

นํ้านมถั่วเหลืองเสริมนํ้าลูกเดี๋ยและนํ้าถั่วเหลือง

Soybean Milk Supplemented with Job's Tear Milk and Nata de soya

คำนำ

ปัจจุบันปัญหาการได้รับสารอาหารที่ไม่สมดุลหรือโภชนาการเกิน (Overnutrition) เป็นบ่อเกิดของโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ ดังเช่น โรคหัวใจ โคเลสเตอรอลสูง เบาหวาน โรคอ้วน และมะเร็ง เป็นปัญหาที่คนส่วนใหญ่กังวลและไม่ต้องการให้เกิดขึ้น มีการศึกษาวิธีป้องกันโรคหัวใจและโรคมะเร็งนักระบาดวิทยาแนะนำว่าเพียงบริโภคอาหารจากถั่วเหลืองวันละ 1 serving เช่น นมถั่วเหลือง 1 แก้ว เต้าหู้ ½ ถ้วยตวง จะช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งได้อย่างมาก เพราะในถั่วเหลืองมี isoflavone, trypsin inhibitors, saponins และ phytic acid สารประกอบเหล่านี้มีส่วนในการช่วยลดโคเลสเตอรอลในเลือด และมีฤทธิ์ต้านการเกิดโรคมะเร็ง (เพลินใจ, 2543)

ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่นิยมรับประทานอย่างแพร่หลายคือ นํ้านมถั่วเหลือง เนื่องจากเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการและราคาถูก นอกจากวิธีการเตรียมที่ไม่ยุ่งยาก สามารถทำได้ทั้งในระดับครัวเรือนจนกระทั่งถึงระดับอุตสาหกรรม ในปัจจุบันนี้นํ้านมถั่วเหลืองถูกนำมาใช้เป็นส่วนผสมพื้นฐานในการทำผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ ดังเช่น เต้าหู้ เนยแข็ง โยเกิร์ต ไอศกรีม หรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์นํ้านมถั่วเหลืองโดยการปรุงแต่งกลิ่นรสต่างๆ อาทิเช่น กลิ่นรสผักผลไม้ และเสริมวิตามินชนิดต่างๆ เป็นต้น

เพื่อให้คุณค่าทางโภชนาการของนํ้านมถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นและเกิดความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ งานวิจัยนี้จึงได้มีการนำนํ้าถั่วเหลืองซึ่งอุดมไปด้วยใยอาหาร มีคุณสมบัติช่วยในการขับถ่าย ลดโคเลสเตอรอล ป้องกันการเกิดมะเร็งและช่วยในการควบคุมน้ำหนักได้ (ปราโมทย์, มปป.) การนํ้าลูกเดี๋ยมาเติมลงในผลิตภัณฑ์อีกทั้งเป็นพืชที่ให้พลังงาน มีสรรพคุณบำรุงร่างกาย อุดมไปด้วยธาตุฟอสฟอรัส มีวิตามินบี1 สูง ซึ่งช่วยป้องกันโรคเหน็บชา ลูกเดี๋ยมีราคาถูกและหาง่ายในประเทศไทย เป็นการเพิ่มมูลค่าการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบทางการเกษตรของไทยให้กว้างขวางขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาดำรับมาตรฐานของน้ำมันถั่วเหลือง
2. เพื่อศึกษาดำรับมาตรฐานของน้ำลูกเดี๋ย
3. เพื่อศึกษาอัตราส่วนน้ำลูกเดี๋ยและวันถั่วเหลืองที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์
4. เพื่อศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์
5. เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์
6. ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริมน้ำลูกเดี๋ยและวันถั่วเหลือง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นการพัฒนาเครื่องคั้นน้ำมันถั่วเหลืองให้มีความหลากหลาย
2. เป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับเครื่องคั้นน้ำมันถั่วเหลือง
3. เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบทางการเกษตร ได้แก่ ลูกเดี๋ย ถั่วเหลือง ซึ่งเป็นผลิตผลทางการเกษตรที่มีอยู่จำนวนมากและมีราคาถูก

นิยามศัพท์

นํ้านมถั่วเหลือง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลว มีสีขาว มีเนื้อสัมผัสคล้ายนํ้านมสด
ได้จากถั่วเหลืองกับนํ้า (คณะกรรมการกลุ่มผลิตภัณฑ์อาหาร, 2541)

วุ้นถั่วเหลือง หมายถึง วุ้นที่เตรียมได้จากการหมักนํ้านมถั่วเหลือง ด้วยเชื้อแบคทีเรีย
Acetobacter xylinum ภายใน 7-10 วัน จะได้วุ้นที่มีลักษณะเป็นเยื่อเหนียว นุ่ม มีสีขาว

การตรวจเอกสาร

นํ้านมถั่วเหลือง

นํ้านมถั่วเหลือง (Soy Milk) หรือนํ้าเต้าหู้เป็นผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองที่รู้จักกันดี มีคุณค่าทางอาหารสูงและมีราคาถูกนิยมบริโภคกันมาเป็นเวลาช้านาน การผลิตมีหลายระดับ ตั้งแต่ระดับครัวเรือนจนถึงการผลิตระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ นอกจากนี้ นํ้านมถั่วเหลืองยังสามารถนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นได้อีก เช่น เต้าหู้ยี้ ฟองเต้าหู้

ผลิตภัณฑ์เหล่านี้จัดว่าเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง และบางชนิดยังมีไขมันสูงอีกด้วย จึงมักนิยมนำผลิตภัณฑ์นํ้านมถั่วเหลืองดังกล่าวไปใช้ในการส่งเสริมภาวะโภชนาการของประชาชน

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของนํ้านมถั่วเหลืองกับนํ้านมวัว

คุณค่าทางโภชนาการ	ประเภท	
	นํ้านมถั่วเหลือง	นํ้านมวัว
Energy (Kcal)	37	62
Moisture (g)	91.4	87.7
Protien (g)	2.8	3.4
Fat (g)	1.5	3.2
CHO (g)	3.6	4.9
Ash (g)	0.1	0
Ca (mg)	18	118
P(mg)	36	99
Fe(mg)	1.2	0.1
B1(mg)	0.05	0.04
B2(mg)	0.02	0.16
Niacin(mg)	0.3	0.1

ที่มา: ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม (2536)

น้ำนมถั่วเหลือง (Soy Milk) หรือน้ำเต้าหู้มีลักษณะเป็นของเหลว มีสีขาว มีเนื้อสัมผัสคล้ายน้ำนม มีโปรตีนและไขมันสูง คือ น้ำนมถั่วเหลืองมีโปรตีนร้อยละ 2.8 ไขมันร้อยละ 1.5 เมื่อเปรียบเทียบกับนมวัว น้ำนมถั่วเหลืองมีไขมัน คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม ฟอสฟอรัสต่ำกว่า แต่มีเหล็ก วิตามินบีหนึ่ง ไนอะซิน และโปรตีนใกล้เคียงกับนมวัว (ดังตารางที่ 1)

1. ประเภทของน้ำนมถั่วเหลือง

นมถั่วเหลืองที่มีการผลิตออกวางจำหน่ายแบ่งออกได้เป็น 6 ชนิด ได้แก่

1.1 นมถั่วเหลืองไม่ปรุงรส นมถั่วเหลืองประเภทนี้จะประกอบด้วยถั่วเหลืองและน้ำเท่านั้น จะมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 4 ในขั้นตอนการผลิตจะต้องใช้อัตราส่วนถั่วเหลืองและน้ำเท่ากับ 1 : 5 อย่างไรก็ตาม จะมีผู้บริโภคเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ชอบนมถั่วเหลืองประเภทนี้

1.2 นมถั่วเหลืองประเภทเครื่องดื่ม ได้แก่ นมถั่วเหลืองที่มีการปรุงแต่งรสโดยการเติมน้ำตาล และปรุงแต่งกลิ่น เช่น เติมกลิ่นกาแฟ น้ำผลไม้ หรือน้ำผักอื่นๆ เป็นต้น จะมีปริมาณโปรตีนประมาณร้อยละ 1 อัตราส่วนของถั่วเหลืองต่อน้ำที่ใช้เท่ากับ 1 : 20

1.3 นมถั่วเหลืองคล้ายนมโค คือ นมถั่วเหลืองที่มีการเติมสารให้ความหวาน เช่น น้ำตาล เติมน้ำมันพืช เกลือ และ กลิ่นนม หรือกลิ่นวานิลลา เพื่อให้มีรสชาติคล้ายคลึงนมโค มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 2.5-3.5 อัตราส่วนของถั่ว : น้ำ เท่ากับ 1 : 7

1.4 นมถั่วเหลืองเปรี้ยว ก็คล้ายคลึงกับนมเปรี้ยวที่ทำจากนมโค โดยมีการเติมจุลินทรีย์ เพื่อให้เกิดการหมักประเภท Lactic fermentation

1.5 นมถั่วเหลืองสำหรับทารก คือ นมถั่วเหลืองที่มีการเติมเมทไธโอนีน วิตามินและ/หรือเกลือแร่บางชนิด ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นวิตามินบี 12 และแคลเซียม เพื่อให้มีคุณค่าทางอาหารตามความต้องการของทารก

1.6 นมถั่วเหลืองผสม คือ นมถั่วเหลืองที่ผสมกับนมชนิดอื่นๆ จากสัตว์หรือจากพืช

2. กรรมวิธีการผลิตน้ำมันถั่วเหลือง

การผลิตน้ำมันถั่วเหลืองทำได้หลายวิธี เช่น วิธีการสกัดด้วยน้ำจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ด (Water extraction method) หรือการสกัดเนื้อถั่วด้วยน้ำในลักษณะที่เป็นอิมัลชัน (Water emulsion method) หรือการสกัดจากแป้งถั่วชนิดมีไขมันเต็ม (Full fat soy flour method) หรือสกัดจากโปรตีนเข้มข้น (Soy protein isolate method) โดยวิธีการสกัดจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดเป็นวิธีดั้งเดิมที่ใช้กันมานาน และยังเป็นที่ยอมรับใช้ทั้งในอุตสาหกรรมครัวเรือนและอุตสาหกรรมขนาดใหญ่

2.1 กรรมวิธีการผลิตจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ด

2.1.1 การเตรียมเมล็ด คัดเลือกเมล็ดที่มีคุณภาพโดยการแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ เมล็ดเสีย และสิ่งเจือปนออก นำเมล็ดที่คัดเลือกแล้วมาทำความสะอาดด้วยการล้างน้ำ แล้วนำไปแช่น้ำให้นิ่มเพื่อสะดวกต่อการสกัดน้ำมัน นิยมแช่ถั่วเหลืองในอัตราส่วน ถั่ว : น้ำ ไม่น้อยกว่า 1 : 3 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง หรือถ้าใช้อุณหภูมิสูงถั่วก็จะนิ่มตัวเร็วกว่าการใช้ อุณหภูมิต่ำ เนื้อถั่วจะดูดน้ำเต็มที่ พองตัวขึ้นประมาณ 1-1.2 เท่า และสามารถลอกเยื่อออกได้โดยง่าย แยกเปลือกถั่วที่ลอกหลุดออกไปแล้วล้างถั่วให้สะอาด

2.1.2 การสกัดน้ำมัน บดเนื้อถั่วให้ละเอียด โดยอาจใช้โม่หินหรือเครื่องบดที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อให้ได้เนื้อละเอียด การบดมักเติมน้ำเพื่อช่วยในการบดและสกัด นิยมเติมในอัตราส่วน ถั่ว : น้ำ เท่ากับ 1 : 6 – 1 : 10 น้ำมันที่ได้ในขั้นตอนนี้จะมกลิ่นถั่ว ซึ่งได้มีการเสนอวิธีลดปัญหากลิ่นถั่วหลายวิธี เช่น การบดเนื้อถั่วกับน้ำร้อนที่ 80 องศาเซลเซียส (hot grind method) หรือการแช่ถั่วในน้ำร้อนแล้วตามด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาทีก่อนที่จะบด อุณหภูมิของน้ำร้อน (80-100 องศาเซลเซียส) ช่วยลดปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส (Lipoxygenase) ได้ถึง 90-95% เอนไซม์ไลพอกซีจีเนสเป็นเอนไซม์ที่เชื่อว่าทำให้เกิดปฏิกิริยาย่อยสลายไขมันได้สารที่ให้กลิ่นถั่ว การใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตพบว่าช่วยลดกลิ่นถั่วได้มากกว่า ให้น้ำมันที่มีสีขาวกว่า แต่ได้ปริมาณน้ำมันน้อยกว่าการใช้น้ำร้อนแต่เพียงอย่างเดียว นอกจากนี้การใช้แคลเซียมคาร์บอเนต (ความเข้มข้น 0.02 % โดยน้ำหนัก) ในระหว่างการบดเมล็ดถั่วพบว่า ช่วยลดกลิ่นถั่วด้วย ในทางอุตสาหกรรมอาจใช้การบดถั่วในน้ำแล้วนำไปกลั่นภายใต้สุญญากาศเพื่อกำจัดสารที่ให้กลิ่นเมื่อบดแล้วให้กรองเอากากออก ส่วนที่เป็นน้ำใส คือน้ำมัน การกรองปริมาณน้อยอาจใช้ผ้าขาวบาง ส่วนในระดับอุตสาหกรรมใช้เครื่องกรองที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งมีหลายรูปแบบ

หลังจากนั้น นำไปปรุงแต่งกลิ่นรสเพื่อให้เกิดการยอมรับมากยิ่งขึ้น เช่น การเติม

น้ำตาลทรายเพื่อให้รสหวาน การเติมผงโกโก้ หรือการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการด้วยการเติมเมทิลไอออนิน ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นที่พบว่ามีน้อยในถั่วเหลือง น้ามนที่ได้สามารถนำไปบริโภคได้ แต่ในระดับอุตสาหกรรมจะต้องนำไปผ่านกระบวนการปั่นเป็นเนื้อเดียวกันและฆ่าเชื้อก่อนการนำไปจำหน่าย

2.1.3 การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน การทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ ที่ความดันประมาณ 3,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และอุณหภูมิไม่ควรต่ำกว่า 7 องศาเซลเซียส การปั่นด้วยความเร็วสูงช่วยลดขนาดของอนุภาคไขมัน ทำให้โปรตีนและไขมันกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ ไม่เกิดการแยกชั้น ทำได้เนื้อสัมผัสที่เนียน เป็นเนื้อเดียวกัน และได้รสชาติที่สม่ำเสมอ

2.1.4 การบรรจุและฆ่าเชื้อ การผลิตในระดับอุตสาหกรรมในครัวเรือน มักใช้วิธีการบรรจุขณะร้อนลงในขวดหรือถุงพลาสติกที่สะอาด

ส่วนการผลิตระดับอุตสาหกรรมสำหรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในขวดหรือกระป๋อง นิยมใช้วิธีการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไลซ์ ส่วนการบรรจุในกล่องกระดาษหลายชั้นที่ประกอบด้วยกระดาษ พลาสติกและแผ่นอะลูมิเนียมประกบติดกันแน่น นิยมใช้วิธีการฆ่าเชื้อแบบ “ยู เอช ที” (Ultra High Temperature, UHT) ที่อุณหภูมิ 135-140 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-6 วินาที เพื่อฆ่าเชื้อทั้งหมดและช่วยคงคุณค่าของสารอาหารและรสชาติของน้ามน

2.2 การผลิตน้ามนถั่วเหลืองจากถั่วบดในลักษณะที่เป็นอิมัลชัน น้าถั่วที่ผ่านการทำความสะอาดแล้วนำมาบดไอน้ำที่อุณหภูมิ 165 องศาเซลเซียส แล้วเข้าเครื่องรีดเป็นแผ่นบาง (flaking) ความหนาประมาณ 0.008 นิ้วหรือน้อยกว่า จากนั้นนำมาใส่ในน้ำร้อนจนจนเข้ากัน นำเข้าเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ เพื่อให้เป็นเนื้อเดียวกัน กรองเอากากออกแล้วปรุงแต่งกลิ่นรส ให้ความร้อนที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที บรรจุและฆ่าเชื้อ วิธีนี้เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและใหญ่มากกว่าขนาดเล็กเพราะต้องใช้เครื่องจักรมากขึ้น

2.3 การผลิตน้ามนถั่วเหลืองจากแป้งถั่วเหลืองชนิดมีไขมันเต็ม วัตถุดิบที่นิยมใช้ได้แก่ แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม (Full fat soy flour) ที่เป็นผงละเอียดเพียงพอที่ผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช (mesh) นำมาผสมน้ำแล้วแยกส่วนที่ไม่ละลายน้ำออก ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน ปรุงแต่งกลิ่นรส และฆ่าเชื้อในทำนองเดียวกับวิธีการสกัดด้วยน้ำจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ด

การผลิตที่ใช้แป้งถั่วเหลืองเป็นวิธีหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในระดับ

อุตสาหกรรม เพราะสะดวกต่อการเตรียมวัตถุดิบ เป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ แต่ต้องใช้เครื่องจักรราคาสูง

2.4 การผลิตน้ำมันถั่วเหลืองจากโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง นำโปรตีนสกัด (Soy protein isolate) ซึ่งเป็นส่วนของโปรตีนที่สกัดได้จากถั่วเหลืองมาละลายน้ำที่อุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส กวนจนละลายหมดปรุงแต่งส่วนผสมเพื่อให้คล้ายคลึงกับน้ำมันถั่วเหลืองที่ได้จากเมล็ด เช่น การเติมน้ำตาล ไขมัน ผสมให้เข้ากันโดยใช้ความร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที กวนอย่างสม่ำเสมอ แล้วนำเข้าเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ให้เป็นเนื้อเดียวกัน เติมน้ำเกลือรส บรรจุและฆ่าเชื้อ วิธีนี้มีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมบ้างแล้ว เช่น ในสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น (คณะกรรมการผลิต畜วิชาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2541)

3. คุณค่าทางโภชนาการ

ในทางด้านโภชนาการและการแพทย์ น้ำมันถั่วเหลืองมีคุณภาพดีเยี่ยมกว่าน้ำมันโค แต่ข้อได้เปรียบของนมถั่วเหลืองมีอยู่มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องราคาของวัตถุดิบ ซึ่งถั่วเหลืองได้ชื่อว่าเป็นแหล่งโปรตีนราคาถูก นอกจากนี้ นมถั่วเหลืองสามารถปรับให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นได้ กล่าวคือ

3.1 ชนิดของโปรตีนมีอัตราส่วนของกรดอะมิโนไม่ครบถ้วนตามความต้องการของร่างกายโดยเฉพาะอย่างยิ่ง Sulfur containing amino acids อันได้แก่ เมทไธโอนีนและซิสทีน ซึ่งในนมถั่วเหลืองมีอยู่ในปริมาณที่ต่ำมาก อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มคุณภาพของโปรตีนจากถั่วเหลือง โดยการเติมเมทไธโอนีนทำให้การบริโภคนมถั่วเหลืองได้ผลดีขึ้น

3.2 เนื่องจากปริมาณไขมันในน้ำมันถั่วเหลืองจะต่ำกว่านมโคโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในกรณีของการสกัดด้วยกรรมวิธีการใช้น้ำ แต่ไขมันที่ได้เป็นไขมันที่มีคุณภาพที่ดีมาก คือ มีกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย ดังนั้น ถ้าเพียงแต่ผู้ผลิตเติมไขมันที่มีคุณภาพสูงเข้าไปก็จะทำให้นมถั่วเหลืองมีคุณภาพใกล้เคียงกับนมโคมาก

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของนมถั่วเหลือง สำหรับนมถั่วเหลืองที่มีจำหน่ายในท้องตลาดซึ่งแบ่งแยกออกเป็นนมถั่วเหลืองชนิดไม่หวาน นมถั่วเหลืองเข้มข้นบรรจุ

กระป๋อง และนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง ซึ่งจะมีคุณค่าทางอาหารแตกต่างกันไป สิ่งที่ต้องคำนึงก็คือ คุณค่าทางอาหารของนมถั่วเหลืองจะผันแปรไปตามพันธุ์ของถั่วเหลืองที่ใช้ ตลอดจนกรรมวิธีในการผลิต

4. การเก็บรักษาน้ำนมถั่วเหลือง

ภาชนะบรรจุน้ำนมถั่วเหลืองควรเป็นภาชนะที่สะอาดและปิดสนิทที่จุลินทรีย์ผ่านเข้าออกไม่ได้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ภายหลังการฆ่าเชื้อแล้ว สามารถป้องกันการซึมผ่านของกลิ่น ก๊าซออกซิเจน และแสง รวมทั้งต้องเป็นภาชนะบรรจุที่ไม่มีกลิ่นด้วย เพราะกลิ่นสามารถซึมเข้าไปในน้ำนม ทำให้น้ำนมมีกลิ่นผิดปกติ

น้ำนมพลาสเจอไรซ์ที่บรรจุทันทีหลังจากทำให้เย็นแล้วไม่เกิน 3 องศาเซลเซียสลงในภาชนะที่สะอาดสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ได้ประมาณ 7-10 วัน ถ้าเก็บที่อุณหภูมิที่สูงขึ้น อายุการเก็บรักษาจะสั้นลง ภาชนะบรรจุที่นิยม คือถุงหรือขวดพลาสติก ส่วนน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไรซ์ที่บรรจุกระป๋อง สามารถเก็บรักษาได้เป็นปี ส่วนนมยูเอชทีนิยมบรรจุในกล่องกระดาษหลายชั้นที่ประกอบด้วยพลาสติก กระดาษ และแผ่นอะลูมิเนียมประกบติดกันแน่น ก๊าซหรือไอน้ำหรือจุลินทรีย์ซึมผ่านไม่ได้ มีน้ำหนักเบา สวยงาม สะอาด เปิดฝอย และมีอายุการเก็บรักษานาน (6 เดือน) ที่อุณหภูมิห้อง เป็นภาชนะที่มีการลงทุนสูง จึงเหมาะสำหรับการผลิตในอุตสาหกรรมใหญ่

น้ำนมถั่วเหลืองที่ผลิตได้เป็นของเหลว อาจปรุงแต่งด้วยกลิ่นรสต่าง ๆ เช่น วานิลลา กาแฟ ช็อกโกแลต หรือผสมน้ำผลไม้ หรืออาจเติมแคลเซียมกลูโคเนต เพื่อผลิตน้ำนมถั่วเหลืองชนิดมีแคลเซียมสูง หรืออาจนำไปผลิตน้ำนมถั่วเหลืองชนิดผงด้วยการทำให้แห้งในเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray drier) หรืออาจนำไปผลิตน้ำนมถั่วเหลืองชนิดข้นหวานโดยการผสมน้ำตาลและทำให้เข้มข้นภายใต้ความดันสูง (คณะกลุ่มผลิตชุดวิชาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2541)

5. ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำนมถั่วเหลือง

5.1 คุณภาพของวัตถุดิบ ถั่วเหลืองที่นำมาใช้ ควรเป็นถั่วใหม่ เมล็ดสมบูรณ์ แก่เต็มที ถั่วอ่อนจะมีสีเขียวอยู่ที่เปลือกหรือเนื้อถั่ว สีเขียวทอง คลอโรฟิลล์ จะทำให้เกิดรสขม และสีคล้ำในผลิตภัณฑ์

5.2 ความสะอาดของวัตถุดิบ สิ่งสกปรกต่างๆ กรวด หิน ฟุ่นที่ปนเปื้อนมา จะต้องกำจัดออกให้หมด รวมถึงถั่วบางเมล็ดที่เน่าเสีย หรือขึ้นรา

5.3 กลิ่น และรสที่ไม่ต้องการ (off- flavor, off-oder) จากการวิจัยของสถาบัน INTSOY สหรัฐอเมริกา พบว่าการลวก ในสารละลาย โซเดียมไบคาร์บอเนต 0.5-0.05 % จะทำให้รสชาติดีกว่าการลวกถั่วในน้ำเปล่า ถั่วเหลืองที่ถูกลวกในสารละลาย โซเดียมไบคาร์บอเนตจะมี pH ประมาณ 7.2-7.4 ซึ่งรสชาติของถั่วเหลืองจะดีเมื่อมี pH สูงกว่า 7.0 เล็กน้อย (อาณัติ และ ประไพศรี, 2543)

