



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การลดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลืองโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนต
(Decrement of Beany Flavour in Soymilk by Calcium Carbonate)

โดย

นางสาวมลธิรา รุ่งก่อน รหัสประจำตัว 39044434
นางสาวอโนทัย ธนสัมฤทธิ์ รหัสประจำตัว 39044461

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

...../...../.....

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

()

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....
.....

()

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

.....
.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลืองโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนต
(Decrement of Beany Flavour in Soymilk by Calcium Carbonate)



T096616

นางสาวมลธิรา รุ่งก่อน รหัสประจำตัว 39044434
นางสาวโอไทย์ ชนสัมฤทธิ์ รหัสประจำตัว 39044461

ร/พ.

พ ๒๑๑ ก

๒๕๔๖

เลขหมู่..... 96616

เลขทะเบียน.....

วันเดือนปี.....

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น.ส.มลธิรา รุ่งก่อน และ น.ส.อโณทัย ธนสัมฤทธิ์. 2543. การลดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลืองโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนต (Decrement of Beany Flavour in Soymilk by Calcium Carbonate) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร. ยุพร พิษกมฺพร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : รศ.ดร. วราวุฒิ ทรุสสง

น้ำนมถั่วเหลือง เป็นผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ราคาถูก และมีขั้นตอนการผลิตที่ง่าย แต่ปัญหาเกี่ยวกับกลิ่นถั่วยังเป็นข้อจำกัดที่ทำให้ น้ำนมถั่วเหลืองยังไม่เป็นที่ยอมรับเท่าที่ควร ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาวิธีการลดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลืองโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนต พบว่าการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต 0.10 % ในการตีปั่นถั่วเหลือง สามารถลดกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสและกลิ่นถั่วได้ดี พร้อมทั้งได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และเมื่อใช้น้ำกลั่นที่มีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสร่วมกับการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต 0.1 % จะช่วยลดกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสและกลิ่นถั่วได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาการลดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลืองโดยแช่ถั่วในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต และเติมแคลเซียมคาร์บอเนตในการตีปั่นถั่วเหลืองและที่อุณหภูมิ และเวลาต่าง ๆ พบว่าการแช่ถั่วเหลืองด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.5 % ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ร่วมกับการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต 0.1 % พร้อมกับตีปั่นถั่วด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 2 เท่าตัว เป็นเวลา 2 นาที สามารถลดกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสได้ดีที่สุด

พลธิรา รุ่งก่อน

อโณทัย ธนสัมฤทธิ์

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา

วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษ เรื่อง การลดกลิ่นถั่วในน้ำมันถั่วเหลืองโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนต ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก ดร.ยุพร พิชกมุท เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และ รศ.ดร.วราวุฒิ ครุสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำ รับฟังปัญหา และให้คำปรึกษาที่ดีเสมอมา รวมทั้งการตรวจและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนทำให้รายงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ จึงขอขอบพระคุณมาไว้ ณ ที่นี้ด้วย

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ และ อาจารย์ชมพูนุช สีห์โสภณ ที่ให้เกียรติเป็นคณะกรรมการ รวมทั้ง ดร.บุญเทียม พันธุ์เพ็ง ที่กรุณาให้คำปรึกษา ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ที่คอยเป็นกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือเสมอมา ที่สำคัญขอขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ ที่ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจให้มาโดยตลอด

มลธิรา รุ่งก่อน และ อโณทัย ธนสัมฤทธิ์

17 มีนาคม 2543

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
สารบัญภาคผนวก	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
- วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 วารสารปริทรรศน์	2
2.1 ถั่วเหลือง	2
2.2 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของถั่วเหลือง	5
2.3 นํ้านมถั่วเหลือง และกรรมวิธีการทำนํ้านมถั่วเหลือง	7
2.4 กลิ่นถั่วในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง	13
2.5 การกำจัดกลิ่นถั่วในนํ้านมถั่วเหลือง	16
2.6 แคลเซียมคาร์บอเนต	18
2.7 โซเดียม ไบคาร์บอเนต	20
บทที่ 3 วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	21
3.1 วัตถุดิบ และสารเคมี	21
3.2 อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิต	22
3.3 อุปกรณ์ และเครื่องมือในการวิเคราะห์	22
3.4 วิธีการทดลอง	23
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	26
4.1 การศึกษาปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนต และอุณหภูมิของนํ้ากลั่น ที่เหมาะสมในการตีปั่นถั่วเหลือง	26
4.2 การศึกษาหากรรมวิธีการทำนํ้านมถั่วเหลืองที่สามารถลดกลิ่นถั่วได้ดีที่สุด	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	32
- ข้อเสนอแนะ	32
เอกสารอ้างอิง	33



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 เปรียบเทียบกับพันธุ์ สจ.4 และสจ.5	3
ตารางที่ 2.2 แสดงกรดอะมิโนจำเป็นที่เป็นองค์ประกอบในถั่วเหลือง ถูกลดลงแบ่งสาทิข้าว ข้างโพตบด Broad Bean (g/16 gN)	6
ตารางที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบของน้ำนมถั่วเหลืองเปรียบเทียบกับน้ำนมวัวใน 100 กรัม	8
ตารางที่ 2.4 แสดงระดับปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสในพืชต่าง ๆ	13
ตารางที่ 2.5 การใช้แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นอิมัลซิไฟเออร์ สเตบิลไลเซอร์ และสารทำให้ข้น	19
ตารางที่ 4.1 แสดงค่า pH °Brix อัตรากิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส และปริมาณโปรตีน ของน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมได้จากการทดลอง 3.4.1	26
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมได้จากการทดลอง 3.4.1	28
ตารางที่ 4.3 แสดงค่า pH °Brix อัตรากิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส และปริมาณโปรตีน ของน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมได้จากการทดลอง 3.4.2	29
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมได้จากการทดลอง 3.4.2	31

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส	15
รูปที่ 3.1 แสดงวิธีการทดลองคัดเลือกอุณหภูมิของน้ำกลั่น และปริมาณ แคลเซียมคาร์บอเนตที่เหมาะสมในการตีปั่นถั่วเหลือง	23
รูปที่ 3.2 แสดงวิธีการทดลองหาวิธีการลดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลืองที่ดีที่สุด	24
รูปที่ ข.1 กราฟแสดงกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสของน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมได้ จากการไม่เติมแคลเซียมคาร์บอเนต พร้อมกับตีปั่นด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง 2 เท่าตัว เป็นเวลา 2 นาที	40
รูปที่ ค.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมน้ำนมถั่วเหลือง	43
รูปที่ ค.2 สารเคมีที่ใช้ลดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลือง	43
รูปที่ ค.3 เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer SHIMAZU	44
รูปที่ ค.4 น้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมได้จากการทดลองที่ 3.4.1	44
รูปที่ ค.5 น้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมได้จากการทดลองที่ 3.4.2	45

สารบัญภาคผนวก

	หน้า
ภาคผนวก ก แบบประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส	35
- แบบการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัส	36
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ทางเคมี	37
ภาคผนวก ข.1 การวิเคราะห์หากิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส	38
ภาคผนวก ข.2 การวิเคราะห์หาปริมาณ โปรตีนแบบ Buchi-Kjedahl-systems	40
ภาคผนวก ค รูปภาพ	42
รูปที่ ค.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมน้ำนมถั่วเหลือง	43
รูปที่ ค.2 สารเคมีที่ใช้ลดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลือง	43
รูปที่ ค.3 เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer SHIMAZU	44
รูปที่ ค.4 น้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมได้จากการทดลองที่ 3.4.1	44
รูปที่ ค.5 น้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมได้จากการทดลองที่ 3.4.2	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ถั่วเหลือง (Soybean) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Glycine max* เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจสูงสุดในบรรดาถั่วทุกประเภท เป็นแหล่งโปรตีนราคาถูก มีความปลอดภัยกว่าโปรตีนจากเนื้อสัตว์ เช่น ไม่มีโคเลสเตอรอล และย่อยง่าย เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าถั่วเหลืองมีประโยชน์ต่อสุขภาพหลายประการ เช่น ช่วยควบคุมระดับโคเลสเตอรอลให้คงที่ ช่วยลดความรุนแรงของโรคกระดูกพรุน ช่วยลดอัตราเสี่ยงจากมะเร็ง เป็นต้น อาหารที่เป็นผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง เช่น เต้าหู้ น้ำเต้าหู้ ซีอิ๊ว น้ำมันถั่วเหลือง โปรตีนเกษตร เป็นต้น โดยผลิตภัณฑ์ที่รู้จักกันดีคือ น้ำมันถั่วเหลือง หรือน้ำเต้าหู้ เป็นเครื่องดื่มประเภทนมที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนเทียบเท่าได้กับนํ้านมวัวแต่มีราคาถูกกว่า และกรรมวิธีการทำไม่ยุ่งยาก แต่อย่างไรก็ตามน้ำมันถั่วเหลืองยังได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค เนื่องจากมีกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ คือ กลิ่นถั่ว (Beany flavor) ที่มีอยู่ในน้ำมันถั่วเหลือง ได้มีการทดลองค้นคว้าหาวิธีการลดกลิ่นถั่วด้วยการใช้สารละลายต่างร่วมกับการให้ความร้อนแก่เมล็ดถั่วเหลืองในการแช่ถั่ว การตีปั่นถั่วเหลืองในน้ำร้อน เป็นต้น ในการศึกษาครั้งนี้คณะวิจัยได้ทดลองใช้แคลเซียมคาร์บอเนตในการลดกลิ่นถั่ว เนื่องจากเป็นสารเคมีที่ราคาถูก ปลอดภัย และสามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมในน้ำมันถั่วเหลือง อันจะเป็นการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันถั่วเหลืองเพื่อเป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อลดกลิ่นถั่วในน้ำมันถั่วเหลืองโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนต
2. เพื่อเปรียบเทียบกลิ่นถั่วในน้ำมันถั่วเหลืองซึ่งเตรียมได้จากการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต กับ น้ำมันถั่วเหลืองซึ่งแช่สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต
3. เพื่อปรับปรุงกลิ่นในน้ำมันถั่วเหลืองให้เป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทรรศน์

2.1 ถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองอยู่ในวงศ์ (family) Leguminosae Sub-family Papilionoideae สกุล(genus) Glycine และชนิด (species) max มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max* ถั่วเหลืองมีชื่อสามัญคือ Soya bean, Soja bean, Chinese pea, Manchurian bean และ Soybean

ในประเทศไทยปลูกถั่วเหลืองหลายสายพันธุ์ เช่น ส.จ. ๑, สุโขทัย ๑, นครสวรรค์ ๑ เป็นต้น โดยทุกสายพันธุ์จะมีลักษณะคล้ายกัน คือ ลำต้นตรง ความสูงอยู่ระหว่างห้าถึงเอว บางสายพันธุ์ ดอกมีสีขาวหรือสีม่วง เมล็ดสีเหลืองหรือสีน้ำตาล หนึ่งฝักที่สมบูรณ์มีสี่เมล็ด (สรจักร, 2539)

2.1.1 ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2531)

ปี พ.ศ. 2518 กลุ่มนักปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองของศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ได้ผสมพันธุ์ ถั่วเหลืองจำนวน 22 คู่ สายพันธุ์ 7508-50-10 เป็นลูกผสมคู่ที่ 8 ทำการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ Williams กับ สจ. 4 (F₁₀7019) ซึ่งพันธุ์ Williams เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะเด่นคือให้ผลผลิตสูง ลำต้น แข็งแรง ส่วนพันธุ์ สจ. 4 เป็นพันธุ์ที่ทนทานต่อโรคราสนิม คุณภาพเมล็ดดี ผสมพันธุ์ทั้งหมด 91 ดอก เก็บเกี่ยวได้ 18 ฝัก หลังจากนั้น ได้ปลูกคัดเลือกแบบ Single Pod Descent (ต้นละฝัก) จนถึงชั่วอายุที่ 4 (F₄) คัดเลือกเป็นต้นในชั่วอายุที่ 5 และคัดเลือกเป็นแถวในชั่วอายุที่ 6 คัดเลือกเป็น Family ในชั่วอายุที่ 7 เริ่มนำเข้าประเมินผลผลิตในชั่วอายุที่ 8 โดยเริ่มจากการเปรียบเทียบพันธุ์ เบื้องต้นเปรียบเทียบมาตรฐาน เปรียบเทียบพันธุ์ในท้องถิ่น เปรียบเทียบในไร่กลีกร และทดสอบ พันธุ์ในไร่กลีกร จนถึงฤดูฝนปี 2529 ซึ่งกรมวิชาการเกษตรได้ประกาศรับรองพันธุ์ เมื่อวันที่ 30 กันยายน 2530 ให้ชื่อว่า “ เชียงใหม่ 60 ”

