หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

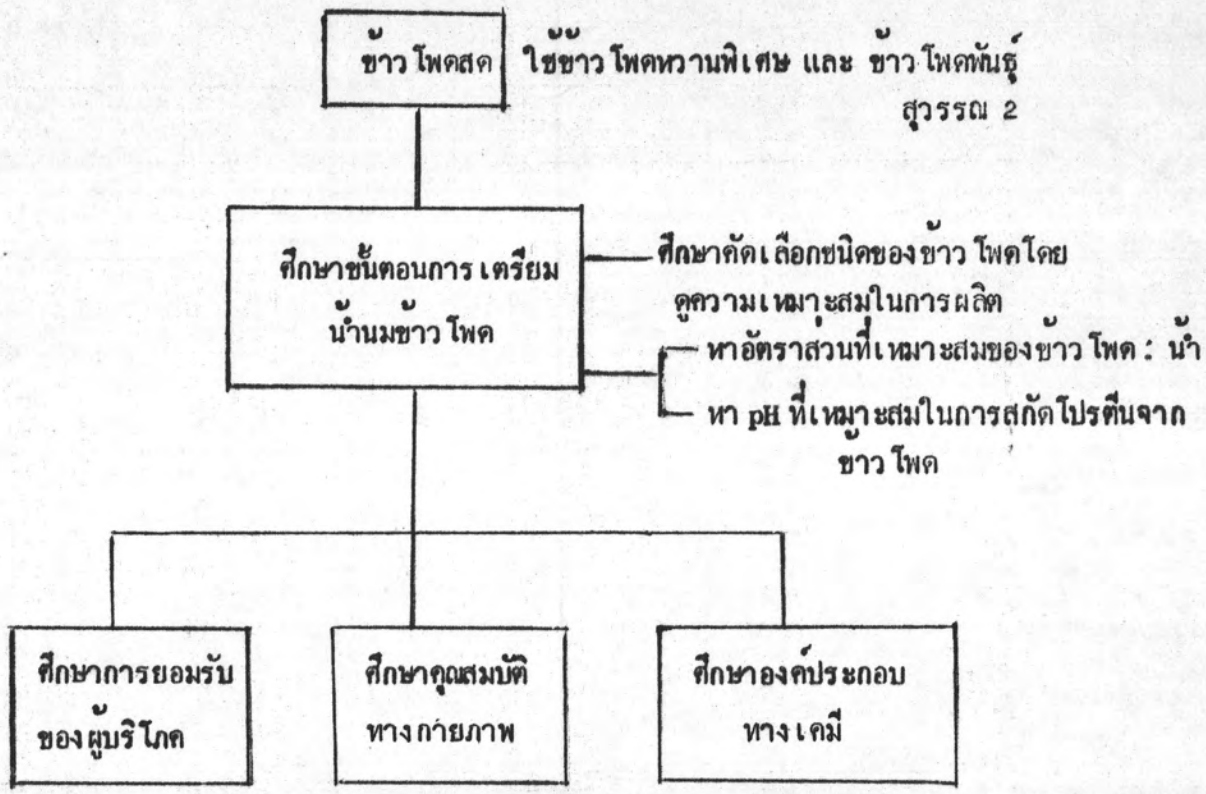
บทที่ 3

การทดลอง

3.1 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

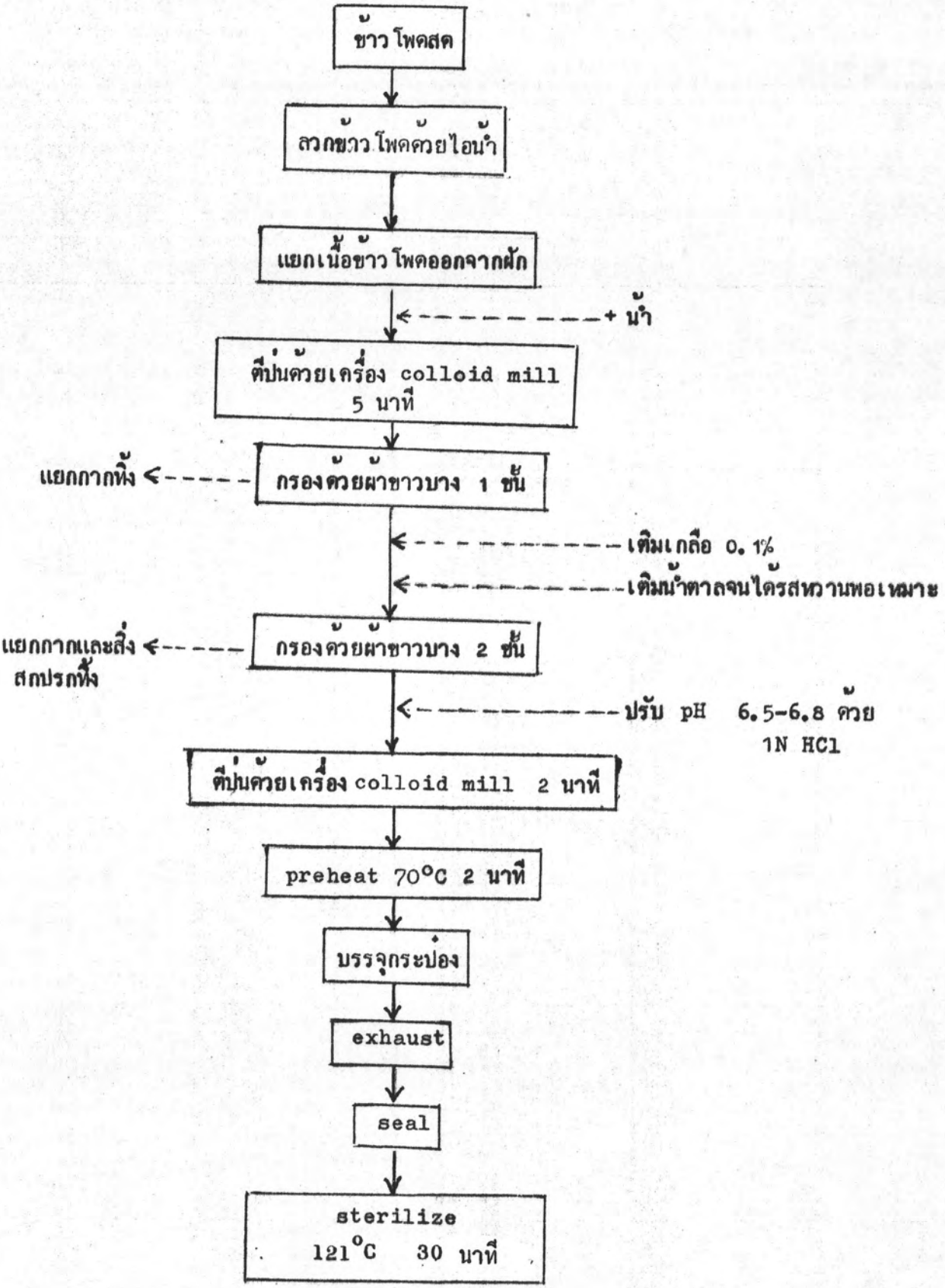
3.1.1 ศึกษาขั้นตอนการผลิตนมข้าวโพด

แผนภูมิที่ 1



แผนภูมิที่ 2

ขั้นตอนในการเตรียมนมข้าวโพด



3.1.1.1 การหาเวลาที่เหมาะสมในการลวกผักข้าวโพดโดยใช้ไอน้ำ

วัตถุประสงค์ในการลวกข้าวโพดคือ

ก. เพื่อ inactivate enzymes เพื่อป้องกันการเสื่อมคุณภาพลงทั้งด้านกลิ่นรส และสี ในการเก็บข้าวโพดสดเป็นระยะเวลานาน (long term storage) (เนื่องจากในการทดลองซื้อข้าวโพดมาครั้งละจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อความสดวกในการศึกษาทดลอง จึงลวกข้าวโพดและแยกเนื้อข้าวโพดออกจากฝัก บรรจุในถุงพลาสติก และนำไปเก็บในตู้แช่แข็ง)

