



## รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การกำจัดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลืองดิบโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตร่วมกับการให้ความร้อน

Removal of Beany Odor in Raw Soymilk using Calcium Carbonate with Heating

โดย

นางสาวแสงธรรม ไทยทัตกุล

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา 127-491 สหกิจศึกษา

ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2559

การกำจัดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลืองดิบโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตร่วมกับการให้ความร้อน

Removal of Beany Odor in Raw Soymilk using Calcium Carbonate with Heating



โดย  
นางสาวแสงธรรม ไทยทัตกุล

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา 127-491 สหกิจศึกษา

ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2559

หัวข้อโครงการ                      การกำจัดกลิ่นถั่วในน้ำมันถั่วเหลืองดิบโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตร่วมกับการให้ความร้อน

                                                 Removal of Beany Odor in Raw Soymilk using Calcium Carbonate with Heating

รายชื่อผู้จัดทำ                      นางสาวแสงธรรม ไทยทัตกุล

ภาควิชา                                  เทคโนโลยีการอาหาร วิทยาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา                      ผศ.ดร.ณัฐมล จินดาพรรณ

อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ ประจำปีการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2559



.....  
.....ผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา  
(ผศ.ดร. มารุจ ลิ้มปะวัฒน์)

## จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 30 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2560

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน ดร.ณฐมณ จินดาพรรณ

อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร

ตามที่ผู้จัดทำ นางสาวแสงธรรม ไทยทัตกุล นักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษาระหว่างวันที่ 15 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2560 ถึง วันที่ 25 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2560 ในตำแหน่งนักศึกษาฝึกงาน ณ บริษัท ใจั่วเจงจ้วน จำกัด และได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษาให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง “การกำจัดกลิ่นอ้วนในน้ำมันถั่วเหลืองดิบโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตร่วมกับการให้ความร้อน ”

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดแล้ว ผู้จัดทำจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกัน จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

นางสาวแสงธรรม ไทยทัตกุล

นักศึกษาสหกิจศึกษา

ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร

## กิตติกรรมประกาศ

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท โฉวเจงจ้วน จำกัด ตั้งแต่วันที่ 16 พฤษภาคม 2560 ถึงวันที่ 25 สิงหาคม 2560 ทำให้ผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่าและมีความสำคัญต่อการทำงานในอนาคตเป็นอย่างมาก รายงานสหกิจศึกษานี้สำเร็จลงด้วยดี เนื่องจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

1. คุณศิริชัย เบ็ญจพรเลิศ (ผู้ประกอบการ)
2. คุณรัชชน์ปรัตน์ จินสมุทร (เจ้าหน้าที่หัวหน้าฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์)

และบุคคลท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจพร้อมทั้งประสบการณ์เกี่ยวกับชีวิตการทำงานในสถานการณ์จริง ผู้จัดทำขอขอบพระคุณไว้เป็นอย่างสูง

ผู้จัดทำ

นางสาวแสงธรรม ไทยทัตกุล

15 กันยายน 2560

### บทคัดย่อภาษาไทย

|                  |                                                                                    |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| หัวข้อโครงงาน    | การกำจัดกลิ่นคั่วในน้ำมันถั่วเหลืองดิบโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตร่วมกับการให้ความร้อน |
| หน่วยกิต         | 6                                                                                  |
| โดย              | นางสาวแสงธรรม ไทยทัตกุล                                                            |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | ดร.ณัฐมล จินดาพรณ                                                                  |
| หลักสูตร         | วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)                                                          |
| สาขา             | เทคโนโลยีการอาหาร                                                                  |
| คณะ              | คณะวิทยาศาสตร์                                                                     |
| เทอม/ปีการศึกษา  | 3 / 2559                                                                           |

### บทคัดย่อ

เนื่องจากกลิ่นคั่วในน้ำมันถั่วเหลืองดิบทำให้ผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองมีคุณภาพลดลง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาความเป็นไปได้ของการกำจัดกลิ่นคั่วในน้ำมันถั่วเหลืองดิบโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตร่วมกับการให้ความร้อน (การนึ่ง) โดยศึกษาผลของเวลาในการให้ความร้อนเมล็ดถั่วเหลือง (0, 1, 3 และ 5 นาที) เวลาในการแช่เมล็ดถั่วเหลืองในสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนต 0.1 % ของน้ำหนักถั่วเหลือง (0, 15 และ 120 นาที) และอัตราส่วนของเมล็ดถั่วเหลืองต่อน้ำในขั้นตอนการต้ม (1:3, 1:4 และ 1:5) ที่มีต่อคุณภาพของน้ำมันถั่วเหลืองดิบได้แก่ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ความเป็นกรด-ด่าง สี และ ปริมาณกลิ่นคั่ว ผลการทดลองพบว่าการเพิ่มเวลาในการให้ความร้อนและเวลาสำหรับแช่เมล็ดถั่วเหลืองในสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตทำให้น้ำมันถั่วเหลืองดิบมีปริมาณกลิ่นคั่วลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) แต่กลับมีผลทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำมันถั่วเหลืองดิบลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำมันถั่วเหลืองดิบสามารถเพิ่มขึ้นได้โดยการลดอัตราส่วนของเมล็ดถั่วต่อน้ำในขั้นตอนการต้มจากผลการทดลองสรุปได้ว่าการแช่เมล็ดถั่วเหลืองในสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นเวลา 15 นาทีก่อนนำมาให้ความร้อนหรือหนึ่งด้วยไอน้ำเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นไม่ถั่วโดยใช้อัตราส่วนของถั่วเหลืองต่อน้ำเท่ากับ 1:3 เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

คำสำคัญ: กลิ่นคั่ว/ไม่พึงประสงค์ / กลิ่นคั่ว / แคลเซียมคาร์บอเนต / น้ำมันถั่วเหลือง



## บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

**Project Title** : Removal of Beany Odor in Raw Soymilk using Calcium Carbonate with Heating  
**Credits** : 6  
**By** : Saengtham Thaithatgool  
**Advisor** : Nathamol Chindapan (D. Eng)  
**Degree** : Bachelor of Science (B.Sc.)  
**Major** : Food Technology  
**Faculty** : Science  
**Semester / Academic year** : 3 /2016

---

### Abstract

Since beany odor in raw soymilk lead to lower quality soymilk products, this work focused on a feasibility study to remove beany odor from raw soymilk using calcium carbonate with heating (Steaming). The experiment was conducted by studying the effect of time for bean heating (0, 1, 3 and 5 min) and for bean soaking in calcium carbonate of 0.1 % w/w soybean (0, 15 and 120 min), as well as ratio of bean to water (1: 31:4 and 1:5 w/w), in a milling step on the quality of raw soymilk such as total soluble solid, pH, color and intensity of beany odor. The results indicated that an increase in time for bean heating and soaking in calcium carbonate solution led to lower intensity of beany odor, but it caused lower total soluble solid in soymilk. However, total soluble solid of raw soymilk could be increased with a decrease in the ratio of bean to water in the milling step. Finally, it could be concluded that an optimum condition for removal of beany odor intensity in raw soymilk were 5 minute for heating time, 15 minute for soaking time in calcium carbonate solution (0.1% w/w) and 1:3 for the ratio of bean to water.

**Keywords:** Undesired odor, Beany odor, Calcium carbonate, Soymilk

Approved by



## สารบัญ

| เรื่อง                                | หน้า  |
|---------------------------------------|-------|
| จดหมายนำส่งรายงาน                     | (ก)   |
| กิตติกรรมประกาศ                       | (ข)   |
| บทคัดย่อภาษาไทย                       | (ค)   |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ                    | (ง)   |
| สารบัญตาราง                           | (ฉ)   |
| สารบัญรูป                             | (ช)   |
| บทที่                                 |       |
| บทที่ 1 บทนำ                          | 1-3   |
| บทที่ 2 เอกสารและโครงงานที่เกี่ยวข้อง | 4-8   |
| บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน       | 9-14  |
| บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน                | 15-19 |
| บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง และ ข้อเสนอแนะ | 20    |
| เอกสารอ้างอิง                         | 21-22 |
| ภาคผนวก ก                             | 23-24 |
| ภาคผนวก ข                             | 25-26 |
| ประวัติผู้จัดทำ                       | 27    |



## สารบัญตาราง

| ตารางที่                                                                                                                                                   | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเหลืองแห้งทั้งเมล็ด                                                                                                   | 4    |
| ตารางที่ 2.2 โกลบูลินที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีนในถั่วเหลือง                                                                                                | 5    |
| ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบน้ำมันถั่วเหลืองที่ได้จากอัตราส่วนของถั่วเหลืองต่อน้ำที่ระดับต่างกัน                                                                | 6    |
| ตารางที่ 4.1 ผลของเวลาที่ใช้ในต่อสมบัติทางเคมี-กายภาพและประสาทสัมผัสของน้ำมันถั่วเหลืองดิบ                                                                 | 15   |
| ตารางที่ 4.3 ผลของการแช่ถั่วในสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตร่วมกับการให้ความร้อนโดยวิธีการนี้ที่มีต่อสมบัติทางเคมี-กายภาพและประสาทสัมผัสของน้ำมันถั่วเหลืองดิบ | 17   |
| ตารางที่ 4.4 ผลของอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ในการโม่ที่มีต่อสมบัติทางเคมี-กายภาพและประสาทสัมผัสของน้ำมันถั่วเหลืองดิบ                                           | 18   |