ลักษณะเด่นของพันธุ์เชียงใหม่ 60

1. มีดอกสีขาว สามารถปลูกได้ทั้งฤดูแล้งและฤดูฝน
 2. ทนทานต่อโรคราสนิมได้ดีกว่าพันธุ์ สจ. 4 และ สจ. 5 เมื่อโรคนี้นำเข้าทำลายผลผลิตจะลดลงเพียง 16 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่พันธุ์ สจ. 4 และ สจ. 5 ลดลง 29 และ 30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ
 3. ใช้ระยะเวลาปลูกแคบกว่าระยะที่แนะนำปัจจุบัน จะให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ สจ.4 และสจ.5 ทั้งนี้เนื่องจากสายพันธุ์นี้มีกิ่งน้อยกว่า แต่จำนวนฝักต่อต้นมากกว่าพันธุ์มาตรฐาน 2 พันธุ์นี้
 4. ตอบสนองต่อปุ๋ยได้ดีกว่าพันธุ์ สจ. 5
 5. ทนทานต่อโรคแอนแทรกคโนส และโรคราน้ำค้างได้ดีกว่าพันธุ์ สจ.4 และ สจ. 5
 6. เหมาะสำหรับปลูกหลายท้องถิ่น เช่น เชียงใหม่ สุโขทัย กำแพงเพชร นครสวรรค์ สุพรรณบุรี กาฬสินธุ์ สระบุรี ลพบุรี เลย สกลนคร และ ราชบุรี เป็นต้น .
- และได้มีการเปรียบเทียบลักษณะเด่นของถั่วเหลืองพันธุ์ เชียงใหม่ 60 , สจ.4 และสจ.5 ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วเหลืองพันธุ์ เชียงใหม่ 60 เปรียบเทียบกับพันธุ์ สจ.4 และสจ.5

ลักษณะ	เชียงใหม่ 60	สจ. 4	สจ. 5
1. สีดอก	ขาว	ม่วง	ม่วง
2. สีโคนต้น	เขียว	ม่วง	ม่วง
3. ลักษณะทรงต้น	ไม่ทอดยอด	ไม่ทอดยอด	ไม่ทอดยอด
4. สีฝักเมื่อแก่จัด	น้ำตาลเข้ม	น้ำตาลเข้ม	น้ำตาลเข้ม
5. สีเมล็ด	เหลือง	เหลือง	เหลือง
6. สีตา	น้ำตาล	น้ำตาล	น้ำตาล
7. ลักษณะเมล็ด	กลม	ค่อนข้างกลม	ค่อนข้างกลม
8. ลักษณะใบ	กว้างหนา	กว้างหนา	กว้างหนา
9. สีขน	น้ำตาล	น้ำตาล	น้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ลักษณะ	เชียงใหม่ 60	สจ. 4	สจ. 5
10. ความสูงของต้นเฉลี่ย	61	67	68
11. อายุถึงออกดอก (วัน)	35	35	35
12. อายุถึงเก็บเกี่ยว (วัน)	97	99	98
13. น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	14.5	14.0	14.0
14. เปอร์เซนต์น้ำมัน ¹	20.0	20.4	20.6
15. เปอร์เซนต์โปรตีน ¹	43.8	42.0	46.6
16. กรดไขมัน ¹			
- ปาล์มิติค	12.75	11.57	10.79
- สเตอริยริค	3.78	3.66	3.05
- โอเลอิค	19.57	17.67	20.48
- ลิโนเลอิค	53.53	58.29	58.34
- ลิโนเลนิก	9.57	8.51	6.79
17. ผลผลิตเฉลี่ยทั้งปี (กก./ไร่) ²	246	210	228
18. ผลผลิตในฤดูแล้ง (กก./ไร่) ³	252	198	233
19. ผลผลิตในฤดูฝน (กก./ไร่) ⁴	236	221	224
20. เปรียบเทียบร้อยละกับพันธุ์ สจ. 4	117	100	109
21. การเป็นโรคราสนิม (%) ⁵	46.3	73 ⁶	45.3
22. ผลผลิตลดลงเป็นโรคราสนิม(%) ⁷	16.3	28.8 ⁶	29.8
23. ขนาดเมล็ดลดลงเมื่อเป็น โรคแอนแทรกโนส ⁸	5.1	6.0	6.1
24. การเป็นโรคราน้ำค้าง ⁹	2	3	3
25. การตอบสนองต่อปุ๋ย	ดีกว่า	-	ดี
26. ผลผลิตเมื่อใช้ระยะปลูกแคบ กว่าระยะแนะนำปกติ	สูงขึ้น	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1 = วิเคราะห์โดยกองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร
- 2 = เฉลี่ยจาก 84 แปลง
- 3 = เฉลี่ยจาก 37 แปลง
- 4 = เฉลี่ยจาก 47 แปลง
- 5 = เฉลี่ยจาก 4 งานทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ (4 ฤดูปลูก)
- 6 = เฉพาะปี 2529 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่
- 7 = เฉลี่ยจาก 4 งานทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ (4 ฤดูปลูก)
- 8 = เฉพาะปี 2528 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่
- 9 = คะแนน 0-5 (0 : ไม่เป็นโรค, 5 : เป็นโรครุนแรง)

ที่มา : กรมส่งเสริมการเกษตร (2531)

2.2 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของถั่วเหลือง (ลินจง, 2540)

2.2.1 โปรตีน

โปรตีนในถั่วเหลืองถูกสะสมอยู่ในเซลล์ของเนื้อถั่วเหลืองที่เรียกว่า Protein bodies หรือ Storage Protein ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 2-20 ไมครอน แต่ส่วนใหญ่มีขนาด 5-8 ไมครอน และมีน้ำหนักโมเลกุล 200,000-600,000 ถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 38-44 ของน้ำหนักแห้ง จึงเป็นพืชที่มีปริมาณ โปรตีนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับในกลุ่มพืชตระกูลเดียวกัน และโปรตีนที่มีจัดเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพสูงเนื่องจากมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย โดยร่างกายคนเรานั้นไม่สามารถสังเคราะห์เองได้ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงกรดอะมิโนจำเป็นที่เป็นองค์ประกอบในถั่วเหลือง กวตงแป้งสาลี ข้าว ข้าวโพดบด Broad Bean (g/16 gN)

	Soybean	Wheat gluten	Rice	Milled corn	Broad Bean
Isoleucine	5.1	3.9	4.1	3.7	4.5
Leucine	7.7	6.9	8.2	13.6	7.7
Lycine	6.9	1.0	3.8	2.6	7.0
Methionine	1.6	1.4	3.4	1.8	0.6
Phenylalanine	5.0	3.7	6.0	5.1	4.3
Threonine	4.3	4.7	4.3	3.6	3.7
Tryptophan	1.3	0.7	1.2	0.7	-
Valine	5.4	5.3	7.2	5.3	5.2
Histidine	2.6	1.8	-	2.8	2.8

- Value missing

ที่มา : Snyder and Kwon (1978)

2.2.2 ไขมัน

ถั่วเหลืองมีปริมาณไขมันโดยเฉลี่ยในเมล็ดมีปริมาณร้อยละ 29.6 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีความแตกต่างกันตามสายพันธุ์และพื้นที่ปลูก สำหรับถั่วเหลืองของไทยโดยเฉลี่ยมีไขมันอยู่ราวร้อยละ 16-18 แต่ถ้าปีใดฝนแล้งและถั่วเหลืองไม่เจริญงอกงามจะมีปริมาณไขมันร้อยละ 14-15 น้ำมันถั่วเหลืองมีคุณภาพสูงกว่าน้ำมันที่ได้จากสัตว์และน้ำมันเนยโดยมีปริมาณของกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย ได้แก่ กรดลิโนลิกร้อยละ 45-62 กรดลิโนเลนิกร้อยละ 43-56 และกรดโอเลอิกร้อยละ 15-33 นอกจากนี้ยังประกอบด้วยเลซิทินร้อยละ 3

2.2.3 คาร์โบไฮเดรต

สารคาร์โบไฮเดรตที่พบในถั่วเหลืองแบ่งเป็น 2 ประเภท (Snyder and Kwon , 1978) คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (water soluble carbohydrates) เช่น Disaccharide ได้แก่ Sucrose และ Trisaccharide ได้แก่ Raffinose เป็นต้น ส่วน Pentasaccharide ได้แก่ Verbadose มีน้อยมากในรูปของแป้งในถั่วเหลืองเมล็ดแก่ ส่วนในเมล็ดถั่วเหลืองที่ยังอ่อนจะพบน้ำตาลในรูปของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว คือ กลูโคส และน้ำตาล Reducing sugar อื่นๆ อยู่พอควร แต่จะลดน้อยลงจนไม่มีเมื่อถั่วมีความแก่พอดี

- คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ละลายน้ำ (water insoluble carbohydrates) คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ละลายน้ำในส่วนที่เป็นใบเลี้ยงส่วนใหญ่ ได้แก่ สารพวกที่มีโครงสร้างของโมเลกุลซับซ้อนคือน้ำตาลที่มีหลายโมเลกุล ได้แก่ Arabinan, Arabinogalactan และอาจรวมถึงสารในกลุ่มของ Pectin ด้วย สำหรับปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ละลายน้ำนี้ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดแต่เชื่อว่ามีปริมาณไม่สูง

2.2.4. แร่ธาตุ

แร่ธาตุที่พบในถั่วเหลืองส่วนใหญ่เป็น โปตัสเซียมร้อยละ 1.83 ฟอสฟอรัสร้อยละ 0.78 แมกนีเซียมร้อยละ 0.31 โซเดียม แคลเซียม และกำมะถันอย่างละร้อยละ 0.24 สารประกอบที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบที่พบในถั่วเหลืองคือ phytin, phospholipid และกรด nucleic ซึ่ง phytin เป็นแหล่งที่มีฟอสฟอรัสมากที่สุด มีความสำคัญต่อการละลายได้ของโปรตีนและต่อคุณค่าทางอาหารของแคลเซียม

ในส่วนของเปลือกถั่วเหลืองซึ่งถือว่าเป็นส่วนที่ไม่มีคุณค่าทางอาหาร ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยสารที่เรียกว่า เส้นใย (fiber) ถึงครึ่งหนึ่งของปริมาณเปลือกทั้งหมด

2.3 น้ำมันถั่วเหลือง และกรรมวิธีการทำน้ำมันถั่วเหลือง (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2527)

2.3.1. น้ำมันถั่วเหลือง

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 1018-2533 น้ำมันถั่วเหลือง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวสกัดได้จากเมล็ดถั่วเหลืองที่มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า ไกลซิน แมกซ์ เมอร์ (Glycine max) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Merr.) หรือแป็งถั่วเหลืองด้วยน้ำ และอาจผสมนมและ/หรือสารที่ให้คุณค่าทางอาหารหรือสารปรุงแต่งสี กลิ่นและรสชาติด้วยหรือไม่ก็ได้ แล้วนำมาผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเพื่อให้ปลอดภัยต่อการบริโภค

นํ้านมถั่วเหลืองหรือที่เรียกกันทั่วไปว่า นํ้าเต้าหู้ เป็นผลิตภัณฑ์อาหารถั่วเหลืองที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย มีคุณค่าอาหารสูง ให้โปรตีน พลังงาน วิตามิน และเกลือแร่ อีกทั้งยังมีราคาถูก และกรรมวิธีง่ายต่อการทำ โดยนํ้านมถั่วเหลืองจะมีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับนํ้านมวัว ซึ่งแสดงดัง ตารางที่ 3

ตารางที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบของนํ้านมถั่วเหลืองเปรียบเทียบกับนํ้านมวัวใน 100 กรัม

ส่วนประกอบ	นมถั่วเหลือง	นมวัว
น้ำ	92.5 กรัม	87.0 กรัม
โปรตีน	3.4 กรัม	3.5 กรัม
ไขมัน	1.5 กรัม	3.9 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	2.1 กรัม	4.9 กรัม
เถ้า	0.5 กรัม	0.7 กรัม
แคลเซียม	21.0 มิลลิกรัม	118.0 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	47.0 มิลลิกรัม	93.0 มิลลิกรัม
เหล็ก	0.7 มิลลิกรัม	0.1 มิลลิกรัม
Thiamine	0.09 มิลลิกรัม	0.04 มิลลิกรัม
Riboflavin	0.04 มิลลิกรัม	0.17 มิลลิกรัม
Niacin	0.30 มิลลิกรัม	1.0 มิลลิกรัม

ที่มา : สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร (2527)

ในด้านการโภชนาการและการแพทย์ นํ้านมถั่วเหลือง มีคุณภาพด้อยกว่านํ้านมของวัว ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป เนื่องจากปัจจัยหลายด้าน เช่น

- โปรตีน ชนิดของโปรตีนมีอัตราส่วนของกรดอะมิโน ที่มีปริมาณไม่ครบถ้วน เป็นไปตามความ