ข. การลวกจะช่วยทำให้เนื้อเยื่อของข้าวโพดอ่อนนุ่มมากขึ้น ง่ายต่อกระบวนการแปรรูปต่อไป

วิธีการทดลอง

1. นำข้าวโพดที่ปอกเปลือกแล้วมาล้างทำความสะอาด
2. นำข้าวโพดจากข้อ 1 มาวางเรียงกันเพียงชั้นเดียวใน steam apparatus ขณะที่น้ำเดือด
3. ปิดฝา steam apparatus
4. จับเวลา (ในการทดลองใช้เวลา 6, 7, 8 และ 9 นาที)
5. เอาข้าวโพดออกจาก steam apparatus และนำมาแช่ในน้ำทันที
6. นำข้าวโพดที่ได้มาแยกเนื้อออกจากฝักโดยใช้มีด
7. นำมาทดสอบ peroxidase activity ตามรายละเอียดในภาคผนวก ข ข้อ 8

3.1.1.2 การคัดเลือกชนิดของข้าวโพด

ข้าวโพดที่ใช้ในการทดลองได้แก่

ก. ข้าวโพดหวานพิเศษอายุประมาณ 65-70 วัน (นับจากวันปลูก) จากตลาดมหานาค

ข. ข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 2 อายุประมาณ 70 วัน (นับจากวันปลูก) จากศูนย์วิจัยพันธุ์ข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งประเทศไทย อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

ขั้นตอนการทดลอง

นำข้าวโพดมาลวกโดยใช้ไอน้ำ (steam blanching) จากนั้นแยกเมล็ดข้าวโพดออกจากฝักนำมาตีปั่นกับน้ำโดยใช้ colloid mill อัตราส่วนระหว่างข้าวโพดกับน้ำที่เลือกศึกษาในการทดลองนี้ สำหรับข้าวโพดหวานพิเศษ เลือกอัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำเป็น 1:2 1:4 และ 1:6 และสำหรับข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 2 เลือกอัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำเป็น 1:4 1:6 และ 1:8 (จากผลการทดลองเบื้องต้น) หลังจากตีปั่นแล้วนำมากรองด้วยผ้าขาวบาง แยกกากทิ้งไป ส่วนน้ำข้าวโพดหลังจากแยกกากออกจะนำมาเติมเกลือ และน้ำตาล ชิมจนได้รสหวานพอเหมาะ (จากผลการทดลองเบื้องต้น) นำมากรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น เพื่อแยกกากที่เหลือและสิ่งสกปรกทิ้งไป จากนั้นนำน้ำนมข้าวโพดที่ได้มาปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 6.5-6.8 แล้วนำมาตีปั่นด้วย colloid mill อีกครั้ง แล้วนำไป preheat ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 2 นาที นำมาบรรจุกระป๋อง, ไล่อากาศ (exhaust), ปิดผนึก และ sterilize ตามลำดับ (จากการติดต่อสอบถาม คุณบุนนาค ศิริผลหลาย (54) เกี่ยวกับ processing time ของผลิตภัณฑ์ข้าวโพดครีมกระป๋องขนาด 303×406 พบว่า processing time (ที่อุณหภูมิ 115.55 องศาเซลเซียส) มากกว่า 30 นาที แต่ในการทดลองใช้กระป๋องขนาด 307×113 ใช้เวลา 30 นาที (ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส) และเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 เดือน ไม่พบว่ามีการผิดปกติของกระป๋องเกิดขึ้น อย่างไรก็ตามการผลิตจริงควรเลือกใช้วิธีการ rotate กระป๋องในขณะ sterilize ซึ่งจะช่วยให้ processing time น้อยลง)