## สารบัญรูปภาพ

| ภาพที่                                                                             | หน้าที่ |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| ภาพที่ 1.1 สมการการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยมี Lipoxygenase เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา | 6       |
| ภาพที่ 1.2 การทำงานของอนไซม์ Lipoxygenase ในปฏิกิริยา Oxidation ของกรดไขมัน        | 7       |
| ภาพที่ 1.3 การทำงานของ aldehyde dehydrogenase                                      | 8       |
| ภาพที่ 3.1 กระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองดิบแบบดั้งเดิม                             | 12      |



## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันตลาดการซื้อขายน้ำมันถั่วเหลืองมีการขยายตัวในอัตราสูง และมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมค่อนข้างมาก ปัจจุบันผู้ผลิตพยายามเพิ่มสารอาหาร หรือ ฟิชสมูนไฟรที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพลงในน้ำมันถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหาร น้ำมันถั่วเหลืองถือเป็นสินค้าทางเลือกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญมากขึ้นเรื่อยๆ จากการสำรวจพบว่าน้ำมันถั่วเหลืองมีส่วนแบ่งตลาดอยู่ที่ 15,000 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 21 ของตลาดนมพร้อมดื่มทั้งหมด (สถาบันอาหาร, 2557)

น้ำมันถั่วเหลืองดิบเป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุปิดสนิท ผลิตได้จากกระบวนการไม่เปียกโดยใช้อัตราส่วนถั่วเหลืองต่อน้ำเท่ากับ 1:5 จากนั้นนำไปกรองกำจัดกากถั่วเหลืองจะได้น้ำมันดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุปิดสนิท อย่างไรก็ตามน้ำมันถั่วเหลืองดิบมักมีกลิ่นไม่พึงประสงค์ เนื่องจากถั่วเหลืองมีเอนไซม์ Lipoxigenase ประกอบอยู่ทุกส่วน โดยเฉพาะส่วนเมล็ด ในระหว่างกระบวนการแปรรูป เมล็ดถั่วเหลืองจะถูกเครื่องโม่ตีจนกระทั่งเมล็ดแตกละเอียด เป็นผลทำให้เอนไซม์ที่อยู่ภายในเมล็ดถั่วเหลืองสัมผัสกับอากาศ เมื่อเอนไซม์ Lipoxigenase และ อนุมูลอิสระจับกับ Oxygen จะสามารถเร่งปฏิกิริยาการเพิ่มออกซิเจนให้แก่กรดไขมันไม่อิ่มตัว ที่มี พันธะคู่ cis, cis-1,4 pentadiene เกิด hydroperoxy acid ซึ่งสามารถสลายเป็นสารประกอบที่ระเหยได้ กลายเป็นกลิ่นถั่ว (Beany flavor) และ เกิดการเปลี่ยนแปลง พันธะคู่จาก cis- เป็น trans-isomer ปฏิกิริยาดังกล่าวส่วนมากจะเกิดได้ดีเมื่อมีน้ำและ Oxygen

อย่างไรก็ตามกลิ่นไม่พึงประสงค์ดังกล่าวสามารถกำจัดออกได้โดยใช้ Aldehyde dehydrogenase ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Hui, 2006) การใช้เชื้อ Bifidobacterium breve MB233 ในตัวอย่างน้ำมันถั่วเหลืองพบว่าสามารถลดปริมาณสาร n-hexanal และ pentanal ซึ่งเป็นสารระเหยที่สำคัญที่ก่อให้เกิดกลิ่นถั่ว (Scalabrini, 1998) การแช่ถั่วเหลืองในสารละลายต่างช่วยให้ น้ำมันถั่วเหลืองมีกลิ่นรสที่ดี โดยใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต 0.25 เปอร์เซ็นต์ อย่างน้อย 10 นาทีช่วยให้ น้ำมันถั่วเหลืองมีกลิ่นรสที่ดี (Riaz, 1999) การเติมแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.02 ของน้ำหนักถั่วเมล็ดแห้งในขั้นตอนการสกัด จากนั้นจึงนำไปให้ความร้อน 98-100 องศาเซลเซียส 10-15 นาที จะได้น้ำมันถั่วเหลืองที่ปราศจากกลิ่นถั่ว (Ediriweera, 1996) และความร้อนแห้ง (Drum dry) หรือ การใช้น้ำเดือด ไม่ต่ำกว่า 80 องศาเซลเซียสในการแช่ถั่วเหลืองไม่ต่ำกว่า 10 นาที แล้วสกัดน้ำมันถั่วเหลืองด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสสามารถช่วยกำจัดกลิ่นถั่ว (beany flavor) ในน้ำมันถั่วเหลือง (Wilken, 1967)

บริษัท ไวกู๋เจงจ้วน จำกัด ซึ่งดำเนินธุรกิจทางด้านอุตสาหกรรมอาหาร มีการใช้น้ำมันถั่วเหลืองดิบเป็นจำนวนมากในการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุปิดสนิทพร้อมดื่ม ปัจจุบันบริษัทประสบปัญหว่าน้ำมันถั่วเหลืองดิบมีกลิ่นถั่วซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ Lipoxigenase ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยเป็นผลทำให้น้ำมันถั่วเหลืองมีกลิ่นถั่วไม่เป็นที่น่ารับประทาน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการกำจัดถั่วออกจากน้ำมันถั่วเหลืองดิบโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตร่วมกับการให้ความร้อน

## 1.2 วัตถุประสงค์

ศึกษาผลของการให้ความร้อนเมล็ดถั่วเหลือง โดยใช้ไอน้ำ การแช่ถั่วในสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนต ก่อนไม่รวมทั้งอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ในการโม่ ที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำมันถั่วเหลืองดิบที่ใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุปิดสนิทพร้อมดื่ม ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการพาสเจอร์ไรส์

## 1.3 ขอบเขตการวิจัย (เริ่มวันที่ 16 พฤษภาคม 2560 ถึงวันที่ 25 สิงหาคม 2560)

1. ศึกษากระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองดิบแบบดั้งเดิม
2. ศึกษาผลของการให้ความร้อนโดยวิธีหนึ่งที่เวลาต่างๆ (0, 1, 3 และ 5 นาที) ที่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และระดับความเข้มข้นของกลิ่นถั่วในน้ำมันถั่วเหลืองดิบ
3. ศึกษาผลของการแช่ถั่วในสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนต (0, 15 และ 120 นาที) ร่วมกับการให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำที่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และระดับความเข้มข้นของกลิ่นถั่วในน้ำมันถั่วเหลืองดิบ
4. ศึกษาผลของอัตราส่วนของถั่วต่อน้ำที่ใช้ในการโม่ (1: 5, 1: 4 และ 1: 3) ที่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และระดับความเข้มข้นของกลิ่นถั่วในน้ำมันถั่วเหลืองดิบ

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้วิธีการที่เหมาะสมที่ค่าใช้จ่ายไม่สูงสำหรับกำจัดกลิ่นถั่วในน้ำมันถั่วเหลืองดิบ ทำให้ผลิตภัณฑ์ของบริษัทมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเพิ่มขึ้น

### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะนักศึกษาจะได้รับ

ได้รับความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิตฟองเต้าหู้ ทั้งแบบสด และ แปรรูป รวมทั้งระบบการบริหารจัดการภายในโรงงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอาหาร ได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในสถานประกอบการ ได้รับประสบการณ์การทำงานร่วมกับผู้อื่น นอกจากนี้คาดว่าจะสามารถนำความรู้ที่ได้จากการฝึกสหกิจไปปรับใช้ได้จริงเมื่อเข้าทำงานในอนาคต



## บทที่ 2

### เอกสารและโครงการที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่จัดอยู่ในตระกูล Leguminosae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max* (L.) Merrill (ธีระ, 2545) ลำต้นเป็นทรงสี่เหลี่ยมมีขนยาวปกคลุมทุกส่วน มีใบย่อย 3 ใบ ซึ่งมีรูปร่างเป็นวงรีคล้ายไข่ปลายแหลม และมีขนปกคลุมทั้งสองด้าน มีใบติดสลับกันบนลำต้น มีดอกสีขาวอมม่วงขนาดเล็ก ฝักแบนยาว 2-3 เมล็ด ถั่วเหลืองเจริญได้ดีในดินร่วนปนดินเหนียว ไม่ชอบพื้นที่ที่มีน้ำขัง ถั่วเหลืองมีหลายสายพันธุ์แต่ที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์โดยกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และเป็นที่ยอมรับปลูกในปัจจุบันมีอยู่ประมาณ 10 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ สจ.4 สจ.5 สุโขทัย 1 สุโขทัย 2 นครสวรรค์ 1 เชียงใหม่ 2 เชียงใหม่ 3 เชียงใหม่ 4 และ เชียงใหม่ 60 พื้นที่เพาะปลูกถั่วเหลืองได้แก่แถบภาคเหนือ ภาคกลางตอนบน ภาคตะวันออก และ ตะวันตก (กรมวิชาการเกษตร, 2547) ส่วนฤดูกาลที่เหมาะสมในการเพาะปลูกถั่วเหลือง ได้แก่ ฤดูฝน ปลายฤดูฝนและฤดูแล้ง โดยถั่วเหลืองควรแก่ในช่วงที่ไม่มีฝน (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2527)

องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเหลืองแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ ฤดูกาล อากาศ และสภาพแวดล้อมหรือภูมิประเทศของพื้นที่เพาะปลูก (Lui, 1997)

ตารางที่ 1.1 องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเหลืองแห้งทั้งเมล็ด

| องค์ประกอบทางเคมี | ปริมาณร้อยละ |
|-------------------|--------------|
| โปรตีน            | 34.0         |
| คาร์โบไฮเดรต      | 26.7         |
| ไขมัน             | 18.7         |
| ความชื้น          | 11.1         |
| เส้นใย            | 4.7          |
| เถ้า              | 4.8          |