ต้องการของร่างกาย คือปริมาณของ Sulfur containing amino acids อันได้แก่ Methionine และการคำนวณว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cystine อยู่ในปริมาณต่ำ ในการศึกษาทดลองวิจัยเพื่อเพิ่มคุณภาพของโปรตีนจากถั่วเหลืองในการเติมระดับของ Methionine ให้สูงขึ้นตามข้อแนะนำของ FAO พบว่าคุณภาพของโปรตีนทางชีวเคมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นการทำผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองเพื่อให้เกิดประโยชน์สมบูรณ์มากขึ้นจึงมีการเสริมด้วย L-Methionine ซึ่งถือเป็นวิธีที่นำมาใช้กันโดยทั่วไป

- ไขมัน ปริมาณไขมันในน้ำมันถั่วเหลืองมีปริมาณไขมันต่ำกว่าน้ำมันวัว แต่คุณภาพของไขมันมีคุณภาพดีมาก คือ มีกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย (Linolenic acid และ Linoleic acid)

- ไวตามินและแร่ธาตุ พบว่าน้ำมันถั่วเหลืองมีไวตามินและแร่ธาตุโดยส่วนรวมน้อยกว่าในนมวัวมาก ทำให้มีผลต่อคุณภาพโดยทั่วไปของน้ำมันถั่วเหลืองเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันวัว

2.3.2. การทำน้ำมันถั่วเหลือง มีกรรมวิธีการทำหลายวิธีและไม่มีวิธีมาตรฐาน ในทางปฏิบัติผู้ผลิตมีกรรมวิธีแตกต่างกันในส่วนปลีกย่อยเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามคุณภาพของน้ำมันถั่วเหลืองที่ได้ก็มีความคล้ายคลึงกันมาก ที่แตกต่างกันออกไปคือ องค์ประกอบของวัตถุดิบที่เติมแต่งเข้าไปเพื่อให้มีกลิ่นและรสมีความเป็นผลิตภัณฑ์เฉพาะตัว กรรมวิธีในการทำน้ำมันถั่วเหลืองจึงอาจกล่าวโดยสรุปเป็น 4 วิธีดังต่อไปนี้ (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2527)

2.3.2.1 การใช้น้ำสกัด (Water extract process) โดยสรุปมีขั้นตอนดังนี้

1. ถั่วเหลืองนำมาผ่านการคัดเลือกเอาเมล็ดเสีย สิบ เน่า และตำออกทิ้งไปรวมทั้งการคัดเลือกเอาสิ่งที่ไม่ต้องการอื่นๆ ออกไปด้วย เช่น ดิน หิน โลหะ และฝุ่น เป็นต้น จากนั้นจึงนำมาไม่ผ่าซีกเพื่อแยกเอาเปลือกออกบางส่วน หรืออาจไม่ผ่าซีกก็ได้
2. ล้างน้ำให้สะอาดเพื่อเอาฝุ่นละอองออกไป
3. แช่น้ำให้ نیمตัว อุณหภูมิในการแช่ถั่วขึ้นอยู่กับความต้องการในการกำจัดกลิ่นถั่ว คือการแช่ที่อุณหภูมิสูงกลิ่นถั่วจะลดลง และถ้าแช่ที่อุณหภูมิต่ำกลิ่นถั่วจะมีมากกว่า หรือในช่วงนี้อาจใช้สารเคมี เช่น Sodium bicarbonate หรือ Sodium carbonate ในอัตราส่วนไม่เกิน 0.5% ของน้ำแช่ร่วมด้วยเพื่อกำจัดสีของถั่วเหลืองให้มีความขาวขึ้น รวมทั้งลดความเข้มข้นของกลิ่นถั่วขณะเดียวกันก็จะช่วยกำจัดรสขมที่อาจมีในถั่วให้ลดลงด้วยการแช่ถั่วนี้จะใช้อัตราส่วนต่อน้ำ ไม่น้อยกว่า 1 ต่อ 3
4. ล้างให้สะอาดและเป็นการกำจัดเอาเปลือกถั่วที่หลุดออกมาจากใบเลี้ยง ทั้งนี้เพราะส่วนนี้

เป็นส่วนที่ไม่ต้องการ เพราะไม่ใช่สารอาหารที่มีคุณค่าต่อร่างกาย

5. การบดให้ละเอียดซึ่งอาจทำได้โดยการใช้โม่หิน หรืออาจเป็นเครื่องบดโดยใช้แรงจลน์จากมอเตอร์ไฟฟ้า และมีประสิทธิภาพในการบดให้ละเอียด เป็นต้น การบดจะใช้น้ำบางส่วนร่วมด้วย เพื่อให้การบดเป็นไปได้อย่างสะดวก และต่อเนื่อง การบดนี้จะบดให้ละเอียดที่สุดเท่าที่จะทำได้ หรือเพื่อให้เป็นไปตามความสามารถของเครื่องกรองที่จะสามารถรับได้เป็นเกณฑ์อัตราส่วนของน้ำต่อถั่วเหลืองหลังจากบดแล้วอาจเป็นอัตราส่วนคือ 1 ต่อ 10

6. การกรองเอาส่วนที่ไม่ละลายน้ำออก (กาก) การทำในปริมาณน้อยอาจใช้สิ่งที่ง่ายที่สุด คือ ผ้าขาวบางกรอง ซึ่งก็สามารถทำได้ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ขึ้นไปก็มีเครื่องกรองอยู่หลายแบบ ให้เลือกใช้อาจเป็นชนิดที่ไม่ต่อเนื่อง (Batch) หรือชนิดต่อเนื่อง (Continuous) เช่นแบบเป็น Batch ได้แก่ Filter press แบบต่อเนื่อง ได้แก่ Decantor หรือ Saparator เป็นต้น

7. การต้มให้สุก นำนมถั่วเหลืองที่ได้จากการสกัดออกมาแล้วจะนำมาต้มให้สุกก่อน เพื่อทำลายและหยุดยั้งปฏิกิริยาทางเคมีที่จะมีขึ้นตามมาอีกมากมาย เช่น กลิ่น รส ที่จะเปลี่ยนแปลงไป

8. การเติมแต่ง เนื่องจากนํานมถั่วเหลืองที่ได้มีรสชาติและกลิ่นรวมทั้งคุณค่าทางโภชนาการ ยังไม่เป็นที่ยอมรับและดีเท่าที่ควร ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องนำมาปรับปรุงให้มีคุณภาพใกล้เคียงกับนํานมวัวให้มากที่สุด ซึ่งจะเกิดประโยชน์ต่อผู้ดื่มมากขึ้น การเติมแต่งนี้จะใช้น้ำตาลทรายเพื่อให้มีรสหวานขึ้น การใช้น้ำมันพืชเพื่อทำให้นํานมมีคุณค่าทางโภชนาการด้านไขมันมีประมาณเท่าเทียมกับนํานมวัว และการปรุงแต่งกลิ่นรสด้วยเกลือแกง เป็นต้น

9. การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenization) นมถั่วเหลืองที่ผ่านการเติมแต่งด้วยสารดังกล่าวแล้วจะยังไม่รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันจำเป็นต้องผ่านการ Homogenization เพื่อให้เกิดลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันและชวนดื่ม โดยเฉพาะด้านไขมันที่เติมลงไปก็จะถูกทำให้เป็นเม็ดเล็กๆ กระจายสม่ำเสมออยู่ในเนื้อนม โปรตีนที่อาจจับตัวเป็นก้อนเล็กๆ ก็จะถูกตีแตกให้กระจายเป็นเนื้อเดียวกันเช่นกัน นมที่ผ่านการ Homogenized แล้วจะมีความข้นใส (Viscosity) เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และมีรสชาติสม่ำเสมอโดยตลอด การทำ Homogenization นี้จะใช้เครื่อง Homogenizer ที่ความดันรวมประมาณ 3,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และอุณหภูมิไม่ควรจะต่ำกว่า 70°C

10. การฆ่าเชื้อ (heat treatment) นมถั่วเหลืองที่ได้จะผ่านการบรรจุในภาชนะบรรจุซึ่งอาจมีหลายแบบ เช่น ถุงพลาสติก ขวดแก้ว ถังกระดาศ กระจิ่ง เป็นต้น ทำให้อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อแตกต่างกันไป อย่างไรก็ตามการทำกรฆ่าเชื้อแบบที่เรียกว่า Sterilization ในภาชนะ เช่น ขวดแก้วและกระจิ่ง ส่วนในภาชนะบรรจุที่เป็นกล่องกระดาศที่เรียกว่า tetra brix มักใช้วิธีที่เรียกว่า UHT คือ จะใช้อุณหภูมิในช่วง 135-140°C เป็นระยะเวลา 3-6 วินาที ซึ่งนมที่ผ่านการ

Sterilization แบบที่กล่าวมาแล้วบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิทจะสามารถเก็บในสภาวะปกติได้นาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น มิอนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต การค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.2 วิธีการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ (Water emulsion method)

กรรมวิธีนี้ค่อนข้างจะเป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมกับการใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและใหญ่มากกว่า เนื่องจากต้องการเครื่องจักรมากขึ้น ส่วนขั้นตอนจะคล้ายกับการทำแบบวิธีใช้น้ำสกัด (Water extract process) จะแตกต่างกันบ้างที่ขั้นตอนบางประการ กล่าวคือถั่วที่จะนำมาทำจะต้องผ่านการทำความสะอาดแล้ว และแยกเอาเปลือกออกก่อนเหลือแต่เนื้อถั่วอย่างเดียว จากนั้นจะนำเนื้อถั่วไปอบไอน้ำที่อุณหภูมิ 165°C. แล้วผ่านเข้าเครื่องรีดเป็นแผ่นบางๆ (Flaking) โดยให้ความหนาของแผ่นเนื้อถั่วอยู่ในราว 0.008 นิ้ว หรือบางกว่า จากนั้นก็จะนำมาใส่ในน้ำร้อน (และอาจใส่สารพวก NaHCO_3 เพื่อเพิ่ม Yield) กวนจนเข้ากันแล้วผ่านไปยังเครื่องทำให้เป็นเนื้อเดียวกันเช่น อาจเป็น Colloid mill หรือ Homogenizer ที่ความดันประมาณ 8,000 psi เสร็จแล้วจะผ่านไปยังเครื่องกรองน้ำนมที่ได้ออกมาจะนำไปผ่านการเติมแต่งให้เป็นไปตามสูตรที่ต้องการและให้ความร้อนที่ 200°F. นาน 10 นาที ก่อนจะนำไปบรรจุและฆ่าเชื้อ หรือนำไปทำเป็นนํ้านมถั่วเหลืองผงโดยผ่านเครื่อง Spray drier

2.3.2.3 การทำนํ้านมถั่วเหลืองจาก โปรตีนสกัด (Soy Protein Isolate)

การทำนํ้านมถั่วเหลืองโดยวิธีการใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองเป็นวิธีการทำนํ้านมถั่วเหลืองที่มีคุณภาพสูงและได้มีการนำเอาวิธีการนี้มาใช้ในอุตสาหกรรมบ้างแล้ว เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น เป็นต้น ทั้งนี้เพราะในประเทศดังกล่าวได้มีการพัฒนาด้านเทคโนโลยีการใช้ถั่วเหลืองไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูง ทำให้รูปแบบของผลผลิตประเภท SPI หาได้ง่ายในท้องตลาด อีกทั้งมีราคาต่ำก่อให้เกิดความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ อุตสาหกรรมของการนำไปใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่อเนื่อง เช่น นอกจากนำไปใช้ในการทำเป็นนํ้านมถั่วเหลืองแล้วยังสามารถนำไปใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์ประเภท เต้าหู้ ไอศกรีม Yogurt ครีมผงผสมกาแฟ เป็นต้น คุณสมบัติของ SPI ที่เหมาะในการใช้ทำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะต้องถูกเตรียมขึ้นโดยเฉพาะ และมีค่าการละลายตัวสูง

ในการนำเอาถั่วเหลืองมาใช้ทำเป็นนํ้านมถั่วเหลืองนั้น อาจทำได้โดยการนำเอา SPI มาละลายในน้ำที่อุณหภูมิ 50-55 °C. กวนจนละลายหมด จากนั้นจึงเติมสารปรุงแต่งประเภทน้ำตาล ไขมัน และผสมให้เข้ากันโดยให้ความร้อนที่ 60°C. และรักษาระดับความร้อนนี้ไว้ประมาณ 30 นาที พร้อมการกวนที่สม่ำเสมอ จากนั้นจึงผ่านเข้าเครื่องทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenizer) ที่ความดัน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรก 2,500 ปอนด์ ขั้นตอนที่สอง 500 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว จากนั้นก็ทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5°C. การเติมแต่งกลิ่นต่างๆ เช่น ชอคโกแลต และสตอเบอรี่ อาจกระทำได้ในช่วงหลังนี้ ในกรณีที่จำเป็นน้ำมันถั่วเหลืองที่มีอายุการเก็บของนมนี้ยาวนานก็จะตัดผ่านขั้นตอนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเพื่อ sterile หรือขจัดจุลินทรีย์ที่มีอยู่ทั้งหมดก่อน ก็จะให้อายุการเก็บของนมนี้ยาวนาน เป็นต้น กรรมวิธีการทำน้ำมันถั่วเหลืองดังกล่าวอาจทำให้มันนี้มีคุณค่าทางอาหารด้านปริมาณของสารอาหาร โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ และวิตามิน ไกล์ได้โดยการเติมแต่งสารที่ให้คุณค่าทางโภชนาการนี้เข้าไป