นอกจากนี้ยังมีการวิจัย พบว่า การตีปั่นด้วยถั่วเหลืองด้วยน้ำร้อน 80 องศาเซลเซียส ทำให้ได้นมที่มีกลิ่นและรสชาติดีกว่าการตีปั่นด้วยน้ำเย็น

5.4 ความเข้มข้นของน้ำนมถั่วเหลือง อัตราส่วนของเนื้อถั่วเหลือง ต่อน้ำมีผลต่อคุณภาพของน้ำนม คือ ปริมาณ total solids โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า ที่เป็นองค์ประกอบในน้ำนมถั่วเหลือง นั่นคือ ปริมาณสารเหล่านี้จะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนของถั่ว : น้ำ ลดลง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบอัตราส่วนของถั่วกับน้ำที่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดและโปรตีน

อัตราส่วน ถั่ว : น้ำ	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%)	โปรตีน (%)
1 : 10	5.6	2.6
1 : 7	7.9	3.8
1 : 5	9.2	4.5

ที่มา: อาณัติ และ ประไพศรี (2541)

ในการเตรียมผลิตภัณฑ์ต่างๆ จะใช้นมถั่วเหลืองที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น ไอศกรีม ใช้ถั่วเหลืองที่เตรียมจาก ถั่วเหลืองเลาะเปลือก : น้ำ = 1 : 5 ในขณะที่โยเกิร์ตใช้ถั่วเหลืองเลาะเปลือก : น้ำ = 1 : 7 เป็นต้น เนื่องจากปริมาณน้ำนมถั่วเหลืองที่มีความเข้มข้นสูงจะมีปริมาณของแข็งทั้งหมดและปริมาณโปรตีนสูงทำให้เกิด curd ได้ดี

ถั่วเหลือง

1. ชื่อท้องถิ่น

พระเหลือง, ถั่วแระ, ถั่วแม่ตาย, ถั่วเหลือง (ภาคกลาง) มะถั่วเน่า (ภาคเหนือ) อังตัวเต่า, เอ็กตัวเต่า (จีน - ตั้จิว) โซยา บิน (อังกฤษ) โซยุ (ญี่ปุ่น) (ลำไย และ สมหญิง, 2545)

2. ชื่อวิทยาศาสตร์

Glycine Max (L) Merrill วงศ์ Leguminosae

ถั่วเหลืองเป็นพืชอาหารที่สำคัญชนิดหนึ่งของมนุษย์ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูง ถั่วเหลืองประกอบไปด้วยโปรตีน ไขมัน ซึ่งเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังมีใยอาหาร รวมทั้งแร่ธาตุบางชนิด เช่น แคลเซียม เหล็ก และวิตามินบี 1

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลือง ต่อ 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ถั่วเหลือง
Energy (Kcal)	339
Moisture (g)	7.8
Protien(g)	35.7
Fat (g)	16.5
CHO (g)	12.0
Ash (g)	6.0
Ca (mg)	394
P (mg)	607
Fe (mg)	12.3
B1 (mg)	0.93
B2 (mg)	0.33
Niacin (mg)	2.9

ที่มา: อาณัติ และ ประไพศรี (2541)

3. องค์ประกอบสำคัญของถั่วเหลืองได้แก่

1. โปรตีน เป็นสารอาหารหลักในถั่วเหลือง มีคุณสมบัติไวต่อการเปลี่ยนแปลงที่สภาวะต่างๆทั้งทางเคมี กายภาพและความร้อน การให้ความร้อนที่ช่วงอุณหภูมิ 45-80 องศาเซลเซียส ก่อนการสกัดน้ำมันถั่วเหลือง จะทำให้น้ำมันถั่วเหลืองมีความหนืดต่ำลงจึงสกัดน้ำมันได้ง่ายและทำให้ได้ปริมาณของแข็งและโปรตีนสูงสุดคุณภาพของโปรตีนพิจารณาจากชนิดของกรดอะมิโนที่จำเป็นที่ร่างกายต้องการ กรดอะมิโนที่สำคัญและมีมากที่สุดในโปรตีนถั่วเหลืองคือไลซีน ทำให้ใช้ประโยชน์ในการเสริมโปรตีนในธัญชาติที่มีไลซีนต่ำเช่น ข้าวโพด ส่วนกรดอะมิโนที่ขาดแคลนในโปรตีนถั่วเหลืองได้แก่ เมทไธโอนีน ซึ่งต้องนำมาพิจารณาเพื่อจุดประสงค์ในด้านโภชนาการ

2. ไขมัน น้ำมันถั่วเหลืองมีประมาณ 20% ของน้ำหนักถั่วแห้ง กรดไขมันในน้ำมันถั่วเหลืองเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณมากกว่า 80% มีโอเลอิก และลิโนเลอิก เป็นกรดไขมันที่สำคัญ และมีกรดลิโนเลนิก 7-9% ซึ่งไวต่อการเกิดออกซิเดชันและทำให้น้ำมันเสื่อมคุณภาพลง นอกจากนี้ไขมันถั่วเหลืองยังมีสารคล้ายไขมันกลุ่มฟอสโฟไลปิด มีไนโตรเจนในรูปเลซิธินและฟอสฟอรัสในรูปอินโนซิทอล เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของไขมัน ซึ่งมีคุณสมบัติเป็น emulsifying ที่ดี

3. คาร์โบไฮเดรต มีประมาณ 34% ในถั่วเมล็ดแห้งแบ่งเป็นส่วนที่ละลายน้ำได้ 10% ของทั้งหมดได้แก่ น้ำตาลต่างๆ เช่น ซูโครส ราฟิโนส สตา키โอส ส่วนที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส

4. นอกจากนี้ในถั่วเหลืองยังมีแร่ธาตุและวิตามิน วิตามินที่ละลายน้ำ ได้แก่ ไทอะมิน ไพรีดอกซิน และกรดโฟลิก จัดว่าเป็นแหล่งของวิตามินบีรวมค่อนข้างสูงกว่าวิตามินอื่นๆ แต่ปริมาณวิตามินเหล่านี้จะลดลงครึ่งหนึ่ง ถ้าได้รับความร้อนสูง และมีวิตามินอีซึ่งมีคุณสมบัติเป็น antioxidant อยู่ด้วย

ส่วนสารประกอบที่ต่อต้านสารให้คุณค่าทางอาหารที่สำคัญในถั่วเหลือง ได้แก่ ทรินซิน อินฮิบิเตอร์ ทำลายได้ด้วยการต้มน้ำมันถั่วเหลืองเป็นเวลานานๆ (มณฑาทิพย์, มปป.)

4. การบริโภคอาหารและผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำจากถั่วเหลือง

1. อาหารจากถั่วเหลืองสดหรือผ่านการแปรรูปเพียงเล็กน้อย ได้แก่ถั่วเหลืองฝักอ่อนต้มสุก ถั่วแระ ถั่วอกหัวโต ถั่วเหลืองอบหรือคั่ว กาแฟถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วเหลืองคั่วจนเกรียมแล้วบด เป็นต้น

2. ผลิตภัณฑ์อาหารจากถั่วเหลือง เป็นการนำถั่วเหลืองมาแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทั้งในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือนและขนาดใหญ่ แบ่งได้ออกเป็น 3 กลุ่มคือ

2.1 ผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้าน

2.1.1 ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการหมักที่นิยมบริโภคกันมากจะมีน้ำมันถั่วเหลือง หรือน้ำเต้าหู้ เต้าหู้ เป็นอาหารที่นิยมของชาวจีนทำจากน้ำมันถั่วเหลืองแล้วเติมเกลือแคลเซียมซัลเฟต นำมาต้บน้ำจะได้ก้อนเต้าหู้ (อรวิทย์และปรีชา, 2522) เต้าฮวย ฟองเต้าหู้ เป็นต้น

2.1.2 ผลิตภัณฑ์หมัก เช่น เต้าเจี้ยว ซึ่งมีลักษณะเป็นครึ่งแข็งครึ่งเหลวส่วนซีอิ๊วได้มาจากส่วนน้ำที่ได้มาจากการหมักเต้าเจี้ยวซึ่งแยกเต้าเจี้ยวออกแล้ว (วรัญญ, 2532) เต้าหู้ยี้ ได้จากการนำเต้าหู้มาเพาะเชื้อและหมักเป็นเวลา 3-6 เดือน (เข้มทอง, 2538) ถั่วเน่า เป็นอาหารที่นิยมทางภาคเหนือเป็นการหมักจากถั่วเหลืองโดยอาศัยเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติโดยอาจเติมเครื่องเทศบด เหมเป้ เป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมรับประทานในประเทศอินโดนีเซีย ได้จากการหมักถั่วเหลืองกับเชื้อรา (ศิริลักษณ์, 2535)

2.2 ผลิตภัณฑ์อาหารถั่วเหลืองรุ่นใหม่ ที่จัดว่าเป็น second generation soyfoods เนื่องจากการพัฒนาจากผลิตภัณฑ์พื้นบ้านให้เกิดความหลากหลายและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในซีกโลกตะวันตก เช่น เครื่องดื่มจากนมถั่วเหลืองและนมถั่วเหลืองผสมน้ำผลไม้ โยเกิร์ตนมถั่วเหลือง ไอศกรีมนมถั่วเหลืองหรือเต้าหู้ เนื้อเทียมและโปรตีนเกษตรได้สกัดและเบอร์เกอร์จากถั่วเหลือง เนยถั่วเหลือง การขยายตัวของผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ส่วนหนึ่งก็เนื่องมาจากการที่คนหันมาบริโภคอาหารแบบมังสวิรัตเพิ่มมากขึ้นด้วย

2.3 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร เช่น น้ำมันถั่วเหลือง กากถั่วเหลือง แป้งถั่วเหลืองทั้งชนิดไขมันเต็มและชนิดสกัดไขมัน โปรตีนถั่วเหลือง เลซิธิน เป็นต้น (อาณัติ และ ประไพศรี, 2543)

5. สารต้านโภชนาการในถั่วเหลือง (Antinutritional factors)

สารต้านโภชนาการในถั่วเหลืองได้รับความสนใจมากขึ้นในปัจจุบัน ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติพิเศษที่พบว่าช่วยในการป้องกันมะเร็ง โรคหัวใจ โรคกระดูกพรุน และอาการที่เกิดขึ้นจากวัยหมดประจำเดือน

1. Isoflavonoids, Isoflavones เป็นสารประกอบฟีนอลิกทำให้เกิดรสขมในถั่วเหลือง (คัลนังก์, 2542) สารกลุ่มนี้จัดเป็นสารต้านโภชนาการ แต่มีคุณสมบัติเหมือนกับฮอร์โมนเพศหญิงเรียกว่าไฟโตเอสโตรเจน (Phytoestrogen) มีอยู่ 2 ตัวหลักๆ คือ เจนิสทิน (Genistein) และ ไดเซน (Daidzein) แสดงผลประมาณหนึ่งในพันของฮอร์โมนเอสตราไดออล (Estradiol) ปริมาณ Isoflavonoids ในถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ กันจะมีปริมาณแตกต่างกัน (1200-4200 ไมโครกรัม/กรัม)

จากการศึกษาพบว่า ปริมาณ Isoflavones ในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองขึ้นอยู่กับ วิธีการและขั้นตอนการแปรรูป ในนมถั่วเหลือง พบว่า ยังสามารถรักษาปริมาณ Isoflavones ไว้ได้อยู่ แต่เมื่อเติมแคลเซียมเพื่อตกตะกอนโปรตีนในการทำเต้าหู้ โดยทิ้งส่วน whey พบว่า ปริมาณ Isoflavones จะหายไปสองในสามถึงครึ่งหนึ่ง (คัลนังก์, 2542)

สาร Isoflavonoids ได้รับความสนใจอย่างมาก เนื่องจากคุณสมบัติในการช่วยป้องกันมะเร็ง โรคหัวใจ โรคกระดูกพรุนและอาการที่เกิดในหญิงวัยหมดประจำเดือน คนเอเชียที่มีการบริโภคอาหารจากถั่วเหลืองมาก มีระดับไฟโตเอสโตรเจนในเลือดสูงกว่าคนตะวันตก 100-1000 เท่า เช่นเดียวกับระดับเจนิสทินในเลือดของหญิงวัยหมดประจำเดือนที่บริโภคอาหารพื้นบ้านที่มีถั่วเหลืองของเอเชียจะสูงกว่าระดับฮอร์โมนเอสตราไดออลที่ผลิตในร่างกายคนเอเชียทั่วไปหรือคนตะวันตกประมาณ 100 เท่า

เอสโตรเจนเป็นฮอร์โมนที่สร้างขึ้นในร่างกายเพศหญิง และจะลดลงพร้อมกับการหยุดทำงานของรังไข่ในช่วงหมดประจำเดือนเมื่อมีการตัดรังไข่ มีผลทำให้เกิดอาการผิดปกติ เช่น อาการเหงื่อออกตอนกลางคืน ร้อนวูบวาบและหงุดหงิด นอกจากนี้ยังเพิ่มอัตราความเสี่ยงของโรคหัวใจ และโรคกระดูกพรุน

จากการศึกษาพบว่าผู้หญิงชาวเอเชียโดยรวมจะเกิดโรคมะเร็งเต้านมน้อยกว่าหญิงชาว

ตะวันตกถึง 5 เท่า และเมื่อเกิดแล้วการตอบสนองต่อการรักษาจะดีส่งผลให้อัตราการตายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าระดับเจนิสทินในเลือดสูงจะมีแนวโน้มลดความเสี่ยงของมะเร็งเต้านม โดยเจนิสทินมีผลยับยั้งการเพิ่มจำนวนเซลล์ ดังนั้นจึงสนับสนุนแนวคิดที่ว่าเจนิสทินทำหน้าที่แทนเอสโตรเจนในการป้องกันโรคและอาการที่เกิดจากการขาดฮอร์โมนในหญิงวัยทองที่บริโภคอาหารถั่วเหลืองเป็นประจำและบริโภคไขมันต่ำ

2. Trypsin Inhibitor เป็นโปรตีนชนิดหนึ่งในถั่วเหลือง ทำหน้าที่ป้องกันเมล็ดจากการทำลายของแมลง สารนี้จัดเป็นสารต้านโภชนาการจับกับน้ำย่อย Trypsin ทำให้โปรตีนไม่ถูกย่อย และสัตว์มีการเจริญเติบโตลดลง สำหรับผลต่อคนยังไม่ชัดเจน พบว่ามีการจับกับ Trypsin เป็นส่วนน้อย

เพื่อให้ถั่วเหลืองมีคุณค่าทางโภชนาการสูงสุด โดยปกติจะต้องมีการกำจัดสารนี้ด้วยความร้อน เช่น ถ้าเป็นถั่วเหลืองทั้งเมล็ดจะต้องแช่ค้างคืนและต้ม 20-30 นาที สำหรับนมถั่วเหลืองต้มเดือด 20-30 นาที หรือนึ่งภายใต้ความดัน 10 นาที กรณีจะใช้เนื้อถั่วเหลืองหลังสกัดนมมาใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารจะต้องทำให้สุกโดยการนึ่ง 20 นาที หรือนึ่งภายใต้ความดัน 10-15 นาที

3. Phytic acid เป็นองค์ประกอบปกติของถั่วเมล็ดแห้ง ส่วนใหญ่อยู่ในรูป Phytic หรือจับกับโปรตีน Phytate ถูกสร้างและสะสมในถั่วขณะมีการเจริญเป็นถั่วเมล็ดแก่ เพื่อใช้เป็นแหล่งของฟอสฟอรัสในการสร้างพลังงานระหว่างเมล็ดงอก ช่วงนี้จะมีการสร้างน้ำย่อย Phytate สูงขึ้นเป็น 100 เท่า

Phytic acid สามารถจับแร่ธาตุได้หลายชนิด เช่น แคลเซียม เหล็ก สังกะสี แมกนีเซียม ดังนั้นจึงจัดเป็นสารขัดขวางการดูดซึมแร่ธาตุเหล่านี้ และถ้า Phytic acid จับอยู่กับโปรตีนจะทำให้การย่อยและการดูดซึมโปรตีนน้อยลง การกำจัดทำได้โดยการทำให้เมล็ดถั่วเหลืองงอก

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า Phytic acid อาจมีคุณสมบัติในการต้านมะเร็ง กระบวนการป้องกันการเกิดมะเร็งยังไม่ทราบแน่นอน แต่มีการตั้งสมมติฐานว่า Phytic acid จะยับยั้งการกระจายของเซลล์มะเร็ง โดยอาจทำการจับเฟอร์ริกไอออน และระงับการสร้าง Hydroxyl radical นั่นคือ Phytic acid ทำหน้าที่ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน นอกจากนี้ยังจับกับธาตุแมกนีเซียมและสังกะสี ซึ่งเป็นแร่ธาตุที่จำเป็นในการแบ่งตัวและกระจายตัวของเซลล์ ดังนั้นจึงทำให้การ

เจริญเติบโตของเซลล์เนื้องอกหรือเซลล์มะเร็งลดลง ซึ่งอาจมีอีกหลายปัจจัยที่เกี่ยวกับ Phytic acid ซึ่งมีผลต่อการมีคุณสมบัติเป็นสารต้านมะเร็ง ซึ่งต้องมีการศึกษาค้นคว้าต่อไป

4. Saponins เป็นสารต้านคุณค่าทางโภชนาการตัวหนึ่งซึ่งปกติพบในพืชหลายชนิด แต่ Saponin ในถั่วเหลืองไม่จัดเป็นสารต้านคุณค่าทางโภชนาการ Saponin ในถั่วเหลืองเมื่ออยู่ในลำไส้ จะถูกย่อยโดยเอนไซม์จากแบคทีเรีย แต่ไม่พบว่าถูกดูดซึมเข้าในเลือดสัตว์ทดลองและพบว่าแทบไม่มีผลต่อการขัดขวางการดูดซึมสารอาหารอื่นจึงจัดได้ว่าปริมาณ Saponin ในถั่วเหลืองไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของคน

จากการศึกษาพบว่า Saponin จากถั่วเหลืองมีส่วนในการลดโคเลสเตอรอลโดยการจับกับกรดน้ำดี และเป็นสารต้านมะเร็งอีกด้วย คุณสมบัติในการต้านมะเร็งของ Saponin อาจเป็นไปได้หลายอย่างรวมถึงความสามารถในการทำลายเซลล์มะเร็งโดยตรง การสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย การจับกับกรดน้ำดีในทางเดินอาหารเพื่อป้องกันเชื้อแบคทีเรียในลำไส้ที่เปลี่ยนกรดน้ำดีเป็นสารก่อมะเร็งจึงลดความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ นอกจากนี้ยังพบว่าสาร Saponin ช่วยยับยั้งการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็งด้วย ปัจจุบันพบว่ามีสาร aglycone ใน Saponins 3 ชนิด คือ soyasapogenol A, B และ E เชื่อมต่อกับ oligosaccharide เป็น molecule ของ Saponin ซึ่งพบว่ามี Saponin หลักๆ 5 ชนิด

6. ผลของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองต่อสุขภาพ

1. การแพ้อาหารถั่วเหลือง โดยทั่วไปพบว่าอาหารที่ทำให้เกิดอาการแพ้ (allergic foods) ได้แก่ นม ถั่วลิสง อาหารทะเล และโปรตีนจากไข่ขาว สำหรับถั่วเหลืองก็เป็นสาเหตุการแพ้อาหารได้ อย่างหนึ่งเมื่อเทียบโปรตีนจากถั่วเหลืองกับโปรตีนจากนม เด็กทารกจะแพ้โปรตีนจากนมวัวได้มากกว่า นอกจากนี้กระบวนการเตรียมอาหารถั่วเหลืองยังอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอาการแพ้ได้ ดังนั้นผู้ที่แพ้ผลิตภัณฑ์อาหารถั่วเหลืองชนิดหนึ่งอาจไม่มีอาการแพ้เมื่อบริโภคอาหารอีกชนิดหนึ่ง สำหรับการแพ้น้ำมันถั่วเหลืองพบได้น้อยมาก ดังนั้นผู้ที่มีการแพ้จากถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์ควรอ่านฉลากส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อาหารก่อนบริโภค

2. ถั่วเหลืองลดความเสี่ยงต่อโรคกระดูกพรุน อาหารและการปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตสามารถลดความเสี่ยงของโรคกระดูกพรุนได้ นั่นคือ การได้รับอาหารที่มีแคลเซียมสูงเป็นประจำและมีการ

ออกกำลังกายสม่ำเสมอช่วยชะลอการสลายของกระดูกและยังทำให้ความหนาแน่นของกระดูกเพิ่มขึ้นได้ นอกจากนี้อาหารบางอย่างยังอาจมีผลในการส่งเสริมการสูญเสียของเนื้อกระดูกได้แก่ คาเฟอีน โซเดียม แอลกอฮอล์ ยาบางอย่าง

อาหารถั่วเหลืองช่วยลดความเสี่ยงภาวะกระดูกพรุนดังนี้

2.1 ผลึกภัณฑ์ถั่วเหลืองหลายชนิดมีแคลเซียมสูง

2.2 โปรตีนจากถั่วเหลืองช่วยให้ร่างกายสูญเสียแคลเซียมลดลง จากการศึกษาพบว่า ผู้ที่บริโภคโปรตีนจากถั่วเหลืองแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์จะมีการขับแคลเซียมในปัสสาวะลดลง

2.3 สารประกอบในถั่วเหลืองอาจมีส่วนช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกระดูก ถั่วเหลืองมี daidzien และ genistein ซึ่งเป็น isoflavones ช่วยระงับการสลายของกระดูก

3. ถั่วเหลืองช่วยลดความเสี่ยงโรคมะเร็ง อาหารถั่วเหลืองมี polyphytochemical คือ isoflavones ซึ่งจากหลายการศึกษาแสดงว่าอาหารถั่วเหลืองช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคมะเร็ง ประชากรในแถบที่มีการบริโภคอาหารถั่วเหลืองเป็นประจำพบว่าอัตราการตายจากมะเร็งเต้านมต่ำ การบริโภคอาหารถั่วเหลืองเพียงวันละ 1 ครั้ง จะช่วยลดความเสี่ยงของมะเร็งปอด มะเร็งลำไส้ใหญ่ มะเร็งกระเพาะอาหาร มะเร็งต่อมลูกหมากและมะเร็งเต้านม อาหารถั่วเหลืองดังกล่าว ได้แก่ ปริมาณ ½ ถ้วยตวงของถั่วเหลืองต้มสุก เต้าหู้ขาว เนื้อเตียม เทมเป้ หรือจะเป็นนมถั่วเหลือง 1 แก้ว

สารประกอบในถั่วเหลืองที่มีบทบาทในการเป็นสารต้านมะเร็งได้แก่ genistein ซึ่งทำหน้าที่ยังยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เปลี่ยนเซลล์ปกติไปเป็นเซลล์มะเร็ง นอกจากนี้ genistein ยังช่วยยับยั้งการทำงานของฮอร์โมนที่มีผลกระตุ้นการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อจึงช่วยยับยั้งการเกิดมะเร็ง โดยเฉพาะมะเร็งที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนเช่น มะเร็งเต้านม มะเร็งต่อมลูกหมาก นอกจาก genistein ยังมีสารอื่นในถั่วเหลืองที่มีบทบาทยับยั้งการเกิดมะเร็ง ได้แก่ saponin, trypsin inhibitors และ phytate (inositol phosphate)