นำนมข้าวโพดที่เตรียมจากข้าวโพดหวานพิเศษ และข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 2 มาศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้แบบสอบถามแบบ hedonic scale 1 ถึง 9 (1= ไม่ชอบมากที่สุด 9 = ชอบมากที่สุด) โดยผู้ชิมเป็นนิสิตปริญญาโท ภาควิชาเคมีเทคนิค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นผู้หญิง 9 คน ผู้ชาย 1 คน ไม่ได้ผ่านการ training มาก่อน

การวางแผนการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคใช้วิธี Randomized Complete-Block Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

เลือกชนิดของข้าวโพดโดยอาศัยข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภค และความเหมาะสมในการผลิต

3.1.1.3 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของ ข้าวโพด : น้ำ ในการผลิตนมข้าวโพด

นำข้าวโพดชนิดที่ได้เลือกแล้วตามขั้นตอนในข้อ 3.1.1.2 มาผ่านขบวนการผลิตตามแผนภูมิที่ 2 เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.2 โดยเลือกอัตราส่วนของข้าวโพด : น้ำ 1:2 1:4 และ 1:6 และนำมาศึกษาในด้านต่าง ๆ ดังนี้คือ

- ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี (proximate analysis)
- ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยผู้ชิมจำนวน 20 คน ผู้ชิมเป็นนิสิตปริญญาโท ภาควิชาเคมีเทคนิค และภาควิชาฟิสิกส์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้หญิง 16 คน ผู้ชาย 4 คน ไม่ได้ผ่านการ training

วางแผนการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยวิธี Randomized Complete-Block Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

- ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ (physical properties) ซึ่งได้แก่สี กลิ่น ความหนืด ลักษณะปรากฏ (appearance) และการตกตะกอนของน้ำนมข้าวโพด
- คัดเลือกอัตราส่วนของข้าวโพด : น้ำ ที่เหมาะสม

3.1.1.4 การศึกษาผลของ pH ที่มีต่อการสกัดโปรตีนจากข้าวโพด

ในการทดลอง vary pH โดยการปรับ pH ในขั้นของการตีปั่นข้าวโพดกับน้ำ (ขั้นที่ 3 ของ แผนภูมิ ที่ 2) รายละเอียดของขั้นตอนต่อไปเหมือนในแผนภูมิที่ 2

pH ที่ทดลอง vary คือ pH 7.5, 8, 9 และ 10

3.1.1.5 การทดลองเพื่อปรับปรุงลักษณะปรากฏ (appearance) ของนมข้าวโพด

เนื่องจากน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตได้นี้ มีลักษณะไม่เป็นเนื้อเดียวกัน มี particle แขวนลอยอยู่ทั่วไป และเมื่อตั้งทิ้งไว้ หรือนำมา centrifuge particle เหล่านี้จะแยกชั้นตกตะกอนลงมา จึงต้องมีการปรับปรุง appearance ของน้ำนมข้าวโพด

3.1.1.5.1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของส่วนที่ตกตะกอน

นำตะกอนที่ได้จากการ centrifuge น้ำนมข้าวโพดมาวิเคราะห์ องค์ประกอบทางเคมี

3.1.1.5.2 การปรับปรุง appearance โดยใช้ stabilizer

ขั้นตอนของการทดลองเป็นไปตามแผนภูมิที่ 2 โดยใช้ข้าวโพดตามที่เลือกไว้ (จากข้อ 3.1.1.2) โดยเลือกใช้อัตราส่วนของข้าวโพด : น้ำ (ตามที่เลือกไว้ในข้อ 3.1.1.3) และปรับ pH ขณะที่ปั่นข้าวโพดกับน้ำ (ตามที่เลือกไว้ในข้อ 3.1.1.4)