2.3.2.4 การใช้แป้งถั่วเหลืองในไขมันเต็ม (Full fat soy flour process)

การทำน้ำมันถั่วเหลืองจากแป้งถั่วเหลืองที่มีไขมันเต็ม เป็นวิธีการหนึ่งที่เหมาะสมกับการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอีกวิธีหนึ่ง ทั้งนี้เพราะสะดวกต่อการเตรียมวัตถุดิบ และเป็นกระบวนการที่มีความสะอาดและมีประสิทธิภาพสูง แต่ข้อกำหนดในการกระทำด้วยวิธีนี้คือ เป็นกรรมวิธีที่ต้องใช้เครื่องจักรที่มีราคาแพง ทำให้ต้องใช้เงินลงทุนสูง อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ได้และคุณภาพของน้ำมันถั่วเหลืองก็พบว่าเป็นวิธีที่ให้มันถั่วเหลืองที่มีคุณภาพดี และมีข้อดีในด้านขั้นตอนการผลิตหลายประการ ขั้นตอนโดยทั่วไปส่วนใหญ่จะคล้ายกับวิธีของ Water emulsion process โดยมีข้อแตกต่างกันบางขั้นตอนกล่าวคือ ถั่วเหลืองที่ผ่านการคัดเลือกเอาส่วนที่ไม่ต้องการออกแล้ว ก็จะนำมาผ่านการอบด้วยความร้อนเพื่อทำลายเอนไซม์ที่มีอยู่ในถั่วเหลือง ขณะเดียวกันก็จะทำให้เป็นการง่ายขึ้นในการกะเทาะเอาเปลือกออก และยังเป็นการลดความชื้นในถั่วเหลืองให้น้อยลง (ซึ่งจะมีผลดีถ้าจะเก็บถั่วเหลืองในรูปของแป้งถั่วเหลืองต่อไป) หลังจากอบความร้อนแล้วก็จะเข้าเครื่องผ่าซีกและฝัดเอาเปลือกออกไป เนื้อถั่วที่ได้ก็จะนำไปบดให้ละเอียดเป็นลักษณะของแป้งถั่วเหลือง โดยทั่วไปแล้วแป้งถั่วเหลืองหรือ Soyflour นั้นจะต้องมีความละเอียดที่ผ่านขนาดของตะแกรงที่มี Mesh size 100 mesh ขึ้นไป (US-Standard screen) แต่ถ้าไม่ผ่านตะแกรงดังกล่าวจะเรียกว่า Soy grit

แป้งถั่วเหลืองที่มีไขมันเต็มที่ได้นี้จะนำไปผ่านขั้นตอนในการทำเป็นน้ำมันถั่วเหลืองโดยการผสมกับน้ำ ผ่านการแยกส่วนที่ไม่ละลายน้ำออก การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน การเติมแต่ง และการฆ่าเชื้อ ด้วยความร้อน ดังเช่นขั้นตอนในการทำแบบ water emulsion process

โดยทั่วไปแล้วน้ำมันถั่วเหลืองที่ผ่านการเตรียมอย่างถูกต้องไม่ว่าจะเตรียมมาโดยวิธีการใดก็ตามนับว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำมาใช้เป็นอาหารของคนทุกเพศทุกวัยได้ และให้คุณค่าทางโภชนาการดีพอสมควร โดยเฉพาะเด็กที่เป็นโรคแพ้เนยวัว อย่างไรก็ตามในปัจจุบันพบว่าในด้านของวิทยาการการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองได้ถูกนำมาใช้โดยอุตสาหกรรมมากขึ้น ทำให้ได้คุณภาพของน้ำมันถั่วเหลืองที่ขายอยู่ตามท้องตลาดมีความสมบูรณ์และแน่นอนมากขึ้น

2.4 กลิ่นถั่วในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง (ลินจง, 2540)

การเกิดกลิ่นถั่วที่เรียกว่า off-flavour ในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองเกิดขึ้นจากเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส (Lipoxygenase) ซึ่งมีอยู่แล้วในถั่วเหลืองตามธรรมชาติ นอกจากนี้ยังพบเอนไซม์นี้ในพืชตระกูลถั่วอื่นๆ เช่น alfalfa, peas, peanuts, potato, radishes เป็นต้น แต่ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสมากที่สุด ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 2.4 แสดงระดับปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสในพืชต่างๆ

พืช	ปฏิกิริยาเมื่อเทียบกับถั่วเหลือง (ร้อยละ)
ถั่วเหลือง	100
ถั่วเขียว	14
ถั่วลันเตา	13
ถั่วแขก	28
Broad Bean	11
ข้าวสาลี	3

ที่มา: บุณชกริกา (2541)

2.4.1 เอนไซม์ไลพอกซีจีเนส (Lipoxygenase)

2.4.1.1 คุณสมบัติของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส

มีน้ำหนักโมเลกุล 108,000 มีโครงสร้างย่อยที่ประกอบด้วย 2 component คือร้อยละ 85

เป็น 2.8S และที่เหลือเป็น 3.6S (Swedburg unit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pH ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 6.6-9 มี pI ประมาณ 5.4 อุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 32-40°C

ตัวยับยั้ง (Inhibitor) ที่สำคัญที่สุดของเอนไซม์ คือ พวก lipid antioxidant เช่น tocopherol, nordihydroguaiaretic acid (NDGA), propylgallate, hydroquinone และ naphthol เป็นต้น

2.4.1.2 ความจำเพาะของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส

เอนไซม์ไลพอกซีจีเนส มีความจำเพาะต่อการออกซิเดชันของกรดไขมันและไขมันที่มี cis, cis penta-1,4-diene unit ($-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-$) โดยกรดไขมันที่พบในธรรมชาติ ได้แก่ กรดลิโนเลอิก, กรดลิโนเลนิก, กรดอราซิโดนิก จะมี cis, cis penta-1, 4-diene unit 1 unit หรือมากกว่า

กรดลิโนเลอิกมี 4 ไอโซเมอร์และมีเพียง 1 ไอโซเมอร์เท่านั้นที่เป็นสับสเตรทของเอนไซม์ คือ cis, cis linoleic acid ซึ่งแสดงว่าเอนไซม์มีความจำเพาะด้าน stereospecific ที่ต้องพอดีกับบริเวณเร่งของเอนไซม์ ส่วนกรดโอเลอิก มีพันธะคู่เพียง 1 คู่ และไม่เป็นสับสเตรทของเอนไซม์

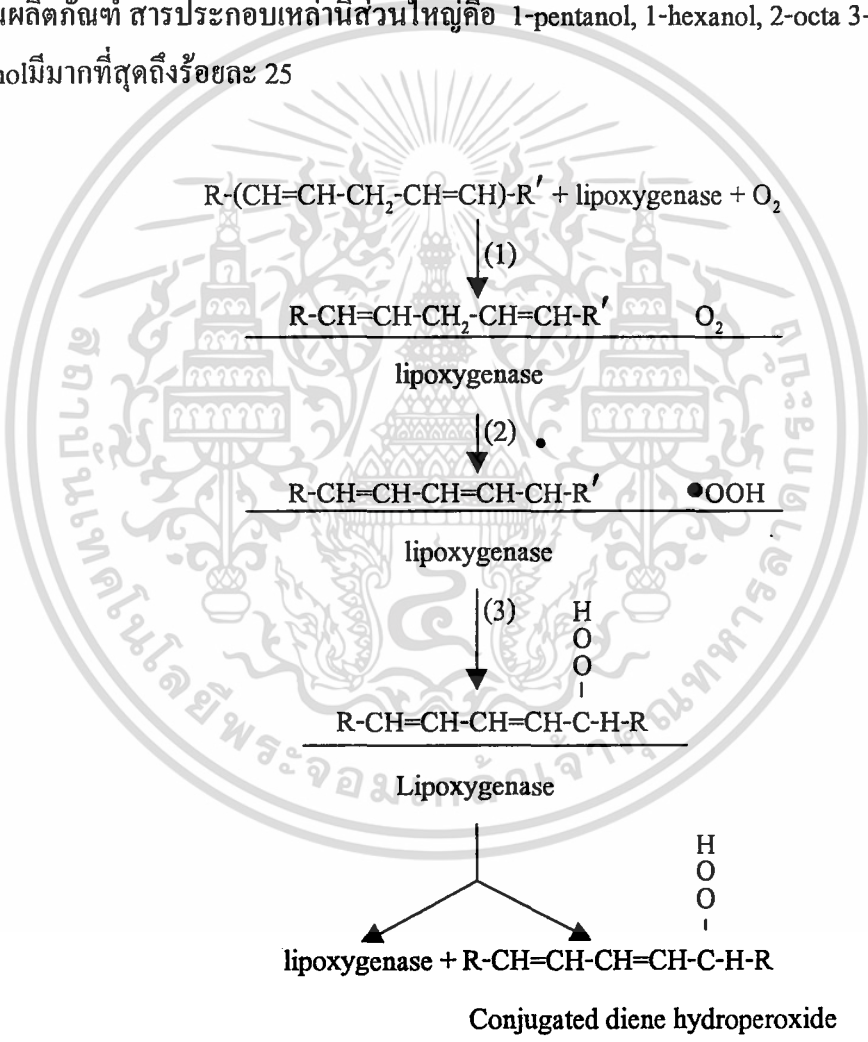
สรุปได้ว่าเอนไซม์ต้องการ methylene group ของ penta-1, 4-diene unit และเอนไซม์จะแสดงความจำเพาะด้าน terminal methyl end ของกรดไขมัน

2.4.1.3 การทำงานของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส

เมื่อน้ำเชื่อมเยือกของถั่วเหลืองถูกทำลายหรือฉีกขาด เอนไซม์ไลพอกซีจีเนสจะถูกปล่อยออกมาและถ้ามีการเติมน้ำลงไป ในถั่วเหลืองหรือถั่วเหลืองมีความชื้นสูงขึ้น ปฏิกริยาออกซิเดชันที่มีเอนไซม์นี้เป็นตัวเร่งจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และผลึกสารที่ก่อให้เกิดกลิ่นถั่วขึ้น แต่ในขณะที่เนื้อถั่วเหลืองแห้ง (ความชื้นประมาณ 13%) เอนไซม์จะไม่มีผลเร่งปฏิกริยาออกซิเดชันให้เกิดขึ้น (Nelson et al., 1976)

2.4.2 การเกิดกลิ่นฉ่ำ

เอนไซม์ไลพอกซีจีเนส เป็นเอนไซม์ในกลุ่ม oxidoreductase หรือเรียกว่า linoleate: oxygen oxidoreductase, EC 1.13.1.13 เป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยา oxidation ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มี cis,cis-1-4-pentadiene (-CH=CH-CH₂-CH=CH-) ได้แก่ linoleic, linolenic และ arachidonic ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็น conjugated diene hydroperoxide ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ซึ่งสาร conjugated diene hydroperoxide จะสลายตัวต่อไปให้สารประกอบที่ระเหยได้และทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเขียวเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ สารประกอบเหล่านี้ส่วนใหญ่คือ 1-pentanol, 1-hexanol, 2-octa 3-ol hexanol และ hexanol มีมากที่สุดถึงร้อยละ 25



รูปที่ 2.1 แสดงการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส
ที่มา: Tappel et al. (1952)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขั้นตอนที่ 1 สับเสตรอยู่ที่ผิวของเอนไซม์และเริ่มทำปฏิกิริยากับ oxygen
- ขั้นตอนที่ 2 เคลื่อนย้าย electron และ H^+ จากสับเสตรที่ให้แก่ oxygen เพื่อสร้าง radicle ที่ผิวของเอนไซม์
- ขั้นตอนที่ 3 biradicle ทำปฏิกิริยากันให้ conjugated diene hydro-peroxide และจากนั้น peroxide จะแตกตัวออกจากเอนไซม์

2.5 การกำจัดกลิ่นถั่วในน้ำมันถั่วเหลือง

น้ำมันถั่วเหลืองมีกลิ่นถั่วที่เกิดจากเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส ทำให้มีการยอมรับจากผู้บริโภคค่อนข้างจำกัด จึงมีการทดลองหาวิธีการต่างๆ เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาจากเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส โดย Wilken et al. (1967) พบว่า ถ้ายบดถั่วกับน้ำที่อุณหภูมิระหว่าง 80-100 องศาเซลเซียส และคงอุณหภูมินี้ไว้ประมาณ 10 นาที จะสามารถยับยั้งเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสได้ และได้น้ำมันถั่วเหลืองที่ปราศจากกลิ่นเหม็นเขียว