4. ถั่วเหลืองกับโรคเบาหวาน โรคเบาหวานเป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรังชนิดหนึ่ง สาเหตุของโรคเกิดจากร่างกายไม่สามารถสร้างอินซูลินเพียงพอในการขนถ่ายน้ำตาลในเลือดไปส่งให้เซลล์ต่างๆ เพื่อให้เกิดพลังงาน ดังนั้นจึงมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นและล้นออกมาในปัสสาวะ

เบาหวานมี 2 ชนิดคือชนิดที่ต้องพึ่งอินซูลินซึ่งพบในคนอายุน้อย และชนิดไม่พึ่งอินซูลิน มักพบในผู้ใหญ่วัยกลางคนขึ้นไป เบาหวานชนิดนี้ส่วนใหญ่สามารถดูแลได้ด้วยอาหารและการออกกำลังกาย ระดับน้ำตาลที่ไม่สามารถควบคุมได้จะทำให้เกิดการทำลายเซลล์ประสาท ไต อวัยวะสืบพันธุ์ ตา แขน และขา

ถั่วเหลืองเป็นอาหารที่มีบทบาทสำคัญในคนเป็นโรคเบาหวานโดย

4.4 อาหารถั่วเหลืองลดการดูดซึมน้ำตาลกลูโคสเข้ากระแสเลือด

4.2 โปรตีนจากถั่วเหลืองอาจช่วยยับยั้งการเกิดผลที่ตามมาของเบาหวานคือโรคหลอดเลือดอุดตันและโรคไต

4.3 ถั่วเหลืองมี glycemic index ต่ำ นั่นคือ การบริโภคอาหารถั่วเหลือง ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดขึ้นได้ช้า ทั้งนี้เนื่องจากถั่วเหลืองมีสารไฟเตทและแทนนิน ซึ่งจะทำให้การย่อยและการดูดซึมแป้งลดลง

4.4 ถั่วเหลืองมี soluble fiber ช่วยให้การดูดซึมน้ำตาลช้าลง

5. ถั่วเหลืองลดความเสี่ยงต่อโรคหัวใจขาดเลือด อาหารถั่วเหลืองไม่เฉพาะมีไขมันอิ่มตัวต่ำ ไม่มีโคเลสเตอรอลเท่านั้น แต่โปรตีนในอาหารถั่วเหลืองยังช่วยลดโคเลสเตอรอล จากการศึกษาแสดงว่าโปรตีนจากถั่วเหลืองช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือดลงได้ร้อยละ 10-15 ซึ่งสามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดหัวใจวายได้ถึงร้อยละ 20-30

ปริมาณโปรตีนจากถั่วเหลือง 25 กรัมต่อวัน หรือประมาณ 1 ถ้วยตวงสามารถลดระดับโคเลสเตอรอลได้ นอกจากนี้โปรตีนจากถั่วเหลืองยังช่วยยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของโคเลสเตอรอลซึ่งจะมีผลต่อการทำลายผนังหลอดเลือด

สาร genistein ยับยั้งการเกิด plaque ที่เกาะผนังหลอดเลือดที่จะทำให้เส้นเลือดอุดตันและช่วยยับยั้งการเกิดการจับตัวของเกร็ดเลือดทำให้เกิดก้อนลิ่มเลือด

6. ถั่วเหลืองมีแร่ธาตุเหล็กสูง การขาดแร่ธาตุเหล็กทำให้เกิดโรคโลหิตจางซึ่งพบมากในผู้หญิงตั้งครรภ์และเด็กคลอดจนวัยรุ่น และอาจพบในผู้ที่เป็นมังสวิรัติถ้ามีการบริโภคที่ไม่ถูกต้อง (อาณัติ และ ประไพศรี, 2543)

ลูกเดือย

1. ชื่อท้องถิ่น

เดือย (Job's tears) เดือยขบ (วิรัชศักดิ์, 2527)

2. ชื่อวิทยาศาสตร์

Coix Lachrymal – Jobi Linn. วงศ์ Gramineae

ลูกเดือยเป็นพืชที่จัดอยู่ในตระกูลหญ้า (Gramineae) อยู่ในเครือ (genus) Maydeae เป็นพืชที่ประกอบด้วยพืชในสกุล Coix และ Tripsaoum เป็นพืชพื้นเมืองของอเมริกากลาง Zea, Chionaoahne, Soleraohne, Trilobaohne และ polytooa เดือยเป็นธัญชาติที่มีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ณรงค์, 2539) ลักษณะลำต้นตั้งตรง มีความสูงประมาณ 1 – 1.5 เมตร จัดเป็นพืชใบเดี่ยว ออกสลับ ใบรูปแถบยาวปลายใบแหลม โคนใบสอบเข้า หลังใบเป็นเงาสีเขียว ท้องใบสีอ่อนกว่าหลังใบ เนื้อใบแข็งแรง เส้นกลางใบหนา ขนาดใบกว้างราว 1.5 – 3 เซนติเมตร ยาวราว 20 – 30 เซนติเมตร

ลูกเดือยมีหลายพันธุ์ บางพันธุ์มีเปลือกอ่อน และบางพันธุ์มีเปลือกหุ้มแข็ง พันธุ์ที่มีเปลือกอ่อนใช้ทำอาหารและทำเหล้าพื้นเมือง ส่วนพันธุ์เปลือกแข็งมักจะมีสีต่างๆ กัน เหมาะสำหรับการทำเครื่องประดับ

ลูกเดือยที่ปลูกมี 2 ชนิด คือ พันธุ์ข้าวเหนียว และพันธุ์ข้าวเจ้า พันธุ์ข้าวเหนียวมีเมล็ดกลมโตกว่าพันธุ์ข้าวเจ้า วัดรอบเมล็ดทั้งเปลือกได้ประมาณ 2.5 เซนติเมตร เปลือกเมล็ดมีสีเทา และกรอบบิบแตกง่าย เมื่อนำเมล็ดมาต้มจะมีเมือกเหนียว ส่วนพันธุ์ข้าวเจ้ามีเมล็ดค่อนข้างยาวกว่าพันธุ์ข้าวเหนียว วัดรอบเมล็ดทั้งเปลือกได้ประมาณ 2.0 เซนติเมตรเปลือกเมล็ดมีสีน้ำตาลแก่ ค่อนข้างหนาและแข็งบิบไม่แตกถ้านำเนื้อเมล็ดมาต้มจะไม่มีเมือก (ณรงค์, 2539) ผลของเดือยมีรูปทรงรี

ค่อนข้างกลม เปลือกนอกแข็งเป็นมัน ในผลมีเมล็ดสีขาวกลมมน มีแปรงมาก ด้านหนึ่งเป็นร่องตามยาว (สุธิ, มปป.)

ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด เจริญเติบโตได้ดีในดินที่ชุ่มชื้นพอเหมาะ ชอบแดด ปลูกได้ทุกภาคในประเทศไทย (สุธิ, มปป.)

3. สรรพคุณทางยาต้านอนุมูลไพร

เมล็ดใช้แก้ไข้ ท้องเสีย วัณโรค เหน็บชา ขับปัสสาวะ อาการดีซ่านและบวม น้ำ กระหายน้ำ

4. ผลทางเภสัชวิทยา

1. น้ำมันจากเมล็ดเคียว (สกัดด้วยปิโตรเลียมอีเธอร์) มีรายงานว่า มีผลต่อการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อลายของกบ โดยควบคุมการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อลายของกบ ในขนาดน้อยมีฤทธิ์กระตุ้นกล้ามเนื้อลาย ในขนาดมากๆ จะไปกดประสาทที่กล้ามเนื้อทำให้เป็นอัมพาต นิดเข้าที่ช่องท้องจะช่วยลดการชักกระตุก และลดอาการชักเกร็ง น้ำมันเมล็ดเคียวมีกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอน 10 – 18 อะตอม มีฤทธิ์ยับยั้งหรือลดการหดตัวของกล้ามเนื้อลาย นิดน้ำมันเมล็ดเคียว ที่มีกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนมากกว่า 12 อะตอมขึ้นไป ขนาด 0.5 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กก. ของกระต่าย มีฤทธิ์ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดกระต่ายลดลง ฤทธิ์นี้สามารถแก้ไข้ด้วย Pyruvic acid นอกจากนั้น ระดับแคลเซียมในซีรัมของกระต่ายก็ลดลงด้วย พวกกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอมต่ำลงมา ไม่มีผลต่อระดับน้ำตาลและแคลเซียมในเลือดกระต่าย

ในน้ำมันเมล็ดเคียว มีสารส่วนใหญ่เป็น Palmitic acid และ esters ของมันในขนาดน้อยมีฤทธิ์ทำให้การหายใจเร็วขึ้น ขนาดมากที่ฤทธิ์กดประสาทส่วนกลางทำให้สลบทำให้หลอดเลือดที่ปอดขยายตัวได้ (ขนาดน้อย มีผลเพิ่มการบีบตัวของหัวใจกบ และถ้าใส่เล็กของกระต่ายที่แยกจากตัว ในขนาดมากจะไปกด ทำให้หยุดการบีบตัว) นอกจากนี้ยังเพิ่มการดูดซึมน้ำกลับที่ไตทำให้มีผลแก้อาการปัสสาวะมาก น้ำมันเมล็ดเคียวในขนาดมากๆ ทำให้สัตว์ทดลองสลบและหยุดการหายใจ

2. สาร Coixol มีฤทธิ์ยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อลายที่ถูกกระตุ้น และมีฤทธิ์กดประสาทส่วนกลางของกระต่าย จากการทดลองโดยใช้ไฟฟ้ากระตุ้นที่หางหนู พบว่า Coixol มีฤทธิ์แก้ปวด

ได้เทียบเท่า อมิโนพัยริน นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ลดไข้ที่เกิดจากสารพวก Polysaccharide จากเชื้อ *Pseudomonas fluorescens*

3. สาร Coixenolide ในเมล็ดมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอก (สำนักงานเกษตร จังหวัดเลย, 2530)

ตารางที่ 4 คุณค่าทางโภชนาการของลูกเดือย ต่อ 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ลูกเดือย
Energy (Kcal)	306
Moisture (g)	15.0
Protien (g)	12.0
Fat (g)	6.7
CHO (g)	64.9
Ash (g)	2.6
Ca (mg)	46
P(mg)	148
Fe(mg)	0.7
B1(mg)	0.41
B2(mg)	0.10
Niacin(mg)	2.3

ที่มา: ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม (2536)

ใยอาหาร

ใยอาหาร (dietary fiber) เป็นส่วนประกอบของพืชที่ไม่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ในทางเดินอาหารของมนุษย์ จึงไม่สามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย ใยอาหารได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจากข้อมูลทางระบาดวิทยาที่พบว่าชุมชนที่มีการบริโภคผักและผลไม้ในปริมาณมาก จะพบอุบัติการณ์ของท้องผูก ลำไส้โป่งพอง มะเร็งลำไส้ใหญ่ โรคอ้วน โรคหัวใจ และเบาหวานในประชากรกลุ่มนี้

น้อย เนื่องจากผักและผลไม้มีสารแอนติออกซิแดนท์ ไฟโตเคมีคัล และใยอาหารที่เป็นปัจจัยร่วมกัน ในการป้องกันโรคมะเร็ง

1. ประเภทของใยอาหาร

ใยอาหารแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดที่ไม่ละลายน้ำ (Water insoluble) และชนิดที่ละลายน้ำ (Water soluble)

1. ใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำ

1.1 เซลลูโลส พบในพืช ผัก และผลไม้ พบมากในถั่วเปลือกแข็ง และเมล็ดพืช มีบทบาทสำคัญในการช่วยดูดซับสารก่อมะเร็งและป้องกันการดูดซับน้ำตาลเข้าสู่ร่างกายจึงเป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วยโรคเบาหวาน

1.2 เฮมิเซลลูโลส มีโมเลกุลคล้ายกับเซลลูโลสและมักพบร่วมกับเซลลูโลสช่วยป้องกันการท้องผูก

1.3 ลิกนิน เป็นสารที่พบในเนื้อไม้ พบมากในข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต และรำ รวมถึงพืชผัก ผลไม้ ประเภทเบเกอรี่ ถั่วถั่วเหลือง ถั่วลิสง และมะเขือเทศ ช่วยป้องกันการเกิดนิ่วในไต

2. ใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำ

ใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำ ได้แก่ กัม เพคติน และมิวซิเลจส์ ใยอาหารชนิดนี้สามารถรวมกับน้ำในปริมาณมากเกิดการกระจายโครงสร้างที่อัดแน่นและสามารถแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้า โดยคุณสมบัติในการลดระดับของน้ำตาลและโคเลสเตอรอลในกระแสเลือด รวมถึงการจัดพินจากโลหะบางชนิด

2. คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของใยอาหาร

ใยอาหารแต่ละชนิดมีคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพแตกต่างกัน ซึ่งความแตกต่างทั้งหลายนี้ จะส่งผลต่อสุขภาพทั้งสิ้น กล่าวคือ

1. คุณสมบัติในการอุ้มน้ำ

มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสามารถในการละลายน้ำของน้ำตาลโมเลกุลเชิงซ้อน เช่น เซลลูโลสและลิกนินจะมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำต่ำ จึงไม่สามารถละลายน้ำได้ แต่เพคติน กัมมิวซิเลตส์ จะมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง ทำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพได้ง่าย

2. คุณสมบัติการดูดซับสารอินทรีย์

เช่น กรดน้ำดี โกลสเตอรอลและสารพิษบางชนิด จากการศึกษาพบว่าลิกนินจะดูดซับกรดน้ำดีได้มากกว่าเพคตินและน้ำตาลเชิงซ้อนที่มีฤทธิ์เป็นกรด ในขณะที่เซลลูโลสจะดูดซับกรดน้ำดีได้น้อย ซึ่งคุณสมบัติในการดูดซับน้ำดีนี้จะสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการลดโคเลสเตอรอลในพลาสมาของเส้นใยบางชนิด เช่น ราข้าวโอ๊ต เพคติน และกัวกัม เป็นต้น

3. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากแบคทีเรีย

ใยอาหารเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ร่างกายไม่สามารถนำไปใช้ได้แต่แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่สามารถใช้ใยอาหารได้โดยการหมัก ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและโครงสร้างของเส้นใย รวมถึงชนิดของแบคทีเรียที่อยู่ในลำไส้ใหญ่ด้วย

4. คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุ

ความสามารถในการใช้และการดูดซับแร่ธาตุของร่างกายจะลดลงหากบริโภคอาหารที่มีใยอาหารสูง เนื่องจากแร่ธาตุต่างๆ และสาร electrolyte จะถูกใยอาหารจับไว้และขับออกมาในรูปของเสีย

5. ขนาดของอนุภาค

ใยอาหารที่มีความหยาบหรือมีอนุภาคใหญ่จะช่วยเพิ่มน้ำหนักของเสียของร่างกายและช่วยลดความดันภายในลำไส้ใหญ่ได้ดีกว่าชนิดที่มีอนุภาคเล็กหรือละเอียด เนื่องจากพวกที่มีอนุภาคละเอียดจะเพิ่มพื้นที่ในการเข้าทำปฏิกิริยาของแบคทีเรียได้มากขึ้น อีกทั้งยังลดความสามารถในการอุ้มน้ำเพราะ โครงสร้างถูกทำลาย

3. แหล่งของใยอาหาร

ใยอาหารพบมากในรำที่มาจากข้าวสาลีและข้าวโพด แหล่งของใยอาหารที่รองลงมาคือ พืชตระกูลถั่วทุกชนิด ซึ่งเป็นใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำได้ดี โดยทั่วไปพบว่าใยอาหารจากพืชตระกูลถั่วจะมีปริมาณใยอาหารจากผักและผลไม้ซึ่งจะมีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้นเมื่อพืชนั้นมีอายุเพิ่มขึ้น

4. บทบาทของใยอาหารต่อสุขภาพ

ใยอาหารเริ่มเป็นที่รู้จักแพร่หลายเมื่อประมาณ 20 กว่าปีที่แล้ว จากการศึกษาพบว่า ใยอาหารมีความสัมพันธ์กับโรคที่เกิดขึ้นในปัจจุบันนี้ เช่น โรคอ้วน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจขาดเลือด โรคท้องผูก โรคกรดสีกวทวาร และโรคมะเร็งในลำไส้ใหญ่ (ดวงจันทร์, 2545)

5. การบริโภคใยอาหาร

ได้มีการกำหนดว่าการบริโภคใยอาหารประมาณ 20-30 กรัมต่อวัน จะช่วยป้องกันท้องผูก โรคสีกวทวาร ไล่ดั่งอีกเสบ มะเร็งลำไส้ใหญ่ ลำไส้ใหญ่โป่งพอง เบาหวาน ภาวะโคเลสเตอรอลสูงในเลือด และโรคหัวใจ ซึ่งในทางปฏิบัติจะต้องบริโภคผักและผลไม้ให้มากต่อวัน การอดอ้างเกี่ยวกับใยอาหารบนฉลากผลิตภัณฑ์ต้องเสริม total dietary fiber (TDF) ประมาณ 2-8 กรัม/หนึ่งหน่วยบริโภค โดยใช้ใยอาหารที่ผลิตในระดับอุตสาหกรรม อาจสกัดมาจากผัก ผลไม้ธัญพืช ถั่วสำหรับย หัวนุก หรือเป็นเส้นใยอาหารที่จุลินทรีย์บางชนิดผลิตขึ้น เช่น กัม แชนแทนกัม หรือมาจากการดัดแปลงใยอาหารธรรมชาติเพื่อให้คุณสมบัติบางอย่างที่ดีขึ้น เช่น particle sizes การละลายน้ำ การอุมน้ำ การเกิดเจล ฯลฯ ซึ่งอาจเป็นสารสังเคราะห์ ซึ่งเมื่อถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายแล้วทำหน้าที่เหมือนใยอาหาร

6. ปัจจัยที่ต้องคำนึงในการเสริมใยอาหาร

ในการเสริมใยอาหารปริมาณมากลงในผลิตภัณฑ์ จะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. ความชื้นหนืด ใยอาหารหลายชนิดสามารถอุมน้ำในโครงสร้างทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืด เช่น กัวกัม แชนแทนกัม ฯลฯ ในผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการความหนืด เช่น เครื่องดื่ม อาจอ้าง

เลือกใช้ใยอาหารที่ไม่มีผลด้านความหนืดแม้ใส่ในปริมาณมาก เช่น โพลีเด็คซ์โตส โอลิโกฟรุกโตส เป็นต้น ในปัจจุบันมีการใช้เอนไซม์ในการย่อยกับบางชนิดเพื่อช่วยลดความหนืดและสามารถใส่ในผลิตภัณฑ์ได้มากโดยไม่มีผลต่อความหนืด

2. กลิ่นรส ใยอาหารบางชนิดมีกลิ่นคล้ายฟาง กลิ่นถั่ว กลิ่นคาว กลิ่นขางไม้ ฯลฯ ซึ่งต้องใช้สารแต่งกลิ่นที่เหมาะสมเพื่อลบกลิ่นที่ไม่ดีเหล่านี้

3. การละลายน้ำ การมี polar group หรือ ionizing groups ในโครงสร้างของใยอาหาร จะช่วยให้มีการละลายน้ำหรือการกระจายตัวในน้ำได้ดี สำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มควรเลือกใช้ soluble fiber เช่น เพคติน อินูลิน และโพลีเด็คซ์โตส

4. ความเสถียร เมื่อถูกกรดและความร้อน ผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็นกรดหรือต้องผ่านความร้อน ต้องเลือกใช้ใยอาหารที่เหมาะสม ใยอาหารที่มาจากธัญพืช เซลลูโลส แชนแทนกัม และโพลีเด็คซ์โตส ทนกรดและทนความร้อนได้ดี

5. คุณสมบัติที่ต้องการ เช่น การเป็นอิมัลซิไฟเออร์ ในบางผลิตภัณฑ์ต้องการใยอาหารที่ทำหน้าที่รักษามลชั้นหรือฟองอากาศ ควรเลือกใช้ กัวกัม แชนแทนกัม เป็นต้น

6. การเกิดเจล ในบางผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการให้มีลักษณะเป็นเจล แต่ผลิตภัณฑ์ที่มีแคลเซียม ไม่ควรเสริมใยอาหาร (มลศิริ, 2545)

วุ้นสวรรค์

วุ้นสวรรค์หรือวุ้นน้ำมะพร้าว หรือวุ้นมะพร้าว หรือลูกพร้าว หรือวุ้นน้ำส้ม หรือเห็ดชาแดง หรือเห็ดรัสเซีย หรือเห็ดกัมพูชาเป็นชื่อเรียก ผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันที่มีลักษณะเป็นก้อน หรือเป็นแผ่นหนาคลายวุ้นมีผิวเรียบมันเงา สีขาวครีมทึบแสง มีเนื้อเหนียวแน่น คล้ายลูกตาล ซึ่งผลจากการวิเคราะห์พบว่ามันคือ สารเซลลูโลส ที่ผลิตขึ้นมาโดยเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter aceti* var. *xylinum* ในน้ำมะพร้าว มีน้ำตาลและกรดน้ำส้มเป็นส่วนผสมอยู่ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้แรกเริ่มเกิดขึ้นที่ประเทศฟิลิปปินส์ เรียกว่า Nata de coco จัดเป็นแผ่นวุ้นชนิดเซลลูโลสเจล (gelatinous bacterial cellulose) ที่สร้างขึ้นโดยแบคทีเรีย *Acetobacter aceti* subspecies *xylinum* หรือ *Acetobacter xylinum* นอกจาก

แบคทีเรียสกุล *Acetobacter* แล้ว ยังมีแบคทีเรียสกุลอื่นๆ ที่สร้างวุ้นชนิดนี้ ได้แก่ *Rhizobium*, *Alcaligenes*, *Agrobacterium* และ *Pseudomonas* เป็นต้น (ปราโมทย์, มปป.)