ที่มา: สุมาลี และ วลัยทิพย์ (2541)



## 2.2 โปรตีนในถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองประกอบด้วย Globular Protein ร้อยละ 50-60 เป็นโปรตีนที่สะสมในเมล็ด สามารถจำแนกได้เป็น 4 ชนิด ตามน้ำหนักโมเลกุล (Garcia et al., 1997) ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 โกลบูลินที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีนในถั่วเหลือง

| Fraction                                   | Total protein (%) | Components                                                        | Mw                                              |
|--------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 2S ( $\alpha$ -Conglycinin)                | 22                | Trypsin inhibitors<br>Cytochrome <i>c</i>                         | 8000; 21,500<br>12,000                          |
| 7S ( $\beta$ - and $\gamma$ - Conglycinin) | 37                | Hemagglutinin<br>Lipoxygenase<br>$\beta$ - Amylase<br>7S globulin | 110,000<br>102,000<br>61,700<br>180,000-210,000 |
| 11S (Glycinin)                             | 31                | 11S globulin                                                      | 350,000                                         |
| 15S                                        | 11                |                                                                   | $\approx$ 600,000                               |

ที่มา : Wolf (1970)

## 2.3 นํ้านมถั่วเหลือง

นํ้านมถั่วเหลือง (นํ้าเต้าหู้) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ของเหลวที่สกัดได้จากเมล็ดถั่วเหลืองด้วยนํ้าผู้ผลิตอาจมีการผสมนม สารอาหาร หรือ สารปรุงแต่งอื่นๆ เพื่อปรุงรส และนำมาฆ่าเชื้อเพื่อความปลอดภัยในการบริโภค นํ้านมถั่วเหลืองมีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวขุ่น เนื้อสัมผัสคล้ายนํ้านม มีโปรตีน และ ไขมันสูง (Liu, 1997) ส่วนการผลิตนั้นไม่มีมาตรฐานที่แน่นอน ขึ้นอยู่กับวิธีการของผู้ผลิตนั้นๆ

สำหรับขั้นตอนการผลิตนํ้านมถั่วเหลือง โดยทั่วไปเริ่มจากการทำความสะอาดเมล็ดถั่วเหลืองที่ใช้ในการผลิตด้วยนํ้าเปล่า คัดแยกเมล็ดเสียและสิ่งเจือปนออก จากนั้นจึงนำถั่วเหลืองดิบไปแช่นํ้าเป็นเวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง เพื่อให้ถั่วเหลืองนํ้าขึ้น ซึ่งจะง่ายต่อการโม่หรือการสกัด เมื่อครบเวลาจะสะเด็ดนํ้าออกและโม่ถั่วเหลืองพร้อมกับนํ้าเปล่าที่สะอาด จากนั้นนำนํ้านมถั่วเหลืองดิบที่ได้มาต้มจนเดือดประมาณ 10-15 นาทีเพื่อกำจัดกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นถั่ว กลิ่นเหม็นเขียว รวมทั้งเพื่อยับยั้งปฏิกิริยาทางเคมี หรือสารบางชนิดที่ส่งผลเสียต่อผู้บริโภค สุดท้ายจึงนำมาปรุงรส แต่งกลิ่น และ สี ตามความเหมาะสม ในขั้นตอนการโม่พบว่า

อัตราส่วนระหว่างถั่วเหลืองและน้ำที่ใช้ในการสกัดมีผลต่อคุณภาพและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันถั่วเหลืองดังตารางที่ 2.3

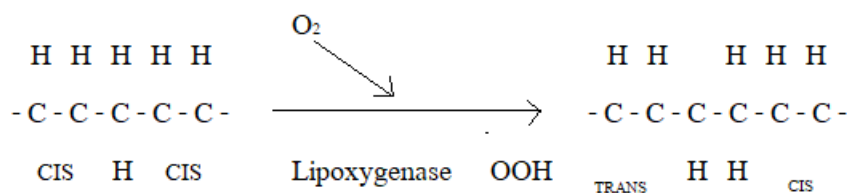
ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบน้ำมันถั่วเหลืองที่ได้จากอัตราส่วนของถั่วเหลืองต่อน้ำที่ระดับต่างกัน

| ถั่วเหลืองต่อน้ำ<br>(แยกเปลือก) | ของแข็ง<br>ทั้งหมด (ร้อยละ) | โปรตีน (ร้อยละ) | ไขมัน (ร้อยละ) | คาร์โบไฮเดรต<br>(ร้อยละ) | เถ้า (ร้อยละ) |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------------|----------------|--------------------------|---------------|
| 1:5                             | 9.2                         | 4.5             | 2.4            | 1.8                      | 0.48          |
| 1:6                             | 8.7                         | 4.2             | 2.2            | 1.9                      | 0.44          |
| 1:7                             | 7.9                         | 3.8             | 1.9            | 1.8                      | 0.39          |
| 1:8                             | 7.2                         | 3.4             | 1.7            | 1.7                      | 0.35          |
| 1:9                             | 6.3                         | 2.9             | 1.5            | 1.6                      | 0.30          |
| 1:10                            | 5.6                         | 2.6             | 1.4            | 1.3                      | 0.27          |

ที่มา: (Tanteeratarm, 1997)

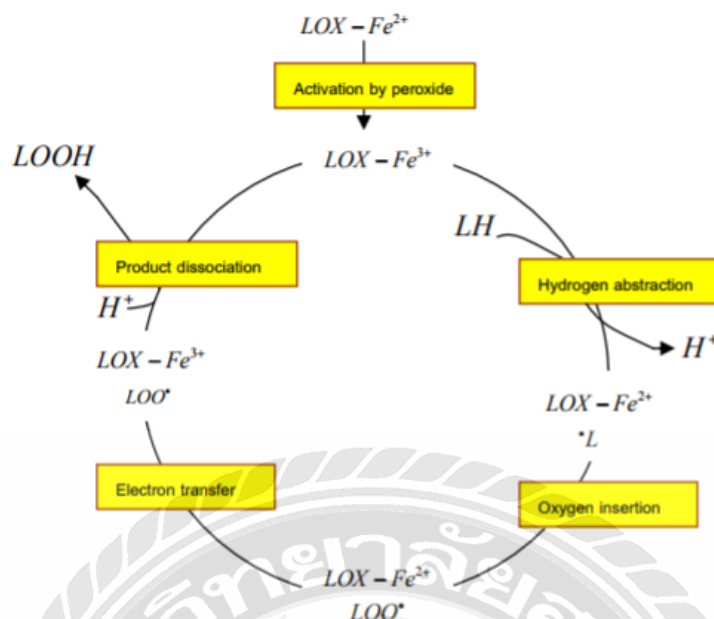
## 2.4 การเกิดกลิ่นถั่ว

กลิ่นถั่ว (Beany odor) เกิดจากสารเคมีที่ระเหยได้จำพวกสารประกอบแอลดีไฮด์ เช่น n-hexanal และ pentanal ซึ่งเกิดขึ้นจากปฏิกิริยา oxidation ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวโดยมีเอนไซม์ Lipxygenase (LOX) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Scalabrini, 1998) เนื่องจากเหล็ก  $Fe^{2+}$  ในโมเลกุลของเอนไซม์ Lipxygenase จะเป็นตัวดึงอะตอมไฮโดรเจนออกจากกรดไขมันไม่อิ่มตัว จากนั้นออกซิเจนจะเข้าแทนที่จนเกิด hydroperoxide ซึ่งจะสลายตัวกลายเป็นสารเคมีที่ระเหยได้ซึ่งรวมทั้งแอลดีไฮด์ (Halliwell et al., 1995) กลไกข้างต้นแสดงได้ดังรูปที่ 1.1 และ 1.2



รูปที่ 1.1 การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยมี Lipxygenase เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

(ที่มา: Janette และคณะ, 2005)



**รูปที่ 1.2** การทำงานของเอนไซม์ Lipoxygenase ในปฏิกิริยา Oxidation ของกรดไขมัน ( $LH$ ,  $*L$  และ  $LOO^*$  คือ โมเลกุลของกรดไขมัน อนุมูลของกรดไขมัน และ อนุมูลเปอร์ออกซีของกรดไขมัน)  
ที่มา: O'Donnell และคณะ (1999)

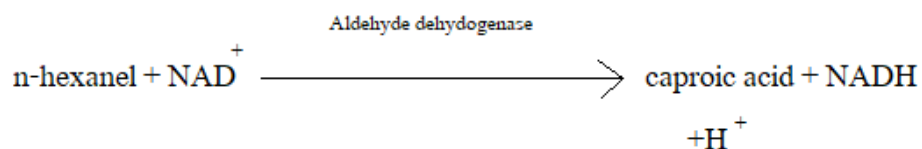
## 2.2 วิธีการกำจัดกลิ่นถั่ว

วิธีการกำจัดกลิ่นถั่วอันเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การกำจัดหรือยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ Lipoxygenase ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญในการเกิดกลิ่นถั่วโดยใช้ความร้อนและสารละลายต่างชนิดต่างๆ และการกำจัดสารประกอบแอลดีไฮด์ที่เป็นสาเหตุของกลิ่นถั่ว ดังงานวิจัยต่อไปนี้

Wilken (1967) พบว่าการบดถั่วเหลืองด้วยความร้อนแห้ง (Drum dry) หรือ การใช้น้ำเดือดไม่ต่ำกว่า 80 องศาเซลเซียส ในการแช่ถั่วเหลืองไม่ต่ำกว่า 10 นาที แล้วสกัดน้ำมันถั่วเหลืองด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสสามารถช่วยกำจัดกลิ่นถั่ว (beany flavor) ในน้ำมันถั่วเหลืองได้อย่างดีเนื่องจากความร้อนทำให้โปรตีนถูกทำลายเกิดการคลายเกลียวของโปรตีน ทำให้เอนไซม์ไม่สามารถทำงานได้เนื่องจากเสียสภาพจากความร้อน

