บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์

วัตถุดิบที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์

- ผลิตภัณฑ์แยมสตรอเบอรีตราอิมพีเรียล
- ผลิตภัณฑ์แยมสตรอเบอรีตราเบส์ทฟูดส์
- ผลิตภัณฑ์แยมสตรอเบอรีตรา Smucker's
- ผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้สตรอเบอรีตราอิมพีเรียล
- ผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้สตรอเบอรีตราเบส์ทฟูดส์
- ผลิตภัณฑ์ทอปปิงสตรอเบอรีตราควีน
- ผลิตภัณฑ์ทอปปิงสตรอเบอรีตรา Comstock

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแยม ไส้ผลไม้และทอปปิงสตรอเบอรี

- สตรอเบอรี (พันธุ์ 329, TSS 7.93±0.12 % และ pH 3.65± 0.07)
- น้ำตาลทราย (Mitrphol, Thailand)
- น้ำ
- เพกทิน (O.V. Chemical & Supply, Thailand)
- กรดซิตริกหรือกรดมะนาว (O.V. Chemical & Supply, Thailand)
- แป้งดัดแปร National 466 (National Starch, Thailand)
- ซูคราโลส (JK Sucralose Inc, China)
- Erythritol (Foodsfield International Co.,LTD, Thailand)
- แซนแทนกัม (O.V. Chemical & Supply: Thailand)
- แป้ง (Star, Thailand)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตแยม ไส้ผลไม้และทอปปิ้งสตรอเบอรี

- หม้อ
- ไม้พาย
- เหยือกสแตนเลท
- ขวดแก้วขนาด 4,16 ออนซ์ พร้อมฝาปิด
- ทัพพี
- ถ้วย ช้อน กะละมัง
- เตาแกส
- ตู้แช่เยือกแข็ง
- ถุงพลาสติกและยางรัด
- เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (A&D model EK-6101, China)
- เครื่องชั่ง (A&D model SK5001WP, China)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์

- เครื่องวัดสี (Chroma meter model CR-400, KONICA MINOLTA, Japan)
- เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ด้วย Digital refractometer (Atago, Japan)
- เครื่องวัดค่าวอร์เตอร์แอคติวิตี (AquaLab Lite, Decagon Device Inc, USA)
- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (TA.XT2 Texture analyzer, Stable Micro System, UK)
- เครื่องวัดความข้นหนืด (Bostwick consistometer)
- เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (Prion520A, USA)
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (A&D model HR202i, Japan)
- เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (A&D model FX2000i, Japan)
- เครื่องปั่น (Blender, National: Model MX-T700 GN, Taiwan)
- บีกเกอร์ขนาด 50, 100, 500 มิลลิลิตร
- แท่งแก้ว

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

- บิวเรตขนาด 25, 50 มิลลิลิตร
- ขวดรูปชมพู่ขนาด 200 มิลลิลิตร
- กระดาษกรองเบอร์ 4
- เครื่องปั่น (Phillip: Model HR2011, Indonesia)
- ขวดปรับปริมาตรขนาด 100, 500 และ 1,000 มิลลิลิตร
- ตู้อบลมร้อน
- Moisture can
- ขวดน้ำกลั่น
- ไมโครปิเปต 10 มิลลิลิตร
- หลอดหยด

สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์

- โซเดียมไฮดรอกซ์ไซด์ (Sodium hydroxide; NaOH, Merck, Germany)
- น้ำกลั่น
- อินดิเคเตอร์ฟีนอฟธาลีน (Phenolphthalein ร้อยละ 1; $C_{20}H_{14}O_4$)
- โพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลท (Potassium Hydrogen Phthalate; $KC_8H_5O_4$)
- Methylene Blue (Lab-scan, Thailand)
- $Na.K.H_4O_6.4H_2O$ (Rochelle salt, Brightchem SDN BHD, New Zealand)
- $CuSO_4.5H_2O$ (Fluka, USA)
- $K4Fe(CN)_6.3H_2O$ (Fluka, USA)
- $ZnOAc.2H_2O$ (Fluka, USA)
- กรดอะซิติก (Absolute acetic acid, J.T.Baker, USA)
- กรดไฮโดรคลอริก (HCl, Lab-scan, Thailand)

เครื่องประมวลผลทางสถิติ

- เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal computer)
- โปรแกรมคำนวณสำเร็จรูป

3.2 วิธีการทดลอง

การดำเนินงานแบ่งออกเป็น 10 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์คุณภาพเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์

สำรวจข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายทางการค้า แยมสตรอเบอรี ไส้ผลไม้สตรอเบอรีและทอปปิงสตรอเบอรี โดยนำผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายตามท้องตลาดมาวิเคราะห์เพื่อประเมินคุณภาพในด้านเคมีและกายภาพต่างๆ ดังนี้

- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)
- ค่าวอร์เตอร์แอคติวิตี (Water activity, a_w) ด้วย Water activity meter (AquaLab Lite, Decagon Device Inc, USA)
- ค่าสี (Chroma meter model CR-400, KONICA MINOLTA, Japan)
- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ด้วย Digital refractometer (Atago, Japan)
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH-meter, Drion: 520A, USA)
- ค่า firmness ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer รุ่น TA.XT Plus (Stable Micro Systems, UK) ใช้หัววัดทรงกระบอกขนาด 6 มิลลิเมตร ระยะกดจากผิวหน้าตัวอย่าง 20 มิลลิเมตร
- ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ด้วย Bostwick consistometer

ตอนที่ 2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมสตรอเบอรี

2.1 การศึกษาเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์แยมสตรอเบอรีที่ผลิตจากการเตรียมสตรอเบอรีโดยใช้เทคนิคออสโมติกดีไฮเดรชันกับผลิตภัณฑ์แยมสตรอเบอรีที่ผลิตแบบดั้งเดิม