แบคทีเรีย *Acetobacter* ซึ่งพบได้ทั่วไปในเบียร์, ไวน์, ไชเดอร์, ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว, น้ำผึ้ง และดอกไม้ ที่สามารถผลิตกรดอะซิติกได้ เป็นเชื้อที่มีประโยชน์มากในทางอุตสาหกรรมการหมัก เช่น การผลิตน้ำส้มสายชู หรือการผลิตเซลลูโลสซึ่งเป็นที่ยอมรับกันว่า แบคทีเรีย *Acetobacter xylinum* เป็นเชื้อที่สามารถผลิตเซลลูโลสได้ในปริมาณมาก และมีความสำคัญในทางการค้า ลักษณะเซลลูโลสที่เชื้อผลิตออกมานั้นจะเป็นเส้นใยที่สานกันเป็นร่างแหพันกันอย่างแน่นหนา มีความยืดหยุ่น, ความเหนียวนุ่ม, ความใส, มีการดูดซับ และความบริสุทธิ์สูง *Acetobacter xylinum* สามารถที่จะให้ผลิตภัณฑ์คือ เอทานอล, กรดอะซิติกและคาร์บอนไดออกไซด์มีอยู่ใน กระบวนการหมัก ซึ่งแบคทีเรียที่นิยมนำมาใช้ในการผลิตวุ้นมะพร้าวจัดอยู่ในสกุล *Acetobacter* spp. เรียกทั่วไปว่า Acetic acid bacteria หรือแบคทีเรียน้ำส้มสายชู เป็นเชื้อที่ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต ลักษณะโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารวุ้น กลมมนูน ทึบแสง สีน้ำตาลอ่อน ผิวเรียบมัน มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 2 มิลลิเมตร สามารถผลิตแผ่นวุ้นเซลลูโลสได้ที่ผิวหน้าของอาหารเหลว นอกจากนี้ยังมีเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตเซลลูโลสได้แก่ แบคทีเรีย *Rhizobium* และ แบคทีเรีย *Sarcina* (ลำไย และ สมหญิง, 2545)

1. ลักษณะทางกายภาพของเชื้อ

Acetobacter ที่สามารถผลิตวุ้นได้นี้เป็นเชื้อที่ต้องการอากาศในการเจริญ ในการสร้าง เอนไซม์ (catalase) ไม่สามารถเจริญในอาหาร (hoyer - fracteur) ที่มีเอทานอลเป็นส่วนประกอบ อยู่ 3 % เชื้อไม่สร้างสี (pigment) แต่จะสร้างวุ้นเมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลกลูโคสเชื้อจะไม่สามารถรีดิวซ์ ในเตรทหรือย่อยเจลาตินนอกจากนั้นไม่สร้างแอนโดลและไฮโดรเจนซัลไฟด์ไม่สามารถย่อยแป้งเพื่อเป็นแหล่งคาร์บอนได้ น้ำตาลที่เชื้อสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งคาร์บอนได้ มีหลายอย่าง เช่น กลูโคส กาแลคโตส ซูโครส เอซิไลน์ไกลคอล กลีเซอรอล มอลโตส แลคโตส แมนนิทอลโดยจะออกซิไดซ์กรดทั้งสองเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำลักษณะที่แตกต่างของเชื้อ *A. aceti* subsp. *xylinum* กับ subspecies อื่นๆ สารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *Acetobacter* นั้นขึ้นอยู่กับแหล่งคาร์บอนที่ใช้ในการเจริญหรืออาจเลี้ยงในอาหาร nutrient broth ก็ได้แต่เมื่อเลี้ยงในอาหารที่ได้จากธรรมชาติ เช่น น้ำผลไม้ต่าง ๆ น้ำมะพร้าว เป็นต้น เชื้อไม่ต้องการสารเหล่านี้เพื่อการเจริญเติบโตเพราะในอาหารที่ได้มาจากธรรมชาติมีสารเพื่อการเจริญอยู่อย่างเพียงพอ การเจริญ

ของเชื้อในอาหารแข็งจะมีลักษณะต่างกันออกไป เมื่อเจริญในอาหารแข็งบางสายพันธุ์อาจสร้างเทคโนโลยี ที่มีลักษณะทรงกลมผิวเรียบ ซึ่งเมื่อทิ้งไว้นานจะมีผิวขรุขระมีรอยย่น โคลิโนอาจะมีขนาดใหญ่หรือเล็กขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ (ลำไย และ สมหญิง, 2545)

2. ปัจจัยที่มีผลต่อการหมักวันสวรรค

1. สายพันธุ์ของแบคทีเรีย และคุณภาพของหัวเชื้อวันที่ใช้ทำการหมัก เชื้อวันที่ใช้ในการหมักวันมะพร้าวเป็นเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter aceti* subsp. *xylinum* หรือ *Acetobacter xylinum* เชื้อแบคทีเรียสกุลนี้เป็นเชื้อที่ใช้ในการหมักน้ำส้มสายชูมาแต่โบราณ โดยสายพันธุ์ที่ใช้ในการหมักน้ำส้มสายชู (*Acetobacter aceti*) สามารถสร้างกรดอะซิติก ซึ่งเป็นกรดน้ำส้มสายชูได้ดี ในขณะที่สายพันธุ์ที่ใช้หมักวันจะมีความสามารถในการสร้างแผ่นวันได้ดี แต่สร้างกรดไม่ดี การผลิตวันมะพร้าวให้ได้ผลควรเลือกใช้หัวเชื้อสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกแล้วว่าเหมาะสำหรับการผลิตวันมะพร้าวโดยเฉพาะ เชื้อวันมะพร้าวสายพันธุ์ต่างกันให้แผ่นวันที่มีลักษณะคุณภาพและเนื้อสัมผัสแตกต่างกัน คุณภาพของหัวเชื้อวันได้แก่ความบริสุทธิ์ของหัวเชื้อและประสิทธิภาพของหัวเชื้อ เป็นปัจจัยต่อผลผลิตของวันที่ได้เป็นอันมาก เชื้อวันมะพร้าวมีการกลายพันธุ์เสียความสามารถในการสร้างแผ่นวันได้ง่าย ถ้าหัวเชื้ออ่อน สร้างแผ่นวันได้ไม่ดี ก็ควรหาหัวเชื้อใหม่ที่แข็งแรงและให้ผลผลิตสูงกว่ามาใช้แทน

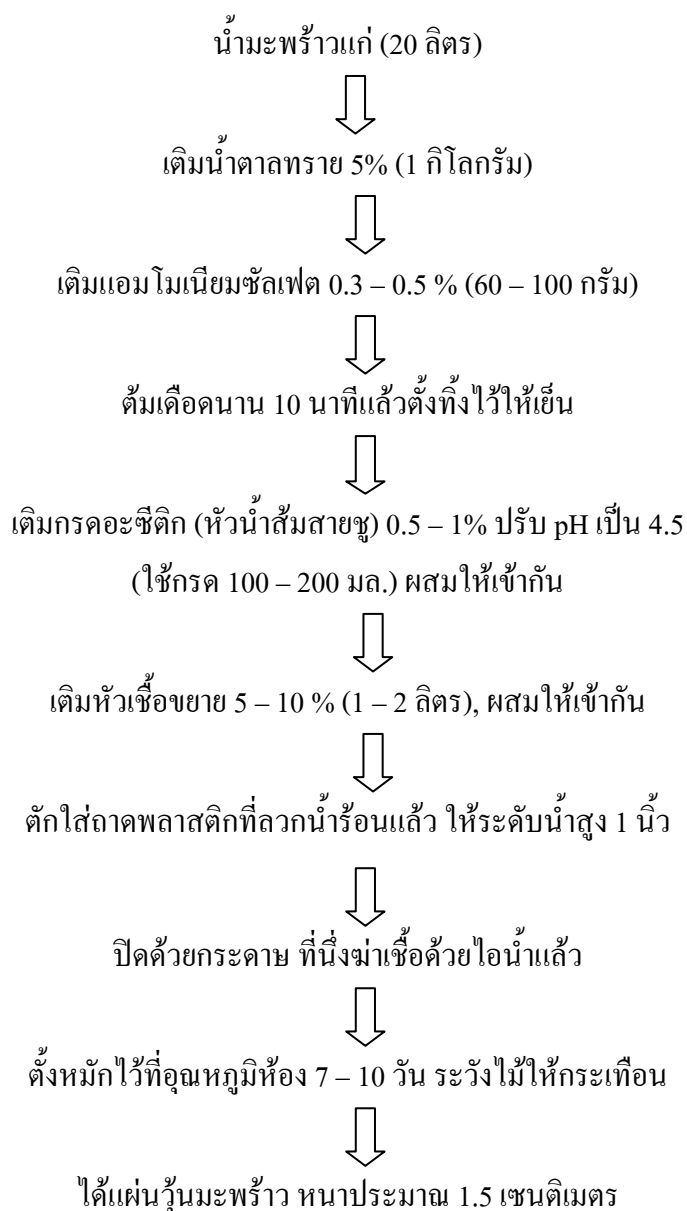
2. น้ำมะพร้าว ควรใช้น้ำมะพร้าวแก่ ซึ่งเป็นวัสดุที่เหลือใช้จากการกะเทาะมะพร้าวเพื่อเอาน้ำมะพร้าวส่งตลาดสด หรือส่งโรงงานทำกะทิสำเร็จรูป น้ำมะพร้าวมีสารอาหารที่มีคุณค่าสูงเหมาะสำหรับการเจริญของเชื้อวันมะพร้าว ควรเลือกน้ำมะพร้าวแก่ที่ใหม่ มีไขมันน้อย ไม่มีการปนเปื้อนของน้ำมะพร้าวที่เน่าเสีย ก่อนใช้ต้องนำมาต้มให้เดือด ขณะเดือดควรช้อนเอาฟองที่เกิดขึ้นออกทิ้งไปและเติมน้ำตาลทรายเพื่อเพิ่มแหล่งคาร์บอนเพื่อให้เชื้อนำไปใช้ในการสร้างแผ่นวัน

3. ออกซิเจน เชื้อวันมะพร้าวเป็นเชื้อที่ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต เชื้อจะเจริญและสร้างแผ่นวันที่ผิวหน้าของอาหาร หรือผิวหน้าของน้ำมะพร้าวที่ใช้เลี้ยง ลักษณะแผ่นวันที่ได้จะเป็นไปตามรูปทรงของภาชนะที่ใช้ ปกตินิยมใช้ถาดทรงสี่เหลี่ยม มีความสูงประมาณ 8-15 เซนติเมตร ระหว่างการหมักต้องระวังไม่ให้กระเทือน ถ้ากระเทือนแผ่นวันจมลงไป เชื้อจะเจริญสร้างวันแผ่นใหม่บนผิวหน้าของน้ำมะพร้าวได้อีกแต่แผ่นจะบางลง ขณะหมักควรปิดถาดด้วยกระดาษที่ได้อบหรือหนังมาเช็ดด้วยไอน้ำแล้ว

4. กรดน้ำส้มสายชู (Acetic acid) กรดน้ำส้มสายชูจะช่วยยับยั้งการเจริญของเชื้อปนเปื้อนกรดจะช่วยปรับความเป็นกรดด่าง (pH) ของน้ำมะพร้าวให้เหมาะกับการเจริญของเชื้อวุ้นช่วยให้เชื้อเจริญแผ่วุ้นได้รวดเร็วขึ้น ค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับการหมักวุ้นมะพร้าว คือ 4.5-5.0 ปริมาณกรดที่ใช้ในการปรับ pH ให้เหมาะสมสำหรับการผลิตวุ้นประมาณ 0.5-10% (ปราโมทย์, มปป.) ถ้าความเป็นกรดเกินไปที่ pH 3.0 หรือมีความเป็นกรดมากที่ pH 0.8 จะไม่มีวุ้นสร้างขึ้น (ลำไย และ สมหญิง, 2545)

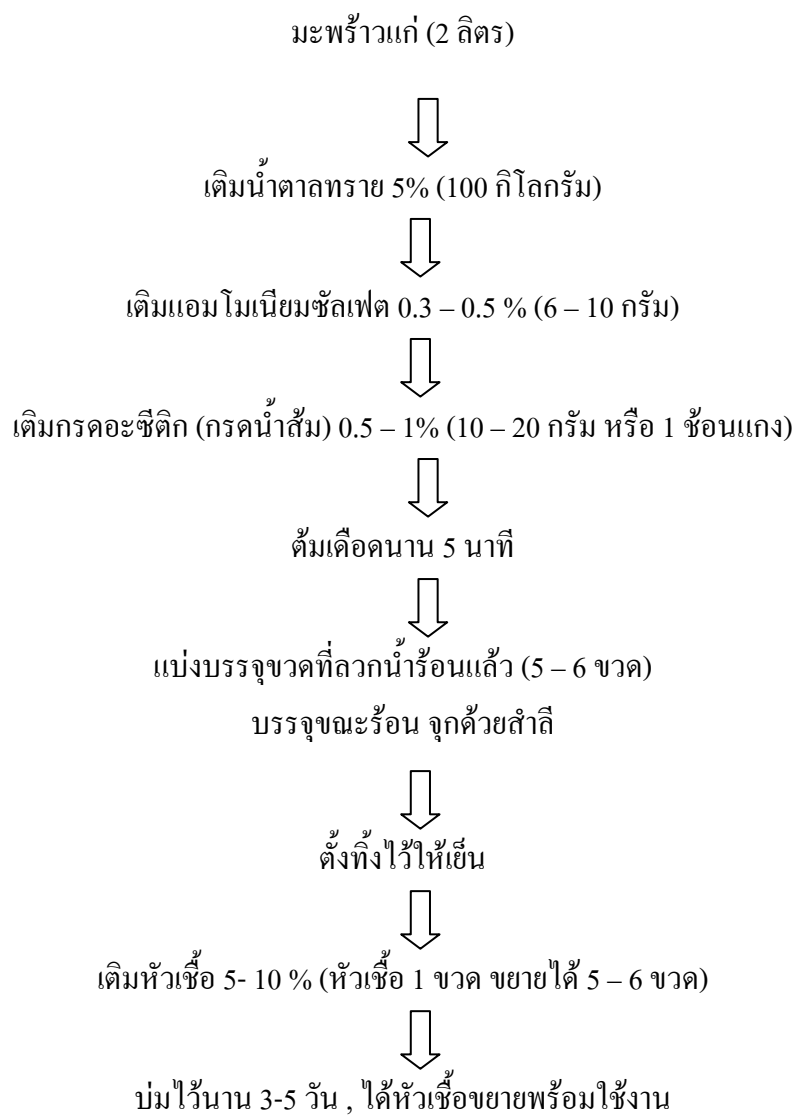
5. ปริมาณน้ำตาล น้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอนสำหรับการเจริญเติบโตและสร้างแผ่นวุ้นเชื้อวุ้นสามารถใช้น้ำตาลได้หลายชนิด น้ำตาลที่นิยมใช้ในการเพาะเลี้ยงวุ้นน้ำมะพร้าว คือ น้ำตาลทรายขาวซึ่งเป็นน้ำตาลซูโครส ปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมและแนะนำให้ใช้ในการผลิตวุ้นโดยทั่วไปคือ 5.0% หากใช้ปริมาณน้ำตาลสูงกว่า 5% จะมีน้ำตาลเหลือใช้มาก เพราะเชื้อวุ้นนำไปใช้ไม่หมดทำให้สิ้นเปลืองน้ำตาลและมีน้ำตาลเหลือในน้ำทิ้งมาก ทำให้ยากแก่การบำบัด

6. สารประกอบไนโตรเจน การเติมสารประกอบไนโตรเจนช่วยให้แผ่นวุ้นที่หนาขึ้น ปกติ น้ำมะพร้าวมีสารประกอบไนโตรเจนอยู่ค่อนข้างมากแล้ว แต่บางครั้งก็มีปริมาณไม่พอเพียง ดังนั้นการเติมสารประกอบไนโตรเจนจะช่วยทำให้ได้ผลผลิตวุ้นมากขึ้นได้ราว 5-30% สารประกอบไนโตรเจนที่แนะนำให้ใช้ คือ แอมโมเนียซัลเฟต 0.5% หรือแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ปริมาณ 0.3-0.5% (ปราโมทย์, มปป.)



ภาพที่ 1 กระบวนการหมักวุ้นสวรรค์

ที่มา: ปราโมทย์ (มปป.)



ภาพที่ 2 ขบวนการขยายหัวเชื้อวันสวรรค์

ที่มา: ปราโมทย์ (มปป.)

3. ปัจจัยที่ทำให้การผลิตวุ้นสวรรค์ (วุ้นมะพร้าว) มีคุณภาพดี

การเติมสารอาหารอื่นๆ เพื่อเพิ่มให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมในการสร้างวุ้นยิ่งขึ้น ซึ่งการผลิตวุ้นสวรรค์ให้ได้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพดีมีปัจจัยเกี่ยวข้องดังนี้

1. ปริมาณเชื้อ เชื้อที่ใช้ในการหมักวุ้นสวรรค์ เป็นเชื้อแบคทีเรียที่พบในการหมักน้ำส้มสายชูตามธรรมชาติทั่วไปมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Acetobacter aceti* subspecies *xylinum* หรือ *A.xylinum* แต่ถ้าต้องการผลิตวุ้นให้ได้ผล และมีประสิทธิภาพดี ควรใช้เชื้อบริสุทธิ์ ที่แยกและคัดเลือกแล้วว่าเหมาะสมสำหรับผลิตวุ้นสวรรค์โดยเฉพาะ นอกจากนี้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียต้องเหมาะสม เพื่อทำให้ได้ผลผลิตวุ้นมากในเวลาอันสั้นโดยพบว่าปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมที่สุดควรอยู่ในช่วง 10 – 20 % โดยปริมาตร ถ้าใช้ปริมาณหัวเชื้อมากกว่านี้จะได้ผลผลิตต่ำ
2. ปริมาณออกซิเจน *A.xylinum* เป็นแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต ดังนั้นควรเลือกภาชนะในการหมักที่มีพื้นที่ผิวหน้ากว้าง เพื่อให้มีพื้นที่สัมผัสกับออกซิเจนมากๆ โดยเชื้อจะสร้างแผ่นวุ้นเฉพาะส่วนบนของน้ำมะพร้าวเท่านั้น
3. ปริมาณกรดน้ำส้ม (Acetic acid) มีการทดลองพบว่าถ้าต้องการผลิตวุ้นสวรรค์ปริมาณมากในเวลาอันสั้น ควรเติมกรดน้ำส้มลงไปด้วย โดยถ้าต้องการเก็บวุ้นภายใน 10 วัน และต้องการความหนาของวุ้นประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร ควรเติมกรดน้ำส้ม 1-2 % โดยปริมาตร หรือปริมาณที่เหมาะสมที่ควรเติมลงไปประมาณ 1.5 % โดยปริมาตร
4. ปริมาณน้ำตาลในการหมักวุ้นสวรรค์ น้ำตาลที่เติมลงไปจะเป็นแหล่งคาร์บอนให้เชื้อเจริญเติบโตและสร้างแผ่นวุ้น โดยนอกจากชูโครสแล้ว *A.xylinum* สามารถใช้น้ำตาลได้อีกหลายชนิด เช่น กาแลคโตส เดกโตส แล็กโตส และมอลโตส ทั้งนี้พบว่า น้ำตาลเดกโตรส จะให้ความหนาของวุ้นสูงสุด รองลงมาได้แก่ชูโครส หรือน้ำตาลทรายซึ่งนิยมใช้มาก เนื่องจากหาง่าย และราคาถูก โดยเติมลงไปประมาณ 5-8 % w/v จะทำให้วุ้นนึ่ม

5. สารประกอบไนโตรเจน การเติมสารประกอบไนโตรเจนในการหมักวุ้นสวรรค์จะช่วยให้การผลิตแผ่นวุ้นหนาเร็วขึ้นในระยะเวลาอันสั้น สารที่ใช้คือ แอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต โดยใช้ประมาณ 0.5 % w/v จะให้ความหนาของแผ่นวุ้นเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 2.05 เซนติเมตร ภายในเวลา 14 วัน

6. ค่า pH ที่เหมาะสมต่อการสร้างแผ่นวุ้นในอาหารเลี้ยงวุ้นเมื่อปรับ pH ด้วยกรดอะซิติก ให้ได้ pH ประมาณ 4.5 จะทำให้เชื้อสามารถสร้างแผ่นวุ้นที่มีค่าเฉลี่ยความหนาสูงสุดเท่ากับ 1.35 เซนติเมตร ภายในเวลา 14 วัน

7. ปริมาณแมกนีเซียมซัลเฟต ปริมาณแมกนีเซียมซัลเฟตที่เหมาะสม คือ 0.3 กรัมต่อลิตร (ลำไย และ สมหญิง, 2545)

4. วิธีการเก็บรักษาวุ้นสวรรค์

วุ้นมะพร้าวเก็บรักษาได้ง่าย สามารถเก็บไว้ใช้ได้ยาวนานหลายเดือน การเก็บรักษาระยะสั้นหรือเก็บไว้ไม่นานนักอาจแช่ไว้ในน้ำหมักเดิมเพราะมีความเป็นกรดอยู่ ช่วยให้ไม่เสียได้ง่าย แต่ถ้าหมักน้ำตาลไม่หมดมักพบว่ายีสต์เจริญที่ทำให้น้ำขุ่นและมีฟองก๊าซเกิดขึ้น ควรล้างเปลี่ยนถ่ายน้ำและเติมน้ำประปาไปแช่ให้ท่วม และปิดทับผิววุ้นด้วยแผ่นพลาสติกไม่ให้สัมผัสกับอากาศเพื่อป้องกันไม่ให้มีเชื้อราเจริญ

การเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลานาน ควรล้างและเปลี่ยนถ่าย โดยเติมน้ำที่เติมกรดอะซิติกให้มีความเข้มข้น 1.0-1.5% จะเก็บรักษาไว้ได้ยาวนานเป็นเดือน (ปราโมทย์, มปป.)

5. การเตรียมวุ้นมะพร้าวเพื่อนำไปแปรรูปหรือใช้ประโยชน์

วุ้นมะพร้าวที่หมักเสร็จใหม่ๆ จะมีสารอาหารจากน้ำมะพร้าว คือน้ำตาลและกรดอยู่ในแผ่นวุ้นมากก่อนนำมาแปรรูปต้องล้างออก โดยแช่ในน้ำและหมั่นเปลี่ยนถ่ายน้ำหลายๆ ครั้ง อาจแช่ค้างคืนและเปลี่ยนถ่ายน้ำวันละ 3-4 ครั้ง หรือต้มน้ำร้อนให้เดือด และเปลี่ยนถ่ายน้ำ 3-4 ครั้งก็ได้ ควรหั่นวุ้นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมเล็กๆ ขนาดเท่าลูกเต๋า จะทำให้ล้างออกได้ง่ายขึ้น เมื่อล้างกรดออกหมด วุ้น

จะฉีดสนิทไม่เปรี้ยว วุ้นที่ไม่เปรี้ยวนี้ถ้าแช่น้ำค้างคืนไว้จะเสียและเน่าง่าย ควรนำไปแปรรูปหรือเชื่อมโดยเร็ว

6. ประโยชน์ของวุ้นสวรรค์

ได้มีการศึกษาเพื่อนำเซลล์จากแบคทีเรียมาใช้ประโยชน์ทั้งในด้านอุตสาหกรรมและการแพทย์ ดังนี้

1. ด้านอาหาร

วุ้นสวรรค์ (ผลิตจากน้ำมะพร้าว) นอกจากผลิตง่าย ต้นทุนในการผลิตต่ำแล้ว มีคุณค่าทางโภชนาการสูง คือมีแร่ธาตุและวิตามินต่างๆ ซึ่งวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารได้ดังนี้ (ดังตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 คุณค่าทางโภชนาการของวุ้นสวรรค์ ต่อ 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ลูกเดี๋ย
Moisture (g)	94.4
Fiber	1.10
Protien (g)	0.68
Fat (g)	0.05
CHO (g)	3.0
Ash (g)	0.77
Ca (mg)	34.5
P(mg)	22.0
Fe(mg)	0.20
B1(mg)	0.01
B2(mg)	0.02
Niacin(mg)	0.22

ที่มา: ลำไย และ สมหญิง (2545)

จากข้อมูลเห็นได้ว่าวุ้นสวรรค์เป็นอาหารที่มีไขมันต่ำและมีใยอาหารสูง ดังนั้นจึงใช้เป็นอาหารเสริมหรือควบคุมน้ำหนักได้ นอกจากนี้ใช้เป็นอาหารโดยตรงแล้วยังสามารถนำวุ้นสวรรค์มาแปรรูปเป็นอาหารเสริมเพื่อควบคุมน้ำหนักและใช้เป็นสารทำให้เกิดการคงรูป และเพิ่มความหนืดของอาหาร

2. ด้านการแพทย์และด้านโภชนาการ

วุ้นสวรรค์นอกจากมีคุณค่าทางอาหารสูงแล้ว น้ำเลี้ยงวุ้นสวรรค์ยังมีประโยชน์ทางด้านการแพทย์และทางโภชนาการ ซึ่งน้ำเลี้ยงวุ้นสวรรค์ที่เลี้ยงไว้ในน้ำชาที่เติมน้ำตาลให้หวานเล็กน้อย วุ้นสวรรค์จะถูกสร้างขึ้นและเมื่อเอนน้ำเลี้ยงวุ้นสวรรค์มารับประทานจะมีคุณสมบัติบรรเทาโรคลำไส้เจ็บหลายชนิดได้ เช่น บรรเทาอาการไอข้อ ลดไขมันในเส้นเลือด ช่วยบรรเทาเบาหวาน และความดันโลหิตสูง นอกจากนี้ยังพบว่า เป็นยาระบายอ่อนๆ แก่กระหายน้ำได้ดีกว่าน้ำอัดลมแก้เจ็บคอ เป็นยาอายุวัฒนะ ทำให้ร่างกายแข็งแรง

3. ด้านอื่นๆ

เซลล์ูโลสที่ผลิตได้จากแบคทีเรียสามารถนำมาใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ ดังนี้