Riaz (1999) พบว่าการแช่ถั่วเหลืองในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.25 เปอร์เซ็นต์อย่างน้อย 10 นาที ช่วยทำให้น้ำมันถั่วเหลืองมีกลิ่นรสที่ดีขึ้น อีกทั้ง Ediriweera, 1996) ได้รายงานว่าการเคลือบคาร์บอเนตมีผลช่วยในการลดกลิ่นถั่ว (beany flavor) ในน้ำมันถั่วเหลือง เนื่องจากแคลเซียมคาร์บอเนตจะจับกับเหล็กภายในโมเลกุลโครงสร้างของ Lipoxygenase ทำให้เอนไซม์ไม่สามารถเติมออกซิเจนให้แก่กรดไขมันได้ สามารถทำได้โดยเติมแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.02 ของน้ำหนักถั่วเมล็ดแห้งในขั้นตอนการสกัด จากนั้นจึงนำไปให้ความร้อน 98-100 องศาเซลเซียส 10-15 นาที จะได้น้ำมันถั่วเหลืองที่ปราศจากกลิ่นถั่ว

Hui (2006) พบว่าการใช้ aldehyde dehydrogenase เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถใช้ในการกำจัดกลิ่นถั่วอันเกิดมาจากสารประกอบแอลดีไฮด์ได้ เนื่องจาก aldehyde dehydrogenase เป็นเอนไซม์ชนิดหนึ่งที่สามารถเปลี่ยนสารประกอบแอลดีไฮด์ไปเป็นสารอื่นได้ดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 การทำงานของ aldehyde dehydrogenase

Scalabrini และ คณะ (1998) พบว่าแบคทีเรีย Bifidobacterium breve MB233 สามารถลดปริมาณสาร n-hexanal และ pentanal ซึ่งเป็นสารสำคัญที่ก่อให้เกิดกลิ่นถั่ว (beany flavor) ในน้ำมันถั่วเหลืองได้



### บทที่ 3

#### รายละเอียดการปฏิบัติงาน

#### 3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ (แสดงแผนที่ประกอบ)

ชื่อโรงงาน บริษัท ไฉ่วเจงจ้วน จำกัด

ที่อยู่โรงงาน 6/16 ม.4 ซ.สุขสวัสดิ์ 2 ถ.สุขสวัสดิ์ แขวง จอมทอง เขตจอมทอง กทม 10150

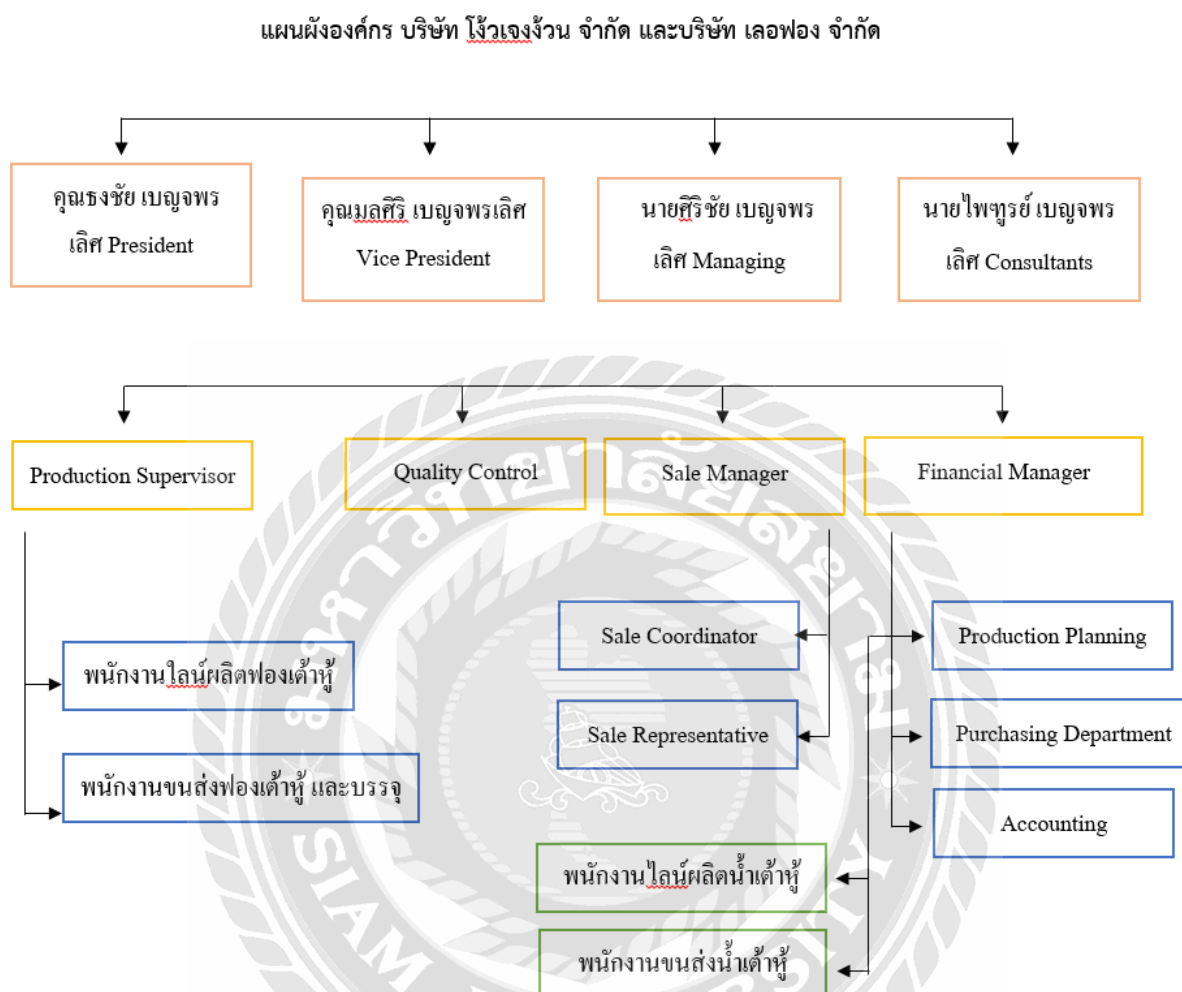
เบอร์โทรศัพท์ 02-468-0060



#### 3.2 ลักษณะการประกอบกิจการและการให้บริการหลักขององค์กร

ผู้ประกอบการ SMEs จำหน่ายน้ำมันหล่อลื่นผสมฟองเต้าหู้พร้อมดื่มบรรจุในภาชนะปิดสนิทผ่านการฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการพาสเจอไรส์ในยี่ห้อ ฟองฟอง มีหลากหลายรสชาติ อาทิเช่น รสหวาน รสส้ม รสเลมอน รสช็อคโกแลต รสชาเขียว เป็นต้น อีกทั้งยังจัดจำหน่ายเต้าหู้ยี้ ฟองเต้าหู้แบบสดหรืออบแห้ง และจัดจำหน่ายอาหารเจในชื่อร้านเจเจมั่ง

### 3.3 รูปแบบการจัดองค์การและการบริหารงานองค์กร (แสดงผังการจัดองค์กร)



### 3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

ได้รับมอบหมายให้ทำงานในตำแหน่งพนักงานฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ควบคุมคุณภาพ และงานอื่นๆ ตามที่ได้รับมอบหมายตามความเหมาะสม อาทิเช่น งานเอกสาร เป็นต้น นอกจากนี้ได้รับมอบหมายให้หาแนวทางกำจัดกลิ่นถั่วในน้ำมันถั่วเหลืองดิบก่อนนำเข้าสู่กระบวนการผลิตต่อไป

### 3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

|                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| ชื่อพนักงานที่ปรึกษา | คุณรัชชนันท์ รัตนจินสมุทร     |
| ตำแหน่ง              | เจ้าหน้าที่ฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์ |
| E-mail               | nook-s.one@hotmail.com        |
| เบอร์ติดต่อ          | 083-255-8352                  |

### 3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

| หัวข้องานวิจัย                                                                                             | ระยะเวลาการดำเนินงาน (เดือน) |                            |                            |                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                                                                                                            | 15 พฤษภาคม -<br>16 กรกฎาคม   | 21 กรกฎาคม -<br>31 กรกฎาคม | 31 กรกฎาคม -<br>25 สิงหาคม | 25 สิงหาคม – 30<br>กันยายน |
| 1. ศึกษาขั้นตอนการทำงานระบบเอกสาร กระบวนการผลิตฟองเต้าหู้แบบสด - ออบแห้ง นํ้านมถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์อื่นๆ | ↔                            |                            |                            |                            |
| 2. รวบรวมข้อมูล ศึกษาวิธีการกำจัดกลิ่นถั่วจากผลงานวิจัยที่ผ่านมา และทดลองเบื้องต้น                         | ↔                            |                            |                            |                            |
| 3. เก็บตัวอย่างนํ้านมถั่วเหลืองดิบ และทดลองกำจัดกลิ่นถั่วโดยใช้ความร้อนร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนต            |                              | ↔                          | ↔                          |                            |
| 4. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง                                                                              |                              |                            | ↔                          | ↔                          |
| 5. จัดทำรูปเล่มรายงานสหกิจและนำเสนอข้อมูล                                                                  |                              |                            |                            | ↔                          |