Mustakas et al. (1969) ใช้วิธีการให้ความร้อนแห้ง 100 องศาเซลเซียสแก่น้ำมันถั่วเหลืองก่อนบดเป็นแป้ง พบว่าสามารถยับยั้งปฏิกิริยาเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสได้ แต่การใช้ความร้อนในการทำลายเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสวิธีนี้มีผลทำให้โปรตีนที่ละลายได้ลดน้อยลง

Badenhop และ Hacker (1970) พบว่าการแช่ถั่วเหลืองในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.05 จะทำให้น้ำมันมีกลิ่นรสที่ดีกว่าการแช่ด้วยน้ำธรรมดา

Kon และ Horvat (1970) พบว่าถ้าทำการบดถั่วกับน้ำภายใต้สภาวะที่เป็นกรด pH 2.2-3.85 สามารถยับยั้งเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสได้ และได้สารผสมที่ไม่มีกลิ่นเหม็นเขียว นอกจากนี้สภาพที่เป็นกรดสามารถสกัดโปรตีนได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การสกัดถั่วแห้งด้วยน้ำ

Nelson et al. (1971) รายงานว่า ถั่วเหลืองในสภาพทั้งเมล็ดไม่มีสารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเขียว ทั้งนี้เนื่องจากเอนไซม์ และ สับเสตรที่ทำปฏิกิริยากัน

Baker and Mustakas (1973) พบว่า ถ้าใช้ความร้อนในช่วง 73-100 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที ถึง 2 ชั่วโมง เพียงอย่างเดียวจะทำลายสารต่อต้านการดูดซึมของอาหารคือ Trypsin inhibitor ได้ แต่เมื่อเติม NaOH หรือ HCl ร่วมกับการใช้ความร้อน จะช่วยเร่งการทำลาย Urease และ Lipoxygenase ในขณะที่ Trypsin inhibitor จะถูกเร่งในสารละลายที่เป็นด่างได้ดีกว่าสารละลายที่เป็นกรด และพบว่าการทำลายเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสจะทำให้กลิ่นรสดีขึ้นและเก็บรักษาได้นานขึ้น

Nelson et al. (1976) พบว่า ถ้าแช่ถั่วค้ำคั้นในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.5 หรือในน้ำธรรมดา และลวกต่อในสารละลายชนิดเดียวกันเป็นเวลา 30 นาที จะได้ถั่วที่ปราศจากกลิ่นถั่วเนื่องจากเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสถูกทำลาย

Eldridge et al. (1977) พบว่าถ้าแช่ถั่วเหลืองในสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 40-60 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สามารถลดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลืองได้และเป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภค

Che Man et al. (1988) พบว่าทำลายปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสแบบไม่ย้อนกลับ จะเกิดขึ้นเมื่อ treat ด้วยสารละลายที่มี pH 3 หรือต่ำกว่า อย่างน้อย 4 นาที

สุชาติ และลูกจันทร์ (2529) พบว่าน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากการแช่ถั่วในน้ำร้อน ตามด้วยการแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต แล้วนำมาบดในน้ำร้อนที่ 80 องศาเซลเซียส จะทำให้ได้น้ำนมที่มีกลิ่นถั่วน้อย และมีสีขาว

มณฑนา และคณะ (2529) รายงานว่า การตีปั่นถั่วเหลืองในน้ำร้อนจะทำให้ได้น้ำนมที่มีกลิ่นและรสชาติที่ดีกว่าน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้มาจากการตีปั่นในน้ำเย็น เพราะน้ำร้อนจะแทรกซึมเข้าไปในเนื้อถั่วเหลือง และทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสได้ง่ายและเร็วขึ้น จึงช่วยระงับปฏิกิริยาการเกิดกลิ่นถั่วได้

Che Man et al. (1991) ศึกษาการแช่ถั่วเหลืองในกรดเจือจางที่มีผลต่อการทำงานของ lipoxygenase (LP.), trypsin inhibitor (TI.) โดยทำการตรวจสอบอิทธิพลของเวลาที่ใช้แช่ ความเข้มข้นของกรด และอุณหภูมิของการแช่ พบว่าการแช่ถั่วเหลืองในกรด HCl 0.3 โมลาร์ ที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส หรือ 40 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง การทำงานของ LI. ลดลงอย่างสมบูรณ์ ส่วน TI. ยังคงทำงานได้น้อยกว่าร้อยละ 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 แคลเซียมคาร์บอเนต

แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate) มีสูตรโมเลกุลคือ CaCO_3 น้ำหนักโมเลกุล 100.09

ประกอบด้วย	คาร์บอน (C)	12.00%	
	แคลเซียม (Ca)	40.04%	
	ออกซิเจน (O)	47.96%	(Budavari, 1996)

2.6.1 คุณสมบัติของแคลเซียมคาร์บอเนต (กล้าณรงค์และจันทน์, 2539)

1. ค่าความเป็นกรดค่าต่าง มีค่าความเป็นกรดค่าต่าง 9-9.5
2. การละลาย สามารถละลายได้เฉพาะที่ pH เป็นกลาง ไม่ละลายน้ำและแอลกอฮอล์ ถ้ามีเกลือแอมโมเนีย หรือคาร์บอเนตไดออกไซด์อยู่จะเพิ่มความสามารถการละลาย แต่ถ้ามี alkali hydroxide อยู่จะลดความสามารถในการละลาย
3. ขนาดของอนุภาค มีหลายขนาด ตั้งแต่ผงละเอียดจนถึงผงหยาบ
4. การใช้ประโยชน์ และหน้าที่ของแคลเซียมคาร์บอเนต
 - เป็นแหล่งของปูนขาว (lime หรือแคลเซียมออกไซด์) ได้จากการให้ความร้อนแก่หินปูน (limestone) ในเตาเผา แคลเซียมคาร์บอเนตที่ได้จะใช้เป็น filler ในผงฟู
 - เป็นแหล่งของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในของหวานชนิด drymix
 - เป็นสารที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางตัวหนึ่งใน antacids เรียกว่า limestone
 - เป็นสาร anticaking dough และ strengthener
5. การใช้แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นวัตถุเจือปนอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 84 (พ.ศ. 2527) เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร หมวดที่ 5 วัตถุประสงค์ใช้เป็นอิมัลซิไฟเออร์ สเตบิลไลเซอร์ และสารทำให้ข้น (Emulsifiers Stabilizers และ Thickeners) ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การใช้แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นอิมัลซิไฟเออร์ สเตบิลไลเซอร์ และสารทำให้ข้น

ชนิดของอาหาร	ปริมาณสูงสุดที่ให้อาศัยได้ (มิลลิกรัม ต่อ 1 กิโลกรัม) เว้นแต่ได้ระบุปริมาณเฉพาะไว้แล้ว
1. ครีมผง	5,000 ใช้อย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์หรือสารอื่นตามที่ได้กำหนดให้อาศัยได้แก่ แคลเซียมซิเตรต, แคลเซียมฟอสเฟต, ไคเบสิก แคลเซียมฟอสเฟต, ไตรเบสิก แคลเซียมฟอสเฟต, โมโนเบสิก โซเดียมคลอไรด์, โซเดียมคาร์บอเนต, โซเดียมซิเตรต, โซเดียมโพลีฟอสเฟต, โซเดียมฟอสเฟต, ไคเบสิก โซเดียมฟอสเฟต, ไตรเบสิก โซเดียมฟอสเฟต, โมโนเบสิก โพแทสเซียมคลอไรด์, โพแทสเซียมคาร์บอเนต, โพแทสเซียมซิเตรต, โพแทสเซียมฟอสเฟต, ไคเบสิก, ไตรเบสิก หรือ, โมโนเบสิก เฉพาะที่เป็นอาหารชนิดเดียวกัน
2. นมข้นไม่หวานและนมข้นไม่หวานขาดมันเนย	2,000 ใช้อย่างเดียว คำนวณในสภาพที่ปราศจากน้ำ หรือ 3,000 ใช้ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ หรือสารอื่นตามที่ได้กำหนดให้อาศัยได้ในข้อ 1 เฉพาะที่เป็นอาหารชนิดเดียวกัน
3. นมข้นหวานและนมข้นหวานขาดมันเนย	2,000 ใช้อย่างเดียว คำนวณในสภาพที่ปราศจากน้ำ หรือ 3,000 ใช้ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ หรือสารอื่นตามที่ได้กำหนดให้อาศัยได้ใน ข้อ 1 เฉพาะที่เป็นอาหารชนิดเดียวกัน
4. นมผงธรรมดา นมผงพร้อมมันเนยและนมผงขาดมันเนย	5,000 ใช้อย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์หรือสารอื่นตามที่ได้กำหนดให้อาศัยได้ในข้อ 1 เฉพาะที่เป็นอาหารชนิดเดียวกัน
5. โพรเซสชีส	40,000 ใช้อย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับกรดซิตริก หรือสารอื่นตามที่ได้กำหนดให้อาศัยได้ในข้อ 1 เฉพาะที่เป็นอาหารชนิดเดียวกัน

ที่มา: ศิวาพร (2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 โซเดียมไบคาร์บอเนต

โซเดียมไบคาร์บอเนต (Sodium Bicarbonate) หรือ Baking Soda หรือ Sodium Acid Carbonate หรือ Sodium hydrogen carbonate มีสูตรโมเลกุล คือ NaHCO_3 มีน้ำหนักโมเลกุล 84.01

ประกอบด้วย	คาร์บอน (C)	14.30 %	
	ไฮโดรเจน (H)	1.20 %	
	โซเดียม (Na)	27.37 %	
	ออกซิเจน (O)	57.14 %	(Budavari, 1996)

โซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นสารที่ใช้ทำให้ขนมอบฟู และอ่อนนุ่ม, ใช้ในเครื่องตีผสมแป้ง เพื่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเกิดเมื่อเติมน้ำลงในส่วนผสม (กล้าณรงค์และจันทน์, 2539)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ และสารเคมี

1. ถั่วเหลืองพันธุ์ เชียงใหม่ 60 จากสถาบันวิจัยพืชไร่ จังหวัดเชียงใหม่
2. น้ำตาลทราย ตรามิตรผล ผลิตโดยบริษัทน้ำตาลมิตรผล จำกัด
3. แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) Food Grade
4. โซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3)

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิต

1. เครื่องโม่หินผ่าซีก
2. เครื่องชั่งสารชนิดละเอียด Mettler AJ 100 ประเทศ Switzerland
3. เครื่องชั่งสารชนิดหยาบ Mettler AE 204 ประเทศ Switzerland
4. เครื่องปั่นผสมอาหาร (blender) PHILIPS
5. นาฬิกาจับเวลา
6. ผ้าขาวบางตาถี่
7. กระชอน
8. ปีกเกอร์ ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
9. Hot plate
10. เทอร์โมมิเตอร์
11. ขวดแก้วขนาด 250 มิลลิลิตร พร้อมฝาปิด
12. กระดาษมันสเตนเลส
13. ซ้อนตักสาร
14. ทัพพี