3.1 ใช้เป็นส่วนประกอบเครื่องสำอางค์ เป็นสารให้ความคงตัวของอิมัลชัน เช่น ครีม โทนิค ยาบำรุงเส้น

3.2 ผลิตแผ่นเสียงคุณภาพสูง

3.3 ผลิตแผ่นไฟเบอร์กลาส

3.4 ใช้ในการแพทย์ เช่น ผลิตเป็นแผ่นปิดแผล ผิวหนังเทียมสำหรับไฟไหม้ อุปกรณ์สำหรับฟัน

3.5 เป็นส่วนประกอบของกระดาษทำให้กระดาษมีคุณภาพสูง

3.6 ผลิตเป็นแผ่นฟิล์ม

3.7 เป็นส่วนประกอบในอุตสาหกรรมเครื่องหนัง

3.8 ใช้ในการบำบัดของเสีย ในการรีไซเคิล แร่ และน้ำมัน

3.9 ใช้ในห้องทดลอง เช่น การดิงเซลล์ และโปรตีน เทคนิคโครมาโตกราฟี อาหาร
เลี้ยงเชื้อสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

3.10 เป็นส่วนประกอบของหมากฝรั่ง (ลำไย และ สมหญิง, 2545)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัสดุในการผลิต

1.1 วัตถุดิบในการผลิต ได้แก่

1.1.1 ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 จากไร่สุวรรณ

1.1.2 ลูกเดือย ตรา เกษตร

1.1.3 หัวเชื้อวันมะพร้าวโดยใช้เชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter xylinum* สายพันธุ์ Agr 60 จากสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1.4 น้ำตาลทราย ตรามิตรผล

1.1.5 เกลือ ตราปรุงทิพย์

1.2 สารเคมี

1.2.1 หัวน้ำส้ม

1.2.2 แอมโมเนียมซัลเฟต

1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

1.3.1 เครื่องโม่ถั่วเหลือง

1.3.2 ผ้าขาวบางชนิดตาละเอียด

1.3.3 เครื่องชั่งดิจิตอล ตรา Teraoka Seiko

1.3.4 เตาแก๊ส

1.3.5 หม้อ

1.3.6 อ่างผสม

1.3.7 ท็อป

1.3.8 ถาด

1.3.9 ตะเกียงแอลกอฮอล์

- 1.3.10 เทอร์โมมิเตอร์ ตรา Sangi
- 1.3.11 กระดาษไข
- 1.3.12 ถ้วยพลาสติก (โพลีโพรพิลีน หรือ PP)

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ

2.1 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- 2.1.1 เครื่องย่อยโปรตีน Berubber Unit Foss Tecator
- 2.1.2 เครื่องกลั่นโปรตีน Kjeltac Distillation Unit Foss Tecator
- 2.1.3 เครื่องวิเคราะห์เยื่อใย Fibertec System 1020 Foss Tecator
- 2.1.4 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน 2055 Soxtec Manual Extraction Unit Foss Tecator
- 2.1.5 เครื่องวัดค่า pH pH Meter 3320
- 2.1.6 เตาเผา Vulcan A-550
- 2.1.7 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล 4 ตำแหน่ง Dragon 204
- 2.1.8 โถดูดความชื้น
- 2.1.9 ถ้วยอบความชื้น

2.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

- 2.2.1 ตู้บ่มเชื้อ ตรา Bosstech Scientific Instruments
- 2.2.2 ตู้บ่มเชื้อ ตรา Memmert
- 2.2.3 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน Autoclave Steam Sterilizer
- 2.2.4 อุปกรณ์การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์
- 2.2.5 อุปกรณ์เครื่องแก้วต่างๆ
- 2.2.6 ตะเกียงแอลกอฮอล์

2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

- 2.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

2.3.2 แบบทดสอบ

2.3.3 ห้องปฏิบัติการชิม

2.4 อุปกรณ์ในการเก็บรักษา

ตู้เย็น ตรา Mallory

2.5 อุปกรณ์ในการประมวลผลข้อมูล

2.5.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์ข้อมูล

2.5.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

วิธีการ

1. การดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบ Symmetric Factorial Experimental Design เป็นงานวิจัยที่ศึกษาถึงปริมาณน้ำลูกเดือยและวุ้นถั่วเหลืองที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์นํ้านมถั่วเหลืองซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2. การเตรียมวัตถุดิบ

2.1 ถั่วเหลือง ใช้ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 จากไร่สุวรรณ ทำการคัดเมล็ดกรวดและเมล็ดที่เสียออก จากนั้นล้างน้ำให้สะอาด เอาเปลือกออก

2.2 ลูกเดือย ใช้ลูกเดือยตราเกษตรทำการคัดเมล็ดกรวดและเมล็ดที่เสียออก ล้างทำความสะอาด แช่น้ำทิ้งไว้ 3-4 ชั่วโมง

2.3 วุ้นถั่วเหลือง นำน้ำถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วเหลืองแห้ง 1 กิโลกรัม : น้ำ 25 ลิตร หมักด้วยเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter xylinum* เป็นเวลา 10 วัน (ลำไย และ สมหญิง, 2545)

2.4 การเตรียมนํ้านมถั่วเหลือง

2.4.1 ทำความสะอาดถั่วเหลือง เอาเปลือกออก

2.4.2 เตรียมสารละลาย (NaHCO_3) 0.25% ต้มให้เดือด (ปิดไฟ) ใส่ถั่วเหลืองลงไป ลวก นาน 5 นาที

2.4.3 เทน้ำออกจากถั่วเหลืองล้างด้วยน้ำร้อน 2-3 ครั้ง

2.4.4 เตรียมสารละลาย (NaHCO_3) 0.05% ต้มให้เดือด (ปิดไฟ) ใส่ถั่วเหลืองลงไป ลวก นาน 5 นาที

2.4.5 บดถั่วเหลืองที่ลวกแล้วด้วยน้ำร้อน 80 องศาเซลเซียสจนละเอียดกรองด้วยผ้าขาวบาง

2.4.6 ต้มนํ้านมถั่วเหลืองให้ได้อุณหภูมิ 85-88 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที เติมนํ้าตาลทรายจนละลาย

2.4.7 รับประทานร้อนๆ หรือบรรจุใส่ฝาปิดสนิท แล้วเก็บใส่ตู้เย็น

ทำความสะอาดถั่วเหลือง เอาเปลือกออก



เตรียมสารละลาย (NaHCO_3) 0.25% ต้มให้เดือด
(ปิดไฟ) ใส่ถั่วเหลืองลงไป ลวกนาน 5 นาที



เทน้ำออกจากถั่วเหลืองล้างด้วยน้ำร้อน 2-3 ครั้ง



เตรียมสารละลาย (NaHCO_3) 0.05% ต้มให้เดือด
(ปิดไฟ) ใส่ถั่วเหลืองลงไป ลวกนาน 5 นาที



บดถั่วเหลืองด้วยน้ำร้อน 80 องศาเซลเซียส จนละเอียด



กรองด้วยผ้าขาวบาง



ต้มน้ำนมถั่วเหลืองให้ได้อุณหภูมิ 85-88 องศาเซลเซียส
นาน 20 นาที



เติมส่วนผสมจนละลาย



น้ำนมถั่วเหลือง

ภาพที่ 3 กระบวนการทำน้ำนมถั่วเหลือง

ที่มา: ภูเกียรติ (2543)

2.5 การเตรียมน้ำลูกเคี้ยว

2.5.1 ล้างลูกเคี้ยวให้สะอาด นำไปต้มจนลูกเคี้ยวสุก

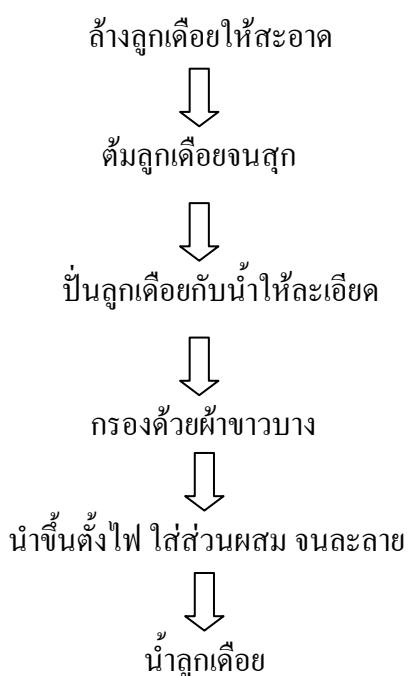
2.5.2 กรองน้ำออก

2.5.3 ปั่นลูกเคี้ยวกับน้ำให้ละเอียด

2.5.4 กรองด้วยผ้าขาวบาง

2.5.5 นำขึ้นตั้งไฟอ่อน ใส่น้ำตาล เกลือ จนละลาย

2.5.6 พักไว้ให้เย็น (ดัดแปลงจากอบเชย, 2546)



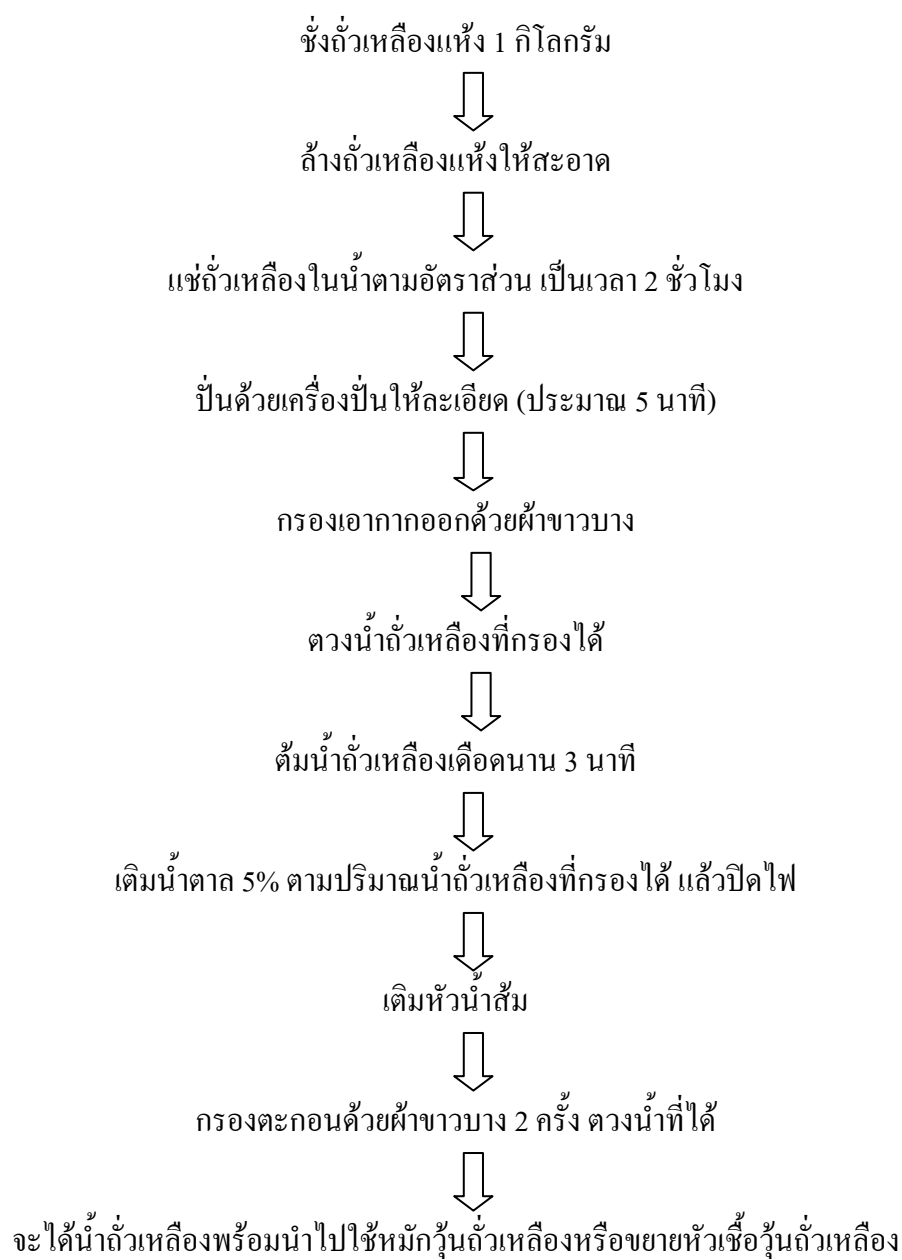
ภาพที่ 4 กระบวนการทำน้ำลูกเคี้ยว

ที่มา: ดัดแปลงจากอบเชย (2546)

2.6 การเตรียมน้ำแก้วเหลือง

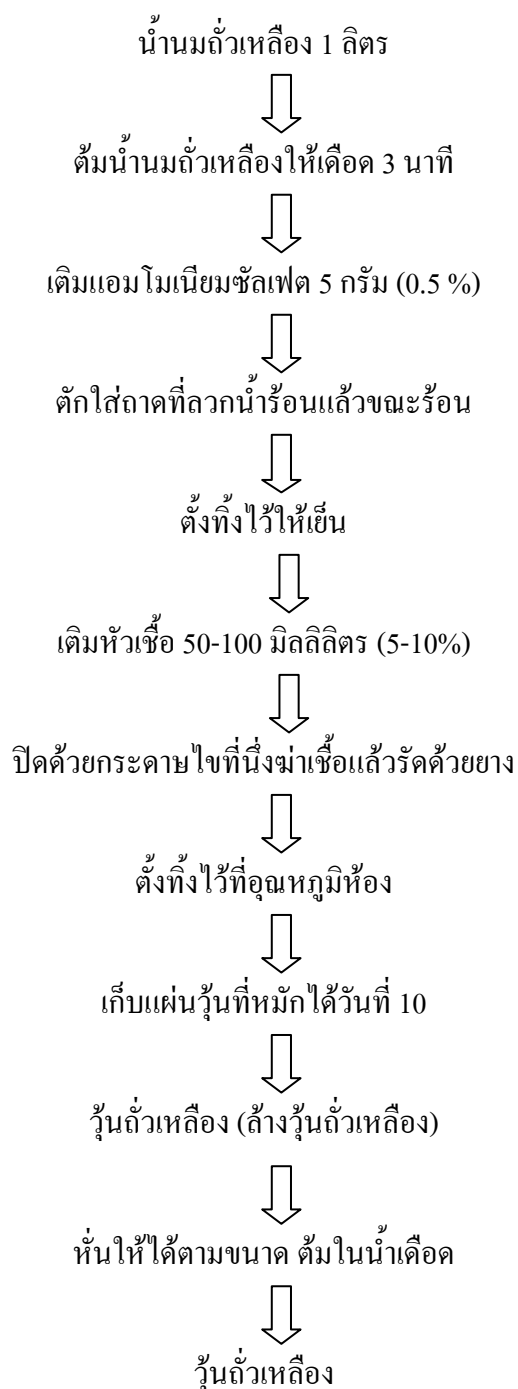
จากการตรวจเอกสารพบว่า อัตราส่วนน้ำต่อแก้วที่ใช้ในการเตรียมน้ำแก้วเหลืองในการผลิตน้ำแก้วเหลือง คือ 25 : 1 (ลำไย และสมหญิง, 2545)

- 2.6.1 ชั่งถั่วเหลืองแห้ง 1 กิโลกรัม ล้างให้สะอาด แช่ถั่วเป็นเวลา 2 ชั่วโมง
- 2.6.2 ปั่นด้วยเครื่องปั่นให้ละเอียด
- 2.6.3 กรองเอากากออกด้วยผ้าขาวบาง
- 2.6.4 นำไปต้ม เติมน้ำตาล เติมหวาน้ำส้ม 1%
- 2.6.5 กรองตะกอนด้วยผ้าขาวบาง 2 ครั้ง
- 2.6.6 ได้น้ำถั่วเหลือง ต้มให้เดือด เติมแอมโมเนียมซัลเฟต 5 กรัม
- 2.6.7 ตักใสถาดที่ลวกแล้วขณะร้อน ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
- 2.6.8 เติมหวาน้ำเชื่อม 5-10%
- 2.6.9 ปิดด้วยกระดาษไขที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วรัดด้วยยาง
- 2.6.10 ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ลำไย และสมหญิง, 2545)



ภาพที่ 5 กระบวนการเตรียมน้ำนมถั่วเหลือง

ที่มา: ลำไย และ สมหญิง (2545)



ภาพที่ 6 กระบวนการทำวุ้นกลั้วหลอด

ที่มา: ลำไย และ สมหญิง (2545)

จากนั้นนำวุ้นกลั้วหลอดมาตรวจสอบคุณภาพทางเคมีโดยหาปริมาณคุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณเชื้อยีสทั้งหมด

3. ศึกษาตำรับพื้นฐานของน้ำมันถั่วเหลือง

จากการตรวจเอกสาร พบว่า มีตำรับน้ำมันถั่วเหลือง 3 ตำรับ โดยทำการศึกษาน้ำมันถั่วเหลืองตามตำรับทั้ง 3 ดังแสดงในตารางที่ 6 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

ตำรับที่ 1 ที่มา : ภาณุพรรณ, 2545

ตำรับที่ 2 ที่มา : ศรีสมร, 2542

ตำรับที่ 3 ที่มา : คมสัน, 2542

ตารางที่ 6 แสดงตำรับมาตรฐานของน้ำมันถั่วเหลืองทั้ง 3 ตำรับ

วัตถุดิบ	ตำรับที่ 1 (%)	ตำรับที่ 2 (%)	ตำรับที่ 3 (%)
ถั่วเหลือง	10.48	17.24	13.46
น้ำตาลทราย	5.58	16.55	8.61
น้ำ	83.77	66.21	77.52
เกลือป่น	0.17	-	0.40

ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Hedonic Scaling Test แบบ 9 ระดับ แบบทดสอบดังแสดงในภาคผนวก ข.1 เพื่อทดสอบหาความชอบของคุณลักษณะด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และ ความชอบรวม ใช้ผู้ทดสอบที่เป็นนิสิตปริญญาโท ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ สาขาอาหารและโภชนาการที่ผ่านการฝึกฝนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสมาแล้วเป็นอย่างดี จำนวน 30 คน ผู้ทดสอบแต่ละคนจะได้รับตัวอย่างจำนวน 3 ตัวอย่างพร้อมคำตอบแบบทดสอบ ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

4. ศึกษาตำรับพื้นฐานของน้ำลูกเดี๋ย

จากการตรวจเอกสาร พบว่า มีตำรับน้ำลูกเดี๋ย 3 ตำรับ โดยทำการศึกษาตำรับน้ำลูกเดี๋ยตามตำรับทั้ง 3 ดังแสดงในตารางที่ 7 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

ตำรับที่ 1 ที่มา : กรมวิทยาศาสตร์, 2538

ตำรับที่ 2 ที่มา : สุธี, มปป.

ตำรับที่ 3 ที่มา : อบเชย, 2546

ตารางที่ 7 แสดงตำรับมาตรฐานของน้ำลูกเดี๋ยทั้ง 3 ตำรับ

วัตถุดิบ	ตำรับที่ 1 (%)	ตำรับที่ 2 (%)	ตำรับที่ 3 (%)
ลูกเดี๋ย	8.19	16.08	13.79
น้ำตาลทราย	9.84	3.22	6.36
น้ำ	81.93	80.39	79.53
กรดซิตริก	0.04	0.31	0.32

ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Hedonic Scaling Test แบบ 9 ระดับ แบบทดสอบดังแสดงในภาคผนวก ข.2 เพื่อทดสอบหาความชอบของคุณลักษณะด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และ ความชอบรวม ใช้ผู้ทดสอบที่เป็นนิสิตปริญญาโท ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ สาขาอาหารและโภชนาการที่ผ่านการฝึกฝนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสมาแล้วเป็นอย่างดี จำนวน 30 คน ผู้ทดสอบแต่ละคนจะได้รับตัวอย่างจำนวน 6 ตัวอย่างคือน้ำลูกเดี๋ย 3 ตำรับที่ผ่านการกรองและไม่กรอง พร้อมกับตอบแบบทดสอบ ข้อมูลที่ได้ นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

5. ศึกษาปริมาณน้ำลูกเดี๋ยและวันถั่วเหลืองที่เหมาะสม

การศึกษาปริมาณน้ำลูกเดี๋ยและวันถั่วเหลืองที่เหมาะสม โดยแปรปริมาณของน้ำลูกเดี๋ย เป็น 4 ระดับ ได้แก่ 0%, 10%, 20 และ 30% ของน้ำหนักนํ้ามถั่วเหลือง และแปรปริมาณวันถั่วเหลืองเป็น 4 ระดับ ได้แก่ 0%, 10%, 20% และ 30% ของน้ำหนักนํ้ามถั่วเหลืองผลิตเป็นเครื่องดื่มนํ้ามถั่วเหลือง 16 ตำรับ คือปริมาณ น้ำลูกเดี๋ย : วันถั่วเหลือง ได้แก่ 0:0, 0:10, 0:20,0:30, 10:0, 10:10, 10:20, 10:30, 20:0, 20:10, 20:20, 20:30, 30:0, 30:10, 30:20 และ 30:30 โดยใช้ส่วนผสมที่ได้รับการคัดเลือกจากผู้ทดสอบในข้อ 3 และ 4 จากนั้นทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic Scaling Test แบบ 9 ระดับ แบบทดสอบดังแสดงในภาคผนวก ข.3 วางแผนการทดลองแบบ Symmetric Factorial Experiment ขนาด 4x4 สุ่มแบบภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design ,RCBD) การทดสอบชิม แบบ BIB ทดลอง 2 ซ้ำใช้ผู้ทดสอบที่เป็นนิสิตปริญญาโท ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ สาขาอาหารและโภชนาการที่ผ่านการฝึกฝนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสมาแล้วเป็นอย่างดี จำนวน 30 คน เพื่อหาความชอบของคุณลักษณะด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 8 แสดงตำรับนํ้ามถั่วเหลืองเสริมน้ำลูกเดี๋ยและวันถั่วเหลืองทั้ง 16 ตำรับ

ตำรับที่	น้ำลูกเดี๋ย	วันถั่วเหลือง	นํ้ามถั่วเหลือง
1.	0	0	100
2.	0	10	100
3.	0	20	100
4.	0	30	100
5.	10	0	100
6.	10	10	100
7.	10	20	100
8.	10	30	100
9.	20	0	100

ตารางที่ 8 (ต่อ) แสดงค่ารับน้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลืองทั้ง 16 ค่ารับ

ค่ารับที่	น้ำลูกเดี๋ย	วุ้นถั่วเหลือง	น้ำนมถั่วเหลือง
10.	20	10	100
11.	20	20	100
12.	20	30	100
13.	30	0	100
14.	30	10	100
15.	30	20	100
16.	30	30	100

6. ศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลือง

นำผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลืองมาทดสอบคุณภาพทางเคมี

6.1 คุณภาพทางเคมี

6.1.1 ปริมาณคุณค่าทางโภชนาการต่างๆ ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า ความชื้น (Proximate Analysis)

6.1.2 ปริมาณเชื้อยทั้งหมด

7. ศึกษาการยอมรับของกลุ่มผู้บริโภค

การศึกษการยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลืองทำการทดสอบกับผู้บริโภคจำนวน 100 คน สถานที่เก็บข้อมูลคือ ภายในเขตกรุงเทพมหานคร ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ(Accidental Sampling) โดยทดสอบผลิตภัณฑ์พร้อมกับตอบแบบสอบถาม ดังแสดงในภาคผนวก ข.4 โดยให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic Scaling Test แบบ 9 ระดับ เพื่อหาความชอบของคุณลักษณะด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม ข้อมูลที่ได้นำมาประมวลผลและวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

8. ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลแลคโตส

ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลแลคโตสโดยนำตัวอย่างที่ทำเสร็จใหม่ๆ บรรจุด้วยแก้วพลาสติก (โพลีโพรพิลีนหรือ PP) ปิดผนึกโดยกรรมวิธีพลาสติกเจอไรซ์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็นที่ 5 องศาเซลเซียส ทดสอบคุณภาพด้าน pH ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด นำผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลแลคโตสทำการทดสอบทุก 2 วัน เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