### 3.7 วัตถุดิบและวัสดุอุปกรณ์

#### 3.7.1 วัตถุดิบและสารเคมี

1. ถั่วเหลืองนำเข้าจากต่างประเทศ
2. นํ้าบริโภค
3. แคลเซียมคาร์บอเนต

#### 3.7.2 เครื่องมือและวัสดุ

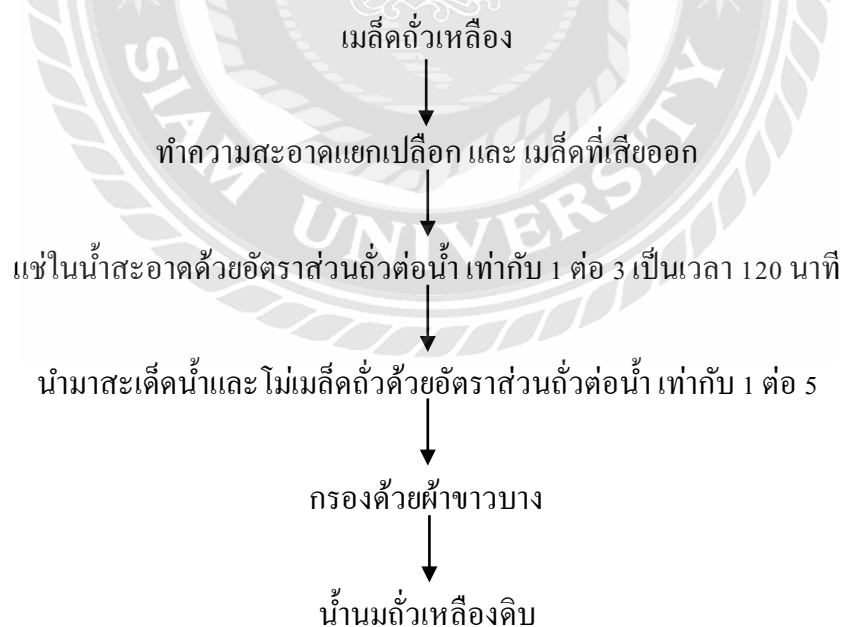
1. Hand refractometer

2. เครื่องวัด pH
3. เครื่องวัดสี
4. เครื่องชั่ง
5. เครื่องปั่นอเนกประสงค์
6. ถ้วยสแตนเลส
7. หม้อน้ำ
8. กระบอกตวงปริมาตร
9. ผ้าขาวบาง

### 3.8 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

#### 3.8.1. ศึกษากระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองดิบแบบดั้งเดิม

นำถั่วเหลืองดิบมาคัดแยกเมล็ดเสียออก คัดแยกเปลือกที่สามารถหยิบออกได้ง่าย ทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่า จากนั้นนำเมล็ดมาแช่ในน้ำสะอาดนาน 2 ชั่วโมง เพื่อให้เมล็ดถั่วดูดน้ำจนพองตัวง่ายต่อการนำไปสกัด นำเมล็ดถั่วมาสะเด็ดน้ำและ โม่ด้วยอัตราส่วนถั่วต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 5 และกรองด้วยผ้าขาวบางเพื่อให้ได้น้ำมันถั่วเหลืองดิบที่ไม่มีกากถั่วเจือปน ก่อนนำเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองพาสเจอร์ไรส์ต่อไป แสดงขั้นตอนการผลิตดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 กระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองดิบแบบดั้งเดิม



### 3.8.2 ศึกษาผลของเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนด้วยวิธีการนี้

นำถั่วเหลืองที่ผ่านการเตรียมเบื้องต้นมาแช่น้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 3 (ใช้ถั่ว 100 กรัมต่อน้ำ 300 กรัม) เป็นเวลา 120 นาที จากนั้นนำแต่เมล็ดถั่วมาให้ความร้อนด้วยวิธีการนี้ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 วิธี

วิธีที่ 1 ไม่ผ่านการให้ความร้อน

วิธีที่ 2 ให้ความร้อน 1 นาที

วิธีที่ 3 ให้ความร้อน 3 นาที

วิธีที่ 4 ให้ความร้อน 5 นาที

จากนั้นนำมาทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว และปั่นเมล็ดถั่ว (ถั่ว 1 ส่วนต่อ น้ำ 5 ส่วน) โดยใช้เครื่องปั่นอเนกประสงค์ นำน้ำนมถั่วเหลืองดิบมากรองแยกกากออกด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นนำส่วนของน้ำนมมาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) สี (Color) และระดับความเข้มข้นของกลีโคไซด์โดยการประเมินทางประสาทสัมผัส (ดมกลิ่น) ทำการทดลองทั้งหมดจำนวน 3 ซ้ำ

### 3.8.3 ศึกษาผลของการแช่ถั่วในสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตร่วมกับการให้ความร้อนใช้ไอน้ำ

นำถั่วเหลืองที่ผ่านการเตรียมเบื้องต้นมาแช่น้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 3 (ใช้ถั่ว 100 กรัมต่อน้ำ 300 กรัม) แบ่งการทดลองออกเป็น 3 วิธี

วิธีที่ 1 ถั่วเหลืองจะถูกแช่ในน้ำสะอาดจนครบ 120 นาที โดยไม่มีการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต

วิธีที่ 2 ถั่วเหลืองจะถูกแช่ในน้ำสะอาดจนครบ 105 นาที หลังจากนั้นจะเติมแคลเซียมคาร์บอเนตจำนวน 0.1 กรัม ลงในน้ำ 300 กรัม (คิดเป็น 0.1% ของน้ำหนักถั่วเหลืองแห้ง) และแช่ต่อไปอีก 15 นาที

วิธีที่ 3 ถั่วเหลืองจะถูกแช่ในน้ำสะอาดซึ่งมีการเติมแคลเซียมคาร์บอเนตจำนวน 0.1 กรัม ลงในน้ำ 300 กรัม (คิดเป็น 0.1% ของน้ำหนักถั่วเหลืองแห้ง) และแช่ไปจนครบ 120 นาที

จากนั้นนำเมล็ดถั่วเหลืองมาล้างน้ำ 1 รอบ สะเด็ดน้ำบนตะแกรงพอหมาดก่อนนำมาปั่นเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำมาทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว และปั่นเมล็ดถั่ว (ถั่ว 1 ส่วนต่อ น้ำ 5 ส่วน) โดยใช้เครื่องปั่นอเนกประสงค์ นำน้ำนมถั่วเหลืองดิบมากรองแยกกากออกด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นนำส่วนของน้ำนมมาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) สี (Color) และระดับความเข้มข้นของกลีโคไซด์โดยการประเมินทางประสาทสัมผัส (ดมกลิ่น) ทำการทดลองทั้งหมดจำนวน 3 ซ้ำ

### 3.8.4 ศึกษาผลของอัตราส่วนของถั่วถั่วเหลืองต่อน้ำที่ใช้ในกระบวนการโม่

นำถั่วที่ผ่านการเตรียมเบื้องต้นมาแช่น้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 3 (ใช้ถั่ว 100 กรัมต่อน้ำ 300 กรัม) โดยเติมแคลเซียมคาร์บอเนตจำนวน 0.1 กรัม ลงในน้ำ 300 กรัม (คิดเป็น 0.1% ของน้ำหนักถั่วเหลืองแห้ง) แช่เป็น

เวลา 120 นาที จากนั้นนำแก้วที่ได้มาล้างน้ำ ก่อนนำมาตั้งเป็นเวลา 5 นาที นำแก้วที่ผ่านการนึ่งมาทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว และปั่นเนื้อแก้วให้ละเอียดโดยใช้เครื่องปั่นอเนกประสงค์ ในขั้นตอนนี้ทำการแปรอัตราส่วนของแก้วเหลืองต่อน้ำที่ใช้ในกระบวนการไม่เป็น 1:5, 1:4 และ 1:3 นำน้ำมันแก้วเหลืองดิบมากรองแยกกากออกด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นนำส่วนของน้ำมันมาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) สี (Color) และระดับความเข้มข้นของกลิ่นแก้วโดยการประเมินทางประสาทสัมผัส (ดมกลิ่น) ทำการทดลองทั้งหมดจำนวน 3 ซ้ำ

### 3.8.5. การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี-กายภาพ และประสาทสัมผัส

(1) วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid, TSS) โดยนำน้ำมันแก้วเหลืองดิบในแต่ละการทดลองมาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดโดยใช้ Hand refractometer เทียบกับน้ำมันแก้วเหลืองดิบที่เตรียมโดยใช้วิธีดั้งเดิมของโรงงาน

(2) วัดความเป็นกรด-ด่าง โดยนำน้ำมันแก้วเหลืองดิบในแต่ละการทดลองมาวัดค่า pH โดยใช้ pH meter

(3) วัดค่าสี โดยนำน้ำมันแก้วเหลืองดิบมาวัดสีในระบบ CIE L\*a\*b\* โดยใช้เครื่องวัดสี