ในการทดลองจะเติม stabilizer หลังขั้นที่ 6 ในแผนภูมิที่ 2) คือหลังจากกรองน้ำนมข้าวโพดด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น จากนั้นนำมาปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 6.5-6.8 และนำมาปั่นใน colloid mill อีกครั้ง โดยปรับ clearance ของ colloid mill ให้แคบลงมากที่สุด และเพิ่มเวลาในการปั่นเป็น 5 นาที

stabilizer ที่ใช้คือ คาราจิแนน ที่ทดลองมี 2 type ซึ่งมีชื่อทางการค้าดังนี้

- RECODAN-RS (คาราจิแนน ชนิด Kappa, Lamda, Iota และ emulsifier) เปอร์เซ็นต์ของ คาราจิแนน ที่ทดลองใช้ในผลิตภัณฑ์ได้เท่ากับ 0.05 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5

- GENU SGI-3(Iota type) เปอร์เซ็นต์ที่ทดลองใช้ในผลิตภัณฑ์ได้แก่ 0.01 0.015 0.02 0.05 0.10 และ 0.2

นำน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตได้มาศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพในด้านการตกตะกอนและลักษณะปรากฏ

3.1.2 การเพิ่มคุณค่าทางอาหารของนมข้าวโพดด้วยนมผง และ/หรือแป้งถั่วเหลือง

การเพิ่มคุณค่าทางอาหารของน้ำนมข้าวโพด โดยการเติม นมผงและ/หรือแป้งถั่วเหลือง ปริมาณนมผงและ/หรือแป้งถั่วเหลืองที่เติมในน้ำนมข้าวโพด มีดังต่อไปนี้

เติมนมผง (Full Cream Milk Powder) 5 %

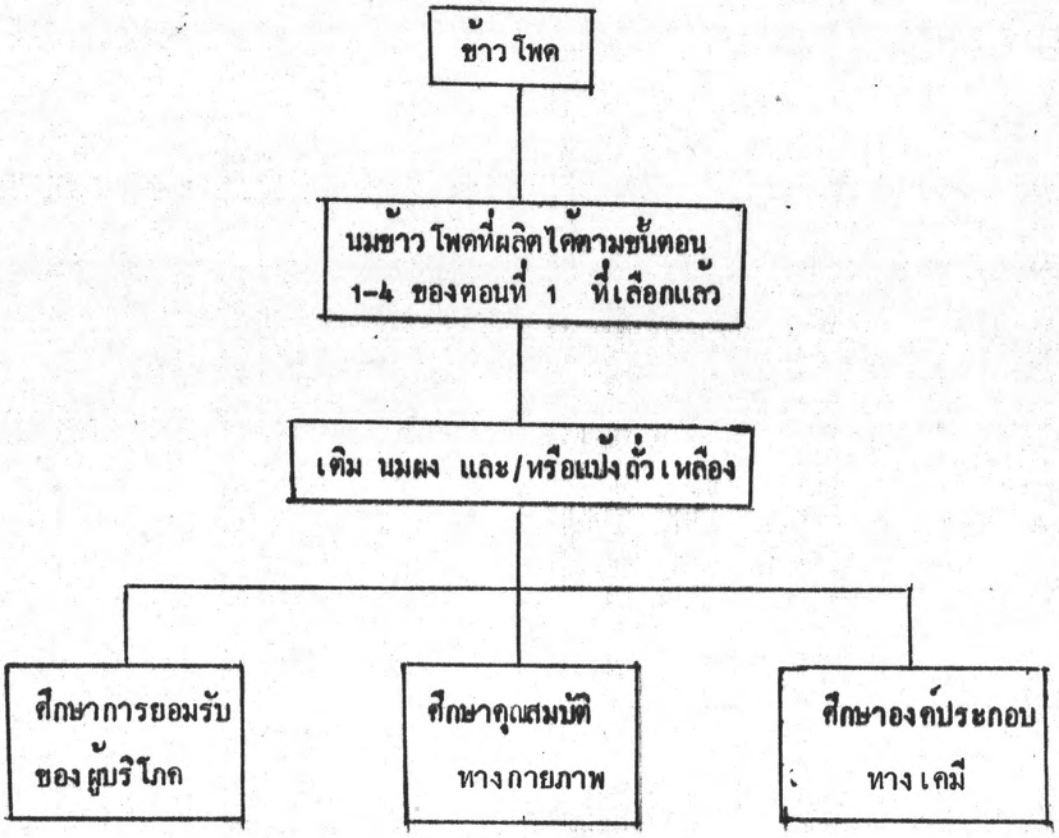
เติมแป้งถั่วเหลือง (Full Fat Soy Flour) 5 %