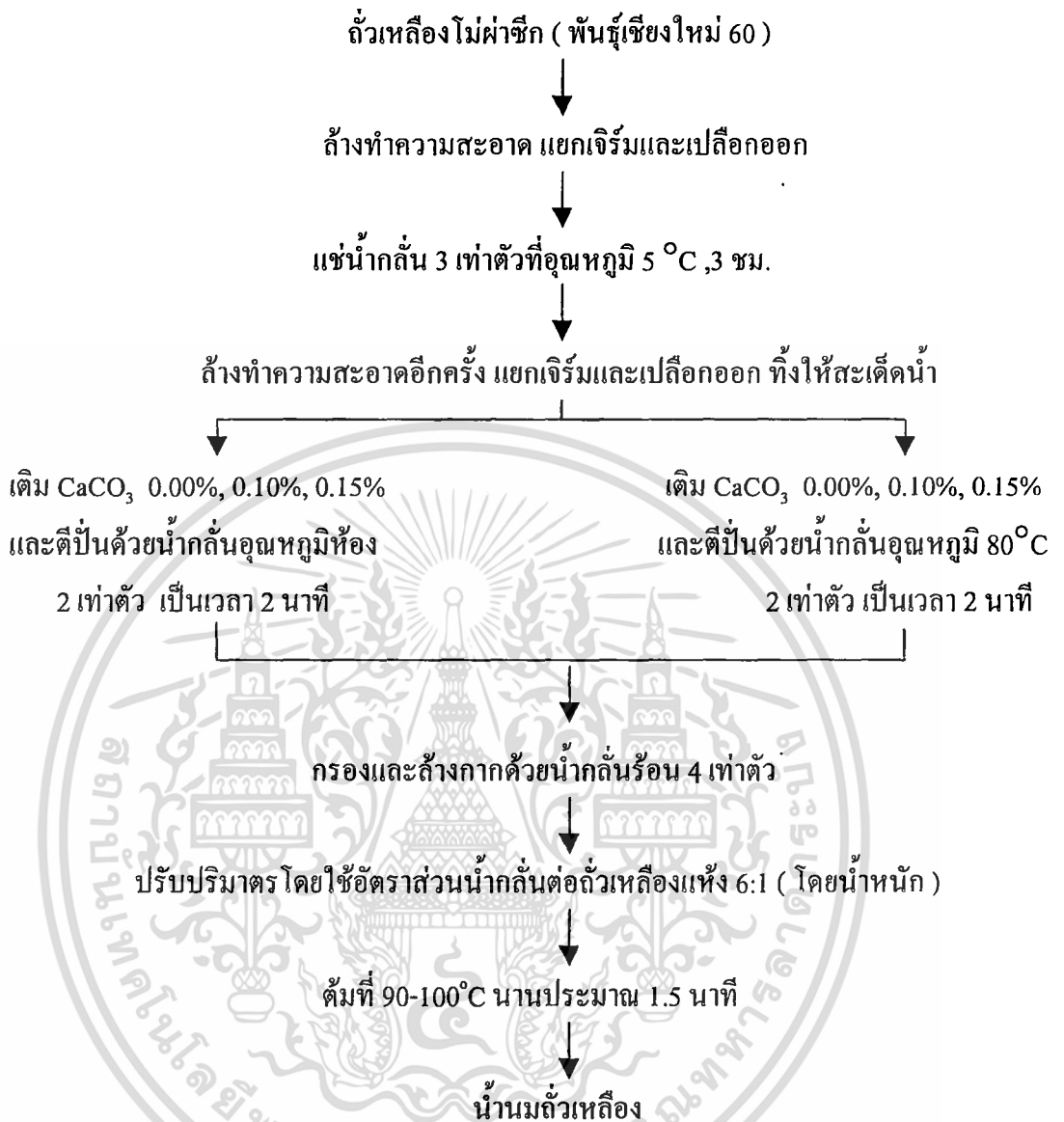
3.3 อุปกรณ์ และเครื่องมือในการวิเคราะห์

1. เครื่องวัดของแข็งทั้งหมดที่สามารถละลายน้ำได้ (Refractometer) รุ่น N-1 ATAGO
2. pH Meter SUNTEX SP-701 ประเทศ Taiwan
3. เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer UV-1601 Standalone & UV-1601 PC SHIMADZU
ประเทศ Australia
4. Silica cell 1 คู่
5. เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centifuge) T-42 K Centrikon ประเทศ Italy
6. นาฬิกาจับเวลา
7. Transferpette ขนาด 100-1,000 ตล
8. Transferpette ขนาด 10-100 ตล
9. LipTip
10. หลอด centrifuge พร้อมฝาปิด
11. อุปกรณ์เครื่องแก้ว
12. เครื่องวิเคราะห์โปรตีน
 - 12.1 เครื่องย่อยโปรตีน DK 6 ประเทศ Italy
 - 12.2 เครื่องกลั่น VAP 30 ประเทศ West Germany

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การศึกษาเพื่อหาปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนต และอุณหภูมิของน้ำกลั่นที่เหมาะสมในการตีปั่นแก้วเหลือง

รายละเอียดของแผนการทดลองแสดงรายละเอียดของแผนการทดลองแสดงในรูปที่ 3.1

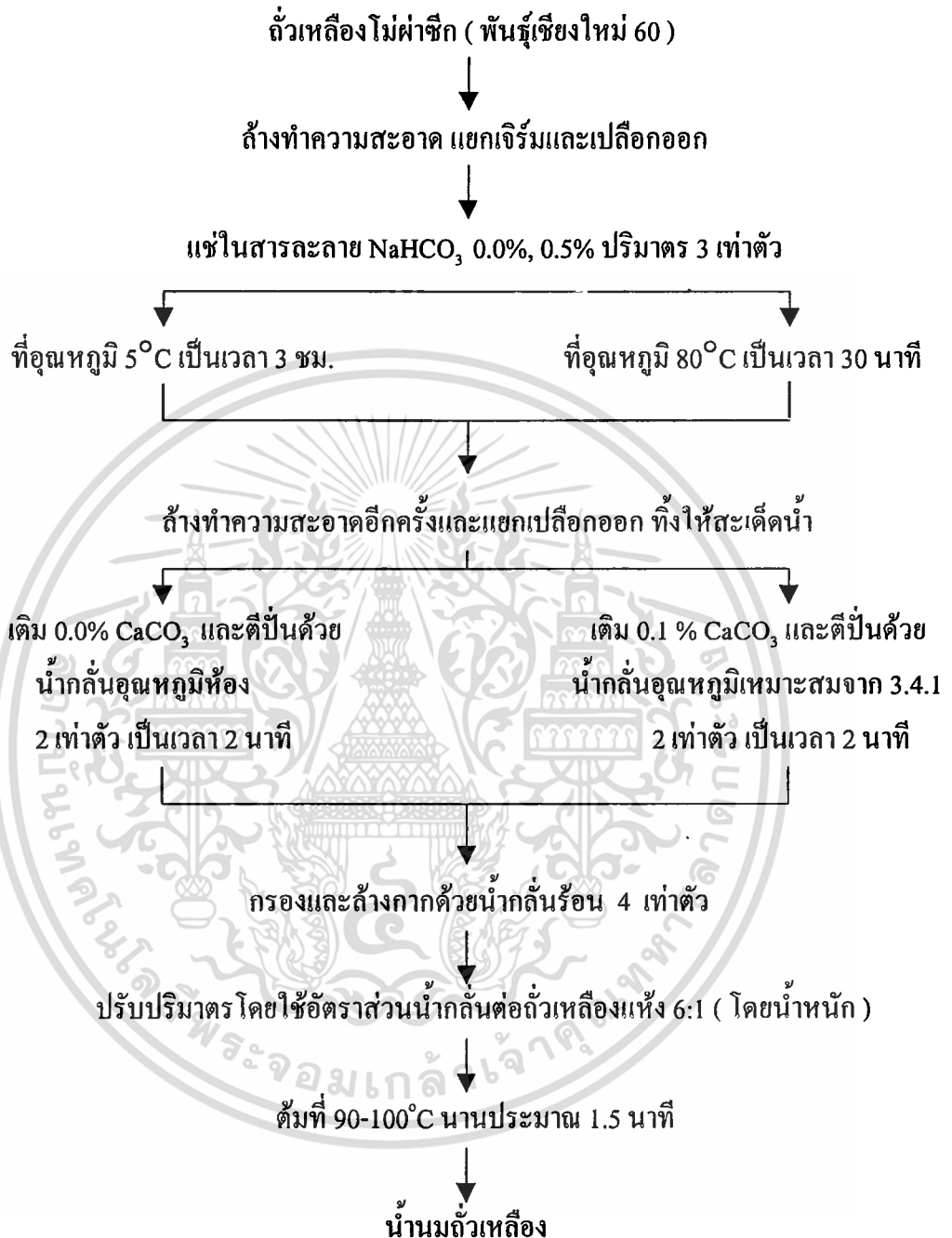


รูปที่ 3.1 แสดงวิธีการทดลองคัดเลือกอุณหภูมิของน้ำกลั่นและปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตที่เหมาะสมในการตีปั่นถั่วเหลือง

3.4.2 การศึกษาหากรรมวิธีการทำนํ้านมถั่วเหลืองที่สามารถลดกลิ่นถั่ว ได้ดีที่สุด

ทำการทดลองแช่ถั่วเหลืองในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.5 % (Nelson et al., 1976) และแช่ถั่วเหลืองในน้ำกลั่น ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ร่วมกับการเติมปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตและอุณหภูมิน้ำกลั่นที่เหมาะสมในการตีปั่นถั่วเหลืองซึ่งได้จากการทดลอง 3.4.1 โดยมีขั้นตอนดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงวิธีการทดลองหาวิธีการในการลดกลิ่นถั่วในนํ้านมถั่วเหลืองที่ดีที่สุด

3.4.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำนมถั่วเหลือง

1. วิเคราะห์ปริมาณของของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดของน้ำนมถั่วเหลืองโดยใช้ Refractometer รุ่น N-1
2. วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำนมถั่วเหลืองโดยใช้ pH Meter
3. วิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี Scoring test และ Hedonic scale ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.
4. การวิเคราะห์หาปริมาณเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส (Obaidy and Siddigi, 1981) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข.1
5. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนแบบ Buchi-Kjedahl-systems ในน้ำนมถั่วเหลือง ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง และวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาหาปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนต และอุณหภูมิของน้ำกลั่นที่เหมาะสมในการตีปั่น ถั่วเหลือง

4.1.1 การตรวจวัดทางเคมี โดยนำน้ำหนักถั่วเหลืองที่ได้จากกรรมวิธีการทำต่างๆ มาวัดปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ($^{\circ}\text{Brix}$) วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) การวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส (lipoxygenase activity) ซึ่งหาได้จากการวัด absorbance เฉลี่ย 3 ครั้ง ที่เพิ่มขึ้นต่อวินาทีจากการ plot ค่า absorbance กับเวลาที่ผ่านไปทุก ๆ 30 วินาที และการหาปริมาณโปรตีน ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงค่า pH $^{\circ}\text{Brix}$ อัตรากิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส และปริมาณโปรตีนของน้ำหนักถั่วเหลืองที่เตรียมได้จากการทดลอง 3.4.1

สิ่งที่วิเคราะห์	ตีปั่นที่อุณหภูมิห้อง			ตีปั่นที่อุณหภูมิ 80 $^{\circ}\text{C}$		
	ปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนต			ปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนต		
	0.00 %	0.10 %	0.15 %	0.00 %	0.10 %	0.15 %
$^{\circ}\text{Brix}$ *	10 ^{ns}	10 ^{ns}	10 ^{ns}	10 ^{ns}	10 ^{ns}	10 ^{ns}
pH *	6.53 ^a	6.62 ^{ab}	6.71 ^b	6.52 ^a	6.62 ^{ab}	6.67 ^b
กิจกรรมของเอนไซม์ ไลพอกซีจีเนส ($\times 10^{-3}$) *	4.90 ^d	4.17 ^c	4.00 ^{bc}	4.01 ^{bc}	3.78 ^{ab}	3.65 ^a
% โปรตีน *	-	3.84	-	-	3.88	-

หมายเหตุ * ได้จากค่าเฉลี่ยการทดลอง 2 ครั้ง

ผลจากตารางที่ 4.1 พบว่า น้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมได้จากการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต 0.00% , 0.10% และ 0.15% พร้อมกับตีปั่นด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้องมีกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสลดลงตามปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมได้จากการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต พร้อมกับการตีปั่นด้วยน้ำกลั่นที่มีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จะมีกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสลดลงตามปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการตีปั่นด้วยน้ำร้อนจะทำให้ความร้อนแทรกซึมเข้าไปในเนื้อถั่วและยับยั้งเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสได้ดียิ่งขึ้น โดยน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมด้วยการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต 0.15 % ร่วมกับการตีปั่นด้วยน้ำกลั่นที่มีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จะมีกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสต่ำสุด

น้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมได้จากการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต จะมีค่าความเป็นด่างสูงขึ้นตามปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตที่เติมเพิ่มขึ้น เนื่องจากแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารที่มีค่าความเป็นกรดต่างสูง คือ 9-9.5 (กล้านรงค์และจันทน์, 2539)

4.1.2 การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี Scoring test ในการประเมินคุณภาพตามระดับความแรงของปัจจัยคุณภาพ คือกลิ่นถั่วและรสฝืด ส่วนวิธี Hedonic scale ใช้ในการประเมินคุณภาพของการยอมรับผลิตภัณฑ์ คือ ความเข้มข้นของสี ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความข้น และการยอมรับรวม ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมได้จากการทดลอง 3.4.1**

ปัจจัยคุณภาพ	ตีป่นที่อุณหภูมิห้อง			ตีป่นที่อุณหภูมิ 80°C		
	ปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนต			ปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนต		
	0.00	0.10	0.15	0.00	0.10	0.15
กลิ่นถั่ว ¹	3.36 ^b	2.72 ^a	2.34 ^a	2.48 ^a	2.36 ^a	2.28 ^a
รสฝื่อน ¹	2.48 ^a	2.56 ^a	3.04 ^b	2.56 ^a	2.72 ^a	2.84 ^a
ความเข้มของสี ²	3.76 ^a	4.20 ^b	3.84 ^a	3.96 ^a	3.88 ^a	4.08 ^a
ความเป็นเนื้อเดียวกัน ²	3.64 ^a	4.04 ^a	3.84 ^a	3.92 ^a	3.96 ^a	4.04 ^b
ความข้น ²	3.32 ^a	3.88 ^b	3.48 ^{ab}	3.56 ^{ab}	3.72 ^{ab}	3.56 ^{ab}
การยอมรับรวม ²	3.28 ^a	3.88 ^b	3.56 ^{ab}	3.64 ^{ab}	3.76 ^{ab}	3.68 ^{ab}

