวัดอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งทุกๆ 30 นาทีเริ่มตั้งแต่เวลา 10.00 – 16.30 นาฬิกา โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ แล้วนำผลที่บันทึกได้มาสร้างกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอุณหภูมิของเครื่องอบแห้ง

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการผลิตถ่วงอบด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดหมุน

หมายเหตุ : แต่ละสิ่งทดลองใช้ถ่วงน้ำว่าจำนวน 6 ลูก อบวันละ 6 ชั่วโมงเป็นเวลา 3 วัน

หลังจากอบในแต่ละวัน จะต้องนำถ่วงมาเก็บในถุงพลาสติก แล้วปิดปากถุงให้สนิท เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อให้เกิดการหมักและการแพร่ของความชื้นภายในผลถ่วงอย่างสม่ำเสมอ ก่อนที่จะนำมาอบในวันต่อไป และภายหลังจากอบวันที่ 2 ต้องนำถ่วงมากดคลึงให้แบนเพื่อให้ น้ำตาลในถ่วงออกมาเคลือบที่ผิว วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพของถ่วงทั้งก่อนและ หลังอบแห้ง

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

1. ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer (James, 1995)
2. ค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้เครื่อง Microprocessor pH-meter
3. ค่ากัมมันตภาพน้ำ โดยใช้เครื่อง Water Activity Meter
4. ปริมาณความชื้น โดยใช้ตู้อบลมร้อนระบบสูญญากาศอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 6 ชั่วโมง (AOAC, 2000)

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1. ค่าสีระบบ Hunter โดยวัดค่า Lightness, Chroma และ Hue ด้วยเครื่อง Minolta Chroma Meter
2. เนื้อสัมผัส (ค่าแรงเฉือน : Shear force) โดยใช้เครื่อง Texture Analyser (Instron)

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

ตอนที่ 3 การศึกษาผลของวิธีการปฏิบัติขั้นต้น ต่อคุณภาพของกล้วยน้ำว้าอบ ด้วยเครื่องอบแห้งทั้งสองชนิด

ปัจจัยที่ศึกษา คือ วิธีการปฏิบัติขั้นต้น (Pretreatment) ก่อนนำกล้วยไปอบแห้ง ได้แก่

1. แช่สารละลายซอร์บิทอล ความเข้มข้นร้อยละ 30
2. แช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1 กรัมต่อลิตร
3. แช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1 กรัมต่อลิตร
4. แช่สารละลายซูโครส ความเข้มข้นร้อยละ 30
5. แช่สารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้นร้อยละ 0.5
6. แช่สารละลายกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้นร้อยละ 0.5
7. แช่สารละลายโซเดียมอิริโทรมัท ความเข้มข้นร้อยละ 0.5
8. แช่สารละลายกรดผสม (ซิตริก : แอสคอร์บิก, อัตราส่วน 1 : 1) ความเข้มข้นร้อยละ 0.5
9. นึ่งกล้วยทั้งเปลือกด้วยไอน้ำ นาน 20 นาที แล้วทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว
10. ไม่ผ่านการปฏิบัติขั้นต้น
11. ชุดควบคุม (แช่น้ำกลั่น)

สำหรับปัจจัยที่ 1-8 และปัจจัยที่ 11 จะนำกล้วยน้ำว้าสุกงอมที่ทำความสะอาดแล้ว มาปอกเปลือก แล้วแช่ในสารละลายชนิดต่างๆ (1-8 และ 11) เป็นเวลา 15 นาที (ใช้อัตราส่วนกล้วยต่อสารละลาย คือ 1 : 2 คนด้วย Spatula พลาสติกทุกๆ 1 นาที)

ส่วนปัจจัยที่ 9 จะนำกล้วยน้ำว้าที่ทำความสะอาดแล้ว ไปนึ่งทั้งเปลือกด้วยไอน้ำในลังถึง นาน 20 นาที แล้วทำให้เย็นอย่างรวดเร็วโดยแช่ในน้ำผสมน้ำแข็ง

และปัจจัยที่ 10 จะนำกล้วยน้ำว้าที่ทำความสะอาดแล้ว มาปอกเปลือก

กล้วยที่ผ่านการปฏิบัติขั้นต้นวิธีต่างๆ ชุดที่ไม่ผ่านการปฏิบัติขั้นต้น และชุดควบคุม มาจัดเรียงบนตะแกรงหรือถาด แล้วนำไปอบด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ และเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดหมุน หลังจากอบในแต่ละวันจะนำกล้วยมาเก็บในถุงพลาสติก ปิดปากถุงให้สนิทเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ก่อนจะนำมาอบในวันต่อไป และหลังจากอบวันที่ 2 ต้องกดคลึงกล้วยให้แบนซึ่งในแต่ละเครื่องจะใช้เวลาอบทั้งหมด 18 ชั่วโมง นำผลิตภัณฑ์ไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ เช่นเดียวกับตอนที่ 2

ตอนที่ 4 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์กล้วยน้ำว้าอบ

เนื่องจากต้องการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้สารละลายซอร์บิทอล ในขั้นตอนการปฏิบัติขั้นต้น เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กล้วยน้ำว้าอบ โดยจะนำสารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ มาแช่กล้วย ก่อนนำไปอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งทั้งสองชนิด เปรียบเทียบกับสิ่งทดลองที่ไม่ผ่านการปฏิบัติขั้นต้น ทำการศึกษาผลการยอมรับของผู้บริโภคเพื่อนำข้อมูลไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกล้วยน้ำว้าอบ 6 ตัวอย่าง คือ

1. กล้วยน้ำว้าอบที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายซอร์บิทอลความเข้มข้นร้อยละ 10 นาน 15 นาที แล้วอบด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์
2. กล้วยน้ำว้าอบที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายซอร์บิทอลความเข้มข้นร้อยละ 20 นาน 15 นาที แล้วอบด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์
3. กล้วยน้ำว้าอบที่ไม่ผ่านการปฏิบัติขั้นต้นอบด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์
4. กล้วยน้ำว้าอบที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายซอร์บิทอลความเข้มข้นร้อยละ 10 นาน 15 นาที แล้วอบด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดหมุน

5. กลัวย่น้ำว้าอบที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายซอร์บิทอลความเข้มข้นร้อยละ 20 นาน 15 นาที แล้วอบด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดหมุน
6. กลัวย่น้ำว้าอบที่ไม่ผ่านการปฏิบัติขั้นต้น อบด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดหมุน

ใช้วิธีทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 5 - Point Hedonic Scale โดยแบ่งสเกลเป็น 5 คะแนน จากชอบมากจนถึงไม่ชอบมาก (5 = ชอบมาก 4 = ชอบ 3 = เฉยๆ 2 = ไม่ชอบ 1 = ไม่ชอบมาก) ใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไปจำนวน 50 คน โดยให้ผู้ทดสอบชิมกรอกคะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ คือ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความแข็ง (Hardness) ความเหนียว (Chewiness) ความน้ำ (Juiciness) ความหวาน และการยอมรับโดยรวม

นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)