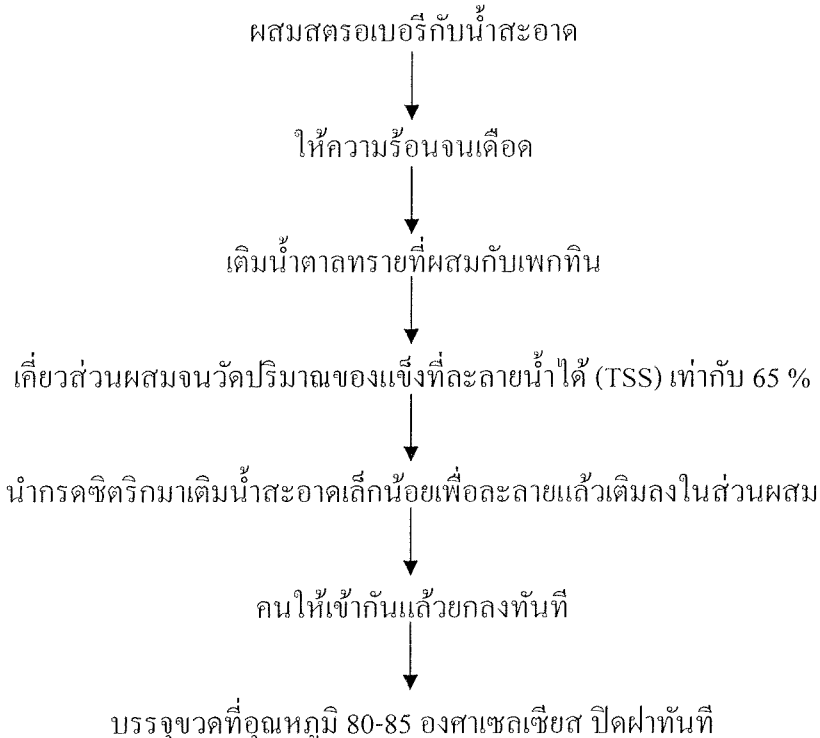
ทำการทดลองเปรียบเทียบแยมสตรอเบอรีที่ผลิตจากการเตรียมสตรอเบอรี โดยใช้เทคนิคออสโมติกดีไฮเดรชันกับผลิตภัณฑ์แยมสตรอเบอรีที่ผลิตแบบดั้งเดิม วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) จำนวน 2 สิ่งทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 สตรอเบอรีสด ล้างน้ำและตัดแต่งแล้ว

สิ่งทดลองที่ 2 สตรอเบอรีที่ใช้เทคนิคออสโมติกดีไฮเดรชัน เตรียมจากนำสตรอเบอรีสด ล้างน้ำและตัดแต่งแล้วคลุกกับน้ำตาลทราย (ใช้น้ำตาลทรายครึ่งหนึ่งจากสูตร) ใน อัตราส่วนสตรอเบอรีสดต่อน้ำตาลทรายเท่ากับ 2:1 นำไปแช่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนน้ำตาลละลายหมด

ส่วนผสมและกระบวนการผลิตแยมสตรอเบอรี

สตรอเบอรี (พันธุ์ 329, TSS 7.93±0.12 % และ pH 3.65± 0.07)	500	กรัม (ร้อยละ 43.029)
น้ำตาลทราย (Mitrphol, Thailand)	500	กรัม (ร้อยละ 43.029)
น้ำ	150	กรัม (ร้อยละ 12.909)
เพกทิน (O.V. Chemical & Supply: Thailand)	10	กรัม (ร้อยละ 0.861)
กรดซิตริกหรือกรดมะนาว (O.V. Chemical & Supply: Thailand)	2	กรัม (ร้อยละ 0.172)

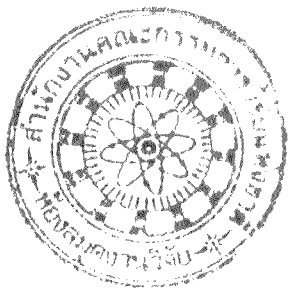


ภาพที่ 3.1 กระบวนการผลิตแยมสตรอเบอรี
ดัดแปลงสูตรและกรรมวิธีการผลิตเบื้องต้นจาก อิศรพงษ์ (2542)

ทำการผลิตแยมสตรอเบอรีที่ผลิตจากการเตรียมสตรอเบอรีโดยใช้เทคนิคออสโมติกดีไฮเดรชันกับผลิตภัณฑ์แยมสตรอเบอรีที่ผลิตแบบดั้งเดิม จากนั้นนำไปตรวจคุณภาพดังนี้

- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)
- ค่าวอร์เตอร์แอคติวิตี (Water activity, a_w) ด้วย Water activity meter (AquaLab Lite, Decagon Device Inc, USA)
- ค่าสี (Chroma meter model CR-400. KONICA MINOLTA, Japan)
- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ด้วย Digital refractometer (Atago, Japan)
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH-meter, Drion: 520A, USA)
- วัดแรงกดค่า firmness ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer รุ่น TA.XT Plus (Stable Micro Systems, UK) ใช้หัววัดทรงกระบอกขนาด 6 มิลลิเมตร ระยะกดจากผิวหน้าตัวอย่าง 20 มิลลิเมตร
- การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-point hedonic scale) (Peryam and Pilgrim, 1957) โดยให้คะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวม สีแดง การทากลิ่นรสสตรอเบอรี และรสหวาน ทดสอบกับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 120 คน ซึ่งเป็นผู้ที่รับประทานสตรอเบอรี และผลิตภัณฑ์จากสตรอเบอรี การนำเสนอตัวอย่างในถ้วยพลาสติกขนาด 1 ออนซ์พร้อมขนมปัง แต่ละตัวอย่างจะถูกกำหนดด้วยรหัสเลขสุ่ม 3 ตัว สุ่มลำดับการนำเสนอ และเสิร์ฟตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส)

การวิเคราะห์ทางสถิติ นำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 16.0 (SPSS Inc., Chicago, USA)



2.2 การศึกษาผลิตภัณฑ์แยมสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาล

จากสูตรที่เหมาะสมในการทดลอง 2.1 นำมาทำการทดลองเปรียบเทียบแยมสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาลกับผลิตภัณฑ์แยมสตรอเบอรีสูตรปกติ วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) จำนวน 2 สิ่งทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 แยมสตรอเบอรีสูตรปกติ

สิ่งทดลองที่ 2 แยมสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาล

ผลิตภัณฑ์แยมสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาล

ผลิตภัณฑ์ลดน้ำตาล ตามเงื่อนไขการกล่าวอ้างทางโภชนาการ ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 เรื่องฉลากโภชนาการ การที่จะกล่าวอ้างว่า ผลิตภัณฑ์นั้นเป็นผลิตภัณฑ์ลดน้ำตาลต้องลดปริมาณน้ำตาลลงตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไป เมื่อเทียบกับอาหารอ้างอิง (กระทรวงสาธารณสุข, 2541) โดยในการทดลองนี้จะทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาลลงร้อยละ 30 ซึ่งจะใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลคือ Erythritol ร่วมกับซูคราโลส เนื่องจาก Erythritol จะเป็นสารให้ความหวานที่ไม่ให้พลังงานและเมื่อนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์แยมสูตรลดน้ำตาลจะให้เนื้อสัมผัสเหมือนกับผลิตภัณฑ์แยมสูตรปกติต่างจากการใช้ซูคราโลสเป็นสารทดแทนความหวานเพียงอย่างเดียว โดยสามารถคำนวณปริมาณการใช้ Erythritol และซูคราโลส ดังนี้