หมายเหตุ

¹ ใช้แผนการทดสอบแบบ Scoring test (การให้คะแนน 1 = แรงน้อยที่สุด, 5 = แรงมากที่สุด)

² ใช้แผนการทดสอบแบบ Hedonic scale

** ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากผลการชิมจะพบว่ารสฝื่อนของน้ำนมแรงมากเมื่อใช้แคลเซียมคาร์บอเนต 0.15 % แต่กลิ่นถั่วจะเป็นที่ยอมรับมากขึ้นเมื่อปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตที่เติมมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในตารางที่ 4.1 นอกจากนี้การตีป่นที่อุณหภูมิสูงซึ่งเป็นการทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสลดลง ช่วยทำให้ความแรงของกลิ่นถั่วลดลง จึงได้นำเอาวิธีการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองโดยการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต 0.10% ร่วมกับการตีป่นด้วยน้ำกลั่นที่มีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสไปศึกษาหาวิธีการทำน้ำนมถั่วเหลืองที่สามารถลดกลิ่นถั่วได้ดีที่สุดต่อไป

4.2 การศึกษาหากรรมวิธีการทำนํ้านมถั่วเหลืองที่สามารถลดกลิ่นถั่วได้ดีที่สุด

4.2.1 การตรวจวัดทางเคมี โดยนำนํ้านมถั่วเหลืองที่ได้จากกรรมวิธีการทำต่างๆ มาวัดปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ($^{\circ}\text{Brix}$) วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) การวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส (lipoxygenase activity) ซึ่งหาได้จากการวัด absorbance เฉลี่ย 3 ครั้ง ที่เพิ่มขึ้นต่อวินาทีจากการ plot ค่า absorbance กับเวลาที่ผ่านไปทุก ๆ 30 วินาที และการหาปริมาณโปรตีน ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงค่า pH $^{\circ}\text{Brix}$ อัตรากิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส และปริมาณโปรตีนของนํ้านมถั่วเหลืองที่เตรียมได้จากการทดลอง 3.4.2

สิ่งที่วิเคราะห์	0.0 % NaHCO_3				0.5 % NaHCO_3			
	5 $^{\circ}\text{C}$, 3 ชม.		80 $^{\circ}\text{C}$, 30 นาที		5 $^{\circ}\text{C}$, 3 ชม.		80 $^{\circ}\text{C}$, 30 นาที	
	% CaCO_3		% CaCO_3		% CaCO_3		% CaCO_3	
	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1
$^{\circ}\text{Brix}$ *	10 ^{bc}	10 ^{bc}	10.2 ^c	9.8 ^{ab}	10 ^{bc}	10 ^{bc}	9.8 ^{ab}	9.6 ^a
pH *	6.47 ^a	6.63 ^b	6.68 ^b	6.70 ^b	7.04 ^c	7.06 ^c	7.64 ^d	7.68 ^d
กิจกรรมของ เอนไซม์ ไลพอกซีจีเนส ($\times 10^{-3}$) *	5.00 ^e	4.11 ^d	2.75 ^b	2.17 ^a	3.34 ^c	3.16 ^c	2.06 ^a	1.97 ^a
% โปรตีน*	-	3.89	-	3.08	-	3.95	-	3.17

หมายเหตุ * ได้จากค่าเฉลี่ยการทดลอง 2 ครั้ง

- ที่ 0.0 % CaCO_3 หมายถึง ไม่เติม CaCO_3 และตีปั่นด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง
- ที่ 0.1 % CaCO_3 หมายถึง เติม CaCO_3 0.1 % และตีปั่นด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 80 $^{\circ}\text{C}$

จากผลการทดลอง พบว่า นํ้านมถั่วเหลืองซึ่งเตรียมได้จากการแช่ถั่วเหลืองด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.5% จะมีกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสต่ำกว่าการแช่ถั่วเหลืองด้วยน้ำกลั่น (0.0 % NaHCO_3) นอกจากนี้การแช่ถั่วเหลืองในน้ำกลั่นและในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.5 % ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีผลทำให้กิจกรรมของเอนไซม์

ไลพอกซีจีเนส ลดลงมากกว่าการแช่ถั่วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เนื่องจากสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต และความร้อนสามารถทำลายเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสได้ดี

ดังนั้น การแช่ถั่วเหลืองด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.5% ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ร่วมกับการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต 0.1 % จะทำให้มีกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสต่ำที่สุด

การแช่ถั่วเหลืองในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.5 % และเติมแคลเซียมคาร์บอเนต 0.1% มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำนมถั่วเหลือง โดยพบว่าน้ำนมถั่วเหลืองจะมีความเป็นด่างสูงขึ้น เนื่องจากสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต และแคลเซียมคาร์บอเนตมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูง

นอกจากนี้ยังพบว่า การแช่ถั่วที่อุณหภูมิสูง มีผลทำให้โปรตีนที่ละลายได้น้อยลง เนื่องจากความร้อนที่ทำให้ในขณะแช่ถั่วสามารถทำลายโปรตีนได้

4.2.2 การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี Scoring test ในการประเมินคุณภาพตามระดับความแรงของปัจจัยคุณภาพ คือกลิ่นถั่วและรสฝืน ส่วนวิธี Hedonic scale ใช้ในการประเมินคุณภาพของการยอมรับผลิตภัณฑ์ คือ ความเข้มของสี ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความชื้น และการยอมรับรวม ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมได้จากการทดลอง 3.4.2**

ปัจจัยคุณภาพ	0.0 % NaHCO ₃				0.5 % NaHCO ₃			
	5 °C, 3 ชม.		80 °C, 30 นาที		5 °C, 3ชม.		80 °C, 30 นาที	
	% CaCO ₃		% CaCO ₃		% CaCO ₃		% CaCO ₃	
	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1
กลิ่นถั่ว ¹	3.36 ^c	2.96 ^{bc}	2.40 ^{ab}	2.16 ^a	2.96 ^{bc}	2.88 ^{bc}	2.56 ^{ab}	2.09 ^a
รสฝืด ¹	2.64 ^b	2.60 ^a	2.52 ^a	2.68 ^b	2.60 ^a	2.36 ^a	2.76 ^b	2.44 ^a
ความเข้มของสี ²	3.84 ^b	3.72 ^b	3.64 ^a	3.40 ^a	3.52 ^a	3.48 ^a	3.88 ^b	3.68 ^a
ความเป็นเนื้อเดียวกัน ²	3.76 ^a	3.80 ^b	3.72 ^a	3.60 ^a	3.88 ^b	3.64 ^a	3.80 ^b	3.68 ^a
ความข้น ²	3.56 ^b	3.28 ^{ab}	3.12 ^{ab}	2.88 ^a	3.48 ^b	3.40 ^{ab}	3.16 ^{ab}	3.20 ^{ab}
การยอมรับโดยรวม ²	3.52 ^c	3.40 ^c	3.04 ^{ab}	2.76 ^a	3.12 ^{ab}	3.40 ^c	3.00 ^{ab}	3.10 ^{ab}

หมายเหตุ

- ที่ 0.0 % CaCO₃ หมายถึง ไม่เติม CaCO₃ และตีปั่นด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง

- ที่ 0.1 % CaCO₃ หมายถึง เติม CaCO₃ 0.1 % และตีปั่นด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 80 °C

¹ ใช้แผนการทดสอบแบบ Scoring test (การให้คะแนน 1 = แรงน้อยที่สุด, 5 = แรงมากที่สุด)

² ใช้แผนการทดสอบแบบ Hedonic scale

** ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วเหลือง ที่ได้จากการเตรียมด้วยกรรมวิธีต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 4.4 พบว่าน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยแช่ถั่วเหลืองในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.5 % ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ร่วมกับการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต 0.1 % พร้อมกับการตีปั่นด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 2 เท่าตัวเป็นเวลา 2 นาที มีความแรงของกลิ่นถั่วอ่อนที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมด้วยวิธีการอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสที่มีค่าน้อยที่สุดเช่นกัน รวมทั้งมีความแรงของรสฝืดน้อยมาก และได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคระดับหนึ่ง

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

การลดกลิ่นฉุนในน้ำมันถั่วเหลืองโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนต พบว่าการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต 0.10 % ในการตีปั่นถั่วเหลืองสามารถลดกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส และกลิ่นฉุนได้ดี พร้อมทั้งได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และเมื่อใช้น้ำกลั่นที่มีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสร่วมกับการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต 0.1 % จะช่วยส่งเสริมการลดกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสและกลิ่นฉุนได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาการลดกลิ่นฉุนในน้ำมันถั่วเหลืองโดยแช่ถั่วในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต และเติมแคลเซียมคาร์บอเนตในการตีปั่นถั่วเหลือง ที่อุณหภูมิ และเวลาต่าง ๆ พบว่า การแช่ถั่วเหลืองด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.5 % ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ร่วมกับการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต 0.1 % พร้อมกับตีปั่นถั่วด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 2 เท่าตัว เป็นเวลา 2 นาที เป็นวิธีการลดกลิ่นฉุนในน้ำมันถั่วเหลืองที่ดีที่สุด เนื่องจากสามารถลดกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสได้ดีที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. การปรับปรุงกลิ่นฉุนในผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเพื่อให้ผู้บริโภคยอมรับมากยิ่งขึ้น อาจมีการเติมกลิ่นรสต่าง ๆ เช่น รสวานิลลา รสสตอเบอร์รี่ รสส้ม เป็นต้น
2. การประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสควรคัดเลือกผู้ทดสอบที่ได้รับการฝึกฝนมาแล้ว หรือคัดเลือกผู้ทดสอบให้สอดคล้องกับเป้าหมายของการประเมินผลที่กำหนด

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. ถั่วเหลือง เอกสารวิชาการ. 2531.

กล้าณรงค์ ศรีรอด และ จุฑาณี จิตต์รำพึง. 2539. พจนานุกรม Food Additives สำหรับนัก-

อุตสาหกรรมอาหารและเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัท จาร์พา เทคโนโลยีเซ็นเตอร์ จำกัด.

น้ำทิพย์ วงษ์ประทีป. 2540. “การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของเจลจากโปรตีน ถั่วเหลือง.” วิทยานิพนธ์ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

บุญศรีกา สุมะนา. 2541. “นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากน้ำนมถั่วเหลืองเสริมวิตามินบี 12 โดยกระบวนการหมักแบบอาหารเหลว.” วิทยานิพนธ์ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

มณฑนา ร่วมรักษ์ วิภา คำดี และทัศนีย์ ถิมสุวรรณ. 2529. “ผลของวิธีการผลิตต่อคุณภาพของ น้ำนมถั่วเหลือง.” วารสารอาหาร. ปีที่ 16, ฉบับที่ 2 : 59.

ลินจง สุขลำภู. 2540. “การศึกษากกรรมวิธีการทำโยเกิร์ตถั่วเหลืองเพื่อพัฒนาคุณภาพด้านกลิ่นรส และเนื้อสัมผัส.” วิทยานิพนธ์ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. ถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527.

สรจักร ศิริบริรักษ์. 2539. เกษตรโภชนา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์กรุงเทพ. สุชาติ ฤษณะติลก และลูกจันทร์ ภักษ์พันธุ์. การกำจัดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลือง รายงานการประชุมวิชาการทางการเกษตร พ.ศ. 2525. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม. 2533. น้ำนมถั่วเหลือง. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 1018-2533.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2535. วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ.

Badenhop, A.F. and L.R. Hackler. 1970. “Effect of Soaking Soybean in Sodium Hydroxide Solution as Pretreatment for Soy Milk Production.” Cereal Science today. 15: 84-88.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Baker, E.C. and G.C. Mustakas. 1973. "Heat Inactivation of Trypsin Inhibitor, Lipoxygenase And Urease in Soybeans : Effect of Acid and Base Additives." J. Am. Oil chemist. 50: 137-144.
- Budavari, S. 1996. The Merck Index. 12 th ed., New Jersey: Merck.
- Che Man, Y.B., L.S. Wei and A.L. Nelson. 1988. Inactivation of Lipoxygenase in Whole Soybeans by pH Adjustment. Food Science and Technology in Industrial development V.I Proceeding of the Food Conference.
- Che Man, Y.B., L.S. Wei, A.L. Nelson and N. Yamashita. "Effect of Soaking Soybeans in Dilute Acids on Biologically Active Components." J. of the American oil chemists Society. 68: 471-473.
- Eldridge, A.G., K. Warner and W.J. Wolf. 1977. "Alcohol Treatment of Soybean and Soybean Protein Products." Cereal Chemistry. 54: 1229-1237.
- Kon, S. and R.J. Horvat. 1970. "pH Adjustment Control of Oxidation Off Flavor during Grinding of Raw Legume Seeds." J. of Food Science. 35: 343-347.
- Mustakas, E.C. and W.J. Albrecht. 1969. "Lipoxygenase Deactivation to Improve Stability, Odor and Flavor of Full Fat Soyflours." J. Am. Oil chemist. 46: 623-625.
- Nelson, A.I., L.S. Wei and M.P. Steinberg. 1971. "Food Products from Whole Soybeans." Soybean digest. 31: 32.
- Nelson, A.I., M.P. Steinberg and L.S. Wei. 1976. "Illinois process for Preparation of Soymilk." J. of Food Science. 41: 57-61.
- Obaidy, H.M. and A.M. Siddhigui. 1981. "Properties of Broad Bean Lipoxygenase." J. of Food Science. 46: 622-627.
- Synder, H.E. and T.W. Kwon. 1987. Soybean Utilization. NewYork : AVI. Publisher, Nostrane Reinhold Company, NewYork.
- Tappel, A.L., P.D. Boyer and W.O. Lundberg. 1952. "The Reaction Mechanism of Soybean Lipoxidase" . J. Milk Food Technol. 199: 267-281.
- Wilken, W.F., L.R. Mattick and D.B. Hand. 1967. "Effect of Processing Method on Oxidative Off Flavor of Soybean Milk." Food Technology. 21: 86-89.