(4) วัดระดับความเข้มข้นของกลิ่นแก้วโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านการดมกลิ่น ก่อนที่ผู้เข้าทดสอบประเมินจะทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น ต้องมีการฝึกฝนผู้เข้าทดสอบเสียก่อน โดยให้ผู้เข้าทดสอบดมกลิ่นแก้ว (Beany Flavor) เป็นประจำทุกวัน เป็นเวลาอย่างน้อย 3 สัปดาห์ เพื่อให้เกิดความคุ้นชินในกลิ่นที่ทำการทดสอบ สามารถแยกกลิ่นแก้วออกจากกลิ่นอื่นๆ ได้อย่างชัดเจน และสามารถทำการทดสอบได้แม่นยำยิ่งขึ้น จากนั้นจึงให้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนทำการประเมินน้ำมันแก้วเหลืองดิบที่ได้จากการทดลอง ด้วยแบบประเมินจัดอันดับ โดยให้ผู้ทดสอบจัดอันดับความแรงของกลิ่นแก้ว กำหนดคะแนนดังนี้ 0 = ไม่มีกลิ่น, 1 = รู้สึกว่ามี, 2.5 = น้อยมาก, 5 = น้อย, 7.5 = ปานกลางค่อนข้างน้อย, 10 = ปานกลาง, 12.5 = เข้มปานกลาง และ 15 = เข้ม เพื่อวัดระดับความแรงของกลิ่นในแต่ละตัวอย่างที่ทำการทดลอง ถ้าตัวอย่างใดได้รับคะแนนมาก แสดงว่าตัวอย่างนั้นมีกลิ่นแก้วแรง ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของทางผู้ประกอบการ

### 3.9 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทำการทดลองอย่างน้อยจำนวน 2 ซ้ำ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's-b ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p \leq 0.05$ ) โดยใช้โปรแกรม SPSS for Window®

## บทที่ 4

### ผลการดำเนินงาน

#### 4.1 ผลการศึกษากระบวนการผลิตนํ้านมถั่วเหลืองดิบแบบดั้งเดิม

จากการศึกษากระบวนการผลิตนํ้านมถั่วเหลืองดิบแบบดั้งเดิมดังแผนภาพในรูปที่ 3.1 พบว่านํ้านมถั่วเหลืองดิบที่ผลิตได้จะมีลักษณะขาวขุ่นคล้ายนํ้านม มีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid, TSS) มากกว่า 5 °Brix และความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 6.5 - 6.9 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของโรงงาน

#### 4.2 ผลของการให้ความร้อนโดยวิธีหนึ่ง

จากการศึกษาผลของเวลาที่ใช้นึ่ง (0, 1, 3 และ 5 นาที) เมล็ดถั่วเหลืองก่อนการโม่ที่มีต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ความเป็นกรด-ด่าง สี และระดับความเข้มของกลิ่นถั่วของนํ้านมถั่วเหลืองดิบที่สกัดได้ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลของเวลาที่ใช้นึ่งต่อสมบัติทางเคมี-กายภาพและประสาทสัมผัสของนํ้านมถั่วเหลืองดิบ

| สมบัติทางเคมี-กายภาพและ<br>ประสาทสัมผัส | เวลานึ่ง (นาที)          |                         |                         |                         |
|-----------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                         | 0                        | 1                       | 3                       | 5                       |
| TSS                                     | 5.83 ± 0.06 <sup>a</sup> | 5.5±0 <sup>b</sup>      | 4.76±0.06 <sup>c</sup>  | 3.83±0.6 <sup>d</sup>   |
| pH                                      | 6.49±0.01 <sup>a</sup>   | 6.57±0.02 <sup>a</sup>  | 6.56±0.01 <sup>a</sup>  | 6.56±0.02 <sup>a</sup>  |
| L*                                      | 88.71±0.08 <sup>a</sup>  | 88.59±0.22 <sup>a</sup> | 88.64±0.10 <sup>a</sup> | 89.03±0.15 <sup>a</sup> |
| a*                                      | 0.05±0.01 <sup>a</sup>   | -0.36±0.01 <sup>b</sup> | -0.45±0.01 <sup>b</sup> | -1.0±0.03 <sup>c</sup>  |
| b*                                      | 15.03±0.91 <sup>a</sup>  | 16.69±0.08 <sup>a</sup> | 16.15±0.07 <sup>a</sup> | 16.66±0.06 <sup>a</sup> |
| ΔE*                                     | 0.95±0.01 <sup>c</sup>   | 1.76±0.07 <sup>b</sup>  | 1.12±0.02 <sup>c</sup>  | 2.68±0.14 <sup>a</sup>  |
| Beany odor                              | 13.93±0.51 <sup>a</sup>  | 13.93±0.51 <sup>a</sup> | 11.07±0.92 <sup>b</sup> | 1.5±0.38 <sup>c</sup>   |

\*ตัวอย่างควบคุม (control) คือนํ้านมถั่วเหลืองดิบจากกระบวนการผลิตจริง

จากการทดลองพบว่า การให้ความร้อนด้วยวิธีหนึ่งมีผลทำให้ปริมาณ TSS ในนํ้านมถั่วเหลืองลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) อาจเนื่องมาจากการให้ความร้อนเป็นผลทำให้โปรตีนเสียสภาพทำให้การละลายของโปรตีนในของเหลวลดลง นํ้านมถั่วเหลืองดิบที่ได้จากกระบวนการผลิตซึ่งเพิ่มขั้นตอนการลวกเมล็ดถั่วตั้งแต่ 3 นาทีขึ้นไปมีค่า TSS ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (5 °Brix)

เมื่อพิจารณาผลของการให้ความร้อนโดยวิธีการหนึ่งเมล็ดถั่วก่อนการโม่ที่มีต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของนํ้านมถั่วเหลืองดิบที่ได้ พบว่าความร้อนไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของนํ้านมถั่วเหลืองดิบ

( $p > 0.05$ ) โดยค่าเฉลี่ยของน้ำหนักถั่วเหลืองดิบมีค่าอยู่ในช่วง 6.5-6.6 เมื่อให้ความร้อนแก่มล็ดถั่วก่อนการโม่ไม่เกิน 5 นาที ซึ่งถือว่าไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของโรงงาน (6.5 - 6.9)

นอกจากนี้พบว่า การให้ความร้อนแก่มล็ดถั่วก่อนการโม่ไม่เกิน 5 นาที ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าความสว่าง ( $L^*$ ) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน ( $b^*$ ) ของน้ำหนักถั่วเหลืองดิบอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) อย่างไรก็ตามพบว่า น้ำหนักถั่วเหลืองดิบมีค่าความเป็นสีเขียวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเทียบกับน้ำหนักถั่วเหลืองดิบซึ่งเตรียมโดยไม่มีการให้ความร้อนแก่มล็ดถั่วก่อนโม่ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะน้ำหนักมีการปนเปื้อนจากรงควัตถุซึ่งประกอบอยู่ในเปลือกหุ้มเมล็ด เช่น คลอโรฟิลล์ ซึ่งอาจถูกปลดปล่อยออกมาเนื่องจากเซลล์พืชถูกทำลายด้วยความร้อนในระหว่างการนี้ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของสีดังกล่าวยังพบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทดลองทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าปริมาณกลิ่นถั่วในน้ำหนักดิบมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มเวลาในการให้ความร้อนแก่มล็ดถั่วเหลืองก่อนการโม่ อย่างไรก็ตามพบว่า การให้ความร้อนแก่มล็ดถั่วก่อนการโม่เป็นเวลา 5 นาที ยังคงไม่สามารถกำจัดกลิ่นถั่วให้หมดไปได้ อาจเป็นเพราะเวลาที่ใช้น้อยเกินไปสำหรับยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ *Lipoxygenase* ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wilken (1967) ที่รายงานว่าต้องใช้เวลาน้อยกว่า 10 นาที สำหรับการแช่ถั่วเหลืองในน้ำเดือดอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 80 องศาเซลเซียส ก่อนการสกัดน้ำหนักถั่วเหลืองด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จึงจะสามารถกำจัดกลิ่นถั่ว (beany flavor) ในน้ำหนักถั่วเหลืองให้หมดไปได้ อย่างไรก็ตามการเพิ่มเวลาในการให้ความร้อนแก่มล็ดถั่วก่อนการโม่ส่งผลทำให้ปริมาณ TSS ของน้ำหนักถั่วเหลืองดิบลดลงต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของโรงงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น

#### 4.3. ผลของการแช่ถั่วในสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตร่วมกับการให้ความร้อนด้วยวิธีการนี้

จากการศึกษาวิธีการของการแช่ถั่วในสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตก่อนนำไปนึ่งเป็นเวลา 5 นาที จำนวน 3 วิธี ได้แก่ วิธีที่ 1 ถั่วเหลืองจะถูกแช่ในน้ำสะอาดจนครบ 120 นาที โดยไม่มีการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต วิธีที่ 2 ถั่วเหลืองจะถูกแช่ในน้ำสะอาดจนครบ 105 นาที หลังจากนั้นจะเติมแคลเซียมคาร์บอเนต 0.1% ของน้ำหนักถั่วเหลืองแห้ง และแช่ต่อไปอีก 15 นาที และวิธีที่ 3 ถั่วเหลืองจะถูกแช่ในน้ำสะอาดซึ่งมีการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต 0.1% ของน้ำหนักถั่วเหลืองแห้ง และแช่ไปจนครบ 120 นาที หลังจากโม่ได้น้ำน้ำหนักถั่วเหลืองดิบมาวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.2