9. สถานที่ทำการวิจัย

- ห้องปฏิบัติการสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตโชติเวช

10. ระยะเวลาทำการวิจัย

เริ่มตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2546 สิ้นสุดเดือน กุมภาพันธ์ 2549

ผลและวิจารณ์

1. ผลการศึกษาตำรับมาตรฐานของน้ำนมถั่วเหลือง

จากการคัดเลือกตำรับมาตรฐานในการผลิตน้ำนมถั่วเหลือง เพื่อศึกษาส่วนผสมของน้ำนมถั่วเหลือง โดยนำน้ำนมถั่วเหลือง 3 ตำรับที่ได้รับการคัดเลือก ดังแสดงในภาคผนวก ก แล้วนำตัวอย่างมาทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยน้ำนมถั่วเหลืองจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสตำรับมาตรฐานทั้ง 3 ตำรับ

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ตำรับที่		
	1	2	3
ลักษณะปรากฏ	7.32 ± 0.16^a	6.23 ± 0.16^b	7.13 ± 0.16^a
สี	7.15 ± 0.18^a	6.18 ± 0.18^b	7.15 ± 0.18^a
กลิ่น	6.33 ± 0.19^b	6.33 ± 0.19^b	7.12 ± 0.19^a
รสชาติ	5.72 ± 0.28^a	4.43 ± 0.28^b	5.43 ± 0.28^a
ความชอบรวม	6.50 ± 0.22^a	5.43 ± 0.22^b	6.20 ± 0.22^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในตารางที่ 9 พบว่า การคัดเลือกตำรับมาตรฐานทุกตำรับโดยการให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และความชอบรวม ผู้ทดสอบให้คะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ 95 % โดยตำรับที่ 1 และ 3 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุดระดับคะแนนอยู่ในช่วงเฉยๆ ถึงชอบปานกลาง ด้านกลิ่นผู้ทดสอบให้คะแนนตำรับที่ 3 มากที่สุด คะแนนที่ได้อยู่ในระดับชอบปานกลาง ส่วนตำรับที่ 1 และ 2 มีคะแนนรองลงมาอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย

จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม เห็นได้ว่าตำรับมาตรฐานที่ 1 เป็นตำรับที่เหมาะสมในการทำนํ้านมถั่วเหลือง เพราะนํ้านมถั่วเหลืองที่ได้จะมีลักษณะปรากฏที่ดี สีสวย และมีรสชาติที่ผู้ทดสอบยอมรับ

2. ผลการศึกษาตำรับมาตรฐานของนํ้าลูกเดี๋ย

จากการคัดเลือกตำรับมาตรฐานในการผลิตนํ้าลูกเดี๋ย เพื่อศึกษาส่วนผสมของนํ้าลูกเดี๋ย 3 ตำรับที่ได้รับการคัดเลือก ดังแสดงในภาคผนวก ก แล้วนำตัวอย่างมาทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยนํ้าลูกเดี๋ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ตำรับมาตรฐานทั้ง 6 ตำรับ (นํ้าลูกเดี๋ยตำรับที่ 1, 3 และ 5 ผ่านการกรอง ตำรับที่ 2, 4 และ 6 ไม่ผ่านการกรอง)

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ตำรับที่					
	1	2	3	4	5	6
ลักษณะปรากฏ	6.52± 0.21 ^b	5.53 ± 0.21 ^c	6.92± 0.21 ^{ab}	4.65± 0.21 ^d	7.20± 0.21 ^a	4.75± 0.21 ^d
สี	6.22 ±0.20 ^a	6.73 ±0.20 ^b	6.82 ±0.20 ^a	4.82 ±0.20 ^c	6.97 ±0.20 ^a	4.67 ±0.20 ^c
กลิ่น	6.00 ± 0.19 ^b	5.63 ±0.19 ^{ab}	5.83 ±0.19 ^{ab}	5.27 ±0.19 ^b	6.13 ±0.19 ^a	5.55 ±0.19 ^{ab}
รสชาติ	6.25 ±0.26 ^a	5.85 ±0.26 ^{ab}	5.43 ±0.26 ^{bc}	4.00 ±0.26 ^d	5.50±0.26 ^{abc}	4.92±0.26 ^c
เนื้อสัมผัส	6.35 ± 0.23 ^a	6.35 ± 0.23 ^a	6.03 ± 0.23 ^a	4.62 ± 0.23 ^b	6.03 ± 0.23 ^a	4.70 ± 0.23 ^b
ความชอบรวม	6.48 ± 0.22 ^a	5.72 ± 0.22 ^b	6.17 ± 0.22 ^a	4.67 ± 0.22 ^c	5.98 ± 0.22 ^b	5.07 ± 0.22 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในตารางที่ 10 พบว่าการคัดเลือกตำรับมาตรฐานทุกตำรับทำให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ที่ได้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ตำรับที่ 2, 4 และ 6 ระดับคะแนนอยู่ในช่วงไม่ชอบเล็กน้อยถึงเฉยๆ ด้านลักษณะปรากฏของตำรับที่ 5 ระดับคะแนนอยู่ในช่วงชอบปานกลาง

แตกต่างจากตำรับที่ 1 และ 3 ที่คะแนนอยู่ในช่วงขอบเล็กน้อย ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ตำรับที่ 1, 3 และ 5 ระดับคะแนนอยู่ในช่วงเฉยๆถึงขอบเล็กน้อย

จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม นั้น จะเห็นได้ว่าผู้ทดสอบให้คะแนนด้านลักษณะปรากฏ สีและกลิ่น ในตำรับที่ 5 ในช่วงขอบเล็กน้อยถึงขอบปานกลางตำรับที่ 1 อยู่ในระดับขอบเล็กน้อย ด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ผู้ทดสอบให้คะแนนตำรับที่ 5 ระดับเฉยๆ ตำรับที่ 1 ให้คะแนนระดับขอบเล็กน้อย ดังนั้นผู้ทดลองจึงนำตำรับที่ 1 และ 5 มาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาความชอบอีกครั้งโดยใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 30 คน ทดลอง 2 ซ้ำ

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยน้ำลูกเดี๋ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ตำรับมาตรฐานทั้ง 2 ตำรับ

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ตำรับ	
	1	5
ลักษณะปรากฏ	6.20 ± 0.17^a	5.92 ± 0.17^b
สี	6.17 ± 0.17^a	5.87 ± 0.17^b
กลิ่น	6.35 ± 0.19^a	5.92 ± 0.19^b
รสชาติ	6.90 ± 0.16^a	6.38 ± 0.16^b
เนื้อสัมผัส	6.23 ± 0.16^a	5.95 ± 0.16^b
ความชอบรวม	6.88 ± 0.13^a	6.75 ± 0.13^b

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในตารางที่ 11 พบว่าการคัดเลือกตำรับมาตรฐานน้ำลูกเดี๋ย 2 ตำรับ ทำให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ตำรับที่ 1 มีระดับคะแนนอยู่ในช่วงขอบเล็กน้อย ส่วนตำรับที่ 2 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับเฉยๆ ถึงขอบเล็กน้อย จึงเห็นได้ว่าตำรับมาตรฐานที่ 1 เป็นตำรับที่เหมาะสมในการทำน้ำลูกเดี๋ย เพราะน้ำลูกเดี๋ยที่ได้จะมีลักษณะปรากฏที่ดี สีสวย กลิ่นหอม รสชาติดี และมีเนื้อสัมผัสที่ผู้บริโภคมองรับ

3. ผลการศึกษาปริมาณน้ำลูกเดือยและวันถั่วเหลืองในปริมาณที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ น้ำมันถั่วเหลืองเสริมน้ำลูกเดือยและวันถั่วเหลือง

จากการทดลองในการทำน้ำลูกเดือยในข้อ 2 โดยเลือกตำรับที่ 1 มาเป็นตำรับมาตรฐาน โดยแปรปริมาณน้ำลูกเดือยที่ 4 ระดับคือ 0, 10, 20 และ 30 % ของน้ำหนักน้ำมันถั่วเหลือง และใช้ปริมาณวันถั่วเหลือง ที่ 4 ระดับคือ 0, 10, 20 และ 30 % ของน้ำหนักน้ำมันถั่วเหลืองผลิตเป็นผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริมน้ำลูกเดือยและวันถั่วเหลือง 16 ตำรับ แล้วนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริมน้ำลูกเดือยและวันถั่วเหลืองจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในอัตราส่วนของน้ำลูกเดือยต่อวันถั่วเหลืองทั้ง 16 ตำรับ

ตำรับ	ลักษณะทางประสาทสัมผัส					
	ลักษณะปรากฏ	สี ^{ns}	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส ^{ns}	ความชอบรวม ^{ns}
1	6.34±0.19 ^{ab}	6.34±0.19	6.52±0.19 ^{ab}	6.96±0.21 ^a	6.56±0.20	6.56±0.20
2	6.44±0.19 ^{ab}	6.49±0.19	6.40±0.19 ^{ab}	6.41±0.21 ^{abc}	6.31±0.20	6.63±0.19
3	6.50±0.18 ^{ab}	6.45±0.19	6.47±0.19 ^{abc}	6.60±0.21 ^{abc}	6.65±0.20	6.98±0.18
4	6.63±0.18 ^{ab}	6.44 ±0.18	6.67±0.18 ^{ab}	6.46±0.20 ^{abc}	6.75±0.19	6.92±0.17
5	6.29±0.19 ^{ab}	6.32±0.19	6.19±0.19 ^{bc}	6.58±0.21 ^{ab}	6.32±0.20	6.75±0.18
6	6.03±0.19 ^b	6.33±0.19	6.21±0.19 ^{abc}	5.94±0.21 ^{bc}	6.17±0.20	6.56±0.19
7	6.45±0.18 ^{ab}	6.47±0.18	6.54±0.18 ^{ab}	6.58±0.20 ^{ab}	6.56±0.19	6.88±0.18
8	6.37±0.18 ^{ab}	6.16±0.18	6.35±0.19 ^{abc}	6.39±0.21 ^{abc}	6.36±0.19	6.75±0.18
9	6.55±0.19 ^{ab}	6.55±0.19	6.75±0.19 ^{ab}	6.95±0.21 ^a	6.51±0.20	6.7±0.18
10	6.19±0.18 ^{ab}	6.06±0.19	5.87±0.19 ^c	5.85±0.21 ^c	6.14±0.20	6.51±0.18
11	6.35±0.18 ^{ab}	6.23±0.18	6.34±0.19 ^{abc}	6.74±0.21 ^a	6.41±0.19	6.80±0.18
12	6.74±0.18 ^a	6.45±0.18	6.53±0.18 ^{ab}	6.90±0.20 ^a	6.47±0.19	6.93±0.18
13	6.46±0.19 ^{ab}	5.92±0.19	6.33±0.19 ^{abc}	6.53±0.21 ^{abc}	6.53±0.20	6.73±0.18
14	6.45±0.18 ^{ab}	6.12±0.18	6.48±0.18 ^{abc}	6.77±0.20 ^a	6.79±0.19	7.04±0.18
15	6.60±0.19 ^{ab}	6.55±0.19	6.84±0.19 ^a	6.89±0.21 ^a	6.72±0.20	7.07±0.18
16	6.50±0.19 ^{ab}	6.49±0.19	6.61±0.20 ^{ab}	6.52±0.22 ^{abc}	6.57±0.21	6.87±0.19

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ที่ 95 %

ns แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังตารางที่ 12 อัตราส่วนของปริมาณน้ำลูกเคี้ยวต่อวันถั่วเหลืองทุกตำรับ ทำให้คะแนนของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ทั้ง 16 ตำรับ ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยคะแนนอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย ในด้านลักษณะปรากฏผู้ทดสอบให้คะแนนตำรับ ที่ 12 มากที่สุด อยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย รองลงมาคือตำรับที่ 6 อยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยเช่นกัน ส่วนตำรับอื่นผู้ทดสอบให้คะแนนไม่แตกต่างจากตำรับที่ 12 และ 6 คืออยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย ในด้านกลิ่นผู้ทดสอบให้คะแนนตำรับที่ 15 มากที่สุด คืออยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย ส่วนตำรับที่ 1, 4, 5, 7, 9, 12 และ 16 ผู้ทดสอบให้คะแนนรองลงมาอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยเช่นกัน ส่วนตำรับที่ 2, 3, 6, 8, 11, 13 และ 14 ผู้ทดสอบให้คะแนนต่ำลงมาอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยเช่นกัน ส่วนตำรับที่ 10 ผู้ทดสอบให้คะแนนน้อยที่สุดซึ่งอยู่ในช่วงเฉยๆ ด้านรสชาติผู้ทดสอบให้คะแนนตำรับที่ 1, 9, 11, 12, 14 และ 15 ผู้ทดสอบให้คะแนนมากที่สุดอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย ส่วนตำรับที่ 3, 5 และ 7 ผู้ทดสอบให้คะแนนรองลงมาอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย ส่วนตำรับที่ 2, 4, 8, 13 และ 16 ผู้ทดสอบให้คะแนนต่ำลงมาโดยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย ส่วนตำรับที่ 6 ผู้ทดสอบให้คะแนนอยู่ในช่วงเฉยๆ และตำรับที่ 10 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบน้อยที่สุดอยู่ในช่วงเฉยๆ

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเคี้ยวและวุ้นถั่วเหลือง ดังตารางที่ 12 พบว่าด้านสี เนื้อสัมผัส ความชอบรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ส่วนในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติมีความแตกต่างกัน ซึ่งคะแนนเฉลี่ยของตำรับ ที่ 15 มีคะแนนด้านลักษณะปรากฏอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมอยู่ระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ดังนั้นตำรับที่ 15 จึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

4. ผลการศึกษาการยอมรับผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเคี้ยวและวุ้นถั่วเหลือง

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเคี้ยวและวุ้นถั่วเหลือง โดยทำการสุ่มแบบบังเอิญกับผู้บริโภคเป้าหมาย คือผู้บริโภคที่มีอายุระหว่างน้อยกว่า 15 – 31 ปีขึ้นไป สถานที่เก็บข้อมูล คือภายในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน ซึ่งผู้บริโภคเป้าหมายแต่ละคนจะได้รับผลิตภัณฑ์คนละ 1 แก้ว (ขนาด 20 มิลลิลิตร) บรรจุในถ้วยพลาสติกใสมีฝาปิด พร้อมแบบสอบถาม 1 ชุด เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเคี้ยวและวุ้นถั่วเหลือง

4.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคในการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์

จากการทดสอบผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคเป้าหมายส่วนใหญ่ 65% เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 15-25 ปี มากที่สุด คิดเป็นจำนวน 60% มีระดับการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี 66% อาชีพส่วนใหญ่เป็นนักศึกษา/นิสิต คิดเป็น 56% มีรายได้ส่วนมากอยู่ในช่วง 5,001-8,000 บาท คิดเป็น 39% ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ลักษณะประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวนผู้บริโภค (%)
เพศ	
ชาย	35
หญิง	65
อายุ	
น้อยกว่า 15 ปี	7
15-20 ปี	30
21-25 ปี	30
26-30 ปี	8
31 ปีขึ้นไป	25
ระดับการศึกษา	
มัธยมศึกษาตอนต้น	8
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช)	8
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส)	3
ปริญญาตรี	66
สูงกว่าปริญญาตรี	8
อื่นๆ	7
อาชีพ	
นักเรียน	7
นักศึกษา/นิสิต	56
ข้าราชการ	16
รัฐวิสาหกิจ	1
เอกชน	3
อื่นๆ	17
รายได้ต่อเดือน	
น้อยกว่า 5,000	33
5,001-8,000	39

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวนผู้บริโภค (%)
8,001-10,000	12
สูงกว่า 10,000	16

4.2 ข้อมูลพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลือง

จากการทดสอบผู้บริโภคเป้าหมายจำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เคยรับประทานน้ำมันถั่วเหลือง 99 คน คิดเป็น 99% ส่วนใหญ่รับประทานทุกวัน คิดเป็น 27.27% ส่วนใหญ่เลือกซื้อแบบบรรจุใส่ถุงพลาสติก คิดเป็น 54.55% ซื้อมันถั่วเหลืองจากตลาดสด คิดเป็น 27% เหตุผลในการเลือกซื้อมันถั่วเหลืองคือมีคุณค่าทางโภชนาการ/มีประโยชน์, สะดวกในการเลือกซื้อ/รับประทาน, รสชาติและ ราคาผลิตภัณฑ์ คิดเป็น 62, 23, 13 และ 2 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 พฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลือง

ข้อมูลด้านพฤติกรรมและทัศนคติ	จำนวนผู้บริโภค (คน)
เคยรับประทานน้ำมันถั่วเหลือง	
เคย	99
ไม่เคย	1
ความบ่อยครั้งในการรับประทานน้ำมันถั่วเหลือง	
ทุกวัน	27
3-4 ครั้ง/สัปดาห์	17
1-2 ครั้ง/สัปดาห์	24
น้อยกว่า 1 ครั้ง/สัปดาห์	25
อื่นๆ	6

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ข้อมูลด้านพฤติกรรมและทัศนคติ	จำนวนผู้บริโภค (คน)
ภาชนะบรรจุน้ำมันถั่วเหลืองที่ซื้อ	6
ถุงพลาสติก	
แก้วพลาสติก/ขวดพลาสติก	54
ขวดแก้ว	2
กล่องพลาสติก/กล่องกระดาษ	26
สถานที่ที่ซื้อน้ำมันถั่วเหลือง	17
ซูเปอร์มาร์เก็ต	
ร้านสะดวกซื้อ	23
หาบเร่/แผงลอย	23
ในร้านอาหาร	21
ตลาดสด	6
เหตุผลในการเลือกซื้อน้ำมันถั่วเหลือง	27
มีคุณค่าทางโภชนาการ/มีประโยชน์	
รสชาติ	62
สะดวกในการเลือกซื้อ/รับประทาน	13
ราคาผลิตภัณฑ์	23
	2

4.3 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริมน้ำลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลือง

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคหลังการทดสอบผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริมน้ำลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลือง พบว่าลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม อยู่ในระดับคะแนน 6.26, 6.55, 6.36, 6.69, 6.77 และ 6.83 ดังแสดงในตารางที่ 15 ซึ่งระดับคะแนนจะอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลางด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริมน้ำลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลืองอยู่ในระดับยอมรับคิดเป็น 91% ถ้ามีผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองวาง

จำหน่ายมีผู้บริโภคที่ซื้อผลิตภัณฑ์ คิดเป็น 74% โดยบรรจุแก้วพลาสติก ขนาด 220 มล.จำหน่ายใน ราคา 8 บาท

ตารางที่ 15 การทดสอบผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริมน้ำลูกเดือยและวุ้นถั่วเหลือง

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนน
ลักษณะปรากฏ	6.26±0.14
สี	6.55±0.14
กลิ่น	6.36±0.16
รสชาติ	6.69±1.66
เนื้อสัมผัส	6.77±1.43
ความชอบรวม	6.83±1.44

ตารางที่ 16 การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริมน้ำลูกเดือยและวุ้นถั่วเหลืองภายหลังจากการทดสอบผลิตภัณฑ์ น้ำมันถั่วเหลืองเสริมน้ำลูกเดือยและวุ้นถั่วเหลือง

ข้อมูลการทดสอบผลิตภัณฑ์	จำนวนผู้บริโภค (%)
การยอมรับผลิตภัณฑ์	
ยอมรับ	91
ไม่ยอมรับ	9
ความเป็นไปได้ในการซื้อผลิตภัณฑ์	
ซื้อ	74
อาจจะซื้อ(ไม่แน่ใจ)	20
ไม่ซื้อ	6
- ราคาแพง	5
- ลักษณะบรรจุภัณฑ์	1

5. ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของวุ้นถั่วเหลือง

จากการศึกษาคุณภาพทางเคมีของวุ้นถั่วเหลือง พบว่า ความชื้น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เถ้า และเยื่อใย มีค่าเท่ากับ 98.76, 0.05, 0.51, 0.02, 0.07 และ 0.699 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 แสดงคุณภาพทางเคมีของวุ้นถั่วเหลือง

ผลิตภัณฑ์	ความชื้น	คาร์โบไฮเดรต	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	เยื่อใย
วุ้นถั่วเหลือง	98.76	0.05	0.51	0.02	0.07	0.69

6. ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์นํ้านมถั่วเหลืองเสริมนํ้าลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลือง

จากการศึกษาคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์นํ้านมถั่วเหลืองเสริมนํ้าลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลือง พบว่า ความชื้น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เถ้า และเยื่อใย มีค่าเท่ากับ 86.78, 6.84, 1.15, 1.4, 0.28 และ 3.55 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับผลการวิเคราะห์ นํ้านมถั่วเหลืองทั่วไปพบว่ามี ความชื้น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เถ้า และเยื่อใย มีค่าเท่ากับ 85.70, 8.35, 1.44, 2.00, 0.41 และ 2.10 ตามลำดับ พบว่า ผลิตภัณฑ์มีปริมาณที่ใกล้เคียงกันโดยผลิตภัณฑ์นํ้านมถั่วเหลืองเสริมนํ้าลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลืองมีปริมาณ เยื่อใย ที่เพิ่มขึ้น และมีปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้าลดลง เพราะมีการเติมส่วนที่เป็นนํ้าลูกเดี๋ยลงในผลิตภัณฑ์จึงส่งผลให้มีปริมาณโปรตีน ไขมัน ลดลง

ตารางที่ 18 แสดงคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์นํ้านมถั่วเหลืองเสริมนํ้าลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลือง

ผลิตภัณฑ์	ความชื้น	คาร์โบไฮเดรต	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	เยื่อใย
นํ้านมถั่วเหลืองเสริม นํ้าลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลือง	86.78	6.84	1.15	1.4	0.28	3.55
นํ้านมถั่วเหลือง	85.70	8.35	1.44	2.00	0.41	2.10

7. ผลการศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเคี้ยวและวันถั่วเหลือง

โดยนำผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเคี้ยวและวันถั่วเหลืองที่ผ่านการยอมรับจากผู้บริโภค นำมาศึกษาอายุการเก็บ โดยนำผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเคี้ยวและวันถั่วเหลืองที่บรรจุในภาชนะแก้วพลาสติก (โพลีโพรพิลีน) ขนาด 220 มิลลิลิตร เก็บที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น ที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยทุกๆ 2 วันจะทำการเปิดผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเคี้ยวและวันถั่วเหลือง เพื่อวัดค่า pH และหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธีการใช้อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ และนำไปเจือจางในจานเลี้ยงเชื้อที่มีอาหารเลี้ยงเชื้ออยู่และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาบ่มเป็นเวลา 2 วัน ผลแสดงดังตารางที่ 19

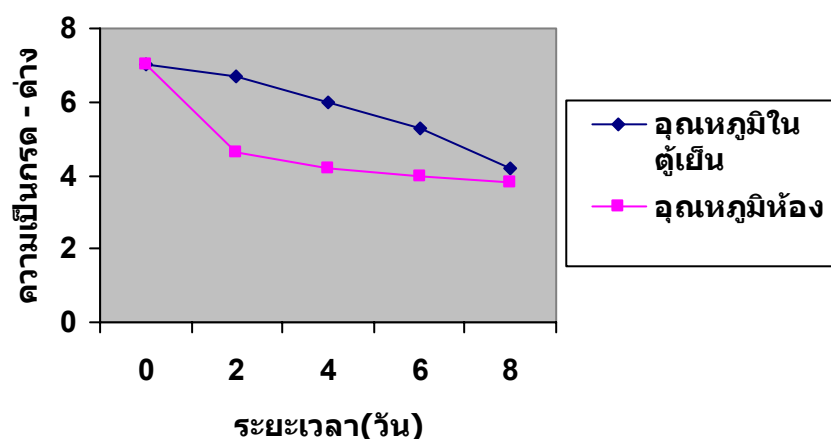
ตารางที่ 19 จำนวนจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเคี้ยวและวันถั่วเหลืองในทุกๆ 2 วันที่อุณหภูมิห้องและ อุณหภูมิตู้เย็น