เติมนมผง 2.5 % และแป้งถั่วเหลือง 2.5 %

ขั้นตอนในการผลิตเป็นไปตาม แผนภูมิที่ 4

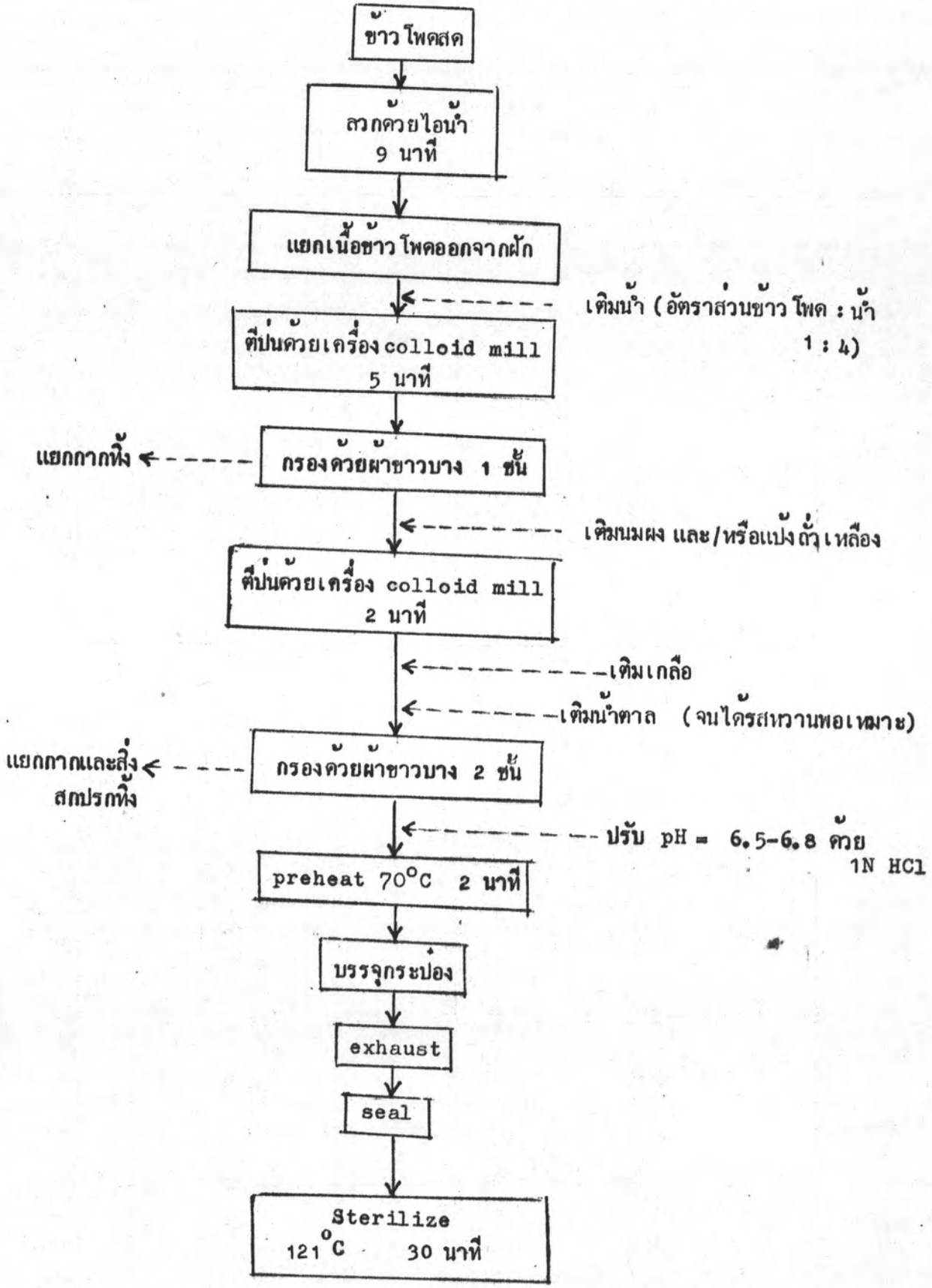
แผนภูมิที่ 3

ศึกษาการเพิ่มคุณค่าทาง โภชนาการของนมข้าว โพด



แผนภูมิที่ 4

ขั้นตอนในการเตรียมน้ำนมข้าวโพดผสม



นำน้ำนมข้าวโพดที่ได้มาศึกษาเปรียบเทียบกับนมข้าวโพดที่ไม่มีการเติมนมผงและ/หรือแป้งถั่วเหลือง โดยศึกษาในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้คือ

- ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี (proximate analysis) ซึ่งได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมด, โปรตีน, ไขมัน, เส้นใย, เถ้า และ คาร์โบไฮเดรต

- ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ (physical properties) ซึ่งได้แก่ สี, กลิ่น ความหนืด ลักษณะปรากฏ (appearance) และเสถียรภาพ (stability) ของน้ำนมข้าวโพด

- ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้ผู้ทดลองจำนวน 20 คน ผู้ชิมเป็นนิสิตปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเคมีเทคนิค และนิสิตปริญญาโท ภาควิชาฟิสิกส์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้หญิง 16 คน ผู้ชาย 4 คน ไม่ได้ผ่านการ training มาก่อน

การวางแผนการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคใช้ Randomized Complete-Block Design การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างใช้ Duncan's New Multiple Range Test