แยมสตรอเบอรีสูตรปกติใช้น้ำตาล 500 กรัม

ปริมาณน้ำตาลที่ลดลงร้อยละ 30 มีค่าเท่ากับ 1000*30/100= 150 กรัม ในที่นี้จะลดปริมาณน้ำตาลลง 162 กรัม และใช้ Erythritol 162 กรัม (เนื่องจากโดยทั่วไปแล้ว ปริมาณน้ำตาลในแยมสตรอเบอรี นอกจากจะมาจากน้ำตาลที่เติมลงไปแล้ว ในวัตถุดิบสตรอเบอรีมีน้ำตาลอยู่ด้วย ทำให้ในแยมสตรอเบอรีสูตรปกติจะมีน้ำตาลมากกว่า 500 กรัม หากลดปริมาณน้ำตาลในสูตรเพียง 150 กรัม อาจทำให้แยมที่ได้ลดน้ำตาลลงไม่ถึงร้อยละ 30)

เนื่องจาก Erythritol มีความหวานเท่ากับร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับน้ำตาล ดังนั้นความหวานของน้ำตาลที่ยังขาดอยู่จะเท่ากับ 162-(162*70/100) = 48.6 กรัม เทียบระดับความหวาน ดังนี้

ซูคราโลสมีความหวาน 600 เท่าของน้ำตาลทราย

น้ำตาลทราย 1 กรัมเทียบเท่ากับซูคราโลส = 1/600 = 0.0017 กรัม

น้ำตาลทราย 48.6 กรัมเทียบเท่ากับซูคราโลส = 48.6*0.0017 = 0.0826 กรัม

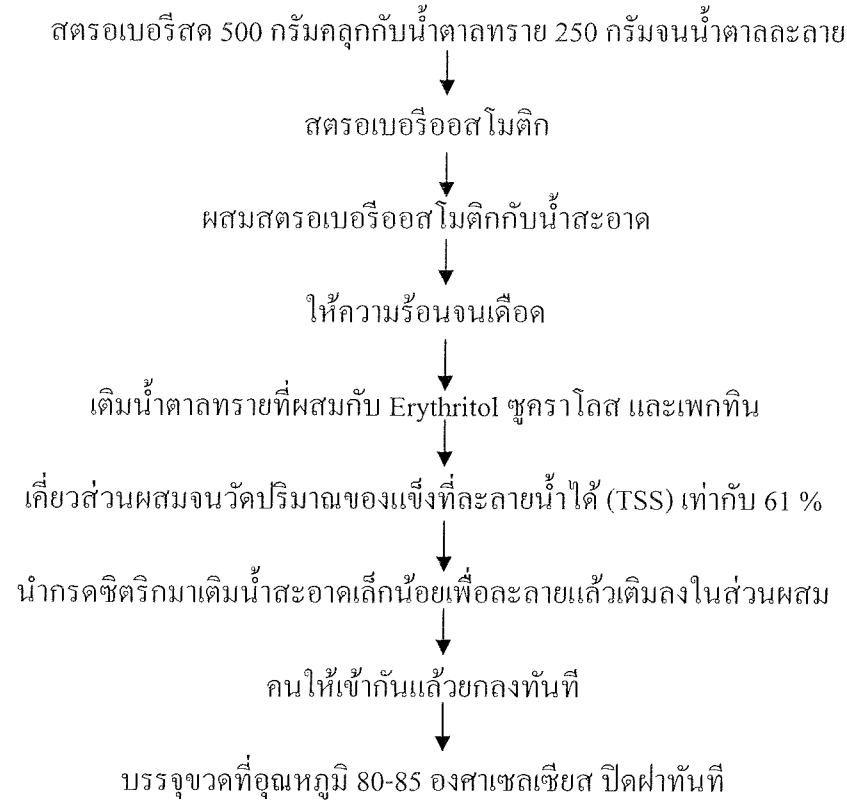
ดังนั้นผลิตภัณฑ์แยมสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาลจะใช้ซูคราโลสเท่ากับ 0.0826 กรัม ซึ่งปริมาณดังกล่าวเป็นไปตามกฎหมายกำหนดให้ใช้ซูคราโลสได้ไม่เกิน 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

ส่วนผสม 1,000.000 กรัม ใช้ซูคราโลสได้ไม่เกิน 400 กรัม

ส่วนผสม 830 กรัม ใช้ซูคราโลสได้ไม่เกิน 0.332 กรัม

ส่วนผสมและกระบวนการผลิตแยมสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาล

สตรอเบอรี (พันธุ์ 329, TSS 7.93±0.12 % และ pH 3.65± 0.07)	500	กรัม (ร้อยละ 43.026)
น้ำตาลทราย (Mitrphol, Thailand)	338	กรัม (ร้อยละ 29.086)
น้ำ	150	กรัม (ร้อยละ 12.908)
เพกทิน (O.V. Chemical & Supply: Thailand)	10	กรัม (ร้อยละ 0.861)
กรดซิตริกหรือกรดมะนาว (O.V. Chemical & Supply: Thailand)	2	กรัม (ร้อยละ 0.172)
Erythritol (Foodsfield International Co.,LTD, Thailand)	162	กรัม (ร้อยละ 13.940)
ซูคราโลส (JK Sucralose Inc, China)	0.0826	กรัม (ร้อยละ 0.007)



ภาพที่ 3.2 กระบวนการผลิตแยมสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาล

ทำการผลิตแยมสตรอเบอรีที่ผลิตจากการเตรียมสตรอเบอรีสูตรปกติกับผลิตภัณฑ์แยมสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาล จากนั้นนำไปตรวจคุณภาพดังนี้

- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)
- ค่าวอร์เตอร์แอคติวิตี (Water activity, a_w) ด้วย Water activity meter (AquaLab Lite, Decagon Device Inc, USA)
- ค่าสี (Chroma meter model CR-400, KONICA MINOLTA, Japan)
- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ด้วย Digital refractometer (Atago, Japan)
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH-meter, Drion: 520A, USA)
- วัดแรงกดค่า firmness ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer รุ่น TA.XT Plus (Stable Micro Systems, UK) ใช้หัววัดทรงกระบอกขนาด 6 มิลลิเมตร ระยะกดจากผิวหน้าตัวอย่าง 20 มิลลิเมตร
- การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธี Lane and Eynon method (ลักขณา และ นิธิยา, 2531)
- การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-point hedonic scale) (Peryam and Pilgrim, 1957) โดยให้คะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวม สีแดง การทากลิ่นรสสตรอเบอรี และรสหวาน ทดสอบกับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 100 คน ซึ่งเป็นผู้ที่รับประทานสตรอเบอรี และผลิตภัณฑ์จากสตรอเบอรี การนำเสนอตัวอย่างในถ้วยพลาสติกขนาด 1 ออนซ์พร้อมขนมปัง แต่ละตัวอย่างจะถูกกำหนดด้วยรหัสเลขสุ่ม 3 ตัว สุ่มลำดับการนำเสนอ และเสิร์ฟตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส)