วัน	จำนวนจุลินทรีย์/มิลลิลิตร	
	อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิตู้เย็น
0	100 Espc/ml	100 Espc/ml
2	750,000 Espc/ml	1,000 Espc/ml
4	3,000,000 Espc/ml	3,200 Espc/ml
6	>3,000,000 Espc/ml	8,900 Espc/ml
8	>3,000,000 Espc/ml	>41,5 00 Espc/ml

จากการศึกษาระยะเวลาการเก็บผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเคี้ยวและวันถั่วเหลืองในทุกๆ 2 วัน ในภาวะการเก็บรักษาที่ต่างกัน คือ ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิในตู้เย็น เพื่อศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเคี้ยวและวันถั่วเหลือง พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเคี้ยวและวันถั่วเหลืองที่เก็บในอุณหภูมิห้องสามารถเก็บได้เป็นเวลาน้อยกว่า 2 วัน ลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเคี้ยวและวันถั่วเหลืองจะมีการจับตัวเป็นก้อนและมีกลิ่นเปรี้ยว ผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเคี้ยวและวันถั่วเหลือง ที่เก็บในอุณหภูมิในตู้เย็นสามารถเก็บได้เป็นเวลา 6 วัน ผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเคี้ยวและวันถั่วเหลืองจะเริ่มจับตัวเป็นก้อน มีกลิ่นเปรี้ยว จากการศึกษาวิธีการตรวจสอบการปนเปื้อนอาหารในแก้วพลาสติก (โ

ลีโพพิติน) ซึ่งกำหนดให้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีปริมาณมากกว่า 10^4 หรือ มีจุลินทรีย์ประมาณ 10,000 Espc/ มิลลิลิตร ส่งผลให้อาหารนั้นเกิดการเน่าเสีย

ภาพที่ 7 กราฟแสดงค่าความเป็นกรด – ด่างในผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลือง ในอุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น



โดยนำผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลืองที่ผ่านการยอมรับจากผู้บริโภค มาศึกษาความสามารถในการเน่าเสียที่มีผลต่ออายุการเก็บน้ำมันถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลืองโดยใช้วิธีการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยนำผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลือง ทำการทดลองในอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิในตู้เย็น ที่ 5 องศาเซลเซียส ในทุก ๆ 2 วัน ก่อนการตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์

จากการศึกษาค่าความเป็นกรด – ด่าง ในผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลืองในทุกๆ 2 วัน ในอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น เพื่อศึกษาการเน่าเสียที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลือง พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลืองที่เก็บในอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็นมีความเปลี่ยนแปลงของค่า pH ที่ซึ่งมีค่าเป็นกรดเพิ่มขึ้น ทำให้คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลืองเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะเดิม

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. ผลการศึกษาตำรับมาตรฐานน้ำมันถั่วเหลือง พบว่า น้ำมันถั่วเหลืองตำรับที่ 1 ได้ลักษณะที่ดี เป็นที่ผู้ทดสอบยอมรับ โดยมีปริมาณถั่วเหลือง 10.48% น้ำตาลทราย 5.58 % น้ำ 83.77 % และเกลือป่น 0.17 %
2. ผลการศึกษาตำรับมาตรฐานน้ำลูกเดือย พบว่า น้ำลูกเดือยตำรับที่ 1 ได้ลักษณะที่ดี เป็นที่ผู้ทดสอบยอมรับ โดยมีปริมาณลูกเดือย 8.19 % น้ำตาลทราย 9.84% น้ำ 81.93% และ กรดซิตริก 0.04%
3. ผลการศึกษาปริมาณน้ำลูกเดือยและน้ำมันถั่วเหลืองที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริม น้ำลูกเดือยและน้ำมันถั่วเหลือง พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริม น้ำลูกเดือยและน้ำมันถั่วเหลืองตำรับที่ 15 เป็นตำรับที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับ โดยมีปริมาณของน้ำลูกเดือยที่ 30% และน้ำมันถั่วเหลืองที่ 20% พบว่า ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ 6.60 สี 6.55 กลิ่น 6.84 รสชาติ 6.89 เนื้อสัมผัส 6.72 และความชอบรวม 7.07
4. ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริม น้ำลูกเดือยและน้ำมันถั่วเหลือง จำนวน 100 คน พบว่า ด้านประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง 65 % อายุระหว่าง 15-25 ปี 60 % ระดับการศึกษาอยู่ในระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปว.ส) 66% อาชีพส่วนใหญ่เป็นนิสิต/นักศึกษา 56 % รายได้ต่อเดือน อยู่ในช่วง 5,001-8,000 คิดเป็น 39% ด้านพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคคือผู้บริโภคเคยรับประทานน้ำมันถั่วเหลือง คิดเป็น 99% ความบ่อยครั้งในการรับประทานเป็นทุกวัน 27% น้ำมันถั่วเหลืองที่ซื้อบรรจุในภาชนะเป็น ขวดพลาสติก 54% สถานที่ที่ซื้อน้ำมันถั่วเหลืองส่วนใหญ่ซื้อที่ ตลาดสด 27% และเหตุผลในการเลือกซื้อน้ำมันถั่วเหลือง คือมีคุณค่าทางโภชนาการ/ มีประโยชน์ คิดเป็น 76% ด้านการทดสอบผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริม น้ำลูกเดือยและน้ำมันถั่วเหลือง มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ 6.26 สี 6.55 กลิ่น 6.36 รสชาติ 6.69 เนื้อสัมผัส 6.77 และความชอบรวม 6.83 ในด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริม น้ำลูกเดือยและน้ำมันถั่วเหลืองอยู่ในระดับยอมรับมากคิดเป็น 91% และถ้ามีวางจำหน่ายจะมีผู้บริโภคซื้อผลิตภัณฑ์คิดเป็น 74% โดยบรรจุแก้วพลาสติก ขนาด 220 มล. ในราคา 8 บาท

5. ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของวุ้นถั่วเหลือง พบว่า ความชื้น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เถ้า และเชื้อใย มีค่าเท่ากับ 98.76, 0.05, 0.51, 0.02, 0.07 และ 0.699 ตามลำดับ

6. ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์นํ้านมถั่วเหลืองเสริมหน้าลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลือง พบว่า ความชื้น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เถ้า และเชื้อใย มีค่าเท่ากับ 86.78, 6.84, 1.15, 1.4, 0.28 และ 3.55 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับผลการวิเคราะห์ นํ้านมถั่วเหลืองทั่วไปพบว่ามีความชื้น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เถ้า และเชื้อใย มีค่าเท่ากับ 85.70, 8.35, 1.44, 2.00, 0.41 และ 2.10 ตามลำดับ

7. ผลการศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์นํ้านมถั่วเหลืองเสริมหน้าลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลือง พบว่าที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บได้น้อยกว่า 2 วัน ที่อุณหภูมิตู้เย็น (5 องศาเซลเซียส) เก็บได้เป็นเวลา 6 วัน พบว่า เชื้อจุลินทรีย์มีปริมาณ มากกว่า 104 หรือมีจุลินทรีย์ประมาณ 10,000 Espc/ มิลลิลิตร ซึ่งส่งผลให้เกิดการเน่าเสีย ด้านค่าความเป็นกรด-ด่าง มีการเปลี่ยนแปลงคือมีค่าเป็นกรดเพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์นํ้านมถั่วเหลืองเสริมหน้าลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลืองมีการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะเดิม

ข้อเสนอแนะ

1. ในการทำวันฉั้วเหลืองจะใช้เวลาในการหมัก 7-10 วัน ถ้าต้องการให้วันบางก็อาจจะหมักไม่ถึงวันที่กำหนดแต่ไม่ควรหมักเกิน 14 วันเพราะจะทำให้วันที่ได้มีลักษณะที่ไม่ดี
2. การศึกษาอาจใช้วัตถุดิบอื่นเพิ่มขึ้น เพื่อนำมาผสมในผลิตภัณฑ์น้ำฉั้วเหลืองจะเป็นการสร้างทางเลือกให้กับผู้บริโภคให้หลากหลายมากขึ้นและยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้บริโภคหันมาบริโภคน้ำฉั้วเหลืองเพิ่มมากขึ้น
3. ควรศึกษาภาษีชนิดอื่นที่เสริมลงในผลิตภัณฑ์น้ำฉั้วเหลืองเพื่อให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์และบริการ. 2538. **ผลิตภัณฑ์ลูกเดี๋ย**. นสพ.กสิกร ปีที่ 68 (ฉบับที่) : หน้า 54.

กรศุติ รัตนปรียานุช. 2544. **การผลิตน้ำมันถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมในโรงงานนาร่อง**.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กองโภชนาการ. 2543. **อาหารสำหรับสตรีวัยทอง**. องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
กรุงเทพฯ.

เจียมทอง นิมจินดา. 2538. **ทฤษฎีอาหาร**. โรงพิมพ์การศาสนา. กรุงเทพฯ.

คัคณางค์ ทองสุก. 2542. **ถั่วเหลืองอาหารเพื่อสุขภาพ**. อาหาร ปีที่ 29 (ฉบับที่ 3) : หน้า 212-213.

คณะกรรมการกลุ่มผลิต ชุติวิชาผลิตภัณฑ์อาหาร. 2541. **ผลิตภัณฑ์อาหาร**.
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. นนทบุรี.

คมสัน หุตะแพทย์และวาสิ ยินศิชาติ. 2542. **ถั่วเหลือง พืชมหัศจรรย์ สารพันประโยชน์**.
สำนักพิมพ์เกษตรธรรมชาติ. กรุงเทพฯ.

ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. **ธัญชาติและพืชหัว**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ดวงจันทร์ เสงส์สวัสดิ์. 2545. **ใยอาหารเพื่อสุขภาพ**. อาหาร ปีที่ 32 (ฉบับที่ 3) : หน้า 157-159.

ธนาคารกสิกรไทย. 2533. **อาหารเสริมสุขภาพ**. ชวนพิมพ์. กรุงเทพฯ.

ปราโมทย์ ธรรมรัตน์. มปป. **อาหารจากถั่วลิสงมะพร้าว**. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์
อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

มณฑาทิพย์ ยุ่นฉลาด. มปป. **น้ามนัญญพิชผสม**. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

มลศิริ วิโรทัย. 2545. **เทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ**. โรงพิมพ์พัฒนาคุณภาพวิชาการ. กรุงเทพฯ.

รัชนิวรรณ เจริญรักษา สุขฤทัย ขาวนาผล และ ศอโรรัตน์ เลอเลิศวิชย์. 2541. **หมุยอเสริมใยอาหาร**. แผนงานพิเศษ, สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขต พระนครใต้.

ลำไย พันธุ์พิทักษ์ และสมหญิง ชากักดี. 2545. **รายงานการฝึกประสบการณ์**. สถาบันราชภัฏเลย. จังหวัดเลย.

วัณเพ็ญ จิตรเจริญ. 2541. **บทปฏิบัติการเคมีอาหาร 1**. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขต ลำปาง.

วิรัชศักดิ์ ธนาประชุม. 2527. **ลูกเดี๋ย**. วารสารสมาคมพ่อค้าข้าวโพดและพืชพันธุ์ไทย. ปีที่ 9 (ฉบับที่ 21) : หน้า 17-19.

ศิริมา วรรณรังษี. มปป. **คู่มือปฏิบัติการวิชาจุลชีววิทยาทางอาหาร**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ศิริลักษณ์ สีนธวาลัย. 2535. **ทฤษฎีอาหาร**. โรงพิมพ์ประชาชน. นนทบุรี.

ศรีสมร คงพันธุ์. 2542. **อาหารวัยทอง**. สำนักพิมพ์แสงแดด. กรุงเทพฯ.

สุธี วงศ์นิมิต. มปป. **มหัศจรรย์พันธุ์พืชสมุนไพรเครื่องดื่มป้องกันโรค**. สำนักพิมพ์พิมพ์ทอง. กรุงเทพฯ.

สำนักงานเกษตรจังหวัดเลย. 2530. **สัมมนาเชิงปฏิบัติการแปรรูปเค็ย**. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร.
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล และ มุทิตา มีนุ่น. 2539. **คู่มือปฏิบัติการเคมีชีววัตถุ**.
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อบเชย อิมสบาย. 2546. **น้ำผัก ผลไม้ เครื่องดื่มสุขภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์แสงแดด.
กรุงเทพฯ.

อาณัติ นิติธรรมยง และ ประไพศรี ศิริจักรวาล. 2543. **ฉั้วเหลืองกับสุขภาพ**. สถาบันค้นคว้าและ
พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

อรวินท์ โทรกี และ ประชา บุญญสิริกุล. 2522. **อาหาร**. บี.เอฟ.ไอ. กรุงเทพฯ.

Wistreich G.A. 1997. **Microbiological Laboratory Fundamentals and Applications**. Prentice
Hal, New Jercey.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตำรับมาตรฐานน้ำนมถั่วเหลืองและน้ำถั่วเขียว

ตำรับนํ้านมถั่วเหลืองมาตรฐาน

ตำรับที่ 1

ส่วนผสม

ถั่วเหลืองแห้ง	600	กรัม
น้ำตาลทราย	365	กรัม
น้ำ	2,500	กรัม
เกลือป่น	5	กรัม

วิธีทำ

1. ล้างเมล็ดถั่วให้สะอาด แช่นํ้าค้างคืน
2. บดถั่วเหลืองกับนํ้าด้วยเครื่องปั่นให้ละเอียด
3. เติมนํ้าที่เหลือลงไป คนให้เข้ากัน นํามากรองด้วยผ้าขาวบางเอากากออกให้

หมด

4. เอนํ้านมถั่วเหลืองที่ได้ใส่หม้อต้ม เติมนํ้าตาลทราย เกลือ เข้าด้วยกัน
5. ต้มให้เดือดอ่อนๆ เป็นเวลา 10 นาที

ที่มา : ภาณุพรรณ, 2545

ตำรับที่ 2

ส่วนผสม

ถั่วเหลืองแห้ง	1,000	กรัม
น้ำตาลทราย	912	กรัม
น้ำ	4,000	กรัม

วิธีทำ

1. เลือกเมล็ดถั่วที่เสียออกล้างแล้วแช่ในน้ำร้อน 2-3 ชั่วโมง คัดเอาเปลือกออก
2. ใส่ถั่วเหลืองลงในโถปั่น ปั่นให้เข้ากันจนละเอียด
3. กรองด้วยผ้าขาวบางที่รองด้วยตะแกรง บีบน้ำนมถั่วเหลืองออกให้หมด
4. นำน้านมถั่วเหลืองที่ได้มาต้มไฟอ่อน เคี่ยวจนน้ำงวดเล็กน้อย ใส่น้ำตาล พอ

น้ำตาลละลายหมด ยกลง

ที่มา : ศรีสมร, 2542

ตำรับที่ 3

ส่วนผสม

ถั่วเหลืองแห้ง	1,000	กรัม
น้ำตาลทราย	730	กรัม
น้ำ	6,000	กรัม
เกลือ	10	กรัม

วิธีทำ

1. คัดเอาสิ่งเจือปนหรือเศษผลออก นำถั่วเหลืองมาล้างน้ำให้สะอาด ชั่วเหลืองทิ้งไว้ 1 คืน
2. นำถั่วที่แช่ไว้มาปั่นหรือโม่ บดให้ละเอียด
3. นำไปกรองผ่านผ้าขาวบาง
4. นำน้ำนมที่ได้เติมน้ำ ต้มให้เดือด เติมน้ำตาล เกลือ คอยคนอยู่ตลอดเวลาจนเดือด

ขกลงจากเตา

ที่มา : คมสัน, 2542

ตำรับน้ำลูกเดือยมาตรฐาน

ตำรับที่ 1

ส่วนผสม

ลูกเดือยแห้ง	100	กรัม
น้ำตาลทราย	120	กรัม
น้ำ	1,000	กรัม
กรดซิตริก	0.5	กรัม

วิธีทำ

- ล้างลูกเดือยให้สะอาด แช่ในน้ำเดือยนาน 3-4 ชั่วโมง
- นำขึ้นตั้งไฟปานกลางต้มสัปดาห์ให้น้ำ 1,000 กรัม
- เติมน้ำตาลทรายและกรดซิตริกให้เดือด ยกลง

ที่มา : กรมวิทยาศาสตร์, 2538

ตำรับที่ 2

ส่วนผสม

ลูกเคี้ยวแห้ง	50	กรัม
น้ำตาลทราย	10	กรัม
น้ำ	250	กรัม
เกลือ	1	กรัม

วิธีทำ

ค้อยสุก

1. ล้างลูกเคี้ยวให้สะอาด นำใส่หม้อเติมน้ำ ยกหม้อขึ้นตั้งไฟ ต้มเคี่ยวจนเม็ดลูกเคี้ยวสุก
2. เติมน้ำตาลทราย เกลือ พักทิ้งไว้จนเย็น
3. นำใส่เครื่องปั่นอาจเติมน้ำสูกกลงไปได้เล็กน้อยปั่นจนเม็ดลูกเคี้ยวละเอียด

ที่มา : สุธี, มปป.

ตำรับที่ 3

ส่วนผสม

ลูกเคี้ยวแห้ง	150	กรัม
น้ำตาลทราย	90	กรัม
น้ำ	750	กรัม
เกลือ	2.5	กรัม

วิธีทำ

1. ปั่นลูกเคี้ยวกับน้ำให้เข้ากันละเอียด
2. นำใส่หม้อ ตั้งไฟอ่อน ใส่น้ำตาล เกลือ เคี่ยวจนละลาย
3. เคี่ยวอีกครั้ง ยกลง พักไว้ให้เย็น

ที่มา : อบเชย, 2546

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภค

แบบทดสอบ ข.1

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....
ชื่อผลิตภัณฑ์.....น้ำมันถั่วเหลือง.....

คำชี้แจง : การทดสอบน้ำมันถั่วเหลือง 3 คำรับ โดยให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบตามระดับ
ความชอบที่กำหนดให้

ระดับความชอบ

9 = ชอบมากที่สุด	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
8 = ชอบมาก	3 = ไม่ชอบปานกลาง
7 = ชอบปานกลาง	2 = ไม่ชอบมาก
6 = ชอบน้อย	1 = ไม่ชอบมากที่สุด
5 = เฉยๆ	

รหัสตัวอย่าง

คุณลักษณะ

ลักษณะปรากฏ	.....	.....	.....
สี	.....	.....	.....
กลิ่น	.....	.....	.....
รสชาติ	.....	.....	.....
ความชอบรวม	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะอื่นๆ (ถ้ามี).....
.....

ขอขอบคุณผู้ประเมินทุกท่าน
นางสาวปรศนิษฐ์ ทับใบแถม

แบบทดสอบ ข.2

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....
 ชื่อผลิตภัณฑ์.....น้ำลูกเดี๋ย.....

คำชี้แจง : การทดสอบน้ำลูกเดี๋ย 3 คำรับ โดยให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบตามระดับ
 ความชอบที่กำหนดให้

ระดับความชอบ

- | | |
|------------------|---------------------|
| 9 = ชอบมากที่สุด | 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย |
| 8 = ชอบมาก | 3 = ไม่ชอบปานกลาง |
| 7 = ชอบปานกลาง | 2 = ไม่ชอบมาก |
| 6 = ชอบน้อย | 1 = ไม่ชอบมากที่สุด |
| 5 = เฉยๆ | |

รหัสตัวอย่าง

คุณลักษณะ

ลักษณะปรากฏ	.....	.....	.....	.....	.....
สี	.....	.....	.....	.....	.....
กลิ่น	.....	.....	.....	.....	.....
รสชาติ	.....	.....	.....	.....	.....
เนื้อสัมผัส	.....	.....	.....	.....	.....
ความชอบรวม	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะอื่นๆ (ถ้ามี).....

ขอขอบคุณผู้ประเมินทุกท่าน
 นางสาวปรัศนีย์ ทับใบแถม

แบบทดสอบ ข.3

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์.....ผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลกลูโคสและวิตามินถั่วเหลือง.....

คำชี้แจง : การทดสอบผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลกลูโคสและวิตามินถั่วเหลือง 16 ตำรับ โดยให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบตามระดับ ความชอบที่กำหนดให้

ระดับความชอบ

9 = ชอบมากที่สุด	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
8 = ชอบมาก	3 = ไม่ชอบปานกลาง
7 = ชอบปานกลาง	2 = ไม่ชอบมาก
6 = ชอบน้อย	1 = ไม่ชอบมากที่สุด
5 = เฉยๆ	

รหัสตัวอย่าง

คุณลักษณะ

ลักษณะปรากฏ	.....	.....	.....	.....	.....
สี	.....	.....	.....	.....	.....
กลิ่น	.....	.....	.....	.....	.....
รสชาติ	.....	.....	.....	.....	.....
เนื้อสัมผัส	.....	.....	.....	.....	.....
ความชอบรวม	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะอื่นๆ (ถ้ามี).....
.....

ขอขอบคุณผู้ประเมินทุกท่าน
นางสาวปรีศนีย์ ทับใบแถม

แบบสอบถาม ข. 4

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเคี้ยว
และวุ้นถั่วเหลือง

คำชี้แจง : แบบสอบถามฉบับนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลือง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ของนางสาวปรัศนีย์ ทับใบแย้ม นิสิตปริญญาโท สาขาเกษตรศาสตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทำการวิจัยในเรื่อง ผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเคี้ยวและวุ้นถั่วเหลืองซึ่งแบบสอบถามประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคน้ำนมถั่วเหลือง

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมกากใย

ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านกรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์และตอบแบบสอบถาม
ข้อมูลทั้งหมด ทั้งนี้ข้อมูลที่ท่านตอบนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในงานวิจัยครั้งนี้

ข้าพเจ้าในนามผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณทุกท่าน
นางสาวปรัศนีย์ ทับใบแย้ม

คำแนะนำ : กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงใน ที่ท่านเห็นว่าตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

☐ ชาย

☐ หญิง

2. อายุ

☐ ต่ำกว่า 15 ปี

☐ 15-20 ปี

☐ 21-25 ปี

☐ 26-30 ปี

☐ 31 ปีขึ้นไป

3. การศึกษา

☐ มัธยมศึกษาตอนต้น

☐ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

☐ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)

☐ปริญญาตรี

☐ สูงกว่าปริญญาตรี

☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

4. อาชีพ

☐ นักเรียน

☐ นักศึกษา / นิสิต

☐ ข้าราชการ

☐ พนักงานรัฐวิสาหกิจ

☐ เอกชน

☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

5. รายได้ต่อเดือน

☐ น้อยกว่า 5,000 บาท

☐ 5,001-8,000 บาท

☐ 8,001-10,000 บาท

☐ สูงกว่า 10,000 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติของ ผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลือง

6. ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองหรือไม่ (หากไม่เคยให้ข้ามไปตอบข้อ 9)

☐ เคย

☐ ไม่เคย

7. ท่านรับประทานผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองบ่อยเพียงใด

☐ ทุกวัน

☐ 3-4 ครั้ง/สัปดาห์

☐ 1-2 ครั้ง/สัปดาห์

☐ น้อยกว่า 1 ครั้ง/สัปดาห์

☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

8. ท่านเลือกรับประทานน้ำนมถั่วเหลืองแบบใด

- ☐ บรรจุถุงพลาสติก ☐ บรรจุแก้วพลาสติก/ขวดพลาสติก
☐ บรรจุขวดแก้ว ☐ บรรจุกล่องพลาสติก/กล่องกระดาษ

9. สถานที่ที่ท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลือง

- ☐ ซูเปอร์มาร์เก็ต ☐ ร้านสะดวกซื้อ
☐ หาบเร่/แผงลอย ☐ ในร้านอาหาร
☐ ตลาดสด ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

10. หากท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองรับประทานท่านมีเหตุผลในการเลือกซื้ออย่างไร

- ☐ มีคุณค่าทางโภชนาการ/ประโยชน์ ☐ สะดวกในการเลือกซื้อ/รับประทาน
☐ รสชาติ ☐ ราคาผลิตภัณฑ์

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำลูกเดือยและวุ้นถั่วเหลือง

ผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำลูกเดือยและวุ้นถั่วเหลือง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสกัดถั่วเหลืองกับน้ำ เป็นของเหลว สีขาว เนื้อสัมผัสคล้ายน้ำนม โดยเสริมวุ้นถั่วเหลือง มีลักษณะเป็นเยื่อเหนียวนุ่ม มีสีขาว

11. กรุณาทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่อง ☐ ที่ท่านเห็นว่าตรงกับความรู้สึกมากที่สุดหลังจากท่านชิมผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำลูกเดือยและวุ้นถั่วเหลืองแล้ว

คุณลักษณะ	ความรู้สึกของท่าน								
	ไม่ชอบ มากที่สุด	ไม่ชอบ มาก	ไม่ชอบ ปานกลาง	ไม่ชอบ เล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบ เล็กน้อย	ชอบ ปาน กลาง	ชอบ มาก	ชอบ มากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
สี									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

ข้อคิดเห็น.....