3.2 วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองมีดังต่อไปนี้

1. ข้าวโพด ข้าวโพดที่เลือกใช้ในการทดลองได้แก่
   - ข้าวโพดหวานพิเศษ (Super Sweet Corn) อายุประมาณ 65-70 วัน จากตลาดมหานาค
   - ข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ-2 อายุประมาณ 70 วัน จากศูนย์วิจัยพันธุ์ข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งประเทศไทย อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา
2. นมผง (Full Cream Milk Powder) (นมผงธรรมดาตรามอลลี่)

3. แป้งถั่วเหลืองผงชนิดไขมันเต็ม (Full Fat Soy Flour) (ผลิตภัณฑ์ของดอยคำ)

4. น้ำตาลทราย

5. เกลือ

3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตและการวิจัย

1. Colloid mill speed 2820 RPM.; 60 Hz, 19 kg,3HP,220 volt ห้างหุ้นส่วนจำกัดณรงค์ชัยกลการ
2. ผ้าขาวบางสำหรับใช้กรอง
3. รังถึง (steam apparatus) เส้นผ่านศูนย์กลาง 24.5 เซนติเมตร ความสูง 6.7 เซนติเมตร
4. exhauster ความยาว 4.4 เมตร speed 13.2 เมตร/นาที
5. เครื่องปิดผนึกกระป๋องด้วยมือ Rating 50,1HP,220 volt Brook Motors England
6. autoclave
7. กระป๋องเคลือบแลคเกอร์ขนาด (307×113 MG)
8. เทอร์โมมิเตอร์
9. Brookfield viscometer RVF Type
10. pH meter (Electronic Instruments Limited Serial No.7010/528)
11. เครื่อง centrifuge (Garver Electrifuge) 6542g, 220 volts, 60 Hz, Garver Manufacturing Co, U.S.A.
12. เครื่องชั่งชนิดละเอียด (Analytical Balance-Sartorius model 2462)

3.2.3 สารเคมี

- กรดไฮโดรคลอริค
- กรดซัลฟูริค
- กรดบอริค
- โซเดียมไฮดรอกไซด์

- คอปเปอร์ซัลเฟต
- โปตัสเซียมซัลเฟต
- เอทธิลแอลกอฮอล (95 %)
- อีเทอร์
- ปิโตรเลียมอีเทอร์
- ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
- กุยเอคอล (guaiacol)
- เมทธิลเรด
- เมทธิลีนบลู
- แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์
- ลูกแก้วพูมิส
- แอสเบสตอส
- แอมโมเนียมซัลเฟต
- carrageenan - RECODAN RS (trade name ของ carrageenan ซึ่งใช้เป็น stabilizer ในโรงงานนมคืนรูป)
  - GENU SGI-3 จากบริษัท จาร์คีนเมธีสัน จำกัด

3.3 การวิจัยผลิตภัณฑ์นมข้าวโพด

3.3.1 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

- นำตัวอย่างน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตใหม่ (ประมาณ 1 วัน) ไปแช่ในตู้เย็นประมาณ 3 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาให้ชิม (ตัวอย่างแบบสอบถามที่ใช้ ดูในภาคผนวก ค)

- การให้ code กับตัวอย่างที่ชิมจะใช้เลข 2 ตัวแบบสุ่ม

- การชิมใช้แก้วใสไม่มีสี ขนาดเล็ก (ประมาณ 60 มิลลิลิตร) เช่นกระป๋องนมข้าวโพดก่อนเปิด ใช้ตัวอย่างประมาณ 30 มิลลิลิตรต่อแก้ว โดยให้ตัวอย่างทั้งหมดพร้อมกัน (แต่ละคนได้รับทุกตัวอย่าง)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ (55,56)

- วางแผนการทดลองโดยใช้วิธี Randomized Complete-Block Design
- วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง โดยใช้การทดสอบแบบ Duncan's New Multiple Range Test

ตัวอย่างการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ในภาคผนวก ค

3.3.2 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ

1. ความหนืด (viscosity) ใช้เครื่องมือวัดความหนืด (Brookfield viscometer) วัดที่อุณหภูมิห้อง ใช้เข็มหมายเลข 1 ความเร็วของแกนหมุน 20 รอบต่อนาที อ่านค่าหลังจากเริ่มหมุน 2 นาที

2. สี (colour)

2.1 ใช้วิธีเปรียบเทียบกับสีมาตรฐานใน Munsell Book of Color

2.2 สังเกตด้วยตา (Visual inspection)

3. กลิ่น (Aroma)

ใช้การดม

4. การแยกชั้น

4.1 เปรียบเทียบการตกตะกอน โดยการ centrifuge นาน 5 นาที

4.2 ใช้การสังเกต

5. ปริมาณความชื้นทั้งหมด (moisture content) (AOAC 10.102, 31.006) (57) (ดูวิธีในภาคผนวก ช)

6. ปริมาณของแข็งรวมที่ละลายไม่ได้ (Total insoluble solid) ตรวจวิเคราะห์ตามวิธีของ ISO (ดูวิธีในภาคผนวก ช) (58)

3.3.3 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

1. ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ตรวจวัดโดยใช้ pH-meter

2. ปริมาณโปรตีน (AOAC 1980; 2.062, 14.068)(57)
ตรวจวิเคราะห์โดยวิธี Kjeldahl method
(ดูวิธีในภาคผนวก ข)

3. ปริมาณไขมัน (AOAC 1980; 16.059, 7.056)(57)
กรณีตัวอย่างเป็นของแข็ง ตรวจวิเคราะห์โดย Soxhlet extraction method
กรณีตัวอย่างเป็นของเหลว ตรวจวิเคราะห์โดย Roese Gottlieb method (ดูวิธีในภาคผนวก ข)

4. ปริมาณเถ้า
วิเคราะห์ตามวิธีของ A.O.A.C. ปี 1980 ข้อ 10.006 (57)
(ดูวิธีในภาคผนวก ข)

5. ปริมาณเส้นใย
วิเคราะห์ตามวิธีของ A.O.A.C. ปี 1980 ข้อ 7.061, 7.065 (57)
(ดูวิธีในภาคผนวก ข)

6. ปริมาณคาร์โบไฮเดรต
(ดูในภาคผนวก ข)

7. การทดสอบ peroxidase activity (59)