การวิเคราะห์ทางสถิติ นำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ตอนที่ 3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้จากสตรอเบอรี

3.1 การศึกษาเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่ผลิตจากการเตรียมสตรอเบอรีโดยใช้เทคนิคออสโมติกดีไฮเดรชันกับผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้จากที่ผลิตแบบดั้งเดิม

ทำการทดลองเปรียบเทียบไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่ผลิตจากการเตรียมสตรอเบอรี โดยใช้เทคนิคออสโมติกดีไฮเดรชัน กับผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่ผลิตแบบดั้งเดิม วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) จำนวน 2 สิ่งทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 สตรอเบอรีสด ล้างน้ำและตัดแต่งแล้ว ทำการคั้นแยกน้ำสตรอเบอรีออกจากเนื้อสตรอเบอรีเพื่อใช้ในการผลิตไส้ผลไม้จากสตรอเบอรี

สิ่งทดลองที่ 2 สตรอเบอรีที่ใช้เทคนิคออสโมติกดีไฮเดรชัน เตรียมจากนำสตรอเบอรีสด ล้างน้ำและตัดแต่งแล้วคลุกกับน้ำตาลทราย (ใช้น้ำตาลทรายครึ่งหนึ่งจากสูตร) ในอัตราส่วนสตรอเบอรีสดต่อน้ำตาลทรายเท่ากับ 2:1 นำไปแช่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนน้ำตาลละลายหมด แยกน้ำสตรอเบอรีออกจากเนื้อสตรอเบอรีเพื่อใช้ในการผลิตไส้ผลไม้จากสตรอเบอรี

ส่วนผสมและกระบวนการผลิตไส้ผลไม้จากสตรอเบอรี (ดัดแปลงสูตรและกรรมวิธีการผลิตเบื้องต้นจากหนึ่งฤทัยและณัฐกิตติยา (2552)

แป้งดัดแปร National 466 (National Starch, Thailand)	50	กรัม (ร้อยละ 5.000)
น้ำสตรอเบอรี	365	กรัม (ร้อยละ 36.500)
น้ำตาล	365	กรัม (ร้อยละ 36.500)
เนื้อสตรอเบอรี	38	กรัม (ร้อยละ 3.800)
น้ำ	180	กรัม (ร้อยละ 18.000)
กรดซิตริกหรือกรดมะนาว (O.V. Chemical & Supply: Thailand)	2	กรัม (ร้อยละ 0.200)

ผสมเนื้อสตรอเบอรีที่บดแล้วกับน้ำ

↓

ให้ความร้อน คนให้เข้ากัน จากนั้นจึงเติมน้ำสตรอเบอรี

↓

คนให้ส่วนผสมเข้ากัน จนอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส

↓

เติมแป้งดัดแปร คนจนแป้งสุก

↓

เติมกรดซิตริกที่ละลายน้ำเล็กน้อยแล้ว คนให้เข้ากัน แล้วยกลงทันที

บรรจุขวดที่ล้าง ลวก และแห้งสนิทแล้ว

ปิดฝา ทำให้เย็น

ภาพที่ 3.3 กระบวนการผลิตไส้ผลไม้จากสตรอเบอรี

ทำการผลิตไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่ผลิตจากการเตรียมสตรอเบอรี โดยใช้เทคนิคออสโมติกดีไฮเดรชันกับผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่ผลิตแบบดั้งเดิม จากนั้นนำไปตรวจคุณภาพดังนี้

- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)
- ค่าวอร์เตอร์แอคติวิตี (Water activity, a_w) ด้วย Water activity meter (AquaLab Lite, Decagon Device Inc, USA)
- ค่าสี (Chroma meter model CR-400, KONICA MINOLTA, Japan)
- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ด้วย Digital refractometer (Atago, Japan)
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH-meter, Drion: 520A, USA)
- ความหนืดโดยใช้ Boswick consistometer
- การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-point hedonic scale) (Peryam and Pilgrim, 1957) โดยให้คะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวม สีแดง กลิ่นรสสตรอเบอรี รสหวาน และรสเปรี้ยว ทดสอบกับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 120 คน ซึ่งเป็นผู้ที่รับประทานสตรอเบอรี และผลิตภัณฑ์จากสตรอเบอรี

การนำเสนอตัวอย่างทาลงบนขนมปัง บรรจุลงในกล่องพลาสติก แต่ละตัวอย่างจะถูกกำหนดด้วยรหัสเลขสุ่ม 3 ตัว สุ่มลำดับการนำเสนอ และเสิร์ฟตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส)

การวิเคราะห์ทางสถิติ นำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

3.2 การศึกษาผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาล

จากสูตรที่เหมาะสมในการทดลอง 3.1 นำมาทำการทดลองเปรียบเทียบไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาลกับผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้สตรอเบอรีสูตรปกติ วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) จำนวน 2 สิ่งทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 ไส้ผลไม้สตรอเบอรีสูตรปกติ

สิ่งทดลองที่ 2 ไส้ผลไม้สตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาล

ผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้สตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาล

ผลิตภัณฑ์ลดน้ำตาล ตามเงื่อนไขการกล่าวอ้างทางโภชนาการ ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 เรื่องฉลากโภชนาการ การที่จะกล่าวอ้างว่า ผลิตภัณฑ์นั้นเป็นผลิตภัณฑ์ลดน้ำตาลต้องลดปริมาณน้ำตาลลงตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไป เมื่อเทียบกับอาหารอ้างอิง (กระทรวงสาธารณสุข, 2541) โดยในการทดลองนี้จะทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้สตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาลร้อยละ 30 โดยใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล โดยไส้ผลไม้สตรอเบอรีสูตรปกติ จะใช้น้ำสตรอเบอรีจากการทำออสโมติก 365 กรัม (น้ำสตรอเบอรีจากการทำออสโมติกที่ใช้ทำไส้ผลไม้มีปริมาณน้ำตาลทรายเท่ากับ 168 กรัม (ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 46 %)) ปริมาณน้ำสตรอเบอรีที่ใช้ลดลงร้อยละ 30 เท่ากับ 365*30/100 = 110 กรัม (คิดเป็นปริมาณน้ำตาลทรายที่ลดลงร้อยละ 30 เท่ากับ 168*30/100 = 50 กรัม)

ดังนั้นจะใช้น้ำสตรอเบอรีจากการทำออสโมติก 365-110 = 255 กรัม ทั้งนี้การลดปริมาณน้ำสตรอเบอรีมากกว่าร้อยละ 30 จะมีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้สตรอเบอรีที่ได้

ทดแทนความหวานของน้ำตาลที่ลดลงด้วยซูคราโลส เทียบระดับความหวาน ดังนี้

ซูคราโลสมีความหวาน 600 เท่าของน้ำตาลทราย

น้ำตาลทราย 1 กรัมเทียบเท่ากับซูคราโลส = 1/600 = 0.0017 กรัม

น้ำตาลทราย 50 กรัมเทียบเท่ากับซูคราโลส = 50*0.0017 = 0.0850 กรัม

ดังนั้นผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้สตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาลจะใช้ซูคราโลสเท่ากับ 0.0850 กรัม ซึ่งปริมาณดังกล่าวเป็นไปตามกฎหมายกำหนดให้ใช้ซูคราโลสได้ไม่เกิน 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

ส่วนผสม 1,000.000 กรัม ใช้ซูคราโลสได้ไม่เกิน 400 กรัม

ส่วนผสม 250 กรัม ใช้ซูคราโลสได้ไม่เกิน 0.100 กรัม

ส่วนผสมและกระบวนการผลิตไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาล

แป้งดัดแปร National 466 (National Starch, Thailand)	50	กรัม (ร้อยละ 5.000)
น้ำสตรอเบอรีจากการทำออสโมติก	510	กรัม (ร้อยละ 50.000)
เนื้อสตรอเบอรีจากการทำออสโมติก	38	กรัม (ร้อยละ 3.800)
น้ำ	400	กรัม (ร้อยละ 40.000)

(ไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาลจะใช้น้ำมากกว่าสูตรปกติเพื่อลดปริมาณน้ำตาลทรายในสูตร และเพื่อให้ส่วนผสมทั้งหมดในสูตรเท่ากับร้อยละ 100)

กรดซิตริก หรือกรดมะนาว (O.V. Chemical & Supply: Thailand)	2	กรัม (ร้อยละ 0.200)
ซูคราโลส (JK Sucralose Inc, China)	0.0850	กรัม (ร้อยละ 0.008)

ผสมเนื้อสตรอเบอรีจากการทำออสโมติกที่บดแล้วกับน้ำ

↓

ให้ความร้อน คนให้เข้ากัน จากนั้นจึงเติมน้ำสตรอเบอรีจากการทำออสโมติก เติมซูคราโลส

↓

คนให้ส่วนผสมเข้ากัน จนอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส

วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) เท่ากับ 35-39 %

↓

เติมแป้งดัดแปร คนจนแป้งสุก

↓

เติมกรดซิตริกที่ละลายน้ำเล็กน้อยแล้ว คนให้เข้ากัน แล้วยกลงทันที

บรรจุขวดที่ล้าง ลวก และแห้งสนิทแล้วปิดฝา ทำให้เย็น

ภาพที่ 3.4 กระบวนการผลิตไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาล

ทำการผลิตไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่ผลิตจากการเตรียมสตรอเบอรีสูตรปกติกับผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาล จากนั้นนำไปตรวจคุณภาพดังนี้

- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)
- ค่าวอร์เตอร์แอคติวิตี (Water activity, a_w) ด้วย Water activity meter (AquaLab Lite, Decagon Device Inc, USA)
- ค่าสี (Chroma meter model CR-400, KONICA MINOLTA, Japan)
- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ด้วย Digital refractometer (Atago, Japan)
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH-meter, Drion: 520A, USA)
- ความหนืดโดยใช้ Boswick consistometer
- การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธี Lane and Eynon method (ลักขณา และ นิธิยา, 2531)
- การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-point hedonic scale) (Peryam and Pilgrim, 1957) โดยให้คะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวม สีแดง กลิ่นรส สตรอเบอรี รสหวาน และรสเปรี้ยว ทดสอบกับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 100 คน ซึ่งเป็นผู้ที่รับประทานสตรอเบอรี และผลิตภัณฑ์จากสตรอเบอรี การนำเสนอตัวอย่างทาลงบนขนมปัง บรรจุลงในกล่องพลาสติก แต่ละตัวอย่างจะถูกกำหนดด้วยรหัสเลขสุ่ม 3 ตัว สุ่มลำดับการนำเสนอ และเสิร์ฟตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส)

การวิเคราะห์ทางสถิติ นำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ตอนที่ 4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทอปปิงจากสตรอเบอรี

4.1 การศึกษาเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ทอปปิงสตรอเบอรีที่ผลิตจากการเตรียมสตรอเบอรีโดยใช้เทคนิคออสโมติกดีไฮเดรชันกับผลิตภัณฑ์ทอปปิงสตรอเบอรีที่ผลิตแบบดั้งเดิม

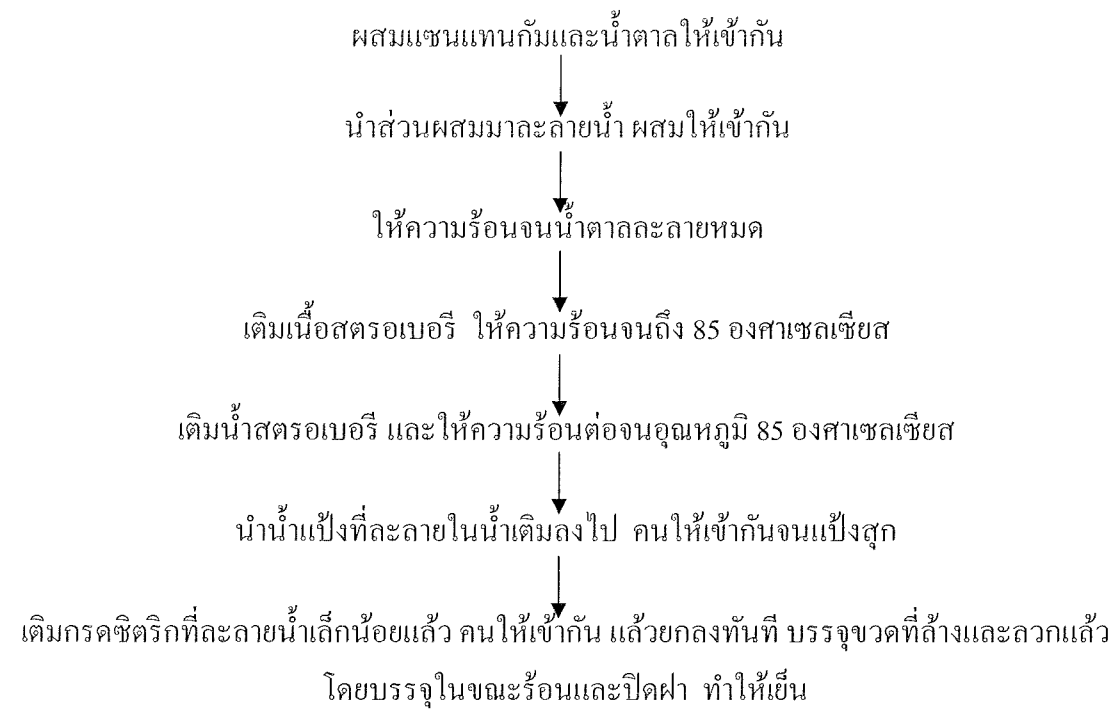
ทำการทดลองเปรียบเทียบทอปปิงสตรอเบอรีที่ผลิตจากการเตรียมสตรอเบอรี โดยใช้เทคนิคออสโมติกดีไฮเดรชันกับผลิตภัณฑ์ทอปปิงสตรอเบอรีที่ผลิตแบบดั้งเดิม วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) จำนวน 2 สิ่งทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 สตรอเบอรีสด ล้างน้ำและตัดแต่งแล้ว ทำการคั้นแยกน้ำสตรอเบอรีออกจากเนื้อสตรอเบอรีเพื่อใช้ในการผลิตทอปปิงสตรอเบอรี

สิ่งทดลองที่ 2 สตรอเบอรีที่ใช้เทคนิคออสโมติกดีไฮเดรชัน เตรียมจากนำสตรอเบอรีสด ล้างน้ำและตัดแต่งแล้วคลุกกับน้ำตาลทราย (ใช้น้ำตาลทรายครึ่งหนึ่งจากสูตร) ในอัตราส่วนสตรอเบอรีสดต่อน้ำตาลทรายเท่ากับ 2:1 นำไปแช่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนน้ำตาลละลายหมด แยกน้ำสตรอเบอรีออกจากเนื้อสตรอเบอรีเพื่อใช้ในการผลิตไส้ผลไม้จากสตรอเบอรี

ส่วนผสมและกระบวนการผลิตทอปปิงสตรอเบอรี (หนึ่งฤทัยและณัฐกิตติยา, 2552)

เนื้อสตรอเบอรี	300	กรัม	(ร้อยละ 30.000)
น้ำสตรอเบอรี	420	กรัม	(ร้อยละ 42.000)
น้ำ	158	กรัม	(ร้อยละ 15.800)
แซนแทนกัม(O.V. Chemical & Supply: Thailand)	1	กรัม	(ร้อยละ 0.100)
น้ำตาล (Mitrphol, Thailand)	100	กรัม	(ร้อยละ 10.000)
แป้ง (Star, Thailand)	19	กรัม	(ร้อยละ 1.900)
กรดซิตริกหรือกรดมะนาว (O.V. Chemical & Supply: Thailand)	2	กรัม	(ร้อยละ 0.200)



ภาพที่ 3.5 กระบวนการผลิตทอปปิงสตรอเบอรี

ทำการผลิตทอปปิงสตรอเบอรีที่ผลิตจากการเตรียมสตรอเบอรีโดยใช้เทคนิคออสโมติกดีไฮเดรชันกับผลิตภัณฑ์ทอปปิงสตรอเบอรีที่ผลิตแบบดั้งเดิม จากนั้นนำไปตรวจคุณภาพดังนี้

- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)
- ค่าวอร์เตอร์แอคติวิตี (Water activity, a_w) ด้วย Water activity meter (AquaLab Lite, Decagon Device Inc, USA)
- ค่าสี (Chroma meter model CR-400, KONICA MINOLTA, Japan)
- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ด้วย Digital refractometer (Atago, Japan)
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH-meter, Drion: 520A, USA)
- ความหนืดโดยใช้ Boswick consistometer
- การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-point hedonic scale) (Peryam and Pilgrim, 1957) โดยให้คะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวม สีแดง กลิ่นรสสตรอเบอรี รสหวาน และรสเปรี้ยว ทดสอบกับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 120 คน ซึ่งเป็นผู้ที่รับประทานสตรอเบอรี และผลิตภัณฑ์จากสตรอเบอรี การนำเสนอตัวอย่างในถ้วยพลาสติกขนาด 1 ออนซ์พร้อมเค้กเนยสด แต่ละตัวอย่างจะถูกกำหนดด้วยรหัสเลขสุ่ม 3 ตัว สุ่มลำดับการนำเสนอ และเสิร์ฟตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส)

การวิเคราะห์ทางสถิติ นำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

4.2 การศึกษาผลิตภัณฑ์ทอปปิงสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาล

จากสูตรที่เหมาะสมในการทดลอง 4.1 นำมาทำการทดลองเปรียบเทียบทอปปิงสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาลกับผลิตภัณฑ์ทอปปิงสตรอเบอรีสูตรปกติ วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) จำนวน 2 สิ่งทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 ทอปปิงสตรอเบอรีสูตรปกติ
สิ่งทดลองที่ 2 ทอปปิงสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาล

ผลิตภัณฑ์ทอปปิงสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาล

ผลิตภัณฑ์ลดน้ำตาล ตามเงื่อนไขการกล่าวอ้างทางโภชนาการ ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 เรื่องฉลากโภชนาการ การที่จะกล่าวอ้างว่า ผลิตภัณฑ์นั้นเป็นผลิตภัณฑ์ลดน้ำตาลต้องลดปริมาณน้ำตาลลงตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไป เมื่อเทียบกับอาหารอ้างอิง (กระทรวงสาธารณสุข, 2541) โดยในการทดลองนี้จะทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทอปปิงสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาลร้อยละ 25 โดยใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล ทอปปิงสตรอเบอรีสูตรปกติใช้น้ำตาล 155*2=310 กรัม เนื่องจากโดยทั่วไปแล้ว ปริมาณน้ำตาลในทอปปิงสตรอเบอรีนอกจากจะมาจากน้ำตาลที่เติมลงไปแล้ว ในวัตถุดิบสตรอเบอรีมีน้ำตาลอยู่ด้วย ทำให้ในทอปปิงสตรอเบอรีสูตรปกติจะมีน้ำตาลมากกว่า 100 กรัม (ปริมาณน้ำตาลที่ลดลงร้อยละ 25 เท่ากับ 155*2*25/100 = 38.75*2=77.50 กรัม)

ในที่นี้จะลดปริมาณน้ำตาลลงเท่ากับ 40*2=80 กรัม เนื่องจากน้ำตาลที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตทอปปิงสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาลต้องนำมาผสมกับแซนแทนกัม ซึ่งจะช่วยทำให้แซนแทนกัมละลายน้ำได้ดีขึ้น ง่ายต่อการผลิต หากลดปริมาณน้ำตาลลงมากจะทำให้แซนแทนกัมละลายน้ำได้ยากขึ้น ต้องใช้แรงมากในการคนส่วนผสมทั้งหมดและใช้เวลาในการผลิตนานขึ้น

ทดแทนความหวานของน้ำตาลที่ลดลงด้วยซูคราโลส เทียบระดับความหวาน ดังนี้

ซูคราโลสมีความหวาน 600 เท่าของน้ำตาลทราย

น้ำตาลทราย 1 กรัมเทียบเท่ากับซูคราโลส = 1/600 = 0.0017 กรัม

น้ำตาลทราย 40*2 กรัมเทียบเท่ากับซูคราโลส = 40*2*0.0017 = 0.1360 กรัม

ดังนั้นผลิตภัณฑ์ทอปปิงสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาลจะใช้ซูคราโลสเท่ากับ 0.1360 กรัม ซึ่งปริมาณดังกล่าวเป็นไปตามกฎหมายกำหนดให้ใช้ซูคราโลสได้ไม่เกิน 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

ส่วนผสม 1,000,000 กรัม ใช้ซูคราโลสได้ไม่เกิน 400 กรัม

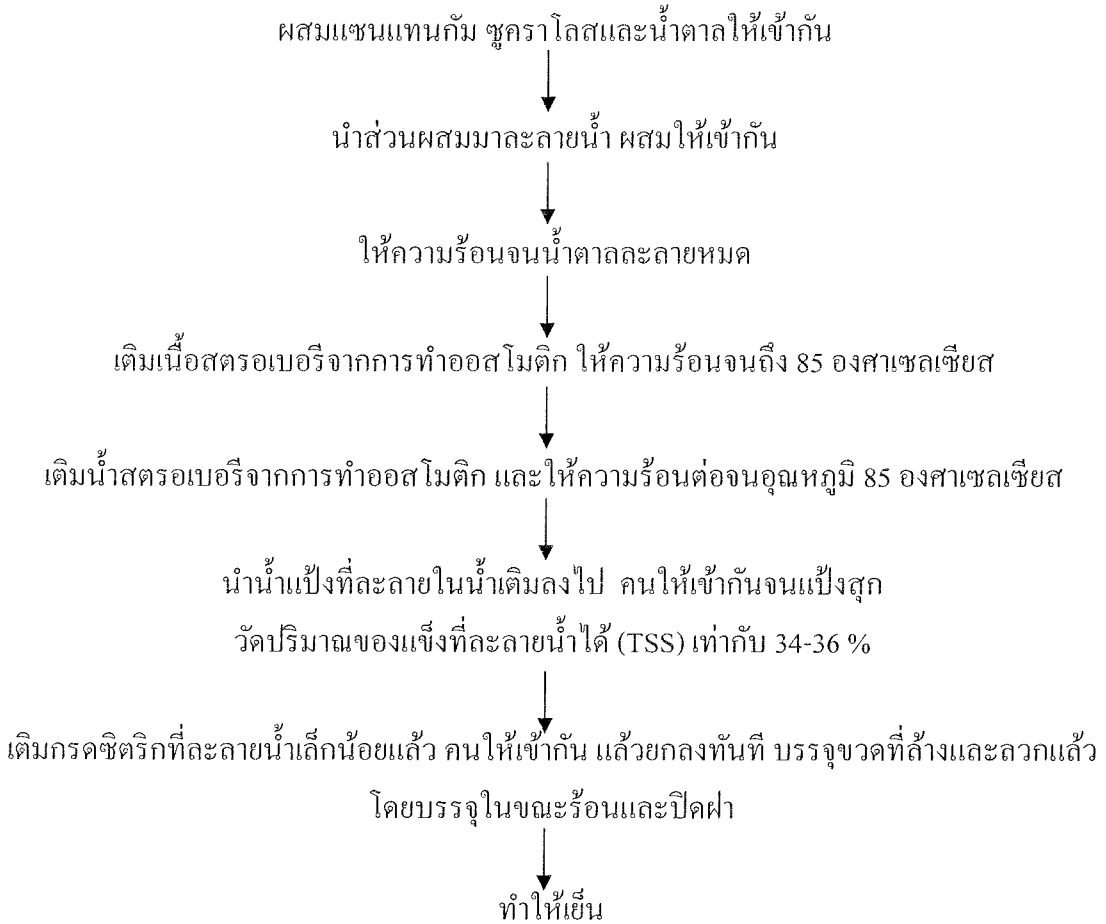
ส่วนผสม 450 กรัม ใช้ซูคราโลสได้ไม่เกิน 0.1800 กรัม

ส่วนผสมและกระบวนการผลิตทอปปิงสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาล

เนื้อสตรอเบอรีจากการทำออสโมติก	300	กรัม (ร้อยละ 30.000)
น้ำสตรอเบอรีจากการทำออสโมติก	420	กรัม (ร้อยละ 42.000)
น้ำ	238	กรัม (ร้อยละ 23.800)

(ทอปปิงสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาลจะใช้น้ำมากกว่าสูตรปกติเพื่อลดปริมาณน้ำตาลทรายในสูตร และเพื่อให้ส่วนผสมทั้งหมดในสูตรเท่ากับร้อยละ 100)

แซนแทนกัม(O.V. Chemical & Supply: Thailand)	1	กรัม (ร้อยละ 0.100)
น้ำตาล (Mitrphol, Thailand)	20	กรัม (ร้อยละ 2.000)
แป้ง (Star, Thailand)	19	กรัม (ร้อยละ 1.900)
กรดซิตริกหรือกรดมะนาว (O.V. Chemical & Supply: Thailand)	2	กรัม (ร้อยละ 0.200)
ซูคราโลส	0.1360	กรัม (ร้อยละ 0.014)



ภาพที่ 3.6 กระบวนการผลิตทอปปิงสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาล

ทำการผลิตทอปปิงสตรอเบอรีที่ผลิตจากการเตรียมสตรอเบอรีสูตรปกติกับผลิตภัณฑ์ทอปปิงสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาล จากนั้นนำไปตรวจคุณภาพดังนี้

- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)
- ค่าวอร์เตอร์แอคติวิตี (Water activity, a_w) ด้วย Water activity meter (AquaLab Lite, Decagon Device Inc, USA)
- ค่าสี (Chroma meter model CR-400, KONICA MINOLTA, Japan)
- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ด้วย Digital refractometer (Atago, Japan)
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH-meter, Drion: 520A, USA)
- ความหนืดโดยใช้ Boswick consistometer
- การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธี Lane and Eynon method (ลักขณา และ นิธิยา, 2531)
- การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-point hedonic scale) (Peryam and Pilgrim, 1957) โดยให้คะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวม สีแดง กลิ่นรสสตรอเบอรี รสหวาน และรสเปรี้ยว ทดสอบกับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 100 คน ซึ่งเป็นผู้ที่รับประทานสตรอเบอรี และผลิตภัณฑ์จากสตรอเบอรี การนำเสนอตัวอย่างในถ้วยพลาสติกขนาด 1 ออนซ์พร้อมเค้กเนยสด แต่ละตัวอย่างจะถูกกำหนดด้วยรหัสเลขสุ่ม 3 ตัว สุ่มลำดับการนำเสนอ และเสิร์ฟตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส)

การวิเคราะห์ทางสถิติ นำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

การประเมินศักยภาพของเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์จากสตรอเบอรีในเชิงพาณิชย์

การศึกษาวิจัยโครงการนี้ ได้มีการนำเอาแนวคิดทางด้านการตลาด การเงิน และการจัดการที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพ มาประยุกต์ใช้ร่วมกันในการประเมินศักยภาพของเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์จากสตรอเบอรีในเชิงพาณิชย์ โดยมีกรอบแนวทางการประเมินแยกออกเป็น 5 ด้านหลักๆ (ตอนที่ 5-ตอนที่ 9) คือ

ตอนที่ 5 การวิเคราะห์ด้านการตลาด

เป็นการวิเคราะห์สภาวะตลาด รวมไปถึงลู่ทางในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์จากสตรอเบอรีประเภทดังกล่าว โดยทำการศึกษาด้านอุปสงค์และอุปทาน ความต้องการของตลาด และกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย การพยากรณ์ปริมาณลูกค้า และความต้องการของลูกค้า การวิเคราะห์ SWOT Analysis คู่แข่งทางการตลาด รวมถึงช่องทางกระจายสินค้าที่เหมาะสม เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ประโยชน์ในการประเมินผลการตัดสินใจที่จะลงทุนกับโครงการ

ตอนที่ 6 การวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคและด้านวิศวกรรม

การวิเคราะห์ด้านเทคนิคและวิศวกรรม เป็นการศึกษาด้านเทคโนโลยีการผลิต และเทคนิคทางวิศวกรรมที่เกี่ยวกับการออกแบบ และวางแผนกระบวนการผลิต ระบบสาธารณูปโภคในหน่วยการผลิตรวมถึงการประมาณการค่าใช้จ่ายด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมทั้งหมด รวมถึงรายละเอียดรูปแบบสถานประกอบการ และอุปกรณ์ รวมถึงวิธีการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ในโครงการ ซึ่งการวิเคราะห์ด้านเทคนิคและวิศวกรรมที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อกำหนดรูปแบบลักษณะเทคโนโลยีการผลิต และสายการผลิตที่เหมาะสม ขั้นตอนและระยะเวลาการจัดตั้ง ตลอดจนเงินลงทุนต่างๆที่เป็นประโยชน์ในการประเมินผลการตัดสินใจลงทุน

ตอนที่ 7 การวิเคราะห์ด้านการเงิน

การศึกษาด้านการเงินเป็นการวิเคราะห์เกี่ยวกับการลงทุนและผลตอบแทนที่ได้รับจากการนำเทคโนโลยีแต่ละประเภทมาทำการผลิตเชิงพาณิชย์ เพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจลงทุนในโครงการ ซึ่งจะต้องนำเอาข้อมูลจากการวิเคราะห์ด้านการตลาด ด้านวิศวกรรมและด้านการบริหารมาประกอบกันเพื่อให้การประเมินด้านการเงินเป็นไปอย่างถูกต้อง

ตอนที่ 8 การวิเคราะห์ด้านการจัดการ

การศึกษาด้านการจัดการเป็นการพิจารณาถึงระบบการบริหารงานที่เหมาะสมสำหรับการนำเทคโนโลยีแต่ละประเภทมาทำการผลิตเชิงพาณิชย์ โดยเริ่มตั้งแต่การริเริ่มโครงการ การเลือกบุคลากรเข้ามาดำเนินงาน การวางรูปแบบการบริหารโครงการ ตลอดจนการบริหารงานระยะก่อนการดำเนินการ และในระยะการดำเนินการ พร้อมทั้งกำหนดนโยบายขององค์กร จุดมุ่งหมายในการวิเคราะห์ด้านการบริหารก็เพื่อต้องการกำหนดรูปแบบการจัดการโครงการสร้างในการบริหารโครงการ ตลอดจนคาดคะเนค่าใช้จ่ายในการบริหารและดำเนินโครงการ ซึ่งผลการคาดคะเนค่าใช้จ่ายที่ได้มาเป็นส่วนหนึ่งที่นำมาจัดทำเป็นเงินลงทุนเริ่มแรก งบกระแสเงินสดสุทธิและงบการเงินล่วงหน้าเพื่อใช้ประเมินผลการตัดสินใจในการลงทุน

ตอนที่ 9 การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

การศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์คือ การศึกษาเพื่อดูว่าโครงการมีผลกระทบต่อสังคมและเศรษฐกิจส่วนรวมอย่างไรบ้าง มีประโยชน์ด้านบวกหรือด้านลบต่อสังคม เช่น มีการสร้างงาน และก่อให้เกิดการกระจายรายได้ มีการสร้างให้เกิดมูลค่าเพิ่มในท้องถิ่นหรือมีส่วนเสริมรายได้ให้แก่ธุรกิจที่เกี่ยวข้องอย่างไร โดยมีการวิเคราะห์ดูว่าโครงการได้ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์มากเพียงใด ดังนั้นการศึกษาด้านสังคมและเศรษฐศาสตร์จะช่วยชี้ให้เป็นถึงประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นแก่สังคมจากผลการดำเนินการของแต่ละประเภทผลิตภัณฑ์ของงานวิจัยนี้

ผลจากการประเมินศักยภาพในด้านต่าง ๆ จะทำให้ทราบถึงความเป็นไปได้ของการลงทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์จากสตรอเบอรีที่วิจัยได้ในเชิงพาณิชย์ และเพื่อขยายผลของการวิจัยให้มีประโยชน์สู่วงกว้างต่อไป

ตอนที่ 10 การถ่ายทอดเทคโนโลยี

ภายหลังดำเนินงานวิจัยทั้ง 9 ตอนขั้นต้นแล้ว จัดให้มีการถ่ายทอดความรู้สู่กลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปสตรอเบอรี ตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมปฏิบัติการจำนวน 20 คน ในวันที่ 31 สิงหาคม 2544 รายละเอียดโครงการและภาพกิจกรรมดังภาคผนวก จ