ข้อเสนอแนะ.....

12. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเคี้ยวและวุ้นถั่วเหลืองนี้เพียงใด

☐ ยอมรับ

☐ ไม่ยอมรับ เนื่องจาก.....

13. หากนำผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำตาลูกเคี้ยวและวุ้นถั่วเหลือง บรรจุแก้วพลาสติก ขนาด 220 มล.วางจำหน่ายในราคา 8 บาท ท่านคิดว่าจะซื้อหรือไม่

☐ ซื้อ

☐ อาจซื้อ (ไม่แน่ใจ) เพราะ.....

☐ ไม่ซื้อ สาเหตุที่ไม่ซื้อเพราะ

☐ ราคาแพง และท่านคิดว่าควรมีราคาแก้วละ.....บาท

☐ ขนาดและปริมาณของผลิตภัณฑ์เนื่องจาก.....

☐ ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ เนื่องจาก.....

☐ อื่นๆ โปรดระบุ

ขอขอบคุณผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่าน

นางสาวปรัศนีย์ ทับใบแย้ม

ภาคผนวก ค

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี (เสาวลักษณ์และมูทิตา, 2539)

1. การหาปริมาณความชื้น (Moisture)

วิธีวิเคราะห์

1. อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105° C นาน 2-3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ในโถดูดความชื้น หลังจากนั้นชั่งหาน้ำหนัก
2. กระทำซ้ำข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้ง 2 ครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม
3. ชั่งตัวอย่างอาหารให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนอย่างละเอียด ประมาณ 1-2 กรัม ใส่ลงภาชนะหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว
4. นำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105° C นาน 5-6 ชั่วโมง
5. นำออกจากตู้อบใส่โถดูดความชื้น จากนั้นชั่งหาน้ำหนัก
6. อบซ้ำอีก ครั้งละประมาณ 30 นาที และทำซ้ำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้ง 2 ครั้ง ติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม
7. คำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้นคิดเป็น(\%)} = 100 \times \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

2. การหาปริมาณเถ้า (Ash)

วิธีวิเคราะห์

1. เเผด้วยกระบี่เบี่ยงเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600° C เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง ปิดสวิทซ์เตาเผาประมาณ 30-45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาตกลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนัก
2. เเผซ้ำอีก ครั้ง ละประมาณ 30 นาที และทำซ้ำในข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้ง 2 ครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม
3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนอย่างละเอียด ประมาณ 1-2 กรัมใส่ในถ้วยกระบี่เบี่ยงเคลือบซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว นำไปเผาในตู้จนหมดควัน นำเข้าเตาเผา ตั้งอุณหภูมิเตาเผาไว้ที่ 600-800° C ทำซ้ำข้อ 1-2
4. คำนวณหาปริมาณเถ้าจากสูตร

$$\text{ปริมาณเถ้าคิดเป็น (\%)} = 100 \times \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

3. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน (Protein)

วิธีวิเคราะห์

ขั้นตอนการย่อย

1. ชั่งตัวอย่าง (ของแข็ง) ให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 0.5-1 กรัม (ตัวอย่างของเหลวให้ปริมาตร 10-15 มิลลิลิตร) ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีน และทำแบลงค์

2. ใส่สารผสม CuSO_4 และ K_2SO_4 ประมาณ 5 กรัม

3. เติมซัลฟูริกเข้มข้นปริมาณ 20 มิลลิลิตร

ขั้นตอนการกลั่นและไทเทรต

1. จัดอุปกรณ์กลั่น แล้วเปิดสวิตช์ไฟ เปิดน้ำหล่อเย็นเครื่องควบแน่น

2. นำขวดลูกผสมฟู ขนาด 50 มิลลิลิตร ซึ่งบรรจุกรดบอริก (เข้มข้นร้อยละ 4) ปริมาณ 5 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร ซึ่งเติมอินดิเคเตอร์เรียบร้อยแล้ว ไปรองรับของเหลวที่จะกลั่น โดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลาย

3. ดูดสารละลายตัวอย่างด้วยปิเปตแบบกระเปาะขนาดความจุ 10 มิลลิลิตร ลงในช่องตัวอย่าง แล้วเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไป 20 มิลลิลิตร

4. กลั่นประมาณ 10 นาที ล้างปลายอุปกรณ์ควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดรองรับ

5. ไตเตรตสารละลายที่กลั่นด้วยกรดเกลือที่มีความเข้มข้น 0.02 N สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง

6. คำนวณหาปริมาณโปรตีนจากสูตร

$$\text{ปริมาณโปรตีนคิดเป็น (\%)} = \frac{(A-B) N \times 1.4007 \times F}{W}$$

W

A = ปริมาณกรดที่ใช้ไตเตรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ปริมาณที่ใช้ไตเตรตกับ blank (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของกรด

F = แฟกเตอร์

W = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)

4. การหาปริมาณไขมัน (Fat)

วิธีวิเคราะห์

1. อบขวดกลมสำหรับหาปริมาณไขมัน ซึ่งมีขนาดความจุ 250 มิลลิลิตร ในตู้อบไฟฟ้า ทิ้งให้เย็น โถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก ถ้าตัวอย่างเป็นอาหารชนิดที่มีไขมันมากให้ชั่ง 1-2 กรัม ถ้าเป็นชนิดที่มีไขมันน้อยให้ชั่ง 3-5 กรัม ท่อให้มิดชิดแล้วใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง คลุมด้วยสำลีเพื่อให้ตัวทำละลายมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ
3. นำหลอดตัวอย่างใส่ลงใน ซอกเคต
4. เติมตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ ลงในขวดหาไขมันประมาณ 150 มิลลิลิตร แล้ววางบนเตาให้ความร้อน
5. ประกอบอุปกรณ์ชุดสกัดไขมันพร้อมทั้งเปิดน้ำหล่ออุปกรณ์ควบแน่นแล้วเปิดสวิตซ์ให้ความร้อน
6. ใช้เวลาในการสกัดไขมันนาน 14 ชั่วโมงโดยปรับความร้อนให้หยดของตัวทำละลายกลั่นตัวจากอุปกรณ์ควบแน่นด้วยอัตราเร็ว 150 หยดต่อนาที
7. เมื่อครบ 14 ชั่วโมง นำหลอดใส่ตัวอย่าง ออกจากซอกเคต ทิ้งให้ตัวทำละลายไหลจากซอกเคตลงในขวดกลมจนหมด
8. ระบายตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยแบบสูญญากาศ
9. นำขวดหาไขมันอบในตู้ที่อุณหภูมิ 80-90° C จนแห้งใช้เวลาประมาณ 30 นาที ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น
10. ชั่งน้ำหนัก แล้วอบซ้ำอีกครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนัก 2 ครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม
11. คำนวณหาปริมาณไขมันจากสูตร

$$\text{ปริมาณไขมันคิดเป็น (\%)} = 100 \times \frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

5. การหาปริมาณเยื่อใย

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนอย่างละเอียด ประมาณ 1 กรัม ลงในครุชเบิล
2. วางครุชเบิลในอุปกรณ์ฯ พร้อมทั้งเปิดน้ำหล่อเย็น
3. เติมกรดซัลฟูริก (ซึ่งผ่านการให้ความร้อน) ปริมาณ 150 มิลลิลิตร ลงในคอลัมน์ แล้วเติม n-octanol³⁻⁴
4. ต้มจนเดือดเป็นเวลา 30 นาที
5. ปล่อยกรดซัลฟูริกทิ้งโดยการกรอง (เปิดสวิตช์สุญญากาศที่ตัวอุปกรณ์)
6. ล้างด้วยน้ำปราศจากไอออนซึ่งถูกทำให้ร้อน ปริมาณครั้งละ 30 มิลลิลิตร จำนวน 3 ครั้ง
7. เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ผ่านการทำให้ร้อน) ปริมาณ 150 มิลลิลิตร และ n-octanal

3-5 หยด

8. ต้ม 30 นาที แล้วกรองเช่นเดียวกับข้อ 6 และ 7
9. ล้างด้วยอะซิโตน ครั้งละ 25 มิลลิลิตร จำนวน 3 ครั้ง
10. นำครุชเบิลไปเผาในเตาอุณหภูมิ 500° C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วเผาซ้ำจนน้ำหนักคงที่
11. คำนวณหาปริมาณสารเยื่อใยจากสูตร

$$\text{ปริมาณสารเยื่อใยคิดเป็น (\%)} = 100 \times \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างหลังอบและหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

6. วิธีการวิเคราะห์คาร์โบไฮเดรต

วิธีการการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดในอาหารโดยทั่วไปกระทำโดยการคำนวณจากผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างปริมาณองค์ประกอบส่วนที่เป็น โปรตีน ไขมัน เชื้อไข ความชื้น และเถ้า

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด = น้ำหนักตัวอย่าง (โปรตีน+ไขมัน+เถ้า+ความชื้น+เชื้อไข)

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

(แผนกผลิตภัณฑ์จุลชีววิทยา, มปป.)

1. การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่าง 10 กรัม มาละลายในสารละลายสำหรับเจือจาง 90 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากัน
2. นำตัวอย่างที่เจือจาง 1: 10 (ทำให้เจือจางจนกว่าจะอ่านจำนวนจุลินทรีย์ 25-250)
3. นำแผ่นเพาะเชื้อ Petrifilm Aerobic Count Plate ออกจากตู้เย็น ปล่อยให้อุณหภูมิขึ้นถึงอุณหภูมิห้องก่อนใช้
4. วางแผ่นเพาะเชื้อบนพื้นราบเปิดแผ่นฟิล์มแผ่นบนขึ้น ให้เปิดถ่ายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ลงกลางแผ่นฟิล์มแผ่นล่าง ให้ปิดตั้งฉากกับแผ่นเพาะเลี้ยงเชื้อ
5. ปล่อยแผ่นเลี้ยงเชื้อลง วางแผ่นสำหรับกด โดยให้ด้านที่มีขอบคว่ำหน้าลง ลงบนแผ่นฟิล์มแผ่นบน ให้ส่วนวงกลมครอบลงบนบริเวณหยดตัวอย่าง ใช้นิ้วชี้ค่อยๆ กดตรงกลางแผ่น จนเห็นตัวอย่างกระจายทั่วบริเวณวงกลม อย่าบิดหรือเลื่อนแผ่นสำหรับกด
6. ยกแผ่นกดขึ้น รอ 2-3 นาทีเพื่อให้เจลแข็งตัว ก่อนเคลื่อนย้ายแผ่นเพาะเลี้ยงเชื้อ
7. บ่มแผ่นเพาะเลี้ยงเชื้อ โดยให้ด้านใสหงายขึ้น สามารถช้อนแผ่นได้ไม่เกิน 20 แผ่น

ภาคผนวก ง

ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ๑ การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏของน้ำมันถั่วเหลืองตำรับมาตรฐานทั้ง 3 ตำรับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	43.817	3	14.606	9.767	.000
Intercept	8556.006	1	8556.006	5721.824	.000
TRT	40.344	2	20.172	13.490	.000
REP	3.472	1	3.472	2.322	.129
Error	263.178	176	1.495		
Total	8863.000	180			
Corrected Total	306.994	179			

a. R Squared = .143 (Adjusted R Squared = .128)

ตารางผนวกที่ ๒ การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของน้ำมันถั่วเหลืองตำรับมาตรฐานทั้ง 3 ตำรับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	43.428	3	14.476	7.669	.000
Intercept	8391.339	1	8391.339	4445.296	.000
TRT	37.378	2	18.689	9.900	.000
REP	6.050	1	6.050	3.205	.075
Error	332.233	176	1.888		
Total	8767.000	180			
Corrected Total	375.661	179			

a. R Squared = .116 (Adjusted R Squared = .101)

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของ
น้ำมันถั่วเหลืองตำรับมาตรฐานทั้ง 3 ตำรับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	26.994	3	8.998	4.370	.005
Intercept	7827.606	1	7827.606	3801.486	.000
TRT	24.544	2	12.272	5.960	.003
REP	2.450	1	2.450	1.190	.277
Error	362.400	176	2.059		
Total	8217.000	180			
Corrected Total	389.394	179			

a. R Squared = .069 (Adjusted R Squared = .053)

ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ
ของ น้ำมันถั่วเหลืองตำรับมาตรฐานทั้ง 3 ตำรับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	71.350	3	23.783	5.175	.002
Intercept	4856.806	1	4856.806	1056.814	.000
TRT	54.544	2	27.272	5.934	.003
REP	16.806	1	16.806	3.657	.057
Error	808.844	176	4.596		
Total	5737.000	180			
Corrected Total	880.194	179			

a. R Squared = .081 (Adjusted R Squared = .065)

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของ น้ำนมถั่วเหลืองคำรับมาตรฐานทั้ง 3 คำรับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	66.733	3	22.244	7.319	.000
Intercept	6576.356	1	6576.356	2163.796	.000
TRT	36.311	2	18.156	5.974	.003
REP	30.422	1	30.422	10.010	.002
Error	534.911	176	3.039		
Total	7178.000	180			
Corrected Total	601.644	179			

a R Squared = .111 (Adjusted R Squared = .096)

ตารางผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏของน้ำลูกเดือยคำรับมาตรฐานทั้ง 6 คำรับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	368.722	6	61.454	22.801	.000
Intercept	12649.878	1	12649.878	4693.512	.000
TRT	367.122	5	73.424	27.243	.000
REP	1.600	1	1.600	.594	.442
Error	951.400	353	2.695		
Total	13970.000	360			
Corrected Total	1320.122	359			

a R Squared = .279 (Adjusted R Squared = .267)

ตารางผนวกที่ ๗ การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของ
น้ำลูกเดี๋ยวดำรับมาตรฐานทั้ง 6 ดำรับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	294.383	6	49.064	19.450	.000
Intercept	12402.136	1	12402.136	4916.395	.000
TRT	287.714	5	57.543	22.811	.000
REP	6.669	1	6.669	2.644	.105
Error	890.481	353	2.523		
Total	13587.000	360			
Corrected Total	1184.864	359			

a R Squared = .248 (Adjusted R Squared = .236)

ตารางผนวกที่ ๘ การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของ
น้ำลูกเดี๋ยวดำรับมาตรฐานทั้ง 6 ดำรับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	37.950	6	6.325	2.697	.014
Intercept	11845.069	1	11845.069	5050.009	.000
TRT	30.147	5	6.029	2.571	.027
REP	7.803	1	7.803	3.327	.069
Error	827.981	353	2.346		
Total	12711.000	360			
Corrected Total	865.931	359			

a R Squared = .044 (Adjusted R Squared = .028)

ตารางผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ
ของน้ำลูกเดือยตำรับมาตรฐานทั้ง 6 ตำรับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	210.828	6	35.138	8.589	.000
Intercept	10208.025	1	10208.025	2495.198	.000
TRT	185.758	5	37.152	9.081	.000
REP	25.069	1	25.069	6.128	.014
Error	1444.147	353	4.091		
Total	11863.000	360			
Corrected Total	1654.975	359			

a. R Squared = .127 (Adjusted R Squared = .113)

ตารางผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อ
สัมผัสของน้ำลูกเดือยมาตรฐานทั้ง 6 ตำรับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	179.850	6	29.975	9.839	.000
Intercept	11345.669	1	11345.669	3723.937	.000
TRT	170.181	5	34.036	11.172	.000
REP	9.669	1	9.669	3.174	.076
Error	1075.481	353	3.047		
Total	12601.000	360			
Corrected Total	1255.331	359			

a. R Squared = .143 (Adjusted R Squared = .129)

ตารางผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน
ความชอบรวมของ น้ำลูกเดือยตำรับมาตรฐานทั้ง 6 ตำรับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	146.517	6	24.419	8.470	.000
Intercept	11616.736	1	11616.736	4029.201	.000
TRT	142.714	5	28.543	9.900	.000
REP	3.803	1	3.803	1.319	.252
Error	1017.747	353	2.883		
Total	12781.000	360			
Corrected Total	1164.264	359			

a. R Squared = .126 (Adjusted R Squared = .111)

ตารางผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะ
ปรากฏของ น้ำลูกเดือยตำรับมาตรฐานทั้ง 2 ตำรับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	33.417	2	16.708	10.226	.000
Intercept	4404.408	1	4404.408	2695.519	.000
TRT	2.408	1	2.408	1.474	.227
REP	31.008	1	31.008	18.977	.000
Error	191.175	117	1.634		
Total	4629.000	120			
Corrected Total	224.592	119			

a. R Squared = .149 (Adjusted R Squared = .134)

ตารางผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของ
น้ำลูกเดี๋ยวดำรับมาตรฐานทั้ง 2 ดำรับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	82.733	2	41.367	22.076	.000
Intercept	4344.033	1	4344.033	2318.315	.000
TRT	2.700	1	2.700	1.441	.232
REP	80.033	1	80.033	42.712	.000
Error	219.233	117	1.874		
Total	4646.000	120			
Corrected Total	301.967	119			

a R Squared = .274 (Adjusted R Squared = .262)

ตารางผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของ
น้ำลูกเดี๋ยวดำรับมาตรฐานทั้ง 2 ดำรับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	16.433	2	8.217	3.949	.022
Intercept	4514.133	1	4514.133	2169.603	.000
TRT	5.633	1	5.633	2.708	.103
REP	10.800	1	10.800	5.191	.025
Error	243.433	117	2.081		
Total	4774.000	120			
Corrected Total	259.867	119			

a R Squared = .063 (Adjusted R Squared = .047)

ตารางผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ
ของน้ำลูกเดี๋ยดํารับมาตรฐานทั้ง 2 ดํารับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	17.083	2	8.542	5.727	.004
Intercept	5293.408	1	5293.408	3548.993	.000
TRT	8.008	1	8.008	5.369	.022
REP	9.075	1	9.075	6.084	.015
Error	174.508	117	1.492		
Total	5485.000	120			
Corrected Total	191.592	119			

a R Squared = .089 (Adjusted R Squared = .074)

ตารางผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อ
สัมผัสของน้ำลูกเดี๋ยดํารับมาตรฐานทั้ง 2 ดํารับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	44.417	2	22.208	14.470	.000
Intercept	4453.008	1	4453.008	2901.306	.000
TRT	2.408	1	2.408	1.569	.213
REP	42.008	1	42.008	27.370	.000
Error	179.575	117	1.535		
Total	4677.000	120			
Corrected Total	223.992	119			

a R Squared = .198 (Adjusted R Squared = .185)

ตารางผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน
ความชอบรวมของ น้ำลูกเดี๋ยวดำรับมาตรฐานทั้ง 2 ดำรับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	11.333	2	5.667	5.320	.006
Intercept	5576.033	1	5576.033	5234.522	.000
TRT	.533	1	.533	.501	.481
REP	10.800	1	10.800	10.139	.002
Error	124.633	117	1.065		
Total	5712.000	120			
Corrected Total	135.967	119			

a R Squared = .083 (Adjusted R Squared = .068)

ตารางผนวกที่ 18 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะ
ปรากฏของผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเสริม น้ำลูกเดี๋ยวลูกและวุ้นถั่วเหลือง 16
ดำรับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	60.717	31	1.959	.996	.475
Intercept	44405.659	1	44405.659	22571.957	.000
TRT * REP	15.595	15	1.040	.528	.926
TRT	22.506	15	1.500	.763	.720
REP	23.836	1	23.836	12.116	.001
Error	1825.648	928	1.967		
Total	46481.000	960			
Corrected Total	1886.366	959			

a R Squared = .032 (Adjusted R Squared = .000)

ตารางผนวกที่ 19 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ของผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริมรำลูกเดี๋ยวน้ำมันถั่วเหลือง 16 ตำรับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	113.644	31	3.666	1.778	.006
Intercept	38518.544	1	38518.544	18683.170	.000
TRT * REP	31.886	15	2.126	1.031	.420
TRT	33.198	15	2.213	1.073	.377
REP	50.051	1	50.051	24.277	.000
Error	1913.230	928	2.062		
Total	40673.000	960			
Corrected Total	2026.874	959			

a. R Squared = .056 (Adjusted R Squared = .025)

ตารางผนวกที่ 20 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริมรำลูกเดี๋ยวน้ำมันถั่วเหลือง 16 ตำรับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	213.866	31	6.899	3.238	.000
Intercept	39720.182	1	39720.182	18641.586	.000
TRT * REP	31.391	15	2.093	.982	.472
TRT	50.610	15	3.374	1.584	.072
REP	133.095	1	133.095	62.464	.000
Error	1977.317	928	2.131		
Total	42078.000	960			
Corrected Total	2191.183	959			

a. R Squared = .098 (Adjusted R Squared = .067)

ตารางผนวกที่ 21 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริมรำลูกเดี๋ยและรำถั่วเหลือง 16 ตำรับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	168.429	31	5.433	2.102	.000
Intercept	41245.187	1	41245.187	15956.423	.000
TRT * REP	22.492	15	1.499	.580	.892
TRT	92.820	15	6.188	2.394	.002
REP	55.667	1	55.667	21.536	.000
Error	2398.754	928	2.585		
Total	44016.000	960			
Corrected Total	2567.183	959			

a R Squared = .066 (Adjusted R Squared = .034)

ตารางผนวกที่ 22 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส ของ ผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริมรำลูกเดี๋ยและรำถั่วเหลือง 16 ตำรับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	100.972	31	3.257	1.436	.059
Intercept	40287.885	1	40287.885	17761.201	.000
TRT * REP	15.427	15	1.028	.453	.962
TRT	33.956	15	2.264	.998	.455
REP	53.266	1	53.266	23.483	.000
Error	2104.990	928	2.268		
Total	42688.000	960			
Corrected Total	2205.962	959			

a R Squared = .046 (Adjusted R Squared = .014)

ตารางผนวกที่ 23 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน
ความชอบรวม ของ ผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองเสริม น้ำลูกเดี๋ยและวุ้นถั่วเหลือง
16 คำรับ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	60.717	31	1.959	.996	.475
Intercept	44405.659	1	44405.659	22571.957	.000
TRT * REP	15.595	15	1.040	.528	.926
TRT	22.506	15	1.500	.763	.720
REP	23.836	1	23.836	12.116	.001
Error	1825.648	928	1.967		
Total	46481.000	960			
Corrected Total	1886.366	959			

a. R Squared = .032 (Adjusted R Squared = .000)