**ตารางที่ 4.2** ผลของการแช่ถั่วในสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตร่วมกับการให้ความร้อนโดยวิธีการหนึ่งที่มีต่อสมบัติทางเคมี-กายภาพและประสาทสัมผัสของนํ้านมถั่วเหลืองดิบ

| สมบัติทางเคมี-กายภาพ และ<br>ประสาทสัมผัส | วิธีการแช่แคลเซียมคาร์บอเนต |                         |                         |
|------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                          | วิธีที่ 1                   | วิธีที่ 2               | วิธีที่ 3               |
| TSS                                      | 4.2±0.06 <sup>a</sup>       | 3.2±0.06 <sup>b</sup>   | 1.2±0.06 <sup>c</sup>   |
| pH                                       | 6.74±0.01 <sup>a</sup>      | 6.74±0.03 <sup>a</sup>  | 6.56±0.02 <sup>b</sup>  |
| L*                                       | 88.5±0.25 <sup>a</sup>      | 87.27±0.30 <sup>a</sup> | 88.29±0.08 <sup>a</sup> |
| a*                                       | -0.37±0.15 <sup>a</sup>     | 0.01±0.0 <sup>a</sup>   | -0.23±0.02 <sup>a</sup> |
| b*                                       | 15.3±0.10 <sup>a</sup>      | 14.11±0.05 <sup>b</sup> | 14.16±0.08 <sup>b</sup> |
| $\Delta E^*$                             | 0.95±0.01 <sup>a</sup>      | 0.65±0.08 <sup>b</sup>  | 0.70±0.01 <sup>ab</sup> |
| Beany odor                               | 11.0±0.91 <sup>a</sup>      | 6.71±1.1 <sup>b</sup>   | 3.14±1.17 <sup>c</sup>  |

จากการทดลองพบว่าวิธีการแช่แคลเซียมคาร์บอเนตมีผลทำให้ปริมาณ TSS ในนํ้านมถั่วเหลืองดิบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยพบว่าถั่วเหลืองที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นเวลานานกว่า (โดยเฉพาะวิธีที่ 3) จะทำให้นํ้านมถั่วเหลืองดิบที่สกัดได้ปริมาณ TSS ลดลง ทั้งนี้เป็นเพราะการสูญเสียปริมาณโปรตีนในระหว่างการแช่ เนื่องจากสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตมีสมบัติเป็นด่างจึงสามารถละลายโปรตีนออกจากเมล็ดถั่วลงในนํ้าแช่และนํ้าที่ใช้ล้างได้มากกว่า นอกจากนี้อาจมีการสูญเสียโปรตีนเพิ่มขึ้นได้อีกเมื่อให้ความร้อนแก่เมล็ดถั่วซึ่งมีสภาพเป็นด่างมากกว่า

จากการทดลองพบว่าวิธีการแช่ในสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตมีผลทำให้ปริมาณ pH ในนํ้านมถั่วเหลืองดิบมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เนื่องจากสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตมีฤทธิ์เป็นด่าง (Siamchemi.com,2017) เมื่อแช่เป็นเวลานานจึงเป็นผลทำให้มีค่า pH ปรับลดลง

จากการทดลองพบว่าวิธีการแช่สารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตก่อนการให้ความร้อนไม่มีผลต่อค่า L\* (ความสว่าง) และค่า a\* (สีแดง-สีเขียว) ของนํ้านมถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) อย่างไรก็ตามพบว่าค่า b\* (สีเหลือง-น้ำเงิน) และ  $\Delta E^*$  ของนํ้านมถั่วเหลืองมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อแช่ถั่วในสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตด้วยเวลาที่นานขึ้น โดยพบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตมีผลทำให้นํ้านมถั่วเหลืองดิบมีค่าสีเหลืองอ่อนลงเล็กน้อย

จากการศึกษาผลของวิธีการแช่สารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตที่มีต่อระดับความเข้มของกลิ่นถั่วในนํ้านมถั่วเหลือง พบว่าการแช่ถั่วในสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตนานขึ้น (โดยเฉพาะวิธีที่ 3) มีแนวโน้มทำให้กลิ่นถั่วในนํ้านมถั่วเหลืองดิบลดลงสอดคล้องกับการศึกษาของ Riaz (1999) ที่รายงานว่าวิธีการแช่ถั่วเหลืองใน

สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.25 เปอร์เซ็นต์ อย่างน้อย 10 นาที ช่วยให้น้ำนมถั่วเหลืองมีกลิ่นรสที่ดีขึ้น นอกจากนี้ Ediriweera (1996) พบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตมีผลช่วยในการลด beany flavor ในน้ำนมถั่วเหลือง โดยเติมแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.02 ของน้ำหนักถั่วเมล็ดแห้งในขั้นตอนการสกัด จากนั้นจึงนำไปให้ความร้อน 98-100 องศาเซลเซียส 10-15 นาที จะได้น้ำนมถั่วเหลืองที่ปราศจากกลิ่นถั่ว อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการเพิ่มเวลาในการแช่ถั่วในสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตจะช่วยลดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลือง แต่กลับทำให้น้ำนมถั่วเหลืองมีปริมาณ TSS ลดลงต่ำกว่ามาตรฐานของโรงงาน (5 °Brix)

#### 4.4 ผลของอัตราส่วนของถั่วเหลืองต่อน้ำที่ใช้ในกระบวนการโม่

จากการศึกษาผลของอัตราส่วนของถั่วเหลืองต่อน้ำที่ใช้ในกระบวนการโม่หลังจากการแช่สารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตและการให้ความร้อนด้วยวิธีการนี้ โดยแปรอัตราส่วนของถั่วเหลืองต่อน้ำที่ใช้ในกระบวนการโม่ 3 อัตราส่วน ได้แก่ 1:5, 1:4 และ 1:3 หลังจากการโม่ได้น้ำนมถั่วเหลืองดิบมาวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลของอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ในการโม่ที่มีต่อสมบัติทางเคมี-กายภาพและประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วเหลืองดิบ

| สมบัติทางเคมี-กายภาพและประสาทสัมผัส | อัตราส่วนของน้ำที่ใช้ในการโม่ถั่ว |                          |                         |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                                     | 1 ต่อ 3                           | 1 ต่อ 4                  | 1 ต่อ 5                 |
| TSS                                 | 6.93±0.03 <sup>c</sup>            | 4.83±0.03 <sup>b</sup>   | 3.76±0.03 <sup>a</sup>  |
| pH                                  | 6.47±0.02 <sup>a</sup>            | 6.47±0.02 <sup>a</sup>   | 6.49±0.01 <sup>a</sup>  |
| L*                                  | 89.76±0.01 <sup>a</sup>           | 89.34±0.08 <sup>ab</sup> | 89.03±0.15 <sup>b</sup> |
| a*                                  | -0.86±0.02 <sup>a</sup>           | -1.16±0.01 <sup>c</sup>  | -1.0±0.03 <sup>b</sup>  |
| b*                                  | 17.63±0.04 <sup>a</sup>           | 17.58±0.005 <sup>a</sup> | 16.66±0.06 <sup>b</sup> |
| ΔE*                                 | 5.73±0.11 <sup>a</sup>            | 5.16±0.13 <sup>a</sup>   | 2.68±0.14 <sup>b</sup>  |
| Beany odor                          | 5.71±0.46 <sup>a</sup>            | 4.14±0.30 <sup>b</sup>   | 2.64±0.14 <sup>c</sup>  |

จากการทดลองปรับอัตราส่วนระหว่างถั่วเหลืองต่อน้ำในกระบวนการโม่ถั่ว พบว่าการลดปริมาณน้ำที่ใช้โม่ถั่วส่งผลทำให้ปริมาณ TSS ของน้ำนมถั่วเหลืองดิบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดยพบว่าน้ำนมถั่วเหลืองดิบซึ่งได้จากการสกัดด้วยอัตราส่วนระหว่างถั่วต่อน้ำ 1 ต่อ 3 ให้ปริมาณ TSS สูงที่สุด รองลงมาคือ 1 ต่อ 4 และ 1 ต่อ 5 ตามลำดับ ทั้งนี้พบว่าการใช้อัตราส่วนระหว่างถั่วต่อน้ำ 1 ต่อ 4 ให้ปริมาณ TSS ใกล้เคียงกับมาตรฐานน้ำนมถั่วเหลืองดิบของโรงงานมากที่สุด เมื่อพิจารณาสมบัติทางเคมี-กายภาพอื่นๆ ของน้ำนมถั่ว

เหลือง พบว่าการผันแปรอัตราส่วนของถั่วต่อน้ำจาก 1 ต่อ 5 จนถึง 1 ต่อ 3 ไม่ส่งผลกระทบต่อค่า pH แต่ทำให้ค่าสีของน้ำนมถั่วเหลืองดิบเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในขณะที่ถั่วมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ



## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง และ ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองพบว่าเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนและเวลาที่ใช้ในการแช่สารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตรวมทั้งอัตราส่วนของถั่วต่อน้ำที่ใช้ในการโม่ล้วนมีผลต่อปริมาณ TSS และปริมาณกลั่นถั่วที่คงเหลือในน้ำนมถั่วเหลืองดิบอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่กระทบต่อค่าสีและความเป็นกรด-ด่างของน้ำนมถั่วเหลืองดิบ โดยพบว่าเมื่อเพิ่มเวลาในการให้ความร้อนและเวลาในการแช่สารละลายแคลเซียมคาร์บอเนต แม้ว่าจะทำให้กลั่นถั่วลดน้อยลงแต่มีผลทำให้ปริมาณ TSS ในน้ำนมถั่วเหลืองดิบลดลงต่ำกว่ามาตรฐานของโรงงาน นอกจากนี้พบว่าการลดอัตราส่วนของถั่วต่อน้ำที่ใช้ในการโม่สามารถทำให้ TSS ของน้ำนมถั่วเหลืองดิบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ทำให้น้ำนมถั่วเหลืองมีกลิ่นถั่วเพิ่มขึ้นเล็กน้อย จากการทดลองศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่าสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดกลั่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลืองดิบควรเริ่มจากนำถั่วที่ผ่านการเตรียมเบื้องต้นมาแช่น้ำด้วยอัตราส่วนถั่วต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 3 จนครบ 105 นาที จากนั้นแช่ด้วยสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนต 0.1% ของน้ำหนักถั่วเหลืองแห้ง เป็นเวลา 15 นาที เมื่อครบเวลานำมาสะเด็ดน้ำก่อนนำมาปั่นเป็นเวลา 5 นาที และทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว จากนั้นจึงนำมาโม่ด้วยอัตราส่วนถั่วต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 3

### ข้อเสนอแนะ

อัตราส่วนของถั่วต่อน้ำที่ใช้ในการโม่อาจปรับเป็น 1 ต่อ 4 หากปริมาณ TSS ไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่โรงงานกำหนด โดยเพิ่มอัตราส่วนของน้ำให้มากขึ้น เพื่อปรับปริมาณ TSS ให้เท่ากับ 5 % Brix ° และ ช่วยให้มีปริมาณกลั่นถั่วลดน้อยลง เนื่องจากวัตถุดิบที่นำมาใช้ในแต่ละครั้งของการผลิตให้ปริมาณ TSS ที่แตกต่างกัน ดังนั้น อัตราส่วนของน้ำที่ใช้ในการโม่ควรดูตามความเหมาะสมในแต่ละครั้งของการผลิต



## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการเกษตร. (2547). *เกษตรดื่ที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลือง*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- ธีระ เอกสมทรงเมษฐ์. (2545). *ถั่วเหลือง (Soybean: Glycine max)*. เข้าถึงได้จาก <http://www.natres.psu.ac.th/Department/PlantScience/510-211/pages/soybean.htm>
- เปรมศิริ ไรจน์สัจจะกุล. (ม.ป.ป). *Enzyme in Food II (KAFT 321) เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมอาหาร*. เข้าถึงได้จาก [http://kaelearning.mahidol.ac.th/moodledata\\_/54/enzyme\\_in\\_food\\_II.pdf](http://kaelearning.mahidol.ac.th/moodledata_/54/enzyme_in_food_II.pdf).
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (ม.ป.ป). *Calcium carbonate/แคลเซียมคาร์บอเนต*. เข้าถึงได้จาก <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/4577/calcium-carbonate>
- สถาบันวิจัยโภชนาการ. (2546). *คู่มือการผลิตนมถั่วเหลืองเสริมแคลเซียม*. นนทบุรี: เพชรรุ่งการพิมพ์
- สุมาลี ทองแก้ว และ วัลยทิพย์ สายชลวิจารณ์. (2541). *ถั่วเหลืองพืชเศรษฐกิจของแผ่นดิน*. กรุงเทพฯ: หมอชาวบ้าน
- Ediriweera, N. D. (1996). Effect of calcium salt in minimising beany flavor in soymilk. In Buchanan, A. (Ed.). *Proceedings of the Second International Soybean Processing and Utilization Conference* (pp. 166-170). Bangkok Thailand: Funny Publishing Limited Partnership.
- Garcia, M. C., Torre, M., Marina, M. L., Laborda, F. & Rodriquez, A. R. (1997). Composition and characterization of soybean and related products. *Journal Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37(4), 361-391. doi:10.1080/10408399709527779
- Hui, L. H. (2006). *Handbook of Food Science, Technology and Engineering*. Boca Raton: CRC Press
- Saidu, J. E. P. (2005). Development evaluation and characterization of protein isoflavone enriched soymilk. (Unpublished doctoral dissertation). Louisiana State University. Louisiana State
- Liu, K. (1997). *Soybeans: Chemistry, Technology, and Utilization*. New York: Springer US
- Scalabrini, P., Rossi, M., Spettoli, P., Matteuzzi, D. (1998). Characterization of *Bifidobacterium* strains for use in soymilk fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 39(3), 213-219. doi:10.1016/s0168-1605(98)00005-1

- Tanteeretarm, K., Nalson, A. I. & Wei, L. S. (1997). Processing of soymilk free from beany and other off-flavors. In Napompeth, B. (Ed). *Proceedings Words Soybean Research Conference V*. (pp. 412-414). Bangkok, Thailand: Kasetsart University Press
- Wilkens, W. F., Mattick, L. R. & Hand, D. B. (1967). Effect of processing method on oxidative off-flavour of soybean milk. *Food Technology*, 21(12), 86-89.  
<https://eurekamag.com/research/024/557/024557251.php>
- Halliwell, B., Aeschbach, R., Löliger, J. & Aruoma, O. I. (1995). The characterization of antioxidants. *Food and Chemical Toxicology*, 33(7), 601-617. doi: 10.1016/0278-6915(95)00024-v



### ภาคผนวก ก

#### การเตรียมแก้วเหลืงเบืองตัน

1. นำถ้วเหลืงมำค้ดเชกเมล้ดที่เสืยและ นำเปล้อกออก
2. ล้างเมล้ดถ้วเหลืงด้วยน้ำสะอาค

#### การวัดค่าสี

1. เตรืยมตัวอย่างน้ำน้มถ้วเหลืงคิบทั้ง 3 การทคลง และ ตัวอย่างมาตรฐาน
2. เป็ดเครือง Colori meter
3. ทำการ Calibrate เครืองมือ
4. นำตัวอย่างเทใส่ถ้วแก้วสำหรัวัดค่าสี วางลงบนแท่นวัด
5. เริ่มทำการวัดค่าสี บัณทิกผล

#### การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

1. เตรืยมตัวอย่างน้ำน้มถ้วเหลืงคิบทั้ง 3 การทคลง และ ตัวอย่างมาตรฐาน
2. ทำการ Calibrate เครืองมือ ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ pH 4 , 7 และ 10
3. นำเครืองจุ่มลงในตัวอย่าง อ่านค่า และ บัณทิกผลการทคลง

#### การวัดค่าTSS

1. เตรืยมตัวอย่างน้ำน้มถ้วเหลืงคิบทั้ง 3 การทคลง และ ตัวอย่างมาตรฐาน
2. ทำการ Calibrate เครืองมือ ด้วยน้ำสะอาค
3. นำตัวอย่างหยดใส่หลุมเพื่่ววัดค่า
4. บัณทิกผลการทคลง

## การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านกลิ่น

### 1. ฝึกฝนผู้ทดสอบก่อนทำการทดสอบจริง

1.1 เตรียมตัวอย่างที่มีกลิ่นถั่วในระดับที่แรงที่สุด ปานกลาง ต่ำสุด และ ไม่มีกลิ่น

1.2 ให้ผู้ทดสอบดมตัวอย่างทั้ง 4 ทุกวันเป็นเวลา 2 สัปดาห์เพื่อให้เกิดความคุ้นชินกับตัวอย่าง และสามารถให้คะแนนไปในทิศทางเดียวกัน

### 2. ทำการทดสอบด้วยแบบประเมินจัดอันดับ โดยจัดอันดับความแรงของกลิ่นถั่ว ทำการประเมินตัวอย่างจากซ้ายไปขวา ทั้งหมด 4 ตัวอย่าง กรอคะแนนลงในใบแบบประเมิน โดยไม่อนุญาตให้ผู้ทดสอบพูดคุย หรือ ปรึกษากัน

แบบทดสอบ กลิ่นถั่วในผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองดิบ (ก่อนการแปรรูป)

ชื่อ.....วันที่.....ชุด.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่เสนอ แล้วเขียนตัวเลขเรียงลำดับความแรงของกลิ่นของตัวอย่าง โดย 0 = ไม่มี 1 = รู้สึกว่ามี 2.5 = น้อยมาก 5 = น้อย 7.5 = ปานกลางค่อนข้างน้อย 10 = ปานกลาง 12.5 = เข้มปานกลาง 15 = เข้ม

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|

รหัส .....

รูปที่ ก.1 ใบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านกลิ่น

## ภาคผนวก ข

### รูปภาพการดำเนินงาน



การเตรียมถั่วเหลืองเบื้องต้น และการแช่ถั่วในน้ำสะอาด



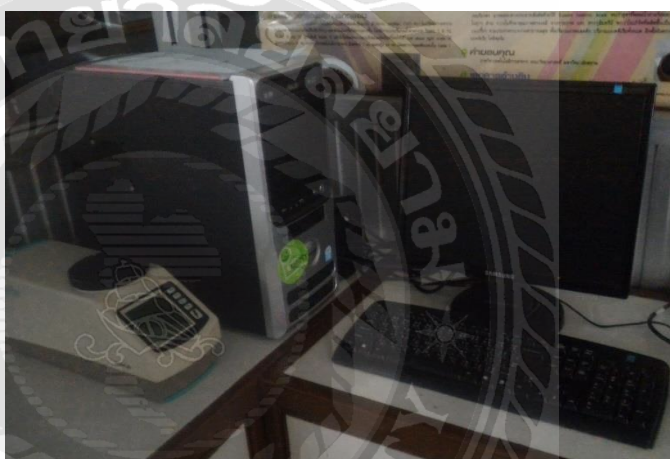
การแช่ถั่วในสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนต



น้ำมันถั่วเหลืองดิบที่ได้จากการทดลอง



เครื่องวัด pH (pH meter)



เครื่องวัดสี (Colori meter)



ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบประเมินทางประสาทสัมผัส ด้านกลิ่น

## ประวัติผู้จัดทำ



รหัสนักศึกษา : 5704700021

ชื่อ-นามสกุล : นางสาวแสงธรรม ไทยทัตกุล

คณะ : วิทยาศาสตร์

สาขาวิชา : เทคโนโลยีการอาหาร

ที่อยู่ : 160/597 ม.13 หมู่บ้านคูข้วยหรรษา 3-4 ถนนเฉลิมพระเกียรติ ต.  
สวนหลวง อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร 74110

E-mail : sac\_tha@siam.edu , godmommii@gmail.com

ผลงาน โครงการเรื่อง การกำจัดกลิ่นคาวในน้ำมันถั่วเหลืองดิบโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตร่วมกับการให้ความร้อน