ภาคผนวก ก.

แบบประเมินคุณภาพทางด้านประสาธสัมพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

แบบการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ น้ํานมถั่วเหลือง

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

ท่านชอบดื่มน้ํานมถั่วเหลืองหรือไม่.....

คำชี้แจง

กลิ่นถั่ว หมายถึง ความรู้สึกในกลิ่นของถั่วเหลืองที่ยังคงอยู่ในน้ํานมถั่วเหลือง

รสเพื่อน หมายถึง ความรู้สึกเพื่อนลิ้นของถั่วเหลืองที่ยังคงอยู่ในน้ํานมถั่วเหลือง

และกรุณาชิมน้ํานมถั่วเหลืองที่เสิร์ฟตามลำดับจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนตามความรู้สึกที่แท้จริงของท่านต่อผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. การให้คะแนนตามลำดับความแรงของปัจจัยคุณภาพตามสเกลคะแนน โดย

5 = แรงมากที่สุด 4 = แรงมาก 3 = แรงปานกลาง 2 = แรงน้อย 1 = แรงน้อยที่สุด

ตัวอย่าง								
กลิ่นถั่ว								
รสเพื่อน								

2. การให้คะแนนตามการยอมรับของท่านที่รู้สึกต่อผลิตภัณฑ์ตามสเกลคะแนน โดย

5 = ชอบมาก 4 = ชอบ 3 = เฉยๆ 2 = ไม่ชอบ 1 = ไม่ชอบมาก

ตัวอย่าง								
สี								
ความเป็นเนื้อเดียวกัน								
ความข้น								
การยอมรับรวม								

ข้อเสนอแนะ

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.1

การวิเคราะห์หากิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส

1. สารละลายสับสเตรต

ละลาย Tween 20 ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ด้วยบอเรตบัฟเฟอร์ pH 9.0 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เติมนครดลินโอเลอิก 0.5 มิลลิลิตร โดยค่อยๆ เติมทีละหยดผสมสารละลายให้เข้ากัน จากนั้นเติมนครละลาย NaOH ความเข้มข้น 1 N ปริมาตร 1.3 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันจนกระทั่งได้สารละลายใส แล้วเติมนครบอเรตบัฟเฟอร์ลงไปอีก 90 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรสารละลายทั้งหมดให้ได้ 200 มิลลิลิตร ด้วยน้ำที่ผ่านการ deionized

2. สารละลายตัวอย่าง

นำน้ำมันถั่วเหลืองตัวอย่างมาเจือจาง ด้วยน้ำกลั่น 100 เท่า จากนั้นนำไป centrifuge ที่ความเร็ว 2,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที รินเอาของเหลวส่วนที่อยู่ด้านบนออก ใช้เป็น crude enzyme extract

3. วิธีการ

3.1 นำสารละลายสับสเตรตมาเจือจางด้วยน้ำที่ผ่าน deionized เป็น 5 เท่า และปรับ pH เป็น 7.0 ด้วยสารละลายกรด HCl เข้มข้น นำสารละลายมาเติมออกซิเจนนาน 2 นาที ตั้งทิ้งไว้เวลานาน 10 นาที ก่อนนำไปใช้

3.2 นำสารละลายจากข้อ 3.1 มา 3 มิลลิลิตร ใส่ลงใน silica cell ของ Spectrophotometer เติมนคร crude enzyme extract ที่เตรียมไว้ลงไป 0.1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันอย่างรวดเร็ว วัด absorbance (Optical Density: O.D.) ที่ 234 nm เป็นค่าเริ่มต้นที่ 0 วินาที และอ่านค่า absorbance ที่เพิ่มขึ้นทุกๆ 30 วินาที

3.3 นำค่า O.D. ที่ได้ มาสร้างกราฟระหว่างค่า O.D. ที่วัดได้กับเวลา เพื่อคำนวณหาอัตรากิจกรรมของเอนไซม์

การคำนวณ

$$\text{อัตราปฏิกิริยา เอนไซม์ไลพอกซีจีเนส} = \Delta \text{O.D.} / \text{วินาที}$$

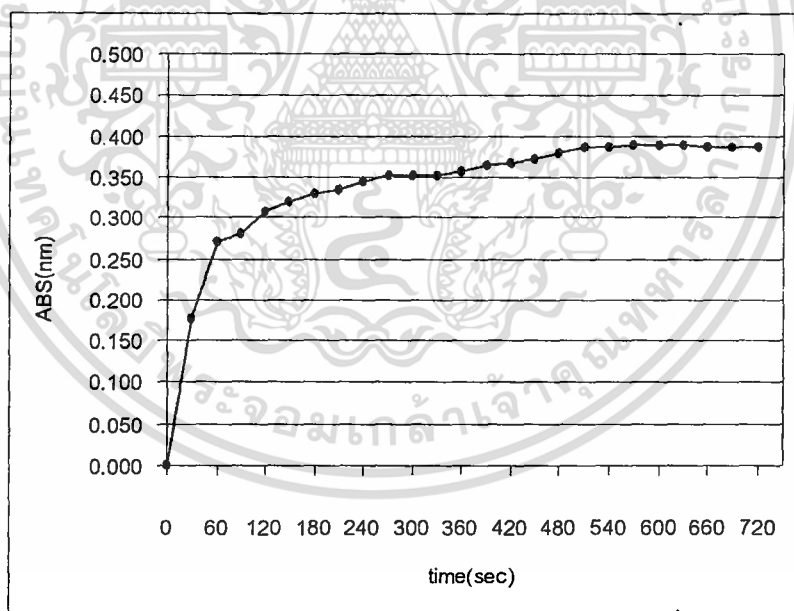
การเตรียมบอเรตบัฟเฟอร์ pH 9.0

สารละลาย A : ละลาย $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ความเข้มข้น 0.025 โมล/ลิตร

สารละลาย B : สารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.1 M

ผสมสารละลาย A กับ สารละลาย B พร้อมกับวัด pH ให้ได้ 9 ตามที่ต้องการ

ตัวอย่าง การหากิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส ของน้ำมันถั่วเหลืองที่เตรียมได้จากการไม่เติมแคลเซียมคาร์บอเนตพร้อมกับตีปั่นด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง 2 เท่าตัวเป็นเวลา 2 นาที มีกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส เท่ากับ 4.90×10^3



รูปที่ ข.1 กราฟแสดงกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส ของน้ำมันถั่วเหลืองที่เตรียมได้จากการไม่เติมแคลเซียมคาร์บอเนตพร้อมกับตีปั่นด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง 2 เท่าตัวเป็นเวลา 2 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.2

การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนแบบ Buchi-Kjeldahl-systems

2.1 สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
2. กรดบอริก 4 เปอร์เซ็นต์
3. กรดไฮโดรคลอริก 0.1 นอร์มัล
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 เปอร์เซ็นต์
5. Catalyst :

K_2SO_4 8 ส่วน

$CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 1 ส่วน

6. Mixed indicator

ก. เตรียม 0.1 เปอร์เซ็นต์ Bromocresol green ใน 95 เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ Methyl red ใน 95 เปอร์เซ็นต์ แอลกอฮอล์

ข. ผสม 10 มิลลิลิตร Bromocresol green กับ 2 มิลลิลิตร Methyl red ในขวดหยด

2.2 วิธีวิเคราะห์

1. ปิเปตตัวอย่าง (น้ำหนักแห้งหรือของสด) 3 มิลลิลิตร ลงใน Kjeldahl flask 250 มิลลิลิตร เวลาใส่อย่าให้เลอะคอขวด
2. เติม Catalyst 5 กรัม กรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร และ glass beads
3. นำ Kjeldahl flask ตั้งในชุดย่อยโปรตีน โดยย่อยที่อุณหภูมิ 380 องศาเซลเซียส จนได้สารละลายสีฟ้าใส ทิ้งให้เย็น ค่อย ๆ เติมน้ำกลั่นลงไป 30 มิลลิลิตร
4. นำหลอด Kjeldahl flask ที่ย่อยเสร็จแล้วเข้าเครื่องกลั่น เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณที่ทำปฏิกิริยากันพอดี (สารละลายสีน้ำตาลเข้ม) ทำการกลั่นโดยตั้งเวลาไว้ประมาณ 6 นาที เก็บก๊าซแอมโมเนียที่ได้ในสารละลายกรดบอริก 4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 100 มิลลิลิตร ที่มีอินดิเคเตอร์ผสมอยู่ 2-3 หยด ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
5. นำส่วนที่กลั่นได้ไปไตเตรทกับกรดไฮโดรคลอริก 0.1 นอร์มัล จนสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นใสไม่มีสี (หรือเป็นสีชมพู แล้วหักมิลลิลิตรของ HCl ออก 0.02 มิลลิลิตรเพื่อให้เห็นชัดเจน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{การคำนวณ} = \frac{N \text{ HCl} \times \text{ml.HCl} \times 14 \times 6.25 \times 100}{\text{ml.ตัวอย่าง} \times 100}$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

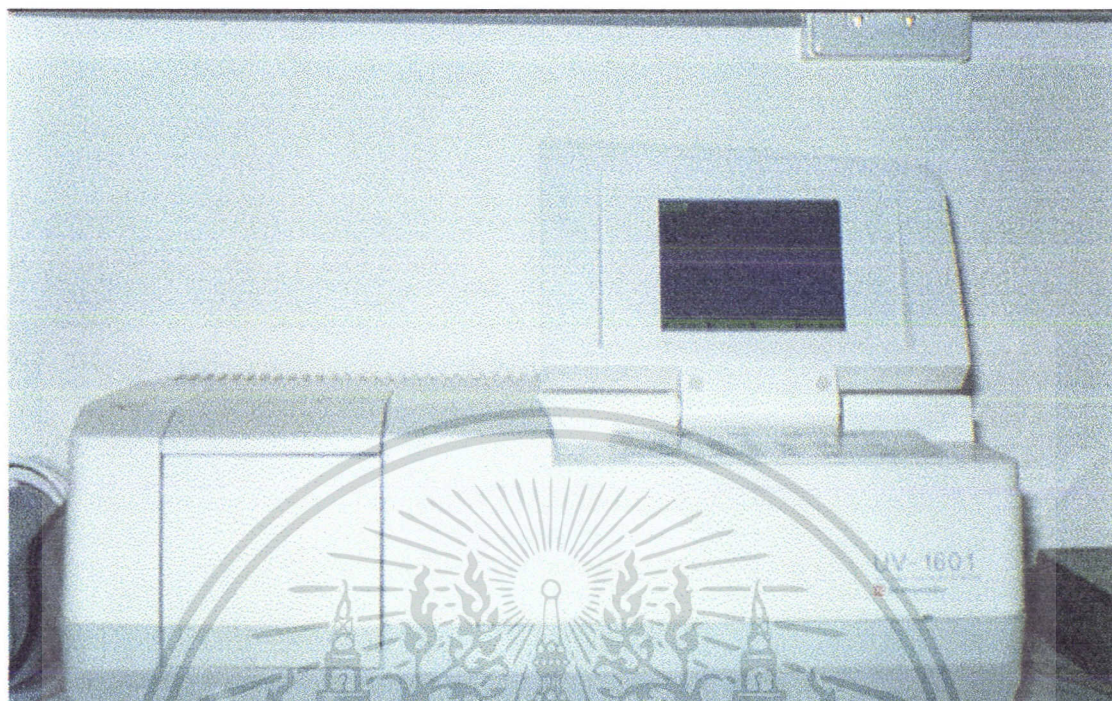


รูปที่ ก.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมน้ำนมถั่วเหลือง



รูปที่ ก.2 สารเคมีที่ใช้ลดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น เพื่อการทบทวนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.3 เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer SHIMADU



รูปที่ ค.4 น้ํานมถั่วเหลืองที่เตรียมได้จากการทดลองที่ 3.4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.5 น้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมได้จากการทดลองที่ 3.4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้