



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง ผลิตภัณฑ์จากนมถั่วเหลือง
(Product from Soybean Milk)

โดย นางสาว ชลิตา กัดนิยม

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 23/4/33 อาจารย์ที่ปรึกษาวิชาพิเศษ

(อธิการบดี ศาสตราจารย์ ดร. วิจิตร)

..... 23/10/33 กรรมการของภาควิชา

(ผศ. เขมฉัตร สุธะพินธุ)

..... 23/10/33 กรรมการของภาควิชา

(อธิการบดี ศาสตราจารย์ ดร. วิจิตร)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

(ผศ. เขมฉัตร สุธะพินธุ)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 23 เดือน 10 พ.ศ. 33

14096
24 S.H. 254

๒๓.
๔๕๓๗
๕๕๓๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



14096

ปัญหาพิเศษ
(45499)

เรื่อง

ผลิตภัณฑ์จากนมถั่วเหลือง
(Products from Soybean Milk)



T096921



โดย
นางสาว ชลิตา กัลดนิ่ม

พ.พ.
ค ๒๕๓๗
๒๕๓๓

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 96921
วันเดือนปี..... 5 JUN 2009

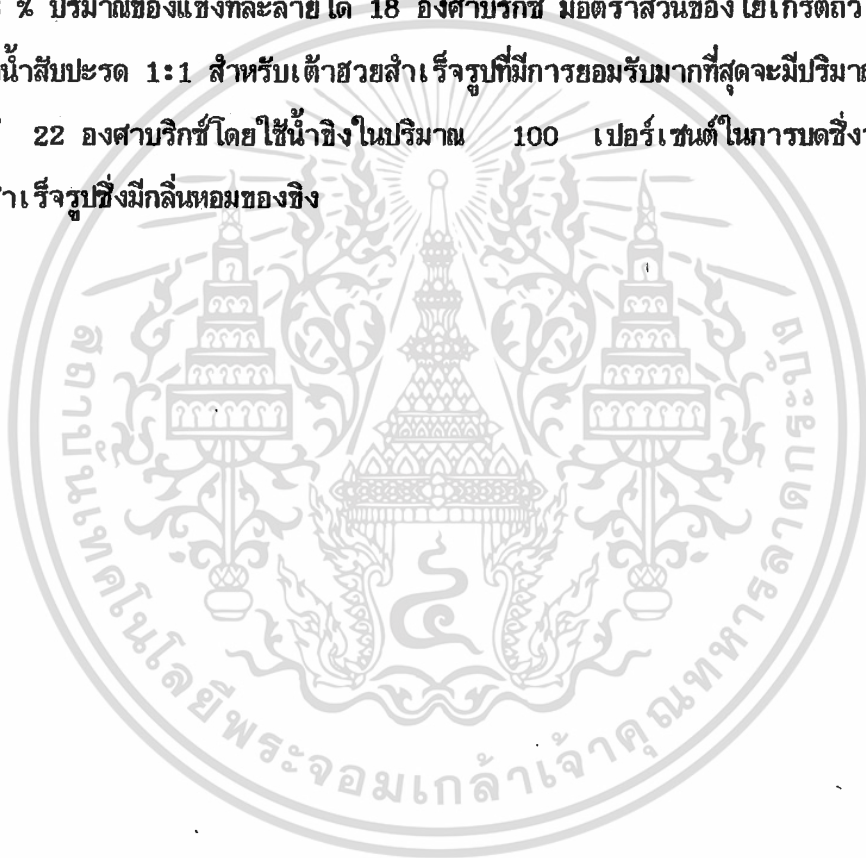
เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ
เรื่อง
ผลิตภัณฑ์จากนมถั่วเหลือง

ในการทดลองนี้ศึกษาผลิตภัณฑ์จากนมถั่วเหลือง คือ นมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มรสผลไม้และเต้าฮวยสำเร็จรูป นมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มซึ่งได้รับการยอมรับมากที่สุดจะมีปริมาณกรด 0.6 % ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 18 องศาบริกซ์ มีอัตราส่วนของโยเกิร์ตถั่วเหลืองต่อน้ำส้มหรือน้ำสับปะรด 1:1 สำหรับเต้าฮวยสำเร็จรูปที่มีการยอมรับมากที่สุดจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 22 องศาบริกซ์โดยใช้น้ำขิงในปริมาณ 100 เปอร์เซ็นต์ในการบดซึ่งจะทำให้ได้เต้าฮวยสำเร็จรูปซึ่งมีกลิ่นหอมของขิง



คำนิยม

ในการจัดทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณอาจารย์กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ และอาจารย์ทุก ๆ ท่านที่ให้คำแนะนำที่ยังประโยชน์ยิ่ง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านฝ่ายธุรการภาคฯ พนักงานประจำห้องปฏิบัติการที่เอื้ออำนวยความสะดวกต่าง ๆ

ตลอดทั้งขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกท่านด้วยใจจริงที่เป็นกำลังใจ และช่วยวิจารณ์เสนอแนะผลสัมฤทธิ์ในการค้นคว้าครั้งนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก
สารบัญญัตาร่าง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงส่วนประกอบของนมสดและโยเกิร์ต	10
1.2 แสดงปริมาณของวิตามินในนมสดและโยเกิร์ต	11
2.1 แสดงสารคาร์บอนิล คอมพาว (carbonyl compounds) ที่ผลิตโดยเชื้อโยเกิร์ต	19
4.1 แสดงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรด อัตราส่วนโยเกิร์ตถั่วเหลืองต่อเนื้อสับปะรดในแต่ละตัวอย่าง	32
4.2 แสดงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรด อัตราส่วนโยเกิร์ตถั่วเหลืองต่อเนื้อส้มในแต่ละตัวอย่าง	33
4.3 แสดงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณน้ำซิง ในแต่ละตัวอย่าง	34
5.1 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนน จากผลการทดสอบ ทางประส ทศน์สัมผัสของนมถั่วเหลืองเปรี้ยวรสสับปะรด	36
5.2 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของนมถั่วเหลืองเปรี้ยวรสส้ม	40
✓5.3 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนจากผลการทดสอบทางประส ทศน์สัมผัสของเต้าฮวยสำเร็จรูป	43
✓ช.1 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพดี นิสัยของนมถั่วเหลืองเปรี้ยว รสสับปะรด	61
ช.2 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพดี นรสเปรี้ยวของนมถั่วเหลืองเปรี้ยว รสสับปะรด	62
ช.3 แสดงผลการ วิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสหวานของนมถั่วเหลืองเปรี้ยว รสสับปะรด	63
ช.4 แสดงผลการ วิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับของนมถั่วเหลืองเปรี้ยว รสสับปะรด	64
ช.5 แสดงผลการ วิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของนมถั่วเหลืองเปรี้ยว รสส้ม	65
ช.6 แสดงผลการ วิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสเปรี้ยวของนมถั่วเหลืองเปรี้ยว รสส้ม	66
ช.7 แสดงผลการ วิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสหวาน ของนมถั่วเหลืองเปรี้ยว รสส้ม	67
ช.8 แสดงผลการ วิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับรวมของนมถั่วเหลืองเปรี้ยว รสส้ม	68
ช.9 แสดงผลการ วิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของเต้าฮวยสำเร็จรูป	69
ช.10 แสดงผลการ วิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่น ของเต้าฮวยสำเร็จรูป	70
ช.11 แสดงผลการ วิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเต้าฮวยสำเร็จรูป	71
ช.12 แสดงผลการ วิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพดี นรสชาติของเต้าฮวยสำเร็จรูป	72
ช.13 แสดงผลการ วิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับรวมของเต้าฮวยสำเร็จรูป	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญแบบภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1	4
1.2	6
1.3	7
1.4	8
2.1	14
2.2	16
2.3	20
2.4 A,B	24
6.1	46
6.2	47



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทกัตยอ	ก
คำนิยม	ข
สารบัญตาราง	ค
สารบัญภาพ	ง
บทที่	
1. บทนำ	1
2. การตรวจเอกสาร	2
3. อุปกรณ์	30
4. การทดลอง	32
5. ผลการทดสอบและวิจารณ์ผลการทดลอง	35
6. สรุปผลการทดลองและขอเสนอแนะ	45
เอกสารอ้างอิง	76
ภาคผนวก ก	49
ภาคผนวก ข	52
ภาคผนวก ค	53
ภาคผนวก ง	54
ภาคผนวก จ	55
ภาคผนวก ฉ	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

น้ำนมเป็นอาหารที่สำคัญและใช้เป็นอาหารหลักสำหรับทารกและเด็ก ตลอดจนเป็นอาหารเสริมที่ดีของผู้ใหญ่ทุกเพศทุกวัย เพราะมีสารอาหารครบถ้วนตามความต้องการของร่างกาย แม้จะนับว่าเป็นอาหารที่สมบูรณ์ที่สุด ประเทศไทยเราจึงนับว่ายังมีการผลิตนมวัวได้น้อย ประมาณวันละ 40 เมตริกตัน และนมวัวยังมีราคาสูง ปัจจุบันนมวัวมีราคาเฉลี่ยประมาณ 7 บาท ต่อ กิโลกรัม และคาดว่าจะมีราคาสูงขึ้นกว่านี้ เนื่องจากนมวัวมีราคาแพงจึงทำให้ประชากรไทยไม่นิยมดื่มนมมากนักเมื่อพ้นวัยเด็ก นอกจากนี้คนไทยยังขาด เอ็นไซม์ แลคเตส (Lactase) ที่จะย่อยน้ำตาลแลคโตสซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งที่มีอยู่ในน้ำนม จึงทำให้คนไทยที่ดื่มนมวัวเกิดอาการท้องเดิน (diarrhea) ได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการหาสิ่งอื่นมาทดแทนน้ำนมวัวทั้งในด้านคุณค่าทางอาหารและราคา นมถั่วเหลืองจะมีความเหมาะสมที่สุดซึ่งสามารถทดแทนได้เป็นอย่างดี สามารถทำเป็นอุตสาหกรรมตลอดจนทำได้เองในครัวเรือนอีกด้วย

การบริโภคนมถั่วเหลืองในปัจจุบัน นอกจากจะบริโภคโดยตรงแล้วยังนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ เพื่อสนองความต้องการของผู้บริโภค ทำเนยจากนมถั่วเหลือง ทำไอเกิร์ตนมถั่วเหลือง หากมีการนำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากนมถั่วเหลืองให้อยู่ในรูปอาหารสำเร็จพร้อมที่จะรับประทานได้ เลขก็จะเป็นการเพิ่มความสะดวกในการบริโภค

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตนมถั่วเหลืองเปรียบพร้อมดื่มและศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผลิต
2. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตเต้าหู้ยั่วสำเร็จรูปพร้อมทั้งศึกษาหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผลิต

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 นมถั่วเหลือง

นมถั่วเหลืองมีถิ่นกำเนิดมาจากประเทศจีนก่อนคริสกาล แม้ว่าถั่วเหลืองจะเป็นแหล่งอาหารสำคัญที่แพร่หลายในกลุ่มชนทางภาคตะวันออก แต่นมถั่วเหลืองก็ใช้รับประทานกันแต่เพียงส่วนน้อยเพราะว่ามีกลิ่นถั่ว ในปัจจุบันแม้จะยังไม่มีโรงงานผลิตนมถั่วเหลืองขึ้นในประเทศญี่ปุ่น แต่เมื่อเร็ว ๆ นี้ ชาวญี่ปุ่นมีความสนใจในการที่จะใช้นมถั่วเหลืองเลี้ยงทารก และได้มีการค้นคว้าวิจัยเพื่อปรับปรุงคุณภาพ โรงงานผลิตถั่วเหลืองที่ใหญ่ที่สุดได้สร้างขึ้นที่ประเทศอินโดนีเซีย โดย UNICEF (United Nations International children's Fund) มีโรงงานของเอกชนที่ผลิตถั่วเหลืองที่ฮ่องกง และในประเทศอินเดียก็ได้มีการสนใจที่จะทำวิจัยเกี่ยวกับนมถั่วเหลือง

ในการทำนมถั่วเหลืองนั้นไม่มีวิธีมาตรฐาน ดังนั้นส่วนประกอบทางเคมีหรือคุณค่าทางอาหารของนมถั่วเหลืองจึงไม่เท่ากัน วิธีการดั้งเดิมในการทำนมถั่วเหลืองมาจากประเทศจีนซึ่งมีขั้นตอนในการทำ คือ นำถั่วเหลืองมาล้างน้ำให้สะอาดแล้วแช่น้ำค้างคืน จากนั้นก็นำมาล้างให้สะอาดแล้วนำมาบดกับน้ำโดยใช้ไม้กั้น ส่วนที่บดได้จะถูกสกัดด้วยน้ำ ในอัตราส่วน น้ำ 8 ส่วนคือ ถั่วเหลืองแห้ง 1 ส่วน พวกโปรตีนและน้ำมันจะถูกสกัดออกมาในอัตราส่วนเดียวกันกับในเมล็ดถั่วแห้งและอยู่ในรูปของอิมัลชันที่คงที่มาก ส่วนของแข็งที่ไม่ละลายก็จะถูกแยกออกโดยการกรองผ่านผ้าขาวบาง นำนมถั่วเหลืองที่กรองได้มาต้มให้เดือดอย่างน้อย 10 นาที การต้มจะช่วยในการปรับปรุงทั้งรสชาติและคุณค่าทางโภชนาการของนมถั่วเหลือง เทคนิคสมัยใหม่ได้มีการนำมาใช้ในการผลิตนมถั่วเหลือง ก็โดยการเติมน้ำมีขี้ผึ้งลงไป เพื่อปรับอัตราส่วนของโปรตีนและไขมันให้ทัดเทียมกับนมวัวหรือนมมารดา นอกเหนือจากนั้นแล้วยังมีการเติมพวกวิตามินต่าง ๆ และเกลือแร่ต่าง ๆ เช่น แคลเซียม เหล็ก และโปแตสเซียม นวกลิ้นถั่วของนมถั่วเหลืองที่ผลิตขึ้นสามารถแก้ไขให้ลดน้อยลงได้โดยการเติมกลิ่นต่างๆ เช่น วนิลา ช็อคโกแลต และมอลต์ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์สุดท้ายนี้ก็นำเข้าเครื่อง Homogenize และจำหน่ายในรูปของนมถั่วเหลืองสดหรือนมถั่วเหลืองเข้มข้นบรรจุกระป๋อง หรือในรูปของนมถั่วเหลืองผง แม้ว่านมถั่วเหลืองจะทำจากถั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหลืองทั้งเมล็ด โดยวิธีการสกัดด้วยน้ำดังกล่าวมาแล้ว ยังมีอีกวิธีหนึ่งคือ การทำนมถั่วเหลืองจาก แป้งถั่วเหลือง ซึ่งแป้งถั่วเหลืองมีการเติมแร่ธาตุและวิตามินต่าง ๆ แต่ก็ละลายในน้ำได้เพียง บางส่วนเท่านั้น

วิธีการผลิตนมถั่วเหลืองที่พบอีกวิธีหนึ่ง คือ เริ่มต้นจากโปรตีนถั่วเหลืองที่ละลายน้ำ (Water soluble soybean protein) และทำให้เกิด emulsion โดยการเติมพวก emulsifiers, น้ำมัน แร่ธาตุต่าง ๆ วิตามิน และน้ำตาล แม้ว่าวิธีนี้จะแพงกว่าวิธีสกัดนมถั่ว เหลืองจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ด แต่มีส่วนก็คือ สามารถที่จะควบคุมองค์ประกอบทางเคมีหรือคุณค่า ทางอาหารของน้ำนมถั่วเหลืองได้ และยังมีกลิ่นถั่วน้อยกว่านมถั่วเหลืองที่สกัด โดยวิธีใช้น้ำสกัดจาก ถั่วเหลืองทั้งเมล็ด

ในการสกัดน้ำถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองเมล็ดโดยใช้น้ำ ส่วนของแข็ง ๆ ที่ละลายน้ำได้ จะอยู่ในช่วง 50-55 % โดยน้ำหนักของถั่วเหลืองแห้ง

ในเรื่องคุณค่าทางโภชนาการของนมถั่วเหลืองนั้น ไม่คงที่ เพราะ ไม่มีมาตรฐานที่แน่นอนในการผลิตนมถั่วเหลือง มีรายงานว่านมถั่วเหลืองทำให้เกิด diarrhea ในทารกที่อ่อนมาก แต่จะในการผลิตนมถั่วเหลือง มีรายงานว่านมถั่วเหลืองทำให้เกิด diarrhea ในทารกที่อ่อนมาก แต่ จะไม่เกิดปัญหาขึ้นถ้าใช้เลี้ยงเด็กที่มีอายุตั้งแต่ 3 เดือนขึ้นไป โปรตีนของถั่วเหลืองก็มีคุณค่า ทางโภชนาการเท่าเทียมกับ casien และปริมาณของน้ำมันถั่วเหลืองก็พอเพียงกับความต้องการ ของร่างกาย โปรตีนจากถั่วเหลืองมี Methionine ซึ่งเป็นกรดอะมิโนตัวจำกัดขั้นต่ำสุดของ โปรตีนถั่วเหลือง แต่มี Lysine มากเกินความต้องการ โปรตีนจากงาจะขาด Lysine แต่มีปริมาณของ Methionine สูง ถ้าได้นำเอาโปรตีนทั้งสองจากงาจะขาด Lysine แต่มี ปริมาณของ Methionine สูง ถ้าได้นำเอาโปรตีนทั้งสองชนิดนี้มารวมกัน สามารถที่จะใช้ผสม กับถั่วเหลืองเพื่อทำนมเทียมจากพืชได้

สำหรับในประเทศไทยเรานี้ นมถั่วเหลืองส่วนมากทำกับอยู่ในลักษณะพร้อมที่จะดื่มได้ เลย ทำขึ้นเพื่อใช้รับประทานภายในครอบครัวหรือนำออกจำหน่ายบ้าง นมถั่วเหลืองเหล่านี้ เก็บไว้ไม่ได้นาน ส่วนนมถั่วเหลืองที่ทำกันเป็นอุตสาหกรรมเป็นนมถั่วเหลืองที่บรรจุในขวด ที่การผสมส่วนผสมและไขมันลงไปทำให้มีกลิ่นหอมและรสชาติมันมากขึ้นในเมืองไทยมีโรงงาน ประเภทนี้ 2 แห่ง ปริมาณการจำหน่ายนมถั่วเหลืองบรรจุขวดมีเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เป็นที่นิยมดื่มของ ประชาชนส่วนมาก เพราะนอกจากจะมีรสชาติดีแล้วยังให้ความสะดวกในการใช้และเก็บไว้ได้นานอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานทั่วเหลืองที่ดี ให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ปราศจากเอนไซม์ที่ขัดขวางการ
ใช้ประโยชน์ของโปรตีน ต้องมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

การใช้เวลาในการแช่

สภาวะในการบด

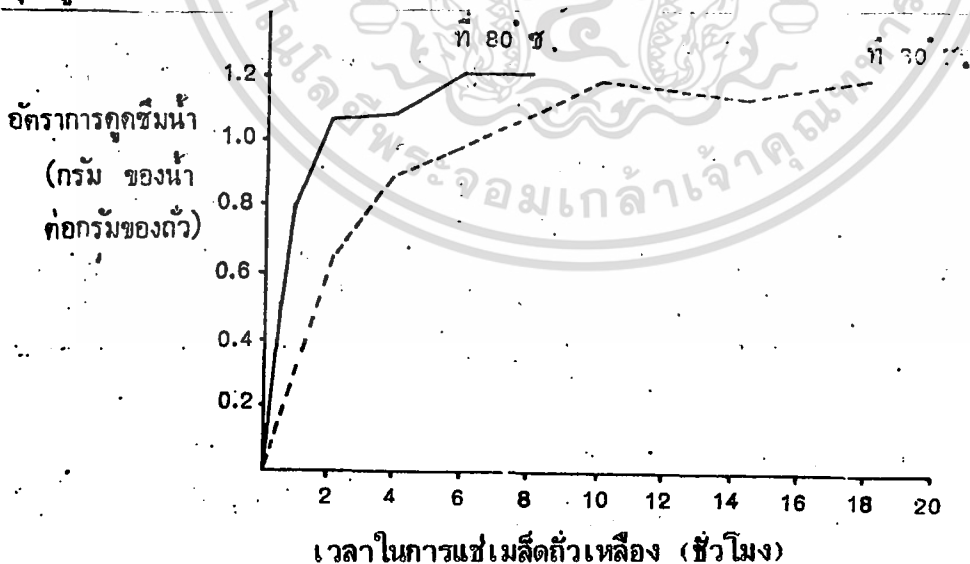
การให้ความร้อนกับเมล็ดเหลืองดิบ

เวลาที่ใช้ในการแช่เมล็ดเหลือง

ในการแช่เมล็ดเหลืองในน้ำใช้เวลาานมากเกินไป จะทำให้เกิดการหมักของแบคทีเรีย ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรืออาจเกิดรอยย่นที่ผิวเมล็ดเหลือง ถ้าเวลาที่ใช้ในการแช่เหมาะสม ผิวเมล็ดจะตึงเรียบ หรือสังเกตจากการแกะเมล็ดออกตามแนวขาว ถ้าบริเวณรอบจุดศูนย์กลางมีสีเหลืองกว่าขอบรอบนอกและแข็งกว่า แสดงว่าเวลาในการแช่ยังไม่เหมาะสม

เมล็ดเหลืองที่แช่นานมากเกินไป นอกจากทำให้ต้องทิ้งไปแล้ว ยังมีการสูญเสียสารประกอบอื่น ๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต แร่ธาตุและวิตามิน บางตัว

เมล็ดเหลืองมีการดูดซึมน้ำในแต่ละวันที่มีปริมาณใกล้เคียงกัน แต่ใช้เวลาในการดูดซึมต่างกัน มีรายงานว่าเมล็ดเหลืองสามารถดูดซึมทำได้มากที่สุดในปริมาณ 1.2 กรัมของน้ำต่อถั่ว 9 กรัม โดยใช้เวลาในการแช่ประมาณ 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 80 °ซ. หรือ ประมาณ 18 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 30 °ซ.



ภาพที่ 1.1 อัตราการดูดซึมน้ำของเมล็ดถั่วเหลืองที่แช่น้ำที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ กัน

ที่มา : มีมณฑาและคณะ 2529 (2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาวะในการบด

การบดเป็นการสกัดโปรตีนและสารประกอบอื่น ๆ ออกมาจากถั่วเหลืองโดยใช้ตัวละลาย โดยทั่ว ๆ ไปจะใช้การสกัดที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปจะใช้ น้ำที่อุณหภูมิห้อง (cold grind) ในปัจจุบันมักจะใช้วิธีบดด้วยน้ำร้อนซึ่งมีอุณหภูมิ 80 °ซ. ขึ้นไป (hot grind) ลดเวลาในการต้มนมถั่วเหลือง และลดกลิ่นเหม็นเขียวได้ (beany flavor)

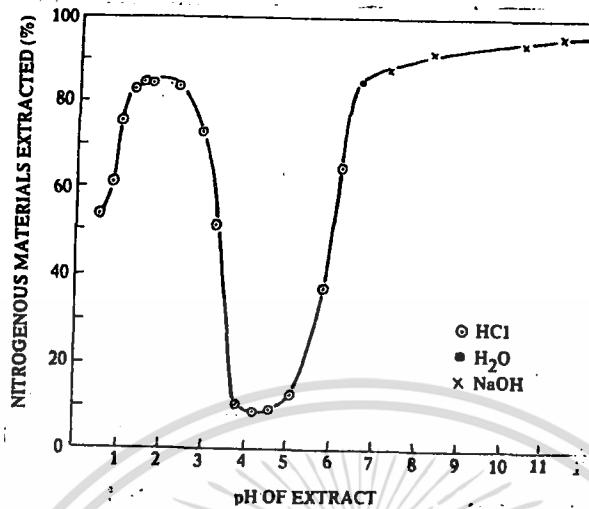
ในปี ค.ศ. 1968 นักวิจัยที่มหาวิทยาลัยคอร์เนล พบว่า ถ้าใช้น้ำร้อนหรือน้ำอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 80 °ซ. (180 °ฟ) จะสามารถยับยั้งเอนไซม์ไลโปออกซิเดส (engyme lipoxydase) ซึ่งจะทำให้นมถั่วเหลืองไม่มีกลิ่นถั่ว

Wilken *et al.* (1967) ศึกษาพบว่าถ้าบดถั่วกับน้ำอุณหภูมิระหว่าง 80 และ 100 องศาเซลเซียส และคงอุณหภูมินี้ไว้ประมาณ 10 นาที จะสามารถยับยั้งเอนไซม์ lipoxygenase ได้อย่างสมบูรณ์ และได้นมถั่วเหลืองที่ปราศจากกลิ่นเหม็นเขียว Mustakas *et al.* (1969) ได้ใช้วิธีการให้ความร้อนแห้ง 212 องศาฟาเรนไฮด์แก่เนื้อถั่วเหลืองก่อนบดเป็นแป้ง พบว่าสามารถยับยั้งปฏิกิริยาเอนไซม์ lipoxygenase ได้ และ

การละลายของโปรตีนในถั่วเหลืองส่วนใหญ่เป็นโปรตีนประเภท Globulin ซึ่งมีคุณสมบัติเด่นชัดอันหนึ่งคือ จะไม่ละลายน้ำในสภาวะที่ pH อยู่ในช่วงที่เรียกว่า Isoelectric points ซึ่งเป็นจุดที่มี pH ประมาณ 4.2-4.6 ดังในภาพที่ 4 แต่จะยังละลายได้ในกรณีที่เติมเกลือของ Sodium หรือ Calcium Chloride ลงไป ถ้า pH สูงหรือต่ำกว่าจุด Isoelectric pH, Globulin ก็จะสามารถละลายได้ในสภาวะที่ไม่มีเกลืออยู่ และจากการทดลองโดยใช้โปรตีนถั่วเหลืองที่สกัดน้ำมันออกแล้วนำมาละลายน้ำที่ pH 6.5 พบว่าประมาณ 85 % ของ Nitrogenous component (ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโปรตีน) จะละลายได้ และเมื่อใส่ต่างลงไปจะพบว่าค่าของการละลายจะเพิ่มขึ้นอีก 5-10 % แต่ถ้าใส่กรดลงไปในการละลายลดลงทันที และการละลายมีค่าต่ำสุดที่ pH 4.2-4.6 ซึ่งเป็นช่วงของ Isoelectric region และโปรตีนที่ไม่ละลายที่จุดนี้ จึงนำไปใช้ในการเตรียมเป็นโปรตีนสกัดที่เรียกว่า Protein Isolate เมื่อเพิ่มปริมาณกรดลงไปอีกจนเลขจุด Isoelectric pH จะพบว่าโปรตีนกลับละลายได้อีก

โปรตีนถั่วหรือ Globulin นี้สามารถที่จะเปลี่ยนคุณสมบัติการไม่ละลายน้ำที่จุด Isoelectric point ได้โดยการใช้ Enzyme pepsin เอนไซม์นี้จะตัดขนาดของโมเลกุลเล็กลง ซึ่งในการทำเป็น Modified globulin ก็จะมีประโยชน์ในการนำไปใช้ในอาหารที่

มีการร่วมอยู่ด้วย เป็นต้น



ภาพที่ 1.2 ความสัมพันธ์ของสภาวะกรดต่างที่ใช้ในการสกัดกับโปรตีนที่ได้
ที่มา : Smith (1972)

Kon et al. (1970) ก็ได้รายงานว่า การบดตัวกับน้ำภายใต้สภาวะเป็นกรด pH 3.85-2.2 สามารถยับยั้งเอนไซม์ lipoxygenase ได้ และได้ของผสมที่ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม หรือ กลิ่นเหม็นเขียว นอกจากประโยชน์ในการกำจัดกลิ่นแล้ว สภาวะเป็นกรดที่ pH 2.2 นี้ สามารถสกัด โปรตีน ได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การสกัดด้วยน้ำ

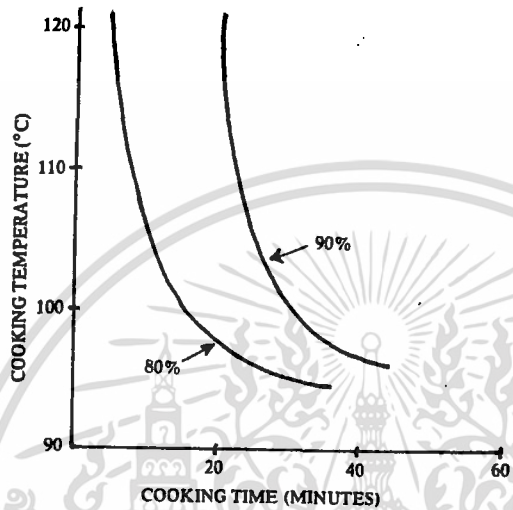
การให้ความร้อนกับนมถั่วเหลือง

การให้ความร้อน เป็นขั้นตอนที่สำคัญต้องมีความเหมาะสมทั้งอุณหภูมิและเวลา ในนมถั่วเหลืองที่ยังไม่ผ่านการให้ความร้อน จะมีสารที่เป็นตัวขัดขวางการใช้ประโยชน์ของโปรตีนในร่างกายของมนุษย์และอาจทำให้เกิดอาการปวดท้อง แลท้องอืด ได้ ดังนั้นการให้ความร้อนมีจุดประสงค์ คือ

1. เพื่อทำลาย ซอยบิน ทริปซินอินฮิบิเตอร์ (Soybean Trypsin inhibitors, STI) ซึ่ง เอส ที ไอ นี้ เป็นตัวขัดขวางการใช้ประโยชน์ของโปรตีน และทำให้เกิดอาการปวดท้อง ในร่างกายมนุษย์

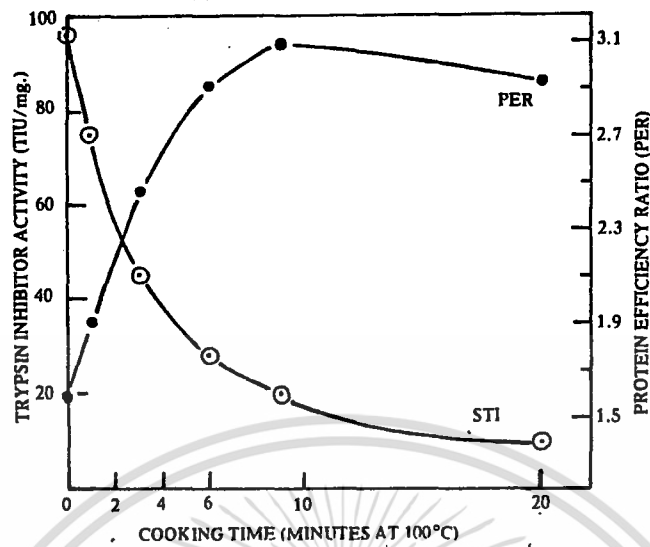
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hackler และคณะ, (1965) ได้พบว่าที่อุณหภูมิ 100 °ซ. เวลา 14 นาที จะยับยั้ง เอส ที ไอ ได้ร้อยละ 80 และที่เวลา 30 นาที จะสามารถยับยั้ง เอส ที ไอ (STI) ได้ร้อยละ 90 ดังรูป



ภาพที่ 1.3 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการหุงต้ม กับอุณหภูมิที่ใช้เพื่อทำลายตัวยับยั้งทริปิน ในนมถั่วเหลือง ที่มา : Hackler และคณะ (1965)

2. เพิ่มปริมาณโปรตีนที่มีคุณภาพ ซึ่งสามารถได้จากค่า พี อี อาร์ (Protein efficiency Ratio) Rackis (1975) ได้แสดงให้เห็นว่าถ้าให้ความร้อนกับนมถั่วเหลืองที่อุณหภูมิ 100 °ซ. เป็นเวลา 4 นาที จะสามารถทำได้ ได้ค่า พี อี อาร์ (PER) สูงสุด คือ ประมาณ 3.1 และสามารถยับยั้ง เอส ที ไอ (STI) ได้ถึงร้อยละ 79 ดังรูปที่ 7



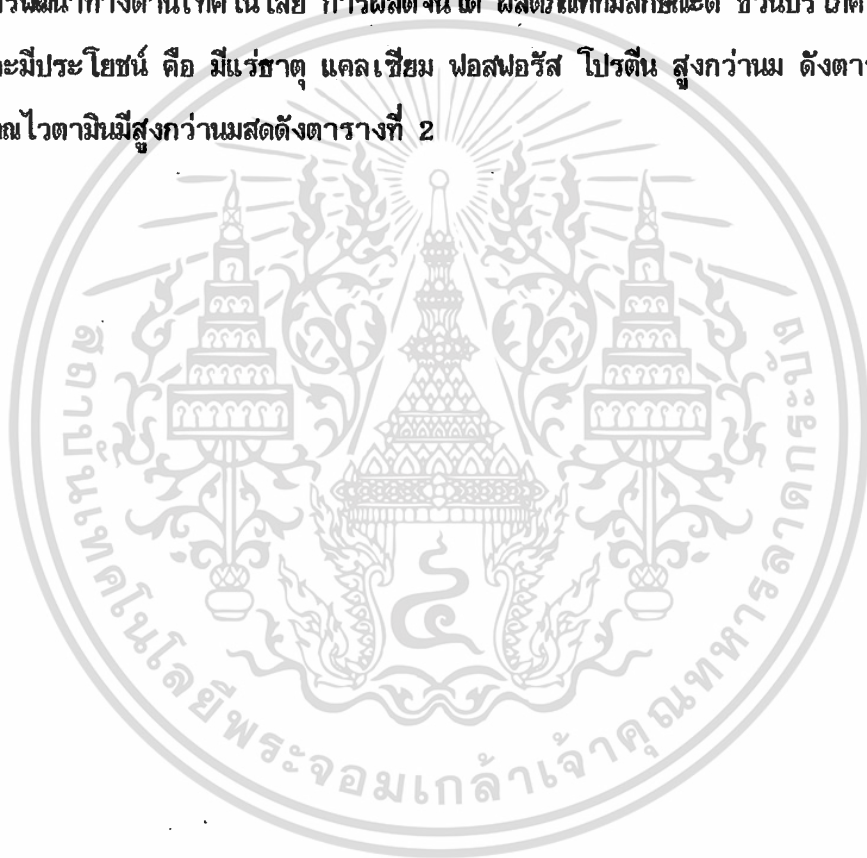
ภาพที่ 1.4 แสดงความสัมพันธ์ของเวลาที่ใช้ในการหุงต้มกับ กับค่าโปรตีนและ
ทริปซินอินฮิบิเตอร์

ที่มา : Rcakis (1975)

3. ปรับปรุงกลิ่นของนมถั่วเหลือง การให้ความร้อนจะลดกลิ่นถั่วดิบลงได้ ขณะที่ให้ความร้อนควรคนบ่อย ๆ เพื่อไม่ให้เกิดกลิ่นไหม้ จะทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ
4. เพิ่มอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ โดยการกำจัดเชื้อแบคทีเรีย
นมถั่วเหลืองในปัจจุบัน นอกจากจะนำมาบริโภคโดยตรง เช่นเดียวกับนมวัวแล้วยังสามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้อีก ได้แก่ เต้าหู้ เต้าฮวย และยังมีผู้ศึกษาการใช้ประโยชน์จากนมถั่วเหลือง โดยการผสมแทนนมวัวบางส่วนทำโยเกิร์ต และนมผง

2.2 นมเปรี้ยว

นมเปรี้ยว เป็นผลิตภัณฑ์นมที่นิยมบริโภคกันมากขึ้น ในปัจจุบันทั้งในรูปแบบเปรี้ยว แบบข้น คล้ายสังขยา ซึ่งเรียกว่าโยเกิร์ต ซึ่งมีทั้งชนิดที่มีการปรุงแต่งรสด้วยน้ำตาล ผลไม้กวน ส่วนนมเปรี้ยวอีกประเภทหนึ่ง เป็นชนิดเหลว ใช้ดื่ม จากภาชนะบรรจุได้เลย เช่น อาซิโดฟิลล์สมิลค์ ยาคูลท์ มังกาเรียนมิลค์ ดูมัส คีเฟอร์ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ ชนิดของนมที่ใช้ และกรรมวิธีการผลิต (Tamin และ Robinsor, 1985) ซึ่งทำให้มีชื่อเรียกแตกต่างกันไป การที่นมเปรี้ยวได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายเนื่องจาก มีการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี การผลิตจนได้ ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะดี ชวนบริโภค รสชาติอร่อย และมีประโยชน์ คือ มีแร่ธาตุ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โปรตีน สูงกว่านม ดังตารางที่ 1 และมีปริมาณวิตามินมีสูงกว่านมสดดังตารางที่ 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1
ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของนมสดและโยเกิร์ต

Constituent (Units/100 g)	Milk		Yoghurt		
	Whole	Skim	Full fat	Low fat	Fruit
Calories	67.5	36	72	64	98
Protein (g)	3.5	3.3	3.9	4.5	5.0
Fat (g)	4.25	0.13	3.4	1.6	1.25
Carbohydrate (g)	4.75	5.1	4.9	6.5	18.6
Calcium (mg)	119	121	145	150	176
Phosphorus (mg)	94	95	114	118	153
Sodium (mg)	50	52	47	51	-
Potassium (mg)	152	145	186	192	254

ที่มา : Deeth และ Tamime (1981)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ปริมาณของวิตามินในนมสดและโยเกิร์ต

Vitamin (Unit/100 gm)	Milk		Yoghurt	
	Whole	Skim	Full fat	Low fat
Vitamin A (IU)	148	-	140	70
Thiamin (B ₁) (Hg)	37	40	30	42
Riboflavin (B ₂) (Hg)	160	180	190	200
Pyridoxine (B ₆) (g)	46	42		46
Cyanocobalamine (B ₁₂) (g)	0.39	0.4	-	0.23
Vitamin C (mg)	1.5	1.0	-	0.7
Vitamin D (IU)	1.2	-	-	-
Vitamin E (IU)	0.13	-	-	-
Folic acid (g)	0.25	-	-	4.1
Nicotinic acid (g)	480	-	-	125
Pantothenic acid (g)	371	370	-	381
Biotin (g)	3.4	1.6	1.2	2.6
Choline (mg)	12.1	4.8	-	0.6

ที่มา : Decth และ Tamime (1981)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของโยเกิร์ต โยเกิร์ตในทางการค้าแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ โยเกิร์ตจืด (plain หรือ natural yoghurt). โยเกิร์ตที่ปรุงแต่งด้วยผลไม้ (fruit yoghurt) และ โยเกิร์ตที่ปรุงแต่งด้วยสารสังเคราะห์ (flavoured yoghurt) ซึ่งทั้ง 3 กลุ่มนี้ได้ทำการผลิตออกมาได้ทั้งแบบไม่ต้องกวน (set yoghurt) และแบบกวน (stirred yoghurt) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วแบบที่กวนเป็นชนิดที่มีความนิยมนมากกว่าแบบไม่ต้องกวน จากการที่ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยี จึงทำให้เกิดโยเกิร์ตที่วางจำหน่ายในท้องตลาดมีมากมายหลายชนิด ได้แก่

1. โยเกิร์ตชนิดฆ่าเชื้อแล้วเก็บได้ชั่วคราวและเก็บได้นาน (Pasteurized/UHT/Long-life yoghurt)
 2. โยเกิร์ตชนิดสลายแลคโตสแล้ว (Lactose hydrolysed yoghurt-LHY)
 3. โยเกิร์ตชนิดเหลว (Drinking yoghurt)
 4. โยเกิร์ตแช่แข็ง (Frozen yoghurt)
 5. โยเกิร์ตชนิดเข้มข้น (Condensed or Concentrated yoghurt)
 6. โยเกิร์ตชนิดอัดลม (Carbonated yoghurt)
 7. โยเกิร์ตชนิดทำเป็นเครื่องดื่ม (Yoghurt beverages)
 8. โยเกิร์ตชนิดผงชงดื่มได้ทันที (Dried or Instant yoghurt)
 9. โยเกิร์ตสำหรับผู้ควบคุมอาหาร (Dietetic or Therapeutic yoghurt)
 10. โยเกิร์ตนมถั่วเหลือง (Soy-Milk yoghurt)
- (Tamime และ Robinson, 1985)

การศึกษาด้านจุลินทรีย์

Grigoroff (1905) เป็นบุคคลแรกที่ได้ศึกษาเรื่องนี้ เขาพบว่ามีจุลินทรีย์ที่แตกต่างกันอยู่ 3 ชนิด ในโยเกิร์ตคือ ชนิดที่มีรูปร่างเป็นดิฟโฟสเตรพโตคอคคัส (diplostreptococcus), ชนิดที่มีรูปร่างเป็นก้างท่อน (rod/coccal-shaped) แลคโตบาซิลลัส (Lactobacillus) และชนิดที่มีรูปร่างเป็นท่อน (rod-shaped) ซึ่งมีชื่อเรียกว่า Lactobacillus จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1910 Metchnikoff ได้รายงานว่าเป็นแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกที่ใช้ผลิตโยเกิร์ตและเชื่อกันว่ามีส่วนช่วยให้ชาวบัลแกเรียมีอายุยืนได้แก่เชื้อ Bulgarian bacillus เพราะเชื้อนี้สามารถไปยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในลำไส้เล็กที่เป็นสาเหตุทำให้อาหารเกิดการบูดเน่าได้และต่อมาแบคทีเรียชนิดนี้ได้ถูกเปลี่ยนชื่อไปเป็น *Thermobacterium bulgaricum* โดย Orla-Jensen (1931) และในที่สุดก็เปลี่ยนไปเป็น *Lactobacillus bulgaricus* อย่างไรก็ตาม Rettger และ Cheplin (1921) และ Rettger et al. (1935) ได้รายงานว่าเป็น *Th. acidophilin* (*L. acidophilus*) เป็นแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกที่สามารถเจริญแพร่พันธุ์อยู่ในลำไส้เล็กได้ นอกจากนี้ยังมีรายงานอีกว่าการที่โยเกิร์ตจะมีคุณสมบัติเป็นยารักษาโรคลำไส้ได้นั้น จำเป็นต้องมีแบคทีเรียชนิดนี้อยู่ในลำไส้ด้วย

เชื้อโยเกิร์ตประกอบด้วยจุลินทรีย์ 2 ชนิดคือ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* ซึ่งทั้ง 2 ชนิดเป็นเทอร์โมฟิลิคแลคติกแอซิดแบคทีเรีย (thermophilic lactic acid bacteria) ที่สามารถเจริญในอุณหภูมิ 40 - 45° ซ. ได้ทั้ง 2 ชนิด ซึ่งเจริญอยู่ร่วมกันในลักษณะซิมไบโอซิส (symbiosis) การสร้างกรดจะมีสูงกว่าที่เชื้อทั้ง 2 ชนิดแยกกันอยู่ ตามรายงานของ Orla-Jensen (1931) โดยอาศัยกรรมวิธี Breed Smear Method พบว่า *L. bulgaricus* ทั้งในกรณีที่เลี้ยงร่วมกัน *S. thermophilus* หรือเลี้ยงแยกกันจะมีจำนวนเซลล์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งผิดกับ *S. thermophilus* : ซึ่งจะมีจำนวนเซลล์จากการเลี้ยงแบบผสมมากกว่าการเลี้ยงแต่ละเชื้อแยกกัน นอกจากนี้

Pette และ Lolkema (1950 b) ได้รายงานว่ปฏิริยาร่วมกันของเชื้อทั้ง 2 นั้นจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของกรดอมิโนชื่อเวสสัน ซึ่ง *L. bulgaricus* ผลิตขึ้นมา



ภาพที่ 2.1 ทิวเชื้อโยเกิร์ตประกอบด้วย *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* (x 800)

ที่มา : Hayes (1981)

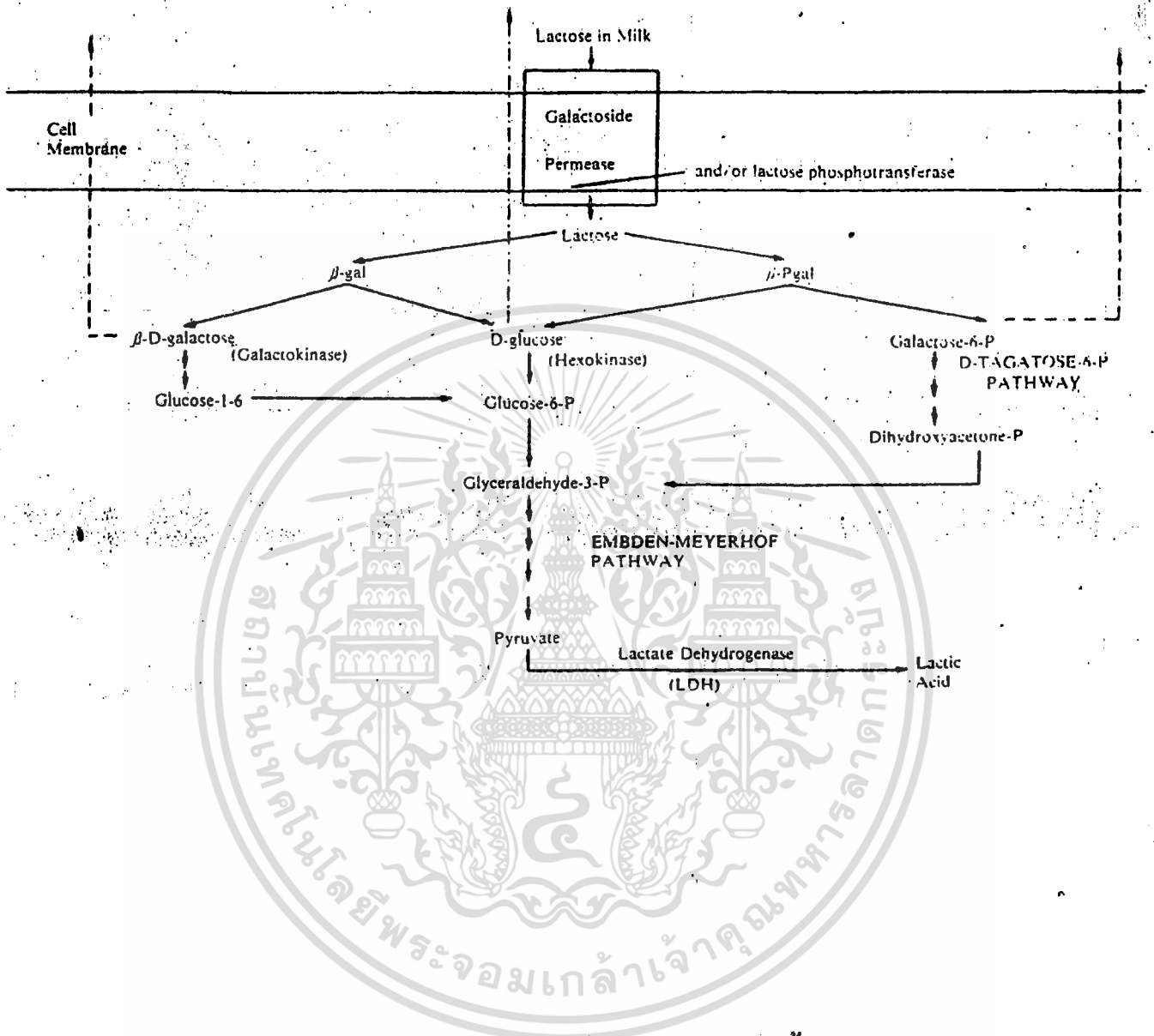
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของการหมักโยเกิร์ต (biochemistry of yogurt fermentation)

แนวทางการเปลี่ยนแปลง (metabolic pathway) ที่เกิดขึ้นในจุลินทรีย์ ประกอบด้วยปฏิกิริยาหลายชนิด ซึ่งควบคุมโดยเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ กัน การย่อยสลายสารอาหารที่มีอยู่ในอาหารเลี้ยงเชื้อพวกไบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และสารอื่น ๆ ให้มีโมเลกุลที่เล็กลง ก็จัดว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวองค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อจึงมีส่วนสำคัญต่อการเจริญ และแบ่งตัวของหัวเชื้อ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* รวมทั้งกลิ่นรสและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ดังนั้น การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่เกิดขึ้น โดยหัวเชื้อทั้งสองนี้ย่อมนำไปสู่การผลิตโยเกิร์ตที่มีคุณภาพสูง ในที่นี้จะพิจารณาเฉพาะการเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรตที่เกิดขึ้นเท่านั้น

แนวทางการเปลี่ยนแปลง (Metabolic pathways)

เชื้อแลคติกจะได้รับพลังงานจากการหมักคาร์โบไฮเดรต ซึ่งได้แก่ น้ำตาลแลคโตสที่มีอยู่ในนม ซึ่งการย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสจะเกิดขึ้นภายในเซลล์ของหัวเชื้อ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* โดยการนำน้ำตาลแลคโตสผ่านผนังเซลล์ของหัวเชื้อทั้งสอง ซึ่งในกรณีนี้สันนิษฐานว่าจะอาศัยเอนไซม์กาแลคโตไซด์ เพอร์มีเอส (galactoside permease) จากนั้นเอนไซม์บีตา ดี-กาแลคโตไซด์ (beta-D-galactosidase : B-gal) จะย่อยน้ำตาลแลคโตสภายในเซลล์นี้ให้เป็นน้ำตาล ดี-กลูโคส (D-glucose) และบีตา-ดี-กาแลคโตส (B-D-galactose) น้ำตาลดี-กลูโคสที่ได้จะเปลี่ยนไปเป็นกรดแลคติกภายในเซลล์ของหัวเชื้อทั้งสอง นอกจากนี้ เอนไซม์อีกชนิดหนึ่งคือ บีตา-ดี-ฟอสโฟการแลคโตไซด์ (beta-D-phosphogalactosidase : -Pgal) ก็จะย่อยน้ำตาลแลคโตสให้น้ำตาลดี-กลูโคสด้วยเช่นเดียวกัน ซึ่งแสดงแนวทางการเปลี่ยนแปลงหลัก ๆ ที่เป็นไปได้



ภาพที่ 2.2 แนวทางการเปลี่ยนแปลงการใช้น้ำตาลแลคโตสของหัวเชื้อ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus*

ที่มา : Tamime และ Robinson (1985)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างกรดแลคติก (production of lactic acid)

หัวเชื้อ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* จะย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสให้เป็นกรดแลคติกดังกล่าวมาแล้ว ซึ่งสรุปได้ดังสมการต่อไปนี้



กรดแลคติกที่ได้จะเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการทำโยเกิร์ตด้วยเหตุผล คือ

1. กรดแลคติกทำให้ casein micelles เปลี่ยนสภาพจากสารแขวงลอยซึ่งอยู่ในรูป calcium-caseinate-phosphate-complex (CCPC) แยกตัวไปเป็น casein complex, calcium lactate และ calcium phosphate ดังสมการ

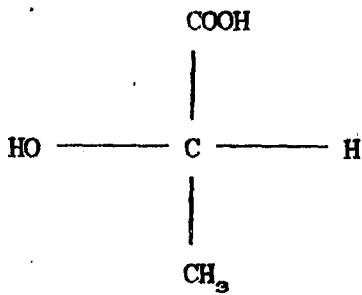


สารต่าง ๆ ที่ได้จากปฏิกิริยาจะอยู่ในลักษณะละลายอยู่ในส่วนประกอบที่เป็นน้ำนม เมื่อปริมาณของกรดแลคติกเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาในการบ่ม casein micelles ก็จะค่อย ๆ สูญเสียธาตุแคลเซียมไปเรื่อย ๆ จนทำให้เสถียรสมดุลย์ของธาตุแคลเซียมใน casein micelles และเมื่อถึง pH 4.6 - 4.7 casein จะเสถียรสมดุลย์จนทำให้เกิดการตกตะกอนของ casein และเกิด curd ขึ้น

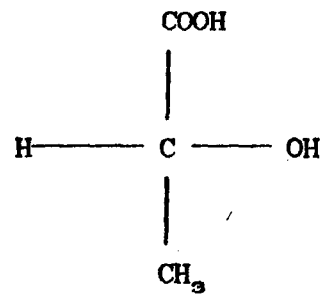
2. กรดแลคติกทำให้โยเกิร์ตมีลักษณะเฉพาะตัวของโยเกิร์ตในเรื่องรสชาติที่เปรี้ยวและแหลม (sharp and acidic taste) และมีกลิ่นหอม

เชื้อแลคติกจะมีเอนไซม์แลคเตท ดีไฮโดรจีเนส (lactate dehydrogenase : LDH) สำหรับสร้างกรดแลคติกจากกรดไพรูวิกที่ได้ในระหว่างการหมักนม กรดแลคติกที่ได้จะมีรูป (isomers) ที่แตกต่างกันคือเป็น L (+) หรือ D (-) ซึ่งจะมีโครงสร้างของอะตอมแตกต่างกันเฉพาะอะตอมคาร์บอนที่สองดังนี้

96921



L (+) lactic acid



D (-) lactic acid

โดยทั่วไปในการหมักโยเกิร์ต หัวเชื้อโยเกิร์ตที่ใช้เชื้อ *Streptococcus thermophilus* จะให้กรดแลคติกในรูป L (+) (L (+) lactic acid) ขณะที่เชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* จะให้กรดแลคติกในรูป D (-) (D (-) lactic acid) แต่ในการหมักโยเกิร์ตเชื้อ *Streptococcus thermophilus* จะเจริญได้เร็วกว่าเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* ดังนั้นกรดแลคติกในรูปของ L (+) จะเกิดขึ้นก่อน แล้วจึงเกิดกรดแลคติกในรูป D (-) ภายหลัง ด้วยเหตุนี้ เปอร์เซ็นต์ของกรดแลคติกชนิดต่าง ๆ ในโยเกิร์ตนี้สามารถสรุปสภาพของการหมักที่เกิดขึ้นได้ดังนี้ คือ

(1) โยเกิร์ตที่มีกรดแลคติกในรูป L (+) มากกว่า 70 % แสดงว่าหัวเชื้อโยเกิร์ตที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นพวก *Streptococcus thermophilus* หรือออกฤทธิ์การหมักเกิดขึ้นที่ต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส (ซึ่งเป็นอุณหภูมิการหมักที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *Streptococcus thermophilus*) หรือโยเกิร์ตจะถูกทำให้เย็นขณะที่ความเป็นกรดต่ำประมาณ 0.8 % หรือน้อยกว่า

(2) โยเกิร์ตที่ไม่กรดแลคติกในรูป D (-) มากกว่ากรดแลคติกในรูป L (+) แสดงว่าจะบ่งชี้หัวเชื้อที่อุณหภูมิค่อนข้างสูงคือ 45 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า หรือหมักเป็นเวลานานเกินไปทำให้ได้โยเกิร์ตที่มีความเป็นกรดสูง หรือหัวเชื้อมี *Lactobacillus bulgaricus* มากกว่าเชื้อ *Streptococcus thermophilus*

โดยทั่วไปโยเกิร์ตหมักจะมีกรดแลคติกในรูป L (+) ประมาณ 45 - 60 % และกรดแลคติกในรูป D (-) ประมาณ 40 - 55 % ซึ่งอัตราส่วนของ L (+) : D (-) จะใช้ในการประเมินคุณภาพของโยเกิร์ตทั้งนี้จากการหาอัตราส่วนของ L (+) : D (-) ดังกล่าว ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีจำหน่ายในท้องตลาด พบว่าจะมีค่าตั้งแต่ 0.35 (เปรี้ยวมาก) ถึง 8.25 (กรด

แลคติกในรูป L (-) เด่น แต่โยเกิร์ตที่ดี (good yogurt) ควรมีอัตราส่วนนี้เท่ากับสองอย่างไว้ก็ตาม การประเมินคุณภาพด้วยวิธีนี้ยังขึ้นกับความต้องการของผู้บริโภคในแต่ละท้องถิ่นด้วย

สารที่ให้กลิ่นในโยเกิร์ต

เชื้อโยเกิร์ตสร้างสารให้กลิ่นหอม (aromatic compound) ซึ่งทำให้โยเกิร์ตมีกลิ่นหอมเฉพาะ สารให้กลิ่นหอมในโยเกิร์ตแบ่งออกได้เป็น 4 พวกคือ

1. กรดที่ระเหยไม่ได้ เช่น กรดแลคติก (lactic acid); กรดไพรูวิก (pyruvic acid), กรดซัคซินิก (succinic acid) และกรดออกซาลิก (oxalic acid)
 2. กรดที่ระเหยได้ เช่น กรดฟอร์มิก (formic acid), กรดอะซิติก (acetic acid), กรดโพรปิโอนิก (propionic acid) และกรดมิวไทรค (butyric acid)
 3. สารประกอบพวกคาร์บอนิล เช่น อะเซทัลดีไฮด์ (acetaldehyde) อีทาซิโตน (acetone), อะเซทอิน (acetoin) และไดอะเซทิล (diacetyl)
 4. สารประกอบอื่น ๆ เช่น กรดอะมิโนบางชนิด ไซมีน และแลคโตส เป็นต้น
- สารให้กลิ่นหอมในโยเกิร์ตนั้นเป็นผลที่เกิดจากมีกรดแลคติกและสารประกอบพวกคาร์บอนิล (carbonyl compounds) Tamime และ Deeth (1980) ได้สรุปจากผลงานวิจัยหลายรายงานด้วยกัน ดังตารางที่ 3

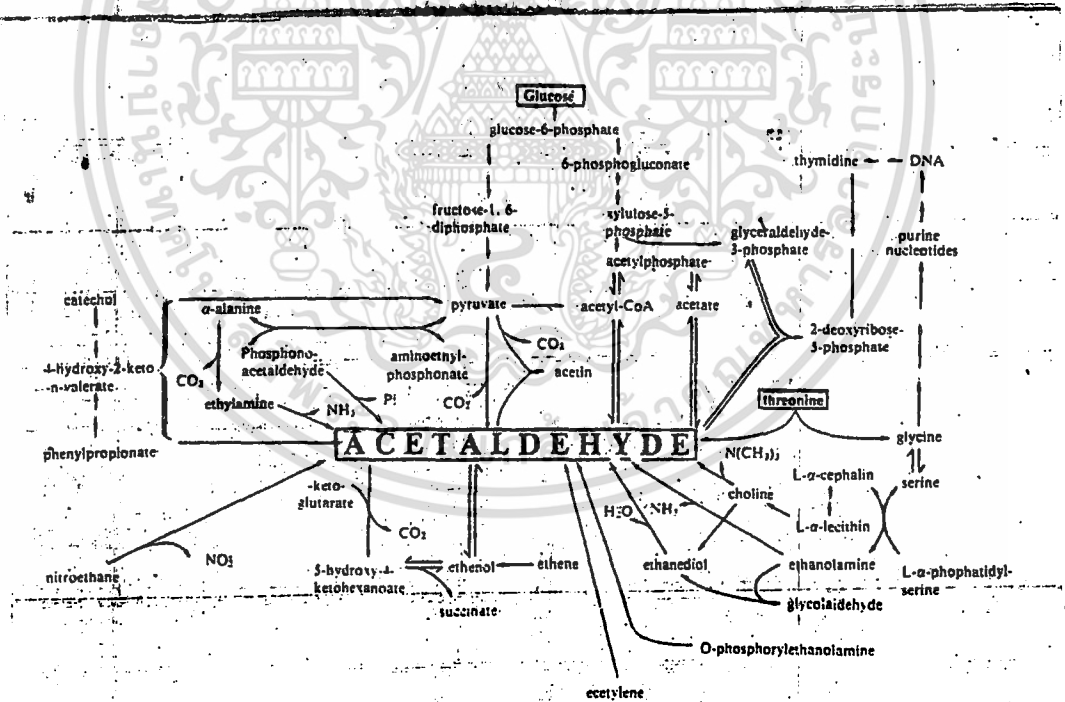
ตารางที่ 3 สาร carbonyl compounds (ppm) ที่ผลิตโดยเชื้อโยเกิร์ต

Organism	Acetaldehyde	Acetone	Acetoin	Diacetyl
S. thermophilus	1.0-8.3	0.2-5.2	1.5-7.0	0.1-13.0
L. bulgaricus	1.4-12.2	0.3-3.2	trace-2.0	0.5-13.0
Mixed culture	2.0-41.0	1.3-4.0	2.2-5.7	0.4-0.9

ที่มา : Tamime และ Robinson (1985)

ในระหว่างการหมักสาร acetaldehyde จะถูกสร้างขึ้นเมื่อ pH 5.0 และจะถึงจุด

สูงสุดที่ pH 4.2 และจะคงที่อยู่ที่ pH 4.0 จะสามารถเพิ่มระดับของ acetaldehyde ให้สูงขึ้นได้โดยการเติมธาตุไนโตรเจนไม่รวม ไนโตรเจนให้มากขึ้น หรือการใช้ความถี่ระหว่างต้นหมักให้เหมาะสม (Gornor, Palo และ Bertanova, 1971) และเมื่อนำโยเกิร์ตไปเก็บเย็นเป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง ระดับของ acetaldehyde ก็จะลดลงแต่ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ทำโยเกิร์ต เช่น ถ้าใช้นมสดล้วนๆ เป็นวัตถุดิบ การเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้หางนมผง การหมักในหมักโคพว่าหลังจากการหมัก 3 ชั่วโมงจะมีระดับของ acetaldehyde สูงสุดเมื่อเทียบกับนมแพะและนมแกะ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 ภาพที่ 2. วัฏจักรของปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องในการสร้าง acetaldehyde

ที่มา : Tamime และ Robinson (1985)



2.3 ผลิตภัณฑ์จากนมถั่วเหลือง

นมถั่วเหลือง ในปัจจุบัน นอกจากจะนำมาบริโภคโดยตรง เช่นเดียวกับนมวัว แล้วยังสามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้อีก ได้แก่ เต้าหู้ เต้าฮวย และยังมีผู้ศึกษาการใช้ประโยชน์จากนมถั่วเหลือง โดยการผสมแทนนมวัวบางส่วนเพื่อทำโยเกิร์ต

เต้าฮวย

เต้าฮวยมีลักษณะคล้ายเต้าหู้อ่อนมาก ผิดกันที่เต้าฮวยมีลักษณะเนื้อที่นุ่มกว่า และมีการใช้แป้งมันเป็นสารช่วยให้การรวมตัวของเนื้อเต้าฮวยดีขึ้น ขั้นตอนในการทำเหมือนทำเต้าหู้แต่ไม่มีการบีบน้ำออก

ขั้นตอนในการทำเต้าฮวย

ถั่วเหลืองที่คั่วแล้ว

แช่ในน้ำที่สะอาดเป็นเวลา 8 ชั่วโมง

บดด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 80 °ซ.

กรองเอากากออก

น้ำเต้าหู้ (หรือนมถั่วเหลือง)

ต้มให้น้ำเต้าหู้เดือดเป็นเวลา 10-15 นาที

เทใส่ภาชนะที่มีสารตกตะกอนและน้ำแป้งละลายอยู่

ตั้งทิ้งไว้ย่ำرابจนเป็นเวลา 5-10 นาที

เต้าฮวย

**ต้องสมคณณะเทคโนโลยีการเกษตร
| สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง |**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารเสริมถั่วเหลือง ประเภท อาหารหวาน
ในน้ำหนัก 100 กรัม

ชนิดอาหาร	ส่วนประกอบของอาหาร						
	พลังงาน แคลอรี	ความชื้น กรัม	โปรตีน กรัม	ไขมัน กรัม	คาร์โบไฮเดรต กรัม	กาก กรัม	เถ้า กรัม
ถั่วเหลืองคั่ว	280	45	10.5	15.3	25.0	2.2	1.6
เต้าส่วนถั่วเหลือง	267	59	9.6	22.2	7.3	0.9	0.9
ข้าวเหนียวเปียกถั่วเหลือง	112	71	2.6	1.3	22.4	0.6	2.0
ขนมบัวลอย	197	57	6.2	4.2	31.1	0.5	2.0
ขนมกล้วย	179	60	2.1	5.8	29.0	1.2	1.0
ข้าวตุก	359	33	4.2	18.6	42.1	1.1	1.2
ขนมดอกโสน	237	54	3.0	2.8	37.0	1.8	0.9
ขนมไข่นกกระทา	268	37	3.2	6.1	52.5	1.0	0.7
ขนมหัวเราะ	453	13	5.4	22.9	66.5	0.8	1.2
เค้กถั่วเหลือง	420	25	5.1	27.0	39.2	0.9	1.9
คุกกี้ถั่วเหลือง	551	2	5.9	34.7	54.9	0.9	2.0
โดนัทถั่วเหลือง	480	10	6.6	27.5	51.8	1.9	1.8
เต้าฮวย	34	93	4.4	1.8	0	-	1.6
น้ำขิง	18	95	0.1	0	4.2	-	0.4

ที่มา : สมชาย, (2522)

การตกตะกอน

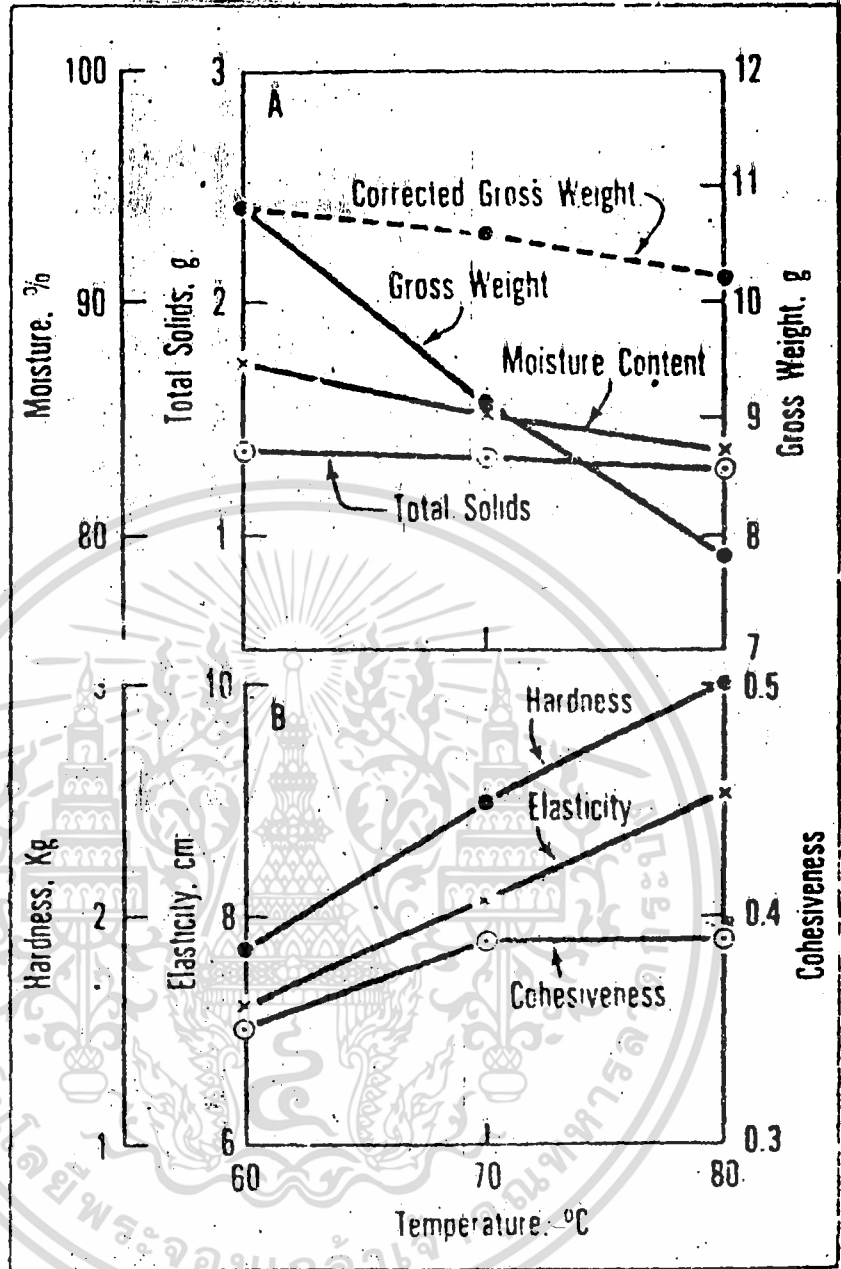
สารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอน คือ แคลเซียมซัลเฟต ($\text{Ca}_2 \text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2 \text{O}$) หรือที่คนจีนเรียกว่า เจียกอสสารเคมีนี้ทำให้ได้เต้าหู้อ่อน หรือเต้าหู้ยวที่มีลักษณะที่ไม่แข็งเกิดไป เมื่อใช้ในปริมาณที่เหมาะสมจะ ไม่มีรสชาตินอกจากนี้ยังมีราคาถูก หาได้ง่าย

การใช้แคลเซียมซัลเฟตในปริมาณที่น้อยกว่า 0.008 โมลจะไม่เกิดการจับตัว แต่อาจทำให้นมถั่วเหลืองมีลักษณะขุ่นขึ้นบ้าง ถ้าใช้ในปริมาณ 0.01 โมลจะเกิดเป็นตะกอนบางส่วนที่ไม่สมบูรณ์ ปริมาณการใช้ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0.02-0.04 โมลจึงจะเกิดตะกอนสมบูรณ์ ถ้าใช้ปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้เกิดการสั่น และเนื้อสัมผัสของเต้าหู้ยวแข็งกระด้าง

ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการตกตะกอน

เต้าหู้ยวซึ่งใช้แคลเซียมซัลเฟตตกตะกอนจะต้องใช้อุณหภูมิของนมถั่วเหลืองประมาณ 70 °ซ.

ได้มีการศึกษาการตกตะกอนของเต้าหู้ โดยใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) ปริมาณ 0.02 โมลในช่วงอุณหภูมิ 60-80 °ซ. พบว่า ถ้าใช้อุณหภูมิของนมถั่วเหลืองในการตกตะกอนเพิ่มขึ้น จะมีผลให้ น้ำหนักรวมทั้งหมดและความชื้นลง ในขณะที่ปริมาณของแข็ง (total solids) ยังคงที่ ดังกราฟรูปที่ 2.4A ในขณะที่ยวกับการใช้อุณหภูมิของนมถั่วเหลืองในการตกตะกอนเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ ความแข็งของเต้าหู้ (Hardness) ความคืนรูป ของเต้าหู้เมื่อถูกกดทับ (Elasticity) เพิ่มขึ้น การเกาะรวมตัวกันของเต้าหู้ (Cohesiveness) จะเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิ 60 °ซ. จนถึงอุณหภูมิ 70 °ซ. จากนั้น จะคงที่จนถึงอุณหภูมิ 80 °ซ. ดังภาพที่ B



ภาพที่ 7 ผลของอุณหภูมิขณะตกตะกอนต่อเต้าหู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงแม้ขบวนการผลิตเต้าหู้ เต้าฮวย จะเป็นขบวนการที่ง่าย แต่ปรากฏการณ์ตกตะกอนของ โปรตีน และการรวมตัวกันค่อนข้างจะซับซ้อน มีหลายปัจจัยมาเกี่ยวข้อง ได้มีผู้เสนอแนะว่า แคลเซียมไอออนเป็นตัวการสำคัญ ในการ cross-linking ระหว่างโมเลกุลโปรตีน แต่อย่างไรก็ตามตำแหน่งของการเกิด cross-linking ระหว่างโมเลกุลโปรตีน แต่อย่างไรก็ตามตำแหน่งของการเกิด cross-linking ความสัมพันธ์ระหว่างไอออนกับโปรตีนของถั่ว และปรากฏการณ์ตกตะกอนยังไม่เข้าใจกันอย่างสมบูรณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การใช้นมถั่วเหลืองทดแทนนมโค

นมถั่วเหลืองถึงแม้จะมีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงนมโค แต่ก็ยังมีคุณสมบัติที่ด้อยกว่านมโค เนื่องจากนมถั่วเหลืองมีสารประกอบบางตัวน้อยกว่านมโค เช่น น้ำตาลแลคโตส แร่ธาตุบางตัว จึงมีกานมถั่วเหลืองมาผสมกับนมโคในบางส่วน เพื่อลดต้นทุนการผลิตถ้ามีการนำนมถั่วเหลืองมาใช้ทดแทนนมโคทั้งหมด จะต้องมีการเติมสารบางอย่างเพื่อให้ ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับเช่นเดียวกับนมโค

การหมักนมถั่วเหลืองโดยแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก

นมถั่วเหลืองเป็นผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกับนมโค โดยได้จากการสกัดของเหลวจากถั่วเหลืองโปรตีนที่ได้ก็มีเหมือนกับนมโค จึงช่วยสนับสนุนต่ออาหารของเด็กอ่อนและเด็กเล็กแต่ถั่วเหลืองมีปัญหาเกี่ยวกับกลิ่นเหม็นเขียวจึงเป็นปัจจัยที่จำกัดการบริโภคสำหรับผู้ที่ไม่คุ้นเคยกับนมถั่วเหลือง จึงได้มีการศึกษาทางลดกลิ่นถั่ว ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีคือ

1. การให้ความร้อนต่อเมล็ดถั่วเหลืองก่อนหรือระหว่างการแปรรูป เพื่อระงับการทำงานของเอนไซม์ไลโปออกซิจีเนส (lipoxygenase) หรือระงับขบวนการออกซิเดชันของไขมัน
2. การสกัดเอาไขมันออก เพื่อป้องกันการเกิดกลิ่นเหม็นเขียว
3. การใช้ขบวนการหมักโดยจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติกที่เหมาะสม ซึ่งวิธีนี้ได้ประสพผลสำเร็จมาแล้วในการใช้เชื้อรา เช่น *Rhizopus okigisporus*, *Neurospora sitophila* และ *Aspergillus oryzae* ตลอดจนแบคทีเรีย *Bacillus natto* (Kanda, Wang, Hesseltine และ Warner, 1976)

Kellogg (1934) เป็นผู้ริเริ่มการใช้แบคทีเรียที่ผลิตในการหมักนมถั่วเหลืองเพื่อทำผลิตภัณฑ์คล้ายเนย (butter-products) โดยใช้ *L. acidophilus* ต่อมา Gehrke และ Weiser (1947) ได้ค้นพบว่านมถั่วเหลืองนั้นจัดเป็นอาหารที่ดีของแบคทีเรีย ที่ผลิตกรดแลคติก แต่ปริมาณกรดแลคติกที่ได้จะมีน้อยกว่าการใช้นมโค *S. citrovirus* (Leu. cremoris), *S. paracitrovorus* (Leu. dextranicum) และ *S. lactis* จะสามารถสร้างกรดแลคติกได้เพียงครึ่งเดียวของนมโค และไม่พบความแตกต่างของกรดไขมันที่ระเหยได้ในนมทั้ง 2 ตัว

อย่างเลย

Ariyama (1963) ได้พัฒนากระบวนการหมักนมถั่วเหลืองเพื่อทำโยเกิร์ตที่มีโปรตีน 9.8 เปอร์เซ็นต์ และแร่ธาตุอื่น ๆ สูงกว่าโยเกิร์ตทั่ว ๆ ไป โดยการเติมน้ำตาลซูโครส 15 เปอร์เซ็นต์ แล้วหมักด้วยเชื้อ *L.bulagricus* หรือทั้ง *L.bulgaricus* และ *S. thermophilus* ปรากฏว่าได้ผลผลิตที่ดีเป็นที่น่าพอใจ จากการศึกษาของนักวิจัยหลายคนได้สรุปได้ว่าเชื้อ *L.bulgaricus* ไม่มีความสามารถให้ซูโครสได้เลยดังนั้นการทดลองของ Ariyama (1963) จึงต้องใช้เชื้อทั้ง 2 ชนิดเพื่อให้ *S.thermophilus* ใช้ซูโครสหรือผลผลิตที่ได้จากการไฮโดรไลส์ซูโครส ซึ่งจะเพิ่มประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของ *L.bulgaricus* ที่สุด Ariyama จึงสรุปได้ว่าการสร้างกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์จะให้ดีและมีปริมาณสูงจำเป็นต้องใช้เชื้อโยเกิร์ตทั้ง 2 ชนิดร่วมกันและเขาได้เสริมอีกว่าผลผลิตที่ดีได้จากนมถั่วเหลืองที่มีปริมาณของแข็งรวม (total solid) สูง จะให้ผลผลิตที่ดีมีลักษณะและความหนืดแตกต่างไปจากการใช้หมักโค

Hang และ Jackson (1967) ได้ทำเนยแข็งจากนมถั่วเหลือง โดยใช้ *S. thermophilus* และได้สรุปไว้ว่าสามารถทำเนยแข็งได้ โดยจะมีเนื้อสัมผัสและความข้นอยู่น้อยกว่าการทำด้วย การใช้กรดอะซิติกหรือการตกตะกอนด้วยเกลือ การใช้ทางนมและเรนเนทสกัดร่วมกับกรดแลคติกจะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติดี เพราะหางนมจะช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของเชื้อในนมถั่วเหลืองเนื่องจากมีแลคโตสอยู่ร่วมด้วย Obera (1978) ได้แนะนำไว้ว่าผลผลิตที่ดีมักถ้าหากว่าเนยแข็งนั้นทำมาจากขบวนการผลิตแบบเก่า ๆ ดังนั้นเขาจึงปรับปรุงก้อนเคิร์ด (curd) ที่ได้จากการตกตะกอนด้วยเกลือมาเป็นการใช้ด้วยเอนไซม์โปรทีโอไลติก (proteolytic enzyme) ก่อนการเติมเชื้อ *S.cremaris* และ *S.lactis* Yamanaka และเพื่อนร่วมงาน (1970) ได้ทดลองทำโยเกิร์ตจากโปรตีนถั่วเหลืองผสมกับหมักโคและซูโครส และใช้เชื้อ *S.thermophilus* และ *L.bulgaricus* โดยมีการเติมกรดอะมิโนบางชนิดลงไปเพื่อเปิดกลิ่นเหม็นเขียวจากถั่วเหลือง เช่น อลานิน (alanine) อาร์จินิน (arginine), กรดแอสปาร์ติก (aspartic acid), โซเดียมกลูตาเมต (sodium glutamate), ไลซีน (lysine), เมทไทโอนิน (methionine) และไกลซีน (glycine) หรือจะทดแทนกรดอะมิโนดังกล่าวนี้ด้วยโพรลีน (proline) หรือส่วนผสมของโพรลีนกับอลานิน ก็จะได้ผลดีเช่นเดียวกัน

การสร้างกรดแลคติกในนมถั่วเหลือง

เชื้อ *S. thermophilus* มีความสามารถสร้างกรดแลคติกในนมถั่วเหลืองได้ดีกว่าแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกชนิดอื่น ๆ โดย Matsuoka และคณะ (1967) พบว่า *S. thermophilus* จะสามารถผลิตกรดแลคติกได้ดีกว่า *S. lactis* และ *L. bulgaricus* แต่จะปรากฏว่าผลิตภัณฑ์เนยแข็งที่ผลิตจากถั่วเหลือง (cheese-like product) มีสีดำน้อยอย่างมากในระหว่างการหมัก Kim และ Shin (1971) ก็พบทำนองเดียวกันว่า *S. thermophilus* จะสร้างกรดแลคติกได้ดีกว่า *S. cremoris* และ *L. bulgaricus* อย่างไรก็ตามการทดลองจากนักวิจัยหลายคณะพบว่าปริมาณกรดที่เกิดจาก *S. lactis* subsp. *diacetylactis* นั้นก็เทียบเท่ากับ *S. thermophilus* นอกจากนี้เขายัง 2 ยังได้ทำผลิตภัณฑ์คล้ายเนย (cheese-like product) โดยการใส่ *S. thermophilus* แล้วรดทับผิวหน้าก่อนเคิร์ดที่ได้ด้วยเชื้อ *Penicillium caseolyticum* และน้ำเกลือแกง

Yamanaka และ Furukawa (1970) ได้ทำการศึกษาการสร้างกรดแลคติกในนมถั่วเหลืองกับนมถั่วเหลืองผสมทางนม เปรียบเทียบกับการใช้ทางนมล้วน ๆ ได้พบว่า *S. thermophilus*, *S. faecalis*, *L. acidophilus*, *L. bulgaricus* และ *L. casei* จะสามารถสร้างกรดได้มากในนมถั่วเหลืองผสมทางนมโดยที่มีระดับนมถั่วเหลืองมากถึงร้อยละ 70 ในส่วนผสม ส่วนในทางนมจะเกิดกรดได้น้อยกว่า นอกจากนี้เขายังได้เพิ่มกลูโคสลงในนมผสม ผลปรากฏว่าเชื้อแบคทีเรียทุกชนิดสามารถสร้างกรดได้มากในขณะที่การเพิ่ม ซูโครส นั้น *L. acidophilus* จะให้กรดได้มากเพียงชนิดเดียว เขาได้สรุปได้ว่าความแข็งแรงแรงของเคิร์ด (curd) จะยิ่งมีมากขึ้นตามปริมาณของนมถั่วเหลืองที่ใช้ Pinthong และคณะ (1980) ได้ทำนายผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวจากนมถั่วเหลืองพบว่าเมื่อใช้เชื้อ *L. bulgaricus* หมักในถั่วเหลืองที่มีกลูโคสอยู่ร้อยละ 1 และสารสกัดจากยีสต์ร้อยละ 0.1 จะได้ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวที่มีความเป็นกรดอย่างเพียงพอและผลการตรวจสอบรสชาติพบว่านมถั่วเหลืองที่หมักด้วย *L. bulgaricus* มีรสชาติดีที่สุด และผลจากการวิเคราะห์สารที่ระเหยได้ที่เกิดขึ้นขณะทำการหมักพบว่าปริมาณ acetaldehyde, acetone, methanol, ethanol, n-pentanol และ n-hexanol มีระดับที่แตกต่างกันเมื่อหมักด้วยวิธีต่างกัน

Angeles และ Marth (1971) ได้พบว่าปริมาณกรดแลคติกในนมถั่วเหลืองนั้นไม่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เขาได้พบว่า *S. thermophilus*, *L. delbrueckii*, *L. plantarum* และ *Leu. dextranicum* จะให้กรดได้มากในนมถั่วเหลืองเมื่อเทียบกับแบค

ที่เรียที่ผลิตกรดแลคติกชนิดอื่น ๆ ที่ทดสอบ เพราะว่าจุลินทรีย์เหล่านี้สามารถใช้ชูโครสได้ดีนั่นเอง การสร้างกรดของ *S. lactis*, *S. cremoris*, *S. lactis* subsp. *diacetylactic*, *L. casei* และ *L. helveticus* ในนมถั่วเหลือง + คูลูโคส + เวย์ผง (whey powder) หรือแลคโตส พบว่าชนิดของคาร์โบไฮเดรตในนมถั่วเหลืองหรือชนิดของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกจะเป็นปัจจัยที่ควบคุมการสร้างกรดแลคติก

Mital และคณะ (1974) ทำการทดลองแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกในการใช้ oligosaccharide ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตในนมถั่วเหลืองเพื่อใช้ในการผลิตกรดพบว่า *S. thermophilus*, *L. acidophilus*, *L. cellobiose* และ *L. buchneri* จะใช้ชูโครสจากนมถั่วเหลืองมาสร้างความเป็นกรดได้เร็วกว่า สำหรับ *L. bulgaricus* นั้น การเจริญเติบโตและการสร้างกรดเกิดขึ้นได้น้อยมาก ทั้งนี้เพราะไม่มีความสามารถในการใช้คาร์โบไฮเดรตของนมถั่วเหลืองได้นั่นเอง

ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการสลาย โปรตีนและการสลายไขมันของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกในนมถั่วเหลือง ส่วนใหญ่เชื้อที่ใช้ทดสอบไม่สามารถไฮโดรไลสไขมันของถั่วเหลืองได้เลย ยกเว้น *L. casei*, *L. delbrueckii* และ *S. thermophilus* ที่มีความสามารถปลดปล่อยกรดไขมันอิสระได้เล็กน้อย

รสชาติของนมถั่วเหลืองหมัก

Mital และ Steinkraus (1976) ได้ศึกษาเรื่องกลิ่นถั่วที่บูบริโภคจะยอมรับกัน โดยทั่วไปทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยวิธี hot-grind กับนมถั่วเหลือง ที่เตรียมจากแป้งสกัดไขมันโดยมีนมโคสดที่ผ่านขบวนการโฮโมจีไนซ์แล้วเป็นตัวเปรียบเทียบ เขาพบว่าวิธี hot-grind method มีกลิ่นไม่ดีเท่านมโค ส่วนนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากแป้งสกัดไขมันแล้วเติมด้วยน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 2.5 และน้ำตาลทรายร้อยละ 2 มีความแตกต่างจากกลิ่นนมโคไม่มากนัก ซึ่งต่อมา Mital และคณะ (1977) ได้ศึกษาเรื่องรสชาติเปรียบเทียบนมเปรี้ยวที่เตรียมจากนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากแป้งสกัดไขมันกับนมเปรี้ยวจากโคนมล้วน ๆ พบว่าเคิร์ดของนมเปรี้ยวจากถั่วเหลืองมีความเหนียวแน่นกว่านมโคและมีรสชาติชวนรับประทานอีกด้วย เขายังได้เสริมอีกว่าการสร้างกรดจะดีขึ้นถ้ามีการเติมน้ำตาลทราย, กลูโคส หรือแลคโตส รวมทั้งการคัดเลือกแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกที่เหมาะสมด้วยวัสดุอุปกรณ์ และสารเคมีในการทดลอง

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี

3.1 นมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่ม

วัตถุดิบ

1. ถั่วเหลือง
2. น้ำตาลทราย
3. นมผง
4. เชื้อโยเกิร์ตยาคูลท์
5. กลิ่นและสีสังเคราะห์
6. ส้ม
7. สับปะรด

อุปกรณ์

1. เครื่องบด (Central mix)
2. ฟ้าขาวบาง
3. ภาชนะสำหรับใส่ส่วนผสมต่าง ๆ
4. เครื่องชั่งละเอียด
5. เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Refractometer)
6. หม้อน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิได้ (Water bath)
7. โทอร์โมมิเตอร์
8. ไพเปต (Pipette)
9. บิงเรต (Buret)
10. ขวดรูปหม้อ (Erlenmeyer Flask)
11. ปีกเกอร์ (Beaker)
12. ที่ต้มน้ำพลั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคมี

1. ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein)
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

3.2 เตาช่วยสำเร็จรูป

วัตถุดิบ

1. เม็ดถั่วเหลือง
2. แป้งมันสำปะหลัง
3. ไข่

อุปกรณ์

1. เครื่องบด (Central Mixed)
2. ฝาขาวบาง
3. ภาชนะสำหรับใส่ส่วนผสมต่าง ๆ
4. เทอร์โมมิเตอร์

สารเคมี

1. แคลเซียมซัลเฟต ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง

4.1 การศึกษาการผลิตนมถั่วเหลืองเปรี้ยวรสผลไม้

4.1.1 ศึกษาหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผลิต นมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มรส สับปะรด

เปรียบเทียบตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง ซึ่งแต่ละตัวอย่างมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรด อัตราส่วนของโยเกิร์ตถั่วเหลืองต่อน้ำสับปะรด แตกต่างกันดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรด และอัตราส่วนของโยเกิร์ตถั่วเหลืองต่อน้ำสับปะรด ของแต่ละตัวอย่าง

ตัวอย่าง	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้		อัตราส่วน โยเกิร์ตถั่วเหลือง:น้ำสับปะรด
	(องศาบริกซ์)	ปริมาณกรด	
1	14	0.4	1 : 0.25
2	16	0.6	1 : 0.50
3	18	0.8	1 : 1
4	20	1.0	1 : 1.5

วิธีการทำนมถั่วเหลืองเปรี้ยว แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ก จ ทำนมถั่วเหลืองเปรี้ยวมาปรับปริมาณกรด โดยใช้กรดซิตริก ให้เป็น 0.4 0.6 0.8 1.0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และปรับปริมาณของแข็งทั้งหมด (TSS) ที่ละลายได้ 14 16 18 20 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ดังแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ก

เลือกสัดส่วนที่เหมาะสมโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้นักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 15 คน ชิม และให้คะแนนตามความชอบ โดยแยกคุณภาพเป็น รสชาติ สี รสชาติของสับปะรด การยอมรับโดยรวม โดยใช้แบบสอบถามแบบ Hedonic Scale Point และวิเคราะห์คะแนนทางสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance: AOV และเปรียบเทียบคะแนนที่วิเคราะห์ได้โดยวิธี Duncan's new multiple range test: D.M.R.T ซึ่ง

วิธีการทำแสดงรายละเอียดในภาคผนวกที่ ข.1 ข.2 ข.3 ข.3

4.1.2 ศึกษาหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผลิตนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มรสส้ม

โดยเปรียบเทียบตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง ซึ่งแต่ละตัวอย่างมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรด อัตราส่วนของโยเกิร์ตถั่วเหลืองต่อน้ำส้ม แตกต่างกันดังตารางที่ 4.2 ตารางที่ 4.2 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรด และอัตราส่วนของโยเกิร์ตถั่วเหลือง ต่อน้ำส้ม ของแต่ละตัวอย่าง

ตัวอย่าง	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้		อัตราส่วน โยเกิร์ตถั่วเหลือง:น้ำส้ม
	(องศาบริกซ์)	ปริมาณกรด	
1	14	0.4	1 : 0.25
2	16	0.6	1 : 0.50
3	18	0.8	1 : 1
4	20	1.0	1 : 1.5

วิธีการทำนมถั่วเหลืองเปรี้ยว แสดงรายละเอียดในภาคผนวก จ นำนมถั่วเหลืองเปรี้ยวมาปรับปริมาณกรด โดยใช้กรดซิตริก ให้เป็น 0.4 , 0.6, 0.8, 1.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปรับปริมาณของแข็งทั้งหมด (TSS) ที่ละลายได้ 14, 16, 18, 20 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ดังแสดงรายละเอียดใน ภาคผนวก ก

เลือกสัดส่วนที่เหมาะสม โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้นักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 15 คน ชิม และให้คะแนนตามความชอบ โดยแยกคุณภาพเป็น รสชาติ สี รสขมของส้ม การยอมรับโดยรวม โดยใช้แบบสอบถามแบบ Hedonic Scale' Point และวิเคราะห์คะแนนทางสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance และเปรียบเทียบคะแนนที่วิเคราะห์ได้โดยวิธี Duncan's new multiple range test ซึ่งวิธีการทำแสดงรายละเอียดในภาคผนวก

4.2 การศึกษากระบวนการผลิตเต้าฮวยสำเร็จรูป

4.2.1 ศึกษาหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเต้าฮวยสำเร็จรูป

โดยใช้เปรียบเทียบตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง ซึ่งแต่ละตัวอย่างมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้

และปริมาณน้ำขิงแตกต่างกัน ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และปริมาณของน้ำขิงในแต่ละตัวอย่าง

ตัวอย่าง	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	ปริมาณน้ำขิง (% ของน้ำที่ใช้ในการบด)
1	18	50
2	20	75
3	22	100

วิธีการทำเต้าหู้ยาล้ำสำเร็จรูปแสดงรายละเอียดในภาคผนวก จ.2 ปรับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 18, 20, 22 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ดังแสดงรายละเอียด การคำนวณในภาคผนวก ก.

เลือกสัดส่วนที่เหมาะสม โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้นักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 15 คน ชิม และให้คะแนนตามความชอบ โดยแยกคุณภาพเป็น สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส การยอมรับรวม โดยใช้แบบสอบถามแบบ Hedonic Scale' Point และวิเคราะห์คะแนนทางสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance และเปรียบเทียบคะแนนที่วิเคราะห์ได้โดยวิธี Duncan 's new multiple range test ซึ่งการทำแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข.9, ข.10, ข.11, ข.12, ข.13

บทที่ 5

ผลการทดสอบและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 ศึกษาการผลิตนมถั่วเหลืองเปรี้ยวรสผลไม้

5.1.1 ศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผลิตนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มรสสับปะรด

ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้ นมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มรสสับปะรดจะเป็นของเหลวที่มีสีเหลืองอ่อนเนื่องจากน้ำสับปะรดมีกลิ่นหอมของสับปะรด มีลักษณะที่ใตกว่าน้ำเล็กน้อย เมื่อผ่านการให้ความร้อนแล้วจะมีการรวมตัวกันตกตะกอนของโปรตีนบางส่วนในนมถั่วเหลือง แต่เห็นได้ชัดด้วยตาเปล่า ตะกอนมีลักษณะเป็นก้อนนิ่ม ๆ คล้ายเต้าหู้ยี้ แต่ละก้อนมีรูปร่างต่างกันไป เมื่อนำมาผ่านการโฮมิจิในครั้งอีกครั้งหนึ่งทำให้ระยะเวลาในการจะกลับมาตกตะกอนนานขึ้นเป็น 4 ชั่วโมง และลักษณะของตะกอนก็มีขนาดเล็กลงไปอีกเมื่อเทียบกับขนาดของตะกอนในตอนแรก ซึ่งถ้าเขย่าขวดที่บรรจุบ้างเล็กน้อยตะกอนก็จะละลาย ซึ่งในการผลิตเพื่อการค้าจะใช้วิธีเติมสารป้องกันการตกตะกอน และอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ประมาณ 5 วัน ในอุณหภูมิ 4-6 °C การเสียของผลิตภัณฑ์คือมีรสที่เปรี้ยวมากจนผู้บริโภคไม่ยอมรับ

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของนมถั่วเหลืองเปรี้ยวรสสับปะรดแสดง ได้ดังตาราง

ที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มรสสับปะรด

ลำดับ ตัวอย่าง	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (เอชสารริกซ์)	ปริมาณกรด (%)	อัตราส่วนของ		ลักษณะคุณภาพ (คะแนนเฉลี่ย)			
			นมถั่วเหลืองน้ำสับปะรด	สี	รสเปรี้ยว	รสหวาน	รสชาติของสับปะรด	การยอมรับโดยชาว
1	14	10	10.25	5.16 ค.	5.42 ข	6 ก	5.25 ขค	5.00
2	16	0.8	10.50	5.75 ขค	4.91 ข	4.66	5.16 ขค	4.91
3	18	0.6	1 : 1	6.25 กข	7.00 ก	6.58 ก	6.41 กข	6.66
4	20	0.4	1 : 15	6.75 ก	6.82 ก	6.66 ก	6.75 ก	6.08
ความแตกต่าง				*	*	*	*	NS

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยเปรียบเทียบ ในแนวตั้งและอักษรต่างก็มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเปรียบเทียบ ในแนวตั้ง

จากตารางที่ 5.1 คุณภาพด้านการยอมรับมีการยอมรับใกล้เคียงกันโดย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่สถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

คุณภาพด้านรสหวาน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ เมื่อวิเคราะห์ด้วย Duncan's New Multiple Range test พบว่าตัวอย่างที่ไม่มีความแตกต่างกันคือ ตัวอย่างที่ 1, 3, 4 ซึ่งมีความหวาน 14 องศาบริกซ์ ปริมาณกรด 1.0 เปอร์เซนต์ อัตราส่วนของนมถั่วเหลืองต่อน้ำสับปะรดเป็น 1 ต่อ 0.25 ความทวน 18 องศาบริกซ์ ปริมาณกรด 0.6 องศาบริกซ์ อัตราส่วนเป็น 1 ต่อ 1 และความหวาน 20 องศาบริกซ์ ปริมาณกรด 0.4 อัตราส่วน 1 ต่อ 1.5 ตามลำดับ จะเห็นว่าเลือกได้ทั้ง 3 ตัวอย่างเพราะมีคะแนนการยอมรับสูงสุด ถ้าพิจารณาจากคำแนะนำจะชอบตัวอย่างที่ 4 แต่เมื่อพิจารณาทางด้านต้นทุนการผลิตควรใช้ตัวอย่างที่ 1 เพราะใช้น้ำตาลน้อยที่สุด ดังนั้นจึงเลือกตัวอย่างที่ 1

คุณภาพด้านรสเปรี้ยว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ เมื่อวิเคราะห์ด้วย Duncan's New Multiple Range test พบว่าตัวอย่างที่ไม่มีความแตกต่างกันคือตัวอย่างที่ 2 และ 1 และตัวอย่างที่ 3 และ 4 นิจรรณาเลือกตัวอย่างได้ทั้ง 3 และ 4 เนื่องจากมีคะแนนการยอมรับสูงสุดทั้ง 2 ตัวอย่าง แต่พิจารณาเลือกตัวอย่างที่ 3 ซึ่งมีความหวาน 18 องศาบริกซ์ ปริมาณกรด 0.6 และอัตราส่วน 1 ต่อ 1 ความสะดวกในการปรับปริมาณกรดโยเกิร์ตถั่วเหลืองมีปริมาณกรดประมาณ 0.45 เปอร์เซนต์ การปรับปริมาณกรดให้มากขึ้นจะสะดวกกว่าในการปรับปริมาณกรดลง

ส่วนคุณภาพด้านสี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ เมื่อวิเคราะห์ด้วย Duncan's New Multiple Range test พบว่าตัวอย่างที่ไม่มีความแตกต่างกันคือ ตัวอย่างที่ 1 และ 2 ตัวอย่างที่ 2 และ 3 และตัวอย่างที่ 3 และ 4 ซึ่ง จะเห็นว่าเลือกตัวอย่างได้ทั้งตัวอย่างที่ 3 และตัวอย่างที่ 4 เพราะมีคะแนนการยอมรับสูงสุด ถ้าพิจารณาทางด้านต้นทุนการผลิตควรใช้ตัวอย่างที่ 3 ซึ่งมีความหวาน 18 องศาบริกซ์ ปริมาณกรด 0.6 อัตราส่วน 1:1

คุณภาพด้านรสชาดของสับปะรด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ เมื่อวิเคราะห์ด้วย Duncan 's New Multiple Range test พบว่าตัวอย่างที่ไม่มีความแตกต่างกันคือ ตัวอย่างที่ 1, 2 และ 3 และตัวอย่างที่ 4 และ 3 ซึ่งจะเลือกได้ทั้งตัวอย่างที่ 4 และ 3 ถ้าพิจารณาจากคำแนะนำของผู้ชิมจะชอบตัวอย่างที่ 4 มากที่สุด เนื่องจากมีกลิ่น รส หอม หวาน ของสับปะรด แต่ถ้าพิจารณาทางด้านต้นทุนควรใช้ตัวอย่างที่ 3 ดังนั้น

จึงเลือกตัวอย่างที่ 3 ซึ่งมีความหวาน 18 องศาบริกซ์ ปริมาณกรด 0.6 อัตราส่วน 1 ต่อ 1

คุณสมบัติการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันทุกตัวอย่าง คุณภาพด้านสี รสเปรี้ยว รดชาติของสับปะรด เลือกตัวอย่างที่ 3 ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 18 องศาบริกซ์ ปริมาณกรด 0.6 เเปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนเป็น 1 ต่อ 1 ส่วนคุณภาพด้านความหวานเลือกตัวอย่างที่ 1 ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 14 องศาบริกซ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 ศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสม ในการผลิตนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มรสส้ม

ลักษณะของผลิตภัณฑ์ เป็นของเหลวมีสีส้ม มีกลิ่นหอมของน้ำส้ม มีลักษณะหนืดเล็กน้อย เมื่อเทียบกับความหนืดของน้ำ เมื่อผ่านการให้ความร้อนแล้วจะมีการตกตะกอน เช่นเดียวกับนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มรสสับปะรด

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของนมถั่วเหลืองเปรี้ยวรสส้มแสดงได้ดังตารางที่ 5.2



ตารางที่ 5.2 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มรสส้มแสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนจากผล

ลำดับ	ตัวอย่าง	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้	ปริมาณกรด	อัตราส่วนของ โยเกิร์ตถั่วเหลืองน้ำส้ม	ลักษณะคุณภาพ (คะแนนเฉลี่ย)				
					สี	หวาน	เปรี้ยว	รสชาติของส้ม	การยอมรับโดยรวม
1		14	10	1 : 0.25	5.25	5.08	5.83	5.417 กขค	5.58 กขค
2		16	0.8	1 : 0.50	6.00	4.33	5.08	4.91 ค	4.41 ค
3		18	0.6	1 : 1	6.50	5.83	1.33	1.33 กข	6.33 ก
4		20	0.4	1 : 1.5	6.91	5.75	6.5	6.50 กข	6.58 กข
	ความแตกต่าง				NS	NS	NS	*	*

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยเปรียบเทียบในแนวตั้ง และอักษรต่างก็มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเปรียบเทียบในแนวตั้ง

จากตาราง 5.2 พบว่าคุณภาพด้าน สี และรสชาติเปรี้ยวและรสชาติหวานมีการยอมรับใกล้เคียงกัน โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ส่วนคุณภาพด้านรสชาติของส้มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ด้วย Duncan's New Multiple Range test พบว่าตัวอย่างที่ไม่มีความแตกต่างกันคือ ตัวอย่างที่ 1, 3 และ 4 และตัวอย่างที่ 1 และ 2 ถ้าพิจารณาจากคำแนะนำของผู้ชิมพบว่าชอบตัวอย่างที่ 4 เนื่องจากสีสวย นำรับประทาน แต่ถ้าพิจารณาด้านต้นทุนควรเลือกตัวอย่างที่ 1 เนื่องจากมีปริมาณน้ำส้มน้อยทำให้ประหยัดต้นทุนจึงพิจารณาเลือกตัวอย่างที่ 1

คุณภาพด้านการยอมรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ด้วย Duncan's New Multiple Range test. พบว่าตัวอย่างที่ไม่มีความแตกต่างกันคือ ตัวอย่างที่ 1 4 และ 3 และตัวอย่างที่ 1 และ 2 จะเลือกตัวอย่างที่ 1 3 และ 4 เนื่องจากมีคะแนนการยอมรับสูงสุด ถ้าพิจารณาจากคำแนะนำของผู้ชิมจะเลือกตัวอย่างที่ 4 แต่ถ้าพิจารณาจากต้นทุนการผลิตจะเลือกตัวอย่างที่ 1 เนื่องจากให้ต้นทุนในการผลิตน้อย

เปรียบเทียบระหว่างนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มรสส้ม และนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มรสสับปะรดพบว่าผู้บริโภคนิยมนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มรสสับปะรดมากกว่า ซึ่งพิจารณาจากคะแนนการยอมรับที่สูงกว่าของตัวอย่างที่เลือก และสับปะรดที่มีความเหมาะสมในการนำมาผลิตมากกว่าส้มเพราะเปอร์เซ็นต์ของน้ำผลไม้สดต่อกิโลกรัมของผลสดจะ ได้มากกว่า และสามารถเตรียมไว้ได้นานส่วนน้ำส้มถ้าคั้นน้ำส้มทิ้งไว้นานจะเกิดการผสมทำให้ได้นมถั่วเหลืองเปรี้ยวที่มีรสขม

นมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มรสผลไม้ ไม่ได้ปรับปรุงมาจากโยเกิร์ตถั่วเหลืองซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ลักษณะข้น ๆ คล้ายสังขยา การรับประทานต้องใช้ช้อนตักทำให้ไม่สะดวก นมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มรสผลไม้มีข้อดีกว่าโยเกิร์ตถั่วเหลืองหลายประการคือ ประการแรกเกี่ยวกับคุณสมบัติในเรื่องกลิ่นนมถั่วเหลืองเปรี้ยวจะมีกลิ่นหอมของผลไม้ซึ่งสามารถกลบกลิ่นเหม็นเขียวของถั่วเหลืองลงได้ ซึ่งปกติโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองยังมีกลิ่นเหม็นเขียวหลงเหลืออยู่บ้าง และผู้บริโภคจะไม่ยอมรับทันทีเมื่อมีกลิ่นถั่ว ประการที่สองนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มจะมีรสชาติที่อร่อยกว่าเนื่องจากมีรสหวานอยู่ด้วยทำให้รสชาติกลมกล่อม ประการที่สามนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มรสผลไม้ยังมีสีของน้ำผลไม้อยู่ด้วยทำให้มีสีสวยดึงดูดผู้บริโภคมากกว่า นอกจากนี้ทั้งสามประการแล้วนมถั่วเหลืองเปรี้ยวยังบริโภคได้สะดวกกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ศึกษาการผลิตเต้าฮวยสำเร็จรูป

ลักษณะของเต้าฮวยสำเร็จรูป เต้าฮวยสำเร็จรูปมีลักษณะ เป็นของแข็งลักษณะคล้าย เจากีวียที่นิ่มมากขึ้นรูปได้ตามลักษณะของภาชนะที่บรรจุขณะตกตะกอน มีความยืดหยุ่น เนื้อเนียน นุ่มเหมือนเต้าฮวยธรรมชาติที่ขายในท้องตลาด แต่เต้าฮวยสำเร็จรูปนี้จะมีรสหวาน และมีกลิ่นของ ings อยู่ในเนื้อของเต้าฮวยเลย ซึ่งปกติการรับประทานเต้าฮวยต้องต้มน้ำซิงแล้วตักเต้าฮวยมารับ รับประทานในน้ำซิง ทำให้ไม่สะดวก เต้าฮวยสำเร็จรูปนี้สามารถใช้ช้อนตักรับประทานได้เลย และ เมื่อนำมาแช่เย็นจะทำให้รสชาติอร่อยขึ้น จากคำแนะนำและวิจารณ์ของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจะให้ความ เห็นว่าแปลกยังไม่คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ เพราะไม่ได้รับประทานร่วมกับน้ำซิง รสชาติของเต้าฮวย ปรกติเหมือนที่ขายตามท้องตลาดทั่วไปแต่ความรู้สึกในปาก (mouth feel) รู้สึกว่ามีความชุ่มน้ำ และคล่องคอน้อยกว่าเต้าฮวยปรกติ เนื่องจากไม่มีน้ำซิงให้รับประทานไปพร้อม ๆ กัน และผู้ชม บางรายต้องการรับประทานปากท้องไว้ร่วมกับเต้าฮวยสำเร็จรูปด้วย เนื่องจากความเคยชิน



ตารางที่ 5.3 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสตัวช่วยลำเรือรูป

ลำดับ ตัวอย่าง	ปริมาณของแข็ง ที่ละลายได้	ปริมาณของน้ำซึ่ง % (ของน้ำที่ใช้)	ลักษณะคุณภาพ (คะแนนเฉลี่ย)				
			สี	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	กลิ่น	การยอมรับ
1	18	50	6.00 ก	5.45	4.63	5.18	4.90 ก
2	20	75	4.81 กข	6.73	5.36	5.18	6.09 ก
3	22	100	3.636 ข	6.82	6.45	5.36	6.27
ความแตกต่าง			*	NS	NS	NS	*

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
 NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
 ตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเปรียบเทียบในแนวตั้ง และ
 อักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเปรียบเทียบในแนวตั้ง

จากตารางที่ 5.3 พบว่าคุณภาพด้าน รสชาติ เนื้อสัมผัส กลิ่น มีการยอมรับใกล้เคียงกัน โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ส่วนคุณภาพด้านสี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ด้วย Duncan's New Multiple Range test. พบว่าตัวอย่างที่ไม่มีความแตกต่างกัน คือ ตัวอย่างที่ 1 และ 2 และตัวอย่างที่ 2 และ 3 ซึ่งจะเห็นว่าเลือกได้ทั้งตัวอย่างที่ 1 และ 2 เนื่องจากมีคะแนนการยอมรับสูงสุด ถ้าพิจารณาจากคำแนะนำของผู้ชิมจะชอบตัวอย่างที่ 1 มากกว่า ดังนั้นจึงเลือกตัวอย่างที่ 1 ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) 18 องศาบริกซ์ และปริมาณน้ำซิงที่ใช้ในการสกัดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์

ในด้านคุณภาพของการยอมรับรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ด้วย Duncan's New Multiple Range test พบว่าตัวอย่างที่ไม่มีความแตกต่างกันคือ ตัวอย่างที่ 2 และ 3 ซึ่งจะเห็นว่าเลือกได้ทั้งตัวอย่างที่ 2 และ 3 เนื่องจากมีคะแนนการยอมรับสูงสุดถ้าพิจารณาจากต้นทุนการผลิตตัวอย่างที่ 2 จะใช้ต้นทุนการผลิตต่ำกว่าเล็กน้อย แต่จากคำแนะนำของผู้บริโภคจะชอบตัวอย่างที่ 3 มากกว่า ดังนั้นจึงเลือกตัวอย่างที่ 3 ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) 22 องศาบริกซ์ และปริมาณน้ำซิงที่ใช้ในการสกัดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์

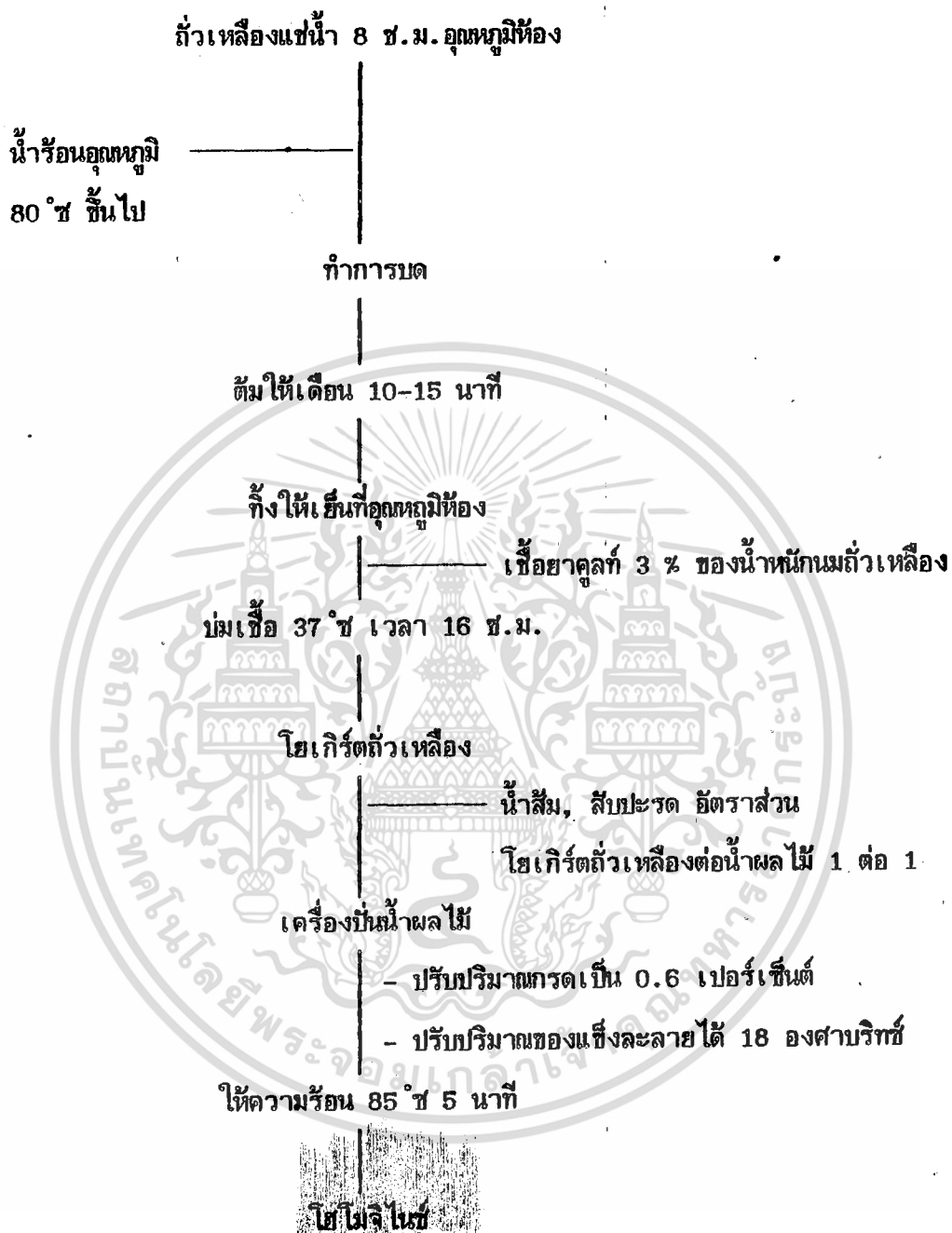
คุณสมบัติด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส กลิ่น มีการยอมรับใกล้เคียงกัน โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่คุณสมบัติด้านสีพบว่าเลือกตัวอย่างที่ 1 ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 18 องศาบริกซ์ และปริมาณน้ำซิงที่ใช้สกัด 50 เปอร์เซ็นต์ และคุณสมบัติด้านการยอมรับรวมเลือกตัวอย่างที่ 3 ซึ่งมีปริมาณของแข็งละลายได้ 22 องศาบริกซ์ ปริมาณน้ำซิงที่ใช้สกัด 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจะเลือกตัวอย่างที่ 3 เนื่องจากมีคะแนนที่ยอมรับสูงสุดในคุณภาพหลายตัว

สรุปผลการทดลอง

1. จากการทดลองในการทำนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่ม รสสีบะรด โดยใช้โยเกิร์ตถั่วเหลืองซึ่งทำมาจากนมถั่วเหลืองมาผ่านการหมักกับเชื้อโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 37°C เวลา 16 ชม. มาผสมกับน้ำสีบะรดในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 และปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ให้เป็น 14 องศาบริกซ์ ปรับปริมาณกรดให้เป็น 0.6 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ได้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ เป็นที่ยอมรับมากที่สุดและมีราคาของต้นทุนเหมาะสมที่สุด กระบวนการผลิตสรุปเป็นแผนการได้ดังภาพที่

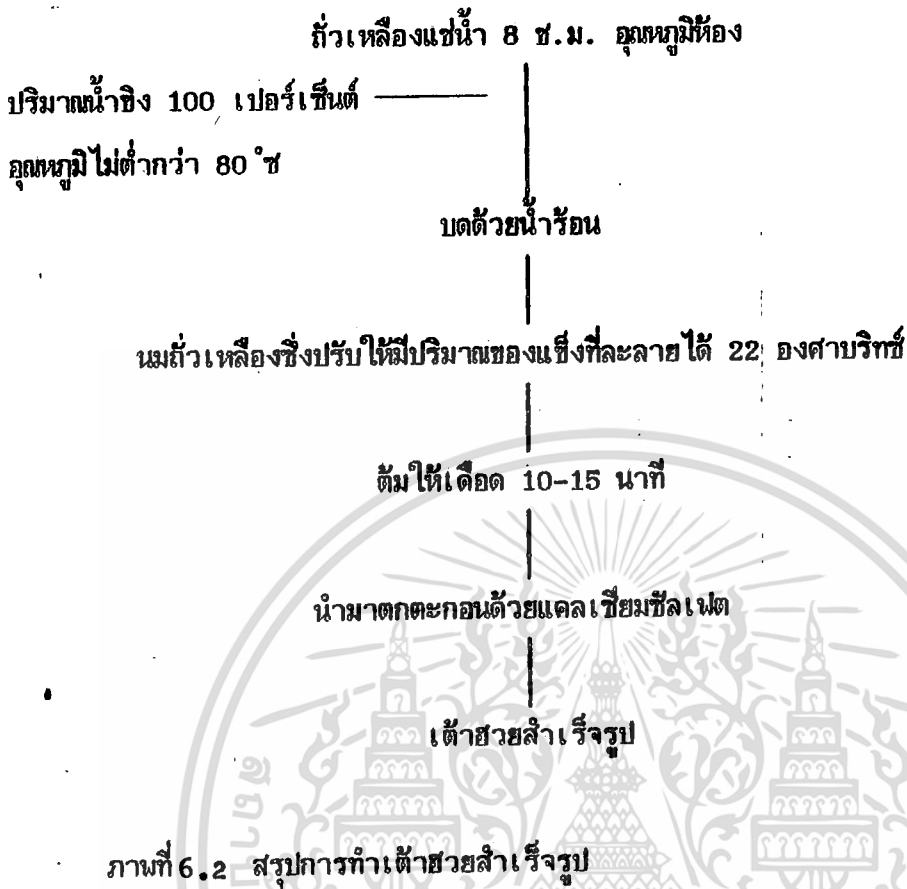
2. จากการทดลองในการทำนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มรสส้ม โดยใช้โยเกิร์ตถั่วเหลืองซึ่งทำเช่นเดียวกับนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มรสสีบะรด เพียงแต่เปลี่ยนน้ำสีบะรดเป็นน้ำส้ม ทำการปรับอัตราส่วนของโยเกิร์ตถั่วเหลืองต่อน้ำส้มเป็น 1 ต่อ 1.5 ปรับปริมาณกรดให้เป็น 0.6 เปอร์เซ็นต์ และปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้เป็น 18 องศาบริกซ์ จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ เป็นที่ยอมรับมากที่สุด

3. จากการทดลองในการทำเต้าหู้ยี้สำเร็จรูป โดยการใช้น้ำขิงผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ ในการสกัดโปรตีนจากถั่วเหลือง มาทำการตกตะกอนโดยใช้แคลเซียมซัลเฟต และปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ให้เป็น 22 องศาบริกซ์ และปริมาณน้ำขิงเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ เป็นที่ยอมรับมากที่สุด กระบวนการผลิตสรุปเป็นแผนภาพได้ดังภาพที่



ภาพที่ 6.1 สรุปการทำนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มรสผลไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ในการทำหมักถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่ม ถ้ามีวิธีการที่จะกำจัดกลิ่นเหม็นเขียวของถั่วเหลืองได้และมีการเติมสารเคมีช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะข้มมันขึ้น พร้อมทั้งใช้กลิ่นและสีสังเคราะห์ช่วย จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับนมเปรี้ยวจากโคมาากขึ้น
2. ถ้าในการผลิตเป็นการค้าควรใช้กลิ่น, สีสังเคราะห์เติมลงไปในช่วงสุดท้าย เพราะกลิ่นของผลไม่มีกลิ่นสลายไประหว่างการให้ความร้อน
3. ในการทำผลิตภัณฑ์เต้าหู้สำเร็จรูป เพื่อให้ได้กลิ่นของซิงอาจเติมได้หลายวิธี นอกจากใช้น้ำซิงในการทดลอง โดยการใช้ น้ำขรรคดาในการสกัดแล้วใช้ซิงผงเติมในนมถั่วเหลืองช่วงหลังจากการให้ความร้อนแล้ว แต่ก่อนตกตะกอน เนื่องจากความร้อนจะทำให้กลิ่นของซิงสลายไป แต่วิธีนี้ควรระวังถ้าซิงผงละลายไม่หมดจะเกิดเป็นจุดในเนื้อเต้าหู้ทำให้ได้เต้าหู้ที่เนื้อสัมผัสไม่ดี ไม่น่ารับประทาน หรือใช้น้ำขรรคดาในการสกัดแล้วช่วงการให้ความร้อนช่วงหลังจึงใส่ซิงสดลงไปต้มพร้อม ๆ กัน แล้วจึงกรอง และนำมาตกตะกอน หรือการใช้ซิงผงใส่รวมกับแป้งมันและสารตกตะกอน แต่ข้อนี้ต้องระวังซิงผงละลายไม่ทันอาจทำให้มีกลิ่นซิงเฉพาะช่วงกั้นภาชนะ
4. ถ้ามีการนำตัวอย่างเต้าหู้สำเร็จรูปผลิตโดยใส่ในภาชนะบรรจุขนาดเล็ก ๆ แล้วนำมาวางขายแช่เย็นตามร้านค้าจะทำให้ผู้บริโภคนิยมรับประทานผลิตภัณฑ์นี้มากขึ้น

ภาคผนวก ก

วิธีการคำนวณองค์ประกอบของนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่ม

1. ตัวอย่างการคำนวณ

ต้องการ นมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่ม	1000	กรัม
มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ร้อยละ	18	กรัม
มีปริมาณกรด	0.6	

ข้อมูลวัตถุดิบ

น้ำสับปะรดมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 14 องศาบริกซ์ ปริมาณกรดร้อยละ 0.60

โยเกิร์ตถั่วเหลืองมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 17 องศาบริกซ์ ปริมาณกรดร้อยละ 0.45

การคำนวณ

ปริมาณวัตถุดิบ

นมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มเตรียมได้จากน้ำสับปะรดผสมกับโยเกิร์ตถั่วเหลือง

อัตราส่วน 1 ต่อ 1

อัตราส่วน 2 องค์ประกอบมีปริมาณ 1000

อัตราส่วน 1 มีปริมาณ $(1000 \times 1) / 2$

$$= 500 \text{ g.}$$

ใช้น้ำสับปะรดและโยเกิร์ตถั่วเหลืองอย่างละ 500 g.

ปริมาณกรด

น้ำสับปะรด 100 ส่วน มีปริมาณกรด 0.6

น้ำสับปะรด 500 ส่วน มีปริมาณกรด $(0.6 \times 500) / 100$
= 3 g.

โยเกิร์ตถั่วเหลือง 100 ส่วนมีปริมาณ กรด 0.45 g.

โยเกิร์ตถั่วเหลือง 500 ส่วนมีปริมาณ กรด $(0.45 \times 500) / 100$
= 225 g.

ในวัตถุดิบมีกรดทั้งหมด = 3+2.25

$$= 5.25 \text{ g.}$$

ในนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่ม 100 ส่วน มีปริมาณกรด 0.6 กรัม

ในนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่ม 100 ส่วน มีปริมาณกรด $(0.6 \times 100) / 100$

$$= 6.0 \text{ กรัม}$$

$$\text{จะต้องเติมกรด } 6.0 - 5.25 = 0.75 \text{ กรัม}$$

การปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้

น้ำสับปะรด 100 กรัม มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 14 กรัม

น้ำสับปะรด 500 กรัม มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ $(14 \times 500) / 100$

$$= 70 \text{ กรัม}$$

โยเกิร์ตถั่วเหลือง 100 กรัม มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 17 กรัม

โยเกิร์ตถั่วเหลือง 500 กรัม มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ $(17 \times 500) / 100$ กรัม

$$= 85 \text{ กรัม}$$

วัตถุดิบมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด $70 + 85 = 155$ กรัม

ในนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่ม 100 กรัม มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 18 กรัม

ในนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่ม 1000 กรัม มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ $(18 \times 1000) / 100$

$$= 180 \text{ กรัม}$$

$$\text{ต้องเติมน้ำตาลทราย } 180 - 85 = 95 \text{ กรัม}$$

2. วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี

การวิเคราะห์หาความเป็นกรด (Method, A.O.A.C. 1981)

1. สารเคมีที่ใช้

1.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล

1.2 สารละลายฟีทอล์ฟทาลีน 1 %

2. วิธีวิเคราะห์

2.1 ชั่งตัวอย่างมา 2 - 3 กรัม

2.2 เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร

2.3 หยดฟีทอล์ฟทาลีน 2 - 3 หยด

2.4 ไตเตรตด้วยสารละลายต่างมาตรฐาน และไตเตรทจนย่ำให้ตัวอย่างและ

สารละลายต่างเข้ากันดี จนถึงจุดยุติสีจะเปลี่ยนจากไม่มีสีจนถึงสีชมพูอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 คำนวณในรูปกรดแลคติก

3. การคำนวณ

$$\text{ร้อยละของกรดแลคติก} = V \times N \times 90.0 \times 100 / W \times 1000$$

เมื่อ V = จำนวนมิลลิลิตรของโซเดียมดรอกไซด์

N = ทอร์มัล (Normal) ของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

N = น้ำหนักตัวอย่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การปรับปริมาณของแข็งละลายไว้ในเต้าชวยสำเร็จรูปโดยใช้เพอร์สัลเฟต

ต้องการ

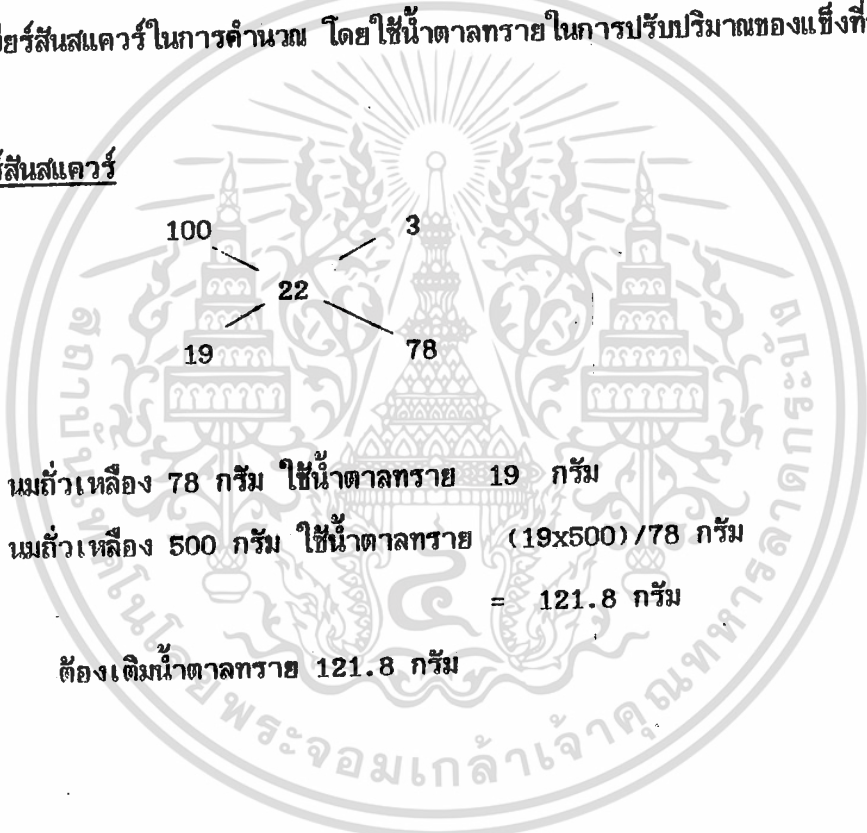
นมถั่วเหลืองมีปริมาณของแข็งละลายได้ 22 องศาบริกซ์ ปริมาณ 500 กรัม

ข้อมูลวัตถุดิบ

นมถั่วเหลืองมีปริมาณของแข็งละลายได้ 3 องศาบริกซ์

ใช้เพอร์สัลเฟตในการคำนวณ โดยใช้น้ำตาลทรายในการปรับปริมาณของแข็งที่ละลาย

ได้

เพอร์สัลเฟต


นมถั่วเหลือง 78 กรัม ใช้น้ำตาลทราย 19 กรัม
 นมถั่วเหลือง 500 กรัม ใช้น้ำตาลทราย $(19 \times 500) / 78$ กรัม
 = 121.8 กรัม
 ต้องเติมน้ำตาลทราย 121.8 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแบบสอบถามที่ใช้ทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าฮวยสำเร็จรูป

ชื่อ

เพศ

วันที่

เวลา

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่าง และบ้วนปากทุกครั้งหลังชิมเสร็จในแต่ละตัวอย่าง

โดยให้คะแนนแทนตามความชอบดังนี้

- | | |
|-----------------------------------|------------------------|
| 1 คะแนน = ไม่ชอบมากที่สุด | 6 คะแนน = ชอบน้อย |
| 2 คะแนน = ไม่ชอบมาก | 7 คะแนน = ชอบปานกลาง |
| 3 คะแนน = ไม่ชอบปานกลาง | 8 คะแนน = ชอบมาก |
| 4 คะแนน = ไม่ชอบเล็กน้อย | 9 คะแนน = ชอบมากที่สุด |
| 5 คะแนน = เฉย ๆ (ไม่สามารถบอกได้) | |

ตัวอย่าง	ลักษณะผลิตภัณฑ์	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	การยอมรับ
1						
2						
3						
4						

คำวิจารณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแบบสอบถามที่ใช้ทดสอบทางประสาทสัมผัสของนมถั่วเหลืองเปรี้ยว

ชื่อ _____ เพศ _____
 วันที่ _____ เวลา _____

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างและบ้วนปากทุกครั้งหลังชิมเสร็จแต่ละตัวอย่าง โดยให้คะแนนตาม
 ความชอบดังนี้

- | | |
|-----------------------------------|------------------------|
| 1 คะแนน = ไม่ชอบมากที่สุด | 6 คะแนน = ชอบน้อย |
| 2 คะแนน = ไม่ชอบมาก | 7 คะแนน = ชอบปานกลาง |
| 3 คะแนน = ไม่ชอบปานกลาง | 8 คะแนน = ชอบมาก |
| 4 คะแนน = ไม่ชอบเล็กน้อย | 9 คะแนน = ชอบมากที่สุด |
| 5 คะแนน = เฉย ๆ (ไม่สามารถบอกได้) | |

ตัวอย่าง	ลักษณะผลิตภัณฑ์
	สี รสเปรี้ยว รสหวาน รสชาติของสับปะรด การยอมรับรวม
1	
2	
3	
4	

คำวิจารณ์

ถ้าผลิตภัณฑ์ที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด ถ้ามาวางขายในท้องตลาดปริมาณ 80 ซีซี (ขนาดเท่าขวดยา
 คลอท) ราคา 3 บาท ท่านจะซื้อหรือไม่ เพราะอะไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

การทำนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มและเต้าฮวยสำเร็จรูป

จ.1 แสดงวิธีการทำนมถั่วเหลืองเปรี้ยว

1. การเตรียมนมถั่วเหลือง

1.1 นำถั่วเหลืองทั้งเมล็ด 500 กรัม มาทำความสะอาดแล้วแช่น้ำไว้ 7 - 8 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง

1.2 รินน้ำทิ้งเลือกเอาเปลือกออกเติมน้ำร้อนอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 80°C . ประมาณ

2 ลิตร

1.3 บดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด เติมน้ำร้อนอีก 3 ลิตร เพื่อให้อัตราส่วนของถั่วเหลืองต่อน้ำเป็น 1 ต่อ 10

1.4 ตั้งทิ้งไว้ 10 นาทีเพื่อให้ฟองอากาศลดลง

1.5 ให้ความร้อนจนนมถั่วเหลืองเดือดประมาณ 10 - 15 นาที

2. การเตรียมโยเกิร์ตถั่วเหลือง

2.1 นำนมถั่วเหลืองมาเติมผงลงไปประมาณ 5 % ของน้ำหนักนมถั่วเหลือง และเติมน้ำตาลทรายประมาณ 3 % ของนมถั่วเหลือง เพื่อให้เป็นอาหารของเชื้อโยเกิร์ต

2.2 ถ่ายใส่ภาชนะที่จะบ่อเชื้อ ปิดฝาตั้งทิ้งไว้เย็น

2.3 เติมเชื้อโยเกิร์ตในอัตราส่วนนมถั่วเหลือง 100 ซีซี ต่อเชื้อโยเกิร์ต 3 ซีซี

2.4 ตั้งบ่มในอ่างน้ำร้อนซึ่งควบคุมอุณหภูมิได้โดยควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 37°C . เป็นเวลา 16 ชม โดยปราศจากการรบกวน

3. การเตรียมน้ำผลไม้

ก. น้ำส้ม

1. ใช้ผลส้มสด นำมาลวกด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 80°C . เพื่อลดรสขม ปอกเปลือก แล้วคั้นด้วยที่คั้นผลไม้

2. นำน้ำส้มมากรองผ่านผ้าขาวบางแล้วให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85°C . เป็นเวลา 5 นาที เพื่อให้มีอายุในการเก็บนานขึ้น

3. นำมาหาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และหาเปอร์เซ็นต์กรดที่มีอยู่ในน้ำส้ม

ข. น้ำสัปะรด

1. นำสัปะรดมาปอกเปลือก จิกตา ตัดแกนออก หั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ
2. นำมาคั้นในเครื่องคั้นน้ำผลไม้
3. นำน้ำสัปะรดไปกรอง แล้วให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 °ซ. เป็นเวลา 5 นาที
4. นำน้ำสัปะรดมาหาปริมาณของแข็งที่ละลายได้และเปอร์เซ็นต์กรดที่อยู่ในน้ำ

สัปะรด

4. ขั้นตอนการทำงานเปรียบพร้อมเดิม

- 4.1 นำโยเกิร์ตที่ได้จากการบ่มมาซึ่งผสมกับน้ำผลไม้ตามอัตราส่วนโดยผสมในเครื่องปั่นน้ำผลไม้เป็นเวลา 5 นาที
- 4.2 ปรับความหวานโดยใช้น้ำตาลทรายและปรับปริมาณกรดโดยใช้กรดซิตริก
- 4.3 นำมาผ่านการให้ความร้อนที่ 80 °ซ. นาน 10 - 20 นาที
- 4.4 นำมาเข้าเครื่องโฮโมจีไนส์เพื่อทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน
- 4.5 ทำการบรรจุใส่ขวด ซึ่งขวดจะต้องผ่านการฆ่าเชื้อมาแล้ว

จ.2 เตาช่วยสำเร็จรูป

1. เตรียมน้ำซิง

น้ำซิงเตรียมโดย

1. นำซิงแกมมาล้างทำความสะอาด ตัดส่วนที่เนาเสียทิ้ง แล้วซิงน้ำหนักซิงแกไม่พอกเปลือก
2. นำมาบดในเครื่องบดพร้อมที่หลัง
3. กรองน้ำซิงที่ได้ด้วยผ้าขาวบางแล้วให้ความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 80°C .

2. ขั้นตอนการทำเตาช่วย

1. นำถั่วเหลืองทั้งเมล็ด 500 กรัม มาทำความสะอาด แล้วแช่น้ำไว้ 7-8 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง
2. รินน้ำทิ้งล้างให้สะอาด
3. เติมน้ำซิงร้อนที่มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 80°C . โดยใช้อัตราส่วนถั่วเหลืองต่อน้ำซิงเป็น 1:6
4. บดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วเติมน้ำตาลทราย
5. ต้มนมถั่วเหลืองที่ได้ให้เดือดเป็นเวลาอย่างน้อย 10-15 นาที
6. เตรียมสารตกตะกอนคือ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ และแป้งมันใส่ภาชนะเติมน้ำลงไปเล็กน้อยเพื่อให้แป้งมันและ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ละลายเข้ากันได้ดี
7. นำนมถั่วเหลืองที่ร้อนซึ่งมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 70°C . มาเทลงในภาชนะที่เตรียมไว้คนให้เบา ๆ ให้แป้งมันและ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ กระจายทั่วถึง
8. ตั้งทิ้งให้โปรตีนตกตะกอนเป็นเวลา 5 - 10 นาที โดยไม่มีการรบกวน

ภาคผนวก จ.

แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ทางสถิติ

แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์คุณภาพด้านสีของนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มรสสับปะรด

จำนวนคนชิม	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4
1	4	5	6	6
2	5	6	6	7
3	6	5	5	6
4	6	6	7	8
5	4	5	4	5
6	4	6	5	7
7	4	6	7	7
8	5	7	8	7
9	6	5	7	8
10	7	7	6	4
11	5	5	7	8
12	6	6	7	8
X	5.16	5.75	6.25	6.75
X	62	69	75	81
X ²	332	403	483	565

สมมุติฐาน กลุ่มผู้ชิม ไม่มีความเห็นสอดคล้องกัน (ต่างคนต่างชอบ)

$$\begin{aligned} \sum X &= 62 + 69 + 75 + 81 \\ &= 287 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum X^2 &= 332 + 403 + 483 + 565 \\ &= 1783 \end{aligned}$$

$$(\sum X)^2 / N = (287)^2 / 12 = 1716.02$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$SS_c = \sum X_2^2 - (\sum X)^2 = 66.979$$

$$SS_b = (\sum X_1)^2 + (\sum X_3)^2 + (\sum X_4)^2 - (\sum X)^2 / N$$

$$= 1732.58 - 1716.02 = 16.562$$

$$SS_w = SS_c - SS_b$$

$$= 50.41$$

$$MS_b = SS_b / K - 1$$

$$= 5.521$$

$$MS_w = SS_w / N - K$$

$$= 1.14$$

$$F = M_b / M_w$$

$$F_{cal} = 4.81$$

$$F_{0.05} = 2.82$$

$F_{cal} > F_{0.05}$ Reject สมมติฐาน

ทำการเปรียบเทียบโดยใช้ Dumacacn's Multiple rang test

สูตรที่	1	2	3	4
X	5.167	5.75	6.25	6.75
จัดอันดับใหม่	5.167	5.75	6.25	6.75

$$\text{Residual MS} = 1.146 ; df = 44 ; r=12$$

$$SX = 1.146/12 = 0.309$$

จากตาราง SSR สำหรับ 4 means และ $df = 44$

	2	3	4
SSR.05	2.864	3.92	3.208

จาก LSR = SSR SX

$$LSR.05 = 0.885 \quad 0.931 \quad 0.960$$

เปรียบเทียบ 5.167 5.750 6.250 6.750

$$/ 6.75 - 5.167 / = 1.583 > 0.96$$

$$/ 6.75 - 5.75 / = 1.00 > 0.931$$

$$/ 6.75 - 6.250 / = 0.5 < 0.885$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$/ 6.25 - 5.167 / = 1.083 > 0.931$$

$$/ 6.25 - 5.75 / = 0.5 < 0.885$$

$$/ 5.75 - 5.167 / = 0.583 < 0.885$$

สูตรที่ 4 มีความแตกต่างกับสูตรที่ 1 และ 2 แต่ไม่มีความแตกต่างกับสูตรที่ 3 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สูตรที่ 3 มีความแตกต่างกับสูตรที่ 1 แต่ไม่มีความแตกต่างกับสูตรที่ 2 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สูตรที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกับสูตรที่ 1 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

ตารางผนวกที่ ๗ แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของนมถั่วเหลือง
เปรียบเทียบนมรสสี่ประเภททั้ง 4 ตัวอย่าง

ANOVA TABLE

SOV	SS	DF	MS	Fcal	Fo.05
TREATMENT	16.56	3	5.54	4.81	2.82
ERROR	50.41	44	1.146		
TOTAL	66.979	47			

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบในด้านคุณภาพสีโดยวิธี Duncan Snew multiple
range test

T1	T2	T3	T4
5.16	5.75	6.25	6.75

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้วยระดับความเชื่อมั่น

95 %

ตารางผนวกที่ ๗.2 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสเปรี้ยวของนมถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มรสสับประรดทั้ง 4 สูตร

ANOVA TABLE

SOV	SS	df	MS	Fcal	F.05
TREATMENT	38.42	3	12.81	6.16	2.82
ERROR	91.5	44	2.08		
TOTAL	129.92	47			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบในด้านคุณภาพรสเปรี้ยว โดยวิธี Duncan's new multiple test

T2	T1	T4	T3
4.92	5.42	6.82	7.00

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติด้วยระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางภาคผนวกที่ ๗.3 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสหวานของนมถั่วเหลือง
เปรียบเทียบนมที่มีรสสี่ประเภท ทั้ง 4 สูตร

ANOVA TABLE

SOV	SS	df	MS	Fcal	F.05
TREATMENT	29.42	3	2.602	3.767	2.82
ERROR	114.494	44	9.806		
TOTAL	143.917	47			

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบในด้านคุณภาพรสหวานโดยวิธี Dumcan's new multiple
rang test

T2	T1	T3	T4
4.67	6.00	6.58	6.58

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติด้วยระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ ๕.4 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติของสับปะรดของนม
ถั่วเหลืองเปรี้ยวพร้อมดื่มรสสับปะรดทั้ง 4 สูตร

ANOVA TABLE

SOV	SS	DF	MS	Fcal	Fo.05
TREATMENT	23.01	3	7.67	3.6	2.82
ERROR	93.83	44	2.13		
TOTAL	116.94	47			

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบในด้านคุณภาพรสหวาน โดยวิธี Duncan's new multiple
rang test.

T1	T2	T3	T4
5.6	5.25	6.17	6.75

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติด้วยระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ ๕.5 แสดงการวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับของเมถั่วเหลือง
เปรียบเทียบสับปะรดทั้ง 4 ตัวอย่าง

ANOVA TABLE

SOV	SS	DF	MS	Fcal	Fo.05
TREATMENT	8.06	3	2.69	1.22	2.82
ERROR	97.19	44	2.21		
TOTAL	105.25	47			

NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ๕.6 แสดงการวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของนมถั่วเหลืองเปรี้ยว
พร้อมที่มรสสัมทั้ง 4 ตัวอย่าง

ANOVA TABLE

SOV	SS	DE	MS	Fcal	Fo.05
TREATMENT	4.5	3	1.5	1.45	2.82
ERROR	45.5	44	1.03		
TOTAL	50.0	47			

NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



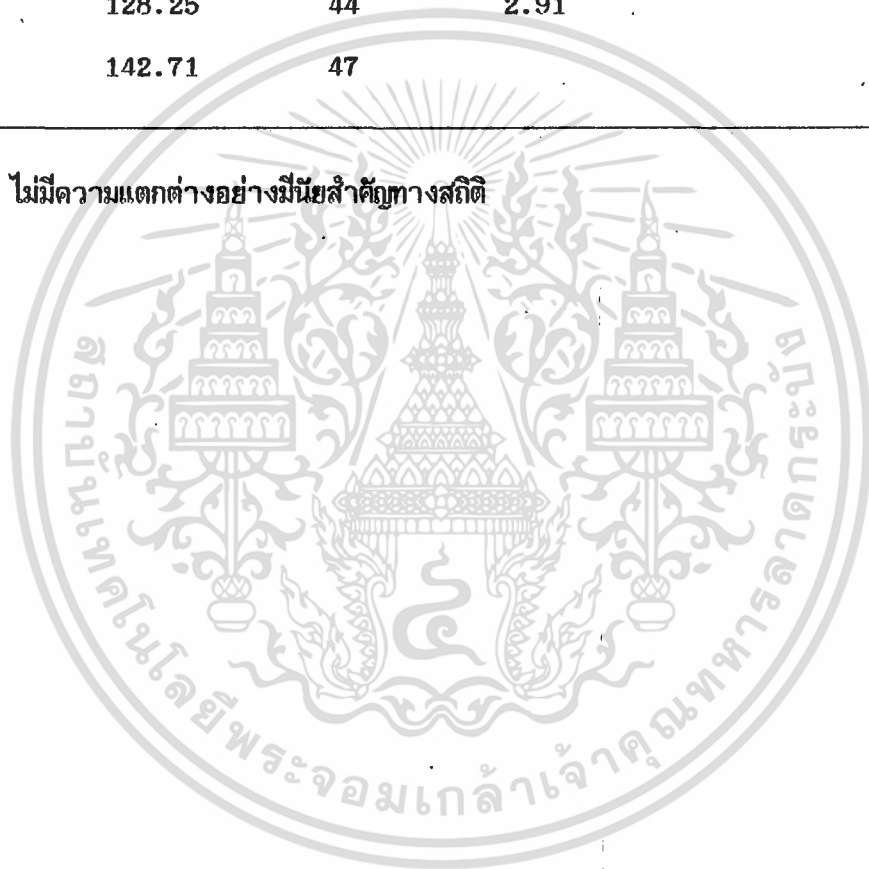
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ๗.7 แสดงการวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับรสเปรี้ยวของหมักกล้วยเหลืองเปรี้ยวรส
ส้มทั้ง 4 ตัวอย่าง

ANOVA TABLE

SOV	SS	DF	MS	Fcal	Fo.05
TREATMENT	14.56	3	4.85	1.665	2.82
ERROR	128.25	44	2.91		
TOTAL	142.71	47			

NS ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



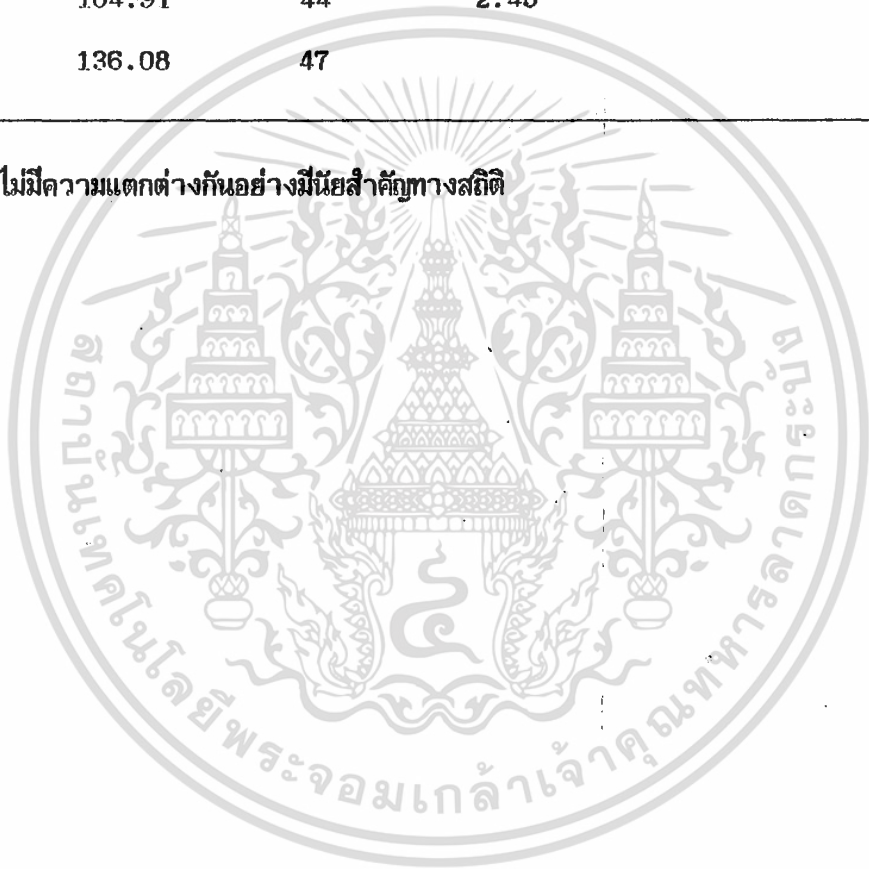
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ๗.๘ แสดงการวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับบรรทัดฐานของนมถั่วเหลืองแปรรูปรสส้ม
ทั้ง 4 ตัวอย่าง

ANOVA TABLE

SOV	SS	DF	MS	Fcal	Fo.05
TREATMENT	32.07	3	6.24	2.55	2.82
ERROR	104.91	44	2.45		
TOTAL	136.08	47			

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ๗.๑ แสดงการวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติของนมถั่วเหลืองเปรี้ยว
พร้อมเค็มรสส้ม

ANOVA TABLE

SOV	SS	DF	MS	Fcal	Fo.05
TREATMENT	20.41	3	6.80	2.95	2.82
ERROR	101.50	44	2.30		
TOTAL	121.91	47			

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบคุณภาพในด้านกรยอมรับของนมถั่วเหลืองเปรี้ยว

รสส้มโดยวิธี

T ₂	T ₁	T ₃	T ₄
4.91	5.41	6.33	6.50

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติด้วยระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ ๗:10 แสดงการวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับการยอมรับโดยรวมของนมถั่วเหลือง
เปรี้ยวพร้อมดื่มรสส้มซึ่งมี 4 ตัวอย่าง

ANOVA TABLE

SOV	SS	DF	MS	Fcal	Fo.05
TRETMET	34.06	3	11.35	4.55	2.82
ERROR	109.41	44	2.49		
TOTAL	143.48	47			

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบคุณภาพในด้านการยอมรับของนมถั่วเหลืองเปรี้ยว
รสส้ม โดยวิธี Duncan's new multiple rang test

T2	T1	T4	T3
4.41	5.58	6.33	1.58

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติด้วยระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ ข. 11 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของเต้าช่วยสำเร็จรูปซึ่