บทที่ 3

การดำเนินงานวิจัย

วัตถุดิบ อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการวิเคราะห์

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต
   - น้ำกรอง
   - ปลายข้าวเจ้า พันธุ์ข้าวเจ้าที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้มี 3 พันธุ์ โดยมีระดับอะมิโลสแตกต่างกัน (อรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น, 2530)
     ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสประมาณ 12-16%
     ข้าวขาวตาแห้ง 17 เป็นข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสประมาณ 28-32%
     ข้าวกข. 25 เป็นข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสประมาณ 30-33%
     ทั้งหมดนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัทโรงสีไฟเจียเม้ง จำกัด
   - น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์
   - น้ำมันถั่วเหลือง
   - Sodium caseinate คือ Protevit HV® ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท System Bio-industries (Thailand) จำกัด
   - Emulsifiers และ Stabilizers ได้แก่ RECODAN- RS VEG® ประกอบด้วย Mono-diglycerides of fatty acids Sodium alginate Carrageenan และ Guar gum และRECODAN- CM VEG® ประกอบด้วย Mono-diglycerides of fatty acids Carrageenan และ Guar gum ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท East Asiatic (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
   - สารแต่งกลิ่น ได้แก่ Milk ID 9088® Milk ID 9299® Strawberry Lab 16875® และ Chocolate ID 9010® ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท System Bio-industries (Thailand) จำกัด
   - สารแต่งสี - FD & C Red No.3 ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท Nutrition จำกัด

2. อุปกรณ์การผลิต

- เครื่องชั่งหยาบ (Sartorius : model 0554-38)
- เครื่องชั่งละเอียด (Sartorius : model BP 310 S)
- เทอร์โมมิเตอร์ 0 ถึง 100°C
- เครื่องไม่ไฟฟ้า รูปแสดงในภาคผนวก ง
- เครื่อง sieving พร้อมตะแกรงขนาด 100 mesh
- ตู้อบ (WTE binder : model E53)
- เครื่อง Homogenizer (Microfluidics Corporation : model H5000) รูปแสดงในภาคผนวก ง
- ขวดแก้วใสไม่มีสี ขนาดบรรจุ 250 มิลลิลิตร สำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์
- ฝาเกลียวอะลูมิเนียม ใช้ปิดขวด

3. สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์และตรวจสอบ

- standard potato amylose ของ SIGMA
- sulfuric acid A.R. grade
- sodium hydroxide A.R. grade
- potassium sulfate A.R. grade
- potassium iodide A.R. grade
- copper sulfate A.R. grade
- iodine A.R. grade
- boric acid A.R. grade
- glacial acetic acid A.R. grade
- indicator (methyl red and bromocresol green) A.R. grade
- phenolphthalein indicator 0.5% A.R. grade
- ethanol 95% Commercial Grade
- petroleum ether A.R. grade
- hydrogen peroxide A.R. grade
- plate count agar ของ DIFCO LABORATORIES USA.
- potato dextrose agar ของ DIFCO LABORATORIES USA.

4. <u>อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์และตรวจสอบ</u>

- pH meter (Schott : model CG 840)
- Moisture Analyzer (Sartorius : model MA30)
- Hand Refractometer 0-32% (ATAGO : model N1)
- Digital Viscometer (Brookfield : model DV-1) รูปแสดงในภาคผนวก ง
- Spectrophotometer (Milton Roy : model spectronic 601)
- Visco-Amylograph (Brabender : model No. 8012 40)
- Magnetic stirrer
- Centrifuge (Herea Christ : model NR)
- Chroma Meter (Minolta : model CR-300 series) รูปแสดงในภาคผนวก ง

5. <u>วิธีวิเคราะห์ทางกายภาพ และทางเคมี</u>

- วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ด้วย Moisture Analyzer
- วัดค่า pH ด้วย pH meter
- วัดค่า pHของแป้ง ด้วย pH meter (Pearson, 1973) รายละเอียดใน ภาคผนวก ก
- วัดปริมาณของแข็งรวมที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid) ด้วย Hand Refractometer 0-32%
- วัดค่าความหนืด ด้วย Digital viscometer ใช้หัวเข็ม No. cp 41 วัดที่อุณหภูมิ 27 °C
- วัดค่าความคงตัวของผลิตภัณฑ์โดยใช้การแยกเหวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge
- วัดค่าสีด้วยเครื่อง Chroma Meter โดยค่า L = ความสว่าง (brightness) ค่า a = ความเป็นสีแดง (redness) และค่า b = ความเป็นสีเหลือง (yellowness)
- วิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน (ดัดแปลงจาก A.O.A.C., 1995) โดยวิธี Kjeldahl method รายละเอียดในภาคผนวก ก
- วิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (A.O.A.C., 1995) โดยวิธี Soxhlet extraction method รายละเอียดในภาคผนวก ก
- วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (A.O.A.C., 1995) รายละเอียดในภาคผนวก ก
- วิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยอาหาร (A.O.A.C., 1995) รายละเอียดในภาคผนวก ก
- วิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (A.O.A.C., 1995) รายละเอียดในภาคผนวก ก
- วิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรท (A.O.A.C., 1995) รายละเอียดในภาคผนวก ก
- วิเคราะห์หาปริมาณอะมิโลส (Watson, 1964) รายละเอียดในภาคผนวก ก

- วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้ง และgelatinization temperature (Watson, 1964) โดยใช้ Brabender Visco-Amylograph รายละเอียดในภาคผนวก ก
- วิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมด (Total Titratable Acidity, TTA) (ดัดแปลงจากA.O.A.C., 1990) รายละเอียดในภาคผนวก ก

6. <u>การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส</u>

ในการประเมินผลด้านประสาทสัมผัส มีรายละเอียดดังนี้

- คัดเลือกกลุ่มผู้ทดสอบแบบกึ่งฝึกฝน (semi-trained) 15 คน
  โดยเป็นผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนให้มีความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ และมีความรู้ ความเข้าในลักษณะที่ใช้ประเมินผลิตภัณฑ์
- สถานที่ ภาชนะบรรจุ และการเตรียมตัวอย่าง
  สถานที่ในการประเมิน ใช้ห้องวิจัยปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
  ภาชนะบรรจุ ใช้ถ้วยแก้วใสไม่มีสี ขนาดบรรจุ 25 มิลลิลิตร
  ปริมาณตัวอย่าง ประมาณ 16 มิลลิลิตร (0.5 ออนซ์) ต่อ 1 ตัวอย่าง
  อุณหภูมิของตัวอย่าง เสริฟตัวอย่างที่อุณหภูมิประมาณ 7-10°C และมีการล้างปากด้วยน้ำ สะอาดที่ไม่มีรส อุณหภูมิห้องก่อนประเมินตัวอย่างใหม่ทุกครั้ง
- ในการประเมินตัวอย่างทางประสาทสัมผัสใช้แบบสอบถาม ตัวอย่างแบบสอบถามแสดงในภาคผนวก ข
- วิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วย Analysis of Variance และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย
  ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Snedecor และ Cochran, 1967) โดยโปรแกรมสำเร็จรูป M-Stat

7. <u>การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา</u>

- ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ โดยใช้ Standard Plate Count Method (Diliello, 1982) รายละเอียดในภาคผนวก ก
- ตรวจสอบจำนวนยีสต์และรา โดยใช้ Yeast and Mold Plate Count Method (Diliello, 1982) รายละเอียดในภาคผนวก ก

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

เตรียมแป้งจากปลายข้าวเจ้าโดยการไม่เปียกเพื่อใช้ในการวิจัย ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

แช่ปลายข้าวเจ้า 1 กิโลกรัมในน้ำ 1.5 ลิตร (Lin และคณะ, 1988) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 ชั่วโมง เพื่อให้ปลายข้าวอ่อนตัวลง นำมาบดโดยใช้เครื่องไม่ไฟฟ้า กรองด้วยผ้ากรอง นำแป้งที่ได้ใส่ลงในถาดอะลูมิเนียมเกลี่ยให้เรียบให้มีความหนาของแป้งเฉลี่ยประมาณ 0.3 ซ.ม. อบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 $^{\circ}$C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เพื่อให้แป้งมีความชื้นลดลงเหลือ 13% นำแป้งที่ได้ไปผ่านเครื่องร่อนโดยใช้ตะแกรงขนาด 100 mesh (Somchai Prabhavat, 1989) นำแป้งที่ผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh มาใช้ในงานวิจัย

1. วิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ ทางเคมี และคุณสมบัติของแป้งจากปลายข้าวเจ้า 3 พันธุ์ ที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ได้แก่ ปลายข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปลายข้าวขาวตาแห้ง 17 และปลายข้าวกข. 25 โดยวิเคราะห์หา ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยอาหาร คาร์โบไฮเดรท ค่า pH ปริมาณอะมิโลส และติดตามการเปลี่ยนแปลงความข้นหนืดของน้ำแป้งเข้มข้น 10% ด้วยเครื่อง Brabender Visco-Amylograph เพื่อหา gelatinization temperature ทดลอง 2 ซ้ำ

2. ศึกษาหาสูตร และสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้า

2.1 หาอัตราส่วนของ แป้ง ต่อ น้ำ และอุณหภูมิในการให้ความร้อนเบื้องต้นที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้า โดยใช้แป้งจากปลายข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปลายข้าวขาวตาแห้ง 17 และปลายข้าวกข. 25

2.1.1 นำแป้งจากปลายข้าวเจ้าแต่ละพันธุ์ มาแปรอัตราส่วน แป้ง : น้ำ เป็น 1:10 1:15 และ1:20 (โดยน้ำหนัก) และแปรอุณหภูมิในการให้ความร้อนเบื้องต้น (preheat) เป็น 65°C 70°C และ75°C ตามลำดับ เป็นเวลา 3 นาที บรรจุลงในขวดแก้วฝาเกลียวที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปิดฝาทันที นำไปทำให้เย็น และแช่เย็นในตู้เย็นอุณหภูมิประมาณ 4-6 $^{\circ}$C และนำมาศึกษาด้านต่างๆ ดังนี้

- ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี ได้แก่ pH ความหนืด (Viscosity) และปริมาณของแข็งรวมที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid หรือ TSS) วางแผนการทดลองแบบ Symmetrical Factorial Experiment with Complete Block Design ขนาด 3x3 และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง 3 ซ้ำ

- ประเมินผลโดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Scoring Test (คะแนนเต็ม 10คะแนน) ใช้ผู้ทดสอบ 15 คน ลักษณะที่ทดสอบ คือ เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในด้านความเข้มข้น เพื่อสรุปหาอัตราส่วน แป้ง : น้ำ และ อุณหภูมิในการให้ความร้อนเบื้องต้นที่เหมาะสมในการผลิตสำหรับแป้งจากปลายข้าวเจ้าแต่ละพันธุ์ โดยเลือกจากตัวอย่างที่ได้รับคะแนนสูงสุด วางแผนการทดลองแบบ Symmetrical Factorial Experiment with Randomized Complete Block Design ขนาด 3x3 และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง 2 ซ้ำ

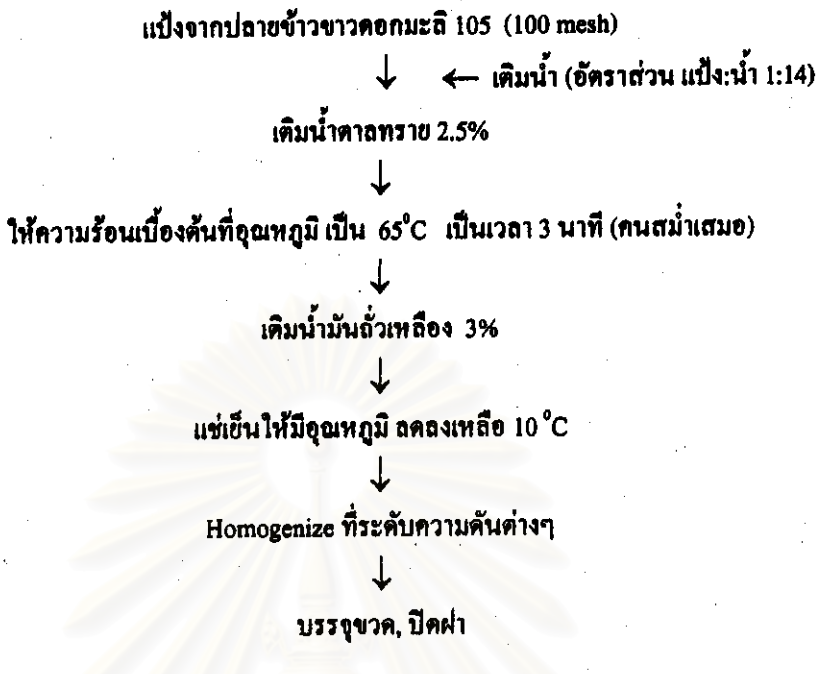
2.1.2 จากผลการทดลองในข้อ 2.1.1 นำแป้งจากปลายข้าวแต่ละพันธุ์ มาแปรอัตราส่วนที่เหมาะสมของ แป้ง: น้ำ (โดยน้ำหนัก) อย่างละเอียดอีก 6 ระดับ ให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิจากการทดลองในข้อ 2.1.1 เป็นเวลา 3 นาที ทำเช่นเดียวกับวิธีในข้อ 2.1.1 และนำมาศึกษาด้านต่างๆ ดังนี้

- ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี ได้แก่ pH ความหนืด และปริมาณของแข็งรวมที่ละลายได้ทั้งหมด วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง 3 ซ้ำ

- ประเมินผลโดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Scoring Test ใช้ผู้ทดสอบ 15 คน(คะแนนเต็ม 10คะแนน) ลักษณะที่ทดสอบ คือ เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในด้านความเข้มข้น เพื่อสรุปหาอัตราส่วน แป้ง : น้ำ ที่เหมาะสมในการผลิตสำหรับแป้งจากปลายข้าวเจ้าแต่ละพันธุ์ โดยเลือกจากตัวอย่างที่ได้รับคะแนนสูงสุด วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง 2 ซ้ำ

2.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการโฮโมจิไนส์ และพาสเจอร์ไรส์ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้า

2.2.1 ศึกษาความดันที่เหมาะสมในการโฮโมจิไนส์ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้า ขั้นตอนการทดลองแสดงในแผนภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2 ขั้นตอนการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการโฮโมจิไนส์

แปรความดันในการโฮโมจิไนส์ โดยใช้ความดัน 1 ระดับ และ ความดัน 2 ระดับ แปรความดันดังนี้ 1) ความดัน 1 bar 3 รอบ (cycles) 2) ความดัน 2 bar 3 รอบ 3) ความดัน 3 bar 3 รอบ 4) ความดัน 4 bar 3 รอบ 5) ความดัน 4 bar 1 รอบ และความดัน 1 bar 1 รอบ 6) ความดัน 4 bar 1 รอบ และความดัน 2 bar 1 รอบ 7) ความดัน 3 bar 1 รอบ และความดัน 1 bar 1 รอบ 8) ความดัน 3 bar 1 รอบ และความดัน 2 bar 1 รอบ

ประเมินผลโดยศึกษาคุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้

- วัดค่าความหนืด วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง 3 ซ้ำ

- ประเมินผลโดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ก. ด้านความคงตัว (colloidal stability) ดัดแปลงจากวิธีของ Nelson, Steinberg and Wei (1976) ซึ่งทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการโฮโมจิไนส์ นมถั่วเหลือง โดยดูระดับความคงตัวของน้ำแป้ง และส่วนน้ำมันที่แยกชั้นภายหลังการเก็บในตู้เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และให้คะแนนตามระดับความคงตัว

ความคงตัวของน้ำแป้ง แสดงได้ ดังนี้

0 : คงตัวดีเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีตะกอนแยกชั้น

+1 : เริ่มมีการตกตะกอนแยกชั้นเล็กน้อย

+2 : มีการตกตะกอนแยกชั้นปานกลาง

+3 : มีการตกตะกอนมากจนเกือบหมด แต่มีบางส่วนยังแขวนลอยอยู่ได้

+4 : มีการตกตะกอนจนหมด แยกเป็นชั้นของน้ำและแป้งอย่างชัดเจน

ความคงตัวของน้ำมัน แสดงได้ ดังนี้

0 : คงตัวดีเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีการแยกชั้น

+1 : เริ่มมีการแยกชั้นของน้ำมันที่ผิวหน้าเล็กน้อย

+2 : มีการแยกชั้นของน้ำมันที่ผิวหน้าปานกลาง

+3 : มีการแยกชั้นของน้ำมันที่ผิวหน้ามากจนเกือบหมด แต่มีบางส่วนที่ไม่แยกตัวออกมา

+4 : มีการแยกชั้นของน้ำมันที่ผิวหน้าจนหมด แยกเป็นชั้นของน้ำมันและน้ำอย่างชัดเจน

ข. ด้านเนื้อสัมผัสโดยวิธี Scoring Test ใช้ผู้ทดสอบ 15 คน ลักษณะที่ทดสอบ คือ ความชอบด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง 2 ซ้ำ

เพื่อสรุปหาความดันที่เหมาะสมในการไฮโมจิไนส์ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้าโดยเลือกจากตัวอย่างที่มีความคงตัวดีที่สุด และได้รับคะแนนสูงสุด

2.2.2 ศึกษาอุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสมในการพาสเจอร์ไรส์ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้า

แปรอุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรส์ เป็น 63°C และ65°C แปรเวลาในการพาสเจอร์ไรส์เป็น 10 15 20 25 และ30 นาที เตรียมตัวอย่างดังแผนภาพที่ 2 นำมาพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ และเวลาต่างๆ ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) จากนั้นบรรจุลงในขวดแก้วฝาเกลียวที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปิดฝาทันที ทำให้เย็น และแช่เย็นในตู้เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 4-6°C และประเมินผลโดยศึกษาคุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้

- วัดค่าความหนืด วางแผนการทดลองแบบ Asymmetrical Factorial Experiment with Completely Randomized Design ขนาด 2x5 และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง 3 ซ้ำ

- ตรวจหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

- ประเมินผลโดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านเนื้อสัมผัส โดยวิธี Hedonic Scaling Test ใช้ผู้ทดสอบ 15 คน ลักษณะที่ทดสอบ คือ ความชอบด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ วางแผนการทดลองแบบ Asymmetrical Factorial Experiment with Randomized Complete Block Design ขนาด 2x5 และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง 2 ซ้ำ

2.3 ศึกษาหาปริมาณน้ำตาลทราย และน้ำมันถั่วเหลืองที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์

นำตัวอย่างที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้อ 2.1.2 สำหรับแป้งจากปลายข้าวเจ้า 3 พันธุ์ แต่ละพันธุ์ มาแปรปริมาณน้ำตาลทราย เป็น 2.0% 2.5% และ 3.0% (โดยน้ำหนัก) และปริมาณน้ำมันถั่วเหลืองเป็น 2.0% 3.0% และ 4.0% (โดยน้ำหนัก) นำมาผ่านกระบวนการตามแผนภาพที่ 3

แป้งจากปลายข้าวเจ้า (100 mesh)
↓ ← เติมน้ำ (อัตราส่วนจากข้อ 2.1.2)
เติมน้ำตาลทราย (ตามสัดส่วนที่ศึกษา)
↓
ให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ เป็น 65°C เป็นเวลา 3 นาที (คนสม่ำเสมอ)
↓
เติมน้ำมันถั่วเหลือง (ตามสัดส่วนที่ศึกษา)
↓
<u>เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้า</u>
↓
แช่เย็นให้มีอุณหภูมิลดลงเหลือ 10 °C
↓
Homogenize ที่ความดัน 4 bar และ 1bar
↓
Pasteurize ที่ 65 °C 15 นาที
↓
บรรจุขวด, ปิดฝา
↓
ทำให้เย็น และเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 4-6 °C

<u>แผนภาพที่ 3</u> ขั้นตอนการผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้า

สุ่มตัวอย่างมาศึกษาด้านต่างๆ ดังนี้

- ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี ได้แก่ pH ความหนืด และ ปริมาณของแข็งรวมที่ละลายได้ทั้งหมด วางแผนการทดลองแบบ Symmetrical Factorial Experiment with Randomized Complete Block Design ขนาด 3x3 และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง 3 ซ้ำ

- ทดสอบการยอมรับโดยวิธี Scoring Test ใช้ผู้ทดสอบ 15 คน ลักษณะที่ทดสอบ คือ ความหวาน ความมัน ความข้น และการยอมรับรวม วางแผนการทดลองแบบ Symmetrical Factorial Experiment with Randomized Complete Block Design ขนาด 3x3 และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง 2 ซ้ำ

2.4 คัดเลือกพันธุ์ข้าวเจ้าที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้า

โดยนำเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้า 3 พันธุ์ ได้แก่ ปลายข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปลายข้าวขาวตาแห้ง 17 และปลายข้าวกข. 25 มาผลิตเป็นเครื่องดื่มเลียนแบบนมตามแผนภาพที่ 3 โดยใช้อัตราส่วนจากการทดลองในข้อ 2.1 และ 2.3 และนำมาศึกษาในด้านต่างๆ ดังนี้

- ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี ได้แก่ pH ความหนืด และ ปริมาณของแข็งรวมที่ละลายได้ทั้งหมด วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง 5 ซ้ำ

- ประเมินผลโดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic Scaling Test ใช้ผู้ทดสอบ 15 คน ลักษณะที่ทดสอบ คือ กลิ่นรส เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และการยอมรับรวม เพื่อสรุปหาพันธุ์ข้าวเจ้าที่เหมาะสมในการผลิต โดยเลือกจากตัวอย่างที่ได้รับคะแนนสูงสุด วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง 2 ซ้ำ

3. ศึกษาปริมาณของ โซเดียมแคซีนเนต (Sodium caseinate) ที่เหมาะสมสำหรับเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้าเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ

โซเดียมเคซีนเนตที่ใช้ในการทดลองนี้ คือ Protevit HV® ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีดังนี้

โปรตีน (โดยน้ำหนักแห้ง)	93%
ความชื้น	5%
เถ้า	4%
ไขมัน	1%

น้ำตาลแลคโตส	1%
แคลเซี่ยม	1%

นำตัวอย่างที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในข้อ 2.4 มาแปรปริมาณโซเดียมเคซีนเนตเป็น 4 ระดับ คือ 2.0% 2.5% 3.0% และ3.5% (โดยน้ำหนัก) โดยเติมโซเดียมเคซีนเนตก่อนเติมน้ำตาลทราย และนำมาศึกษาเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้าที่ไม่เติมโซเดียมเคซีนเนต ในด้านต่างๆ ดังนี้

- ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี ได้แก่ pH ความหนืด และ ปริมาณของแข็งรวมที่ละลายได้ทั้งหมด วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง 3 ซ้ำ

- วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรท ทดลอง 2 ซ้ำ

- ประเมินผลโดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic Scaling Test ใช้ผู้ทดสอบ 15 คน ลักษณะที่ทดสอบ คือ กลิ่นรส เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และการยอมรับรวม เพื่อสรุปหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิต เมื่อพิจารณาร่วมกับองค์ประกอบทางเคมี โดยเลือกจากตัวอย่างที่ได้รับคะแนนสูงสุด วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง 2 ซ้ำ

4. ศึกษาปรับปรุงลักษณะปรากฏด้านความคงตัวของเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้า โดยใช้สาร emulsifiers และ stabilizers

เนื่องจากเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้ามีส่วนที่เป็น น้ำ แป้ง และน้ำมัน ซึ่งแม้จะผ่านการโฮโมจิไนส์ ยังเกิดการแยกชั้น และตกตะกอนเมื่อทิ้งไว้เป็นเวลา 5 วัน ดังนั้นจึงทดลองใช้สาร emulsifiers และ stabilizers เพื่อช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวดีขึ้น

4.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีส่วนที่แยกชั้นลอยขึ้นมา และ ตะกอน

นำตัวอย่างเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้า ไป centrifuge โดยใช้ความเร็ว 7,000 rpm เป็นเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 25-30°C นำส่วนที่ลอยแยกชั้น และ ตะกอน มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรท เส้นใย เถ้า และความชื้น ทดลอง 2 ซ้ำ

4.2 ศึกษาชนิด และปริมาณสาร emulsifiers และ stabilizers ที่เหมาะสม

นำเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวตัวอย่างที่ดีที่สุดที่ได้จากข้อ 3 มาปรับปรุงลักษณะปรากฏด้านความคงตัวโดยการเติมสาร emulsifiers และ stabilizers (ซึ่งทำให้ละลายแล้ว) ในช่วงก่อนนำไปโฮโมจิไนส์ โดยสาร emulsifiers และ stabilizers ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ RECODAN- RS VEG® และRECODAN- CM VEG®

RECODAN-RS VEG® ประกอบด้วย Mono-diglycerides of fatty acids Sodium alginate Carrageenan และ Guar gum นำมาแปรปริมาณตามที่ระบุโดยบริษัทผู้ผลิต เป็น 6 ระดับ คือ 0.15% 0.16% 0.17% 0.18% 0.19% และ 0.20% (โดยน้ำหนัก) และศึกษาเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่เติม ดังนี้

- ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี ได้แก่ pH ความหนืด และ ปริมาณของแข็งรวมที่ละลายได้ทั้งหมด วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง 3 ซ้ำ

- วิเคราะห์ความคงตัวของผลิตภัณฑ์ ดัดแปลงจากวิธีของ Euston และคณะ, 1996 โดย

1) นำตัวอย่างเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้า 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอด centrifuge ที่มีสเกลวัดปริมาตร แล้วนำไป centrifuge โดยใช้ความเร็ว 7,000 rpm เป็นเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 25-30°C เปรียบเทียบปริมาตร ครีมไขมันที่แยกชั้นออกมา และ ตะกอนที่ตกลงมา ทดลอง 3 ซ้ำ

2) นำตัวอย่างเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้า 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง ที่มีสเกลวัดปริมาตร เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 4-6°C บันทึกผลเปรียบเทียบเป็นเวลา 7 วัน ทดลอง 3 ซ้ำ

RECODAN-CM VEG® ประกอบด้วย Mono-diglycerides of fatty acids Carrageenan และ Guar gum นำมาแปรปริมาณตามที่ระบุโดยบริษัทผู้ผลิตเป็น 4 ระดับ คือ 0.15% 0.16% 0.17% และ0.18% (โดยน้ำหนัก) และศึกษาเปรียบเทียบกับตัวอย่างไม่เติม ดังนี้

- ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี ได้แก่ pH ความหนืด และ ปริมาณของแข็งรวมที่ละลายได้ทั้งหมด วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง 3 ซ้ำ

- วิเคราะห์ความคงตัวของผลิตภัณฑ์ เช่นเดียวกับวิธีข้างต้น

5. ศึกษาคุณสมบัติในด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้า

นำเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้าที่ผลิตตามสูตรจากการทดลองข้อ 2 3 และ4 มาศึกษาในด้านต่างๆ ดังนี้

- ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี ได้แก่ pH ปริมาณกรดทั้งหมด (%TTA) ความหนืด ปริมาณของแข็งรวมที่ละลายได้ทั้งหมด และวัดค่าสี ทดลอง 3 ซ้ำ

- วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรท ทดลอง 2 ซ้ำ

- ประเมินผลโดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic Scaling Test ใช้ผู้ทดสอบ 15 คน ลักษณะที่ทดสอบ คือ กลิ่นรส เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ สี และการยอมรับรวม ทดลอง 2 ซ้ำ

6. ศึกษาชนิดของสารแต่งกลิ่นและปริมาณสีที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์

เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสหลากหลายมากขึ้น

นำตัวอย่างที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด จากข้อ 2 3 และ4 มาแปรชนิดของสารแต่งกลิ่นที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ ตามที่ระบุโดยบริษัทผู้ผลิต และปริมาณสารแต่งสีให้เหมาะสมกับกลิ่น ดังนี้

6.1 เลือกชนิดของสารแต่งกลิ่นที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ โดยสารแต่งกลิ่นที่ใช้ได้แก่ Milk ID 9088® (กลิ่นวนิลา) Milk ID 9299® (กลิ่นคาราเมล) Strawberry Lab 16875® (กลิ่นสตรอเบอรี่) และ Chocolate ID 9010® (กลิ่นช็อคโกแลต) ในปริมาณที่เหมาะสมสำหรับกลิ่นแต่ละประเภท เติมกลิ่นภายหลังการโฮโมจิไนส์ ประเมินผลเปรียบเทียบกับที่ไม่ได้เติมสารแต่งกลิ่น

- ประเมินผลโดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic Scaling Test ใช้ผู้ทดสอบ 15 คน ลักษณะที่ทดสอบ คือ ความชอบด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ เพื่อสรุปหาสารแต่งกลิ่นที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ โดยเลือกจากตัวอย่างที่ได้รับคะแนนสูงสุด วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง 2 ซ้ำ

6.2 นำกลิ่นที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด จากข้อ 6.1 ซึ่งในการทดลองนี้คือ กลิ่นสตรอเบอรี่ มาแปรปริมาณสีที่สอดคล้องกัน ในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อเลือกใช้สำหรับ

ผลิตภัณฑ์ โดยสีที่ใช้คือ สี FD & C Red No.3 ชนิด เหลวเข้มข้น 5% แปรปริมาณในช่วง 0.2-0.5 กรัมต่อผลิตภัณฑ์ 500 มิลลิลิตร การเติมสีจะเติมในช่วงก่อนโฮโมจิไนส์ ประเมินผลดังนี้

- วัดค่าสี วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง 5 ซ้ำ

- ประเมินผลโดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic Scaling Test ใช้ผู้ทดสอบ 15 คน ลักษณะที่ทดสอบ คือ ความชอบด้านสีของผลิตภัณฑ์ เพื่อสรุปหาปริมาณสีที่เหมาะสมในการแต่งสีผลิตภัณฑ์ โดยเลือกจากตัวอย่างที่ได้รับคะแนนสูงสุด วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง 2 ซ้ำ

7. ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้าที่ดีที่สุด จากข้อ 6 ได้แก่ รสธรรมชาติ (ไม่ปรุงแต่งกลิ่นรส) และรสสตรอเบอรี่ ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 65 °C เป็นเวลา 15 นาที เก็บรักษาในขวดแก้วฝาเกลียวขนาดบรรจุ 250 มิลลิลิตร ในตู้เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 4-6°C ตรวจวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุกวันเปรียบเทียบผลเป็นเวลา 7 วัน โดย

- ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี ได้แก่ pH ปริมาณกรดทั้งหมด (%TTA) ความหนืด และปริมาณของแข็งรวมที่ละลายได้ทั้งหมด วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง3 ซ้ำ

- วัดค่าสี วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง 3 ซ้ำ

- ตรวจหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา ทดลอง 2 ซ้ำ

- ประเมินผลโดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic Scaling Test ใช้ผู้ทดสอบ 15 คน ลักษณะที่ทดสอบ คือ กลิ่นรส เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และการยอมรับรวม วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทดลอง 2 ซ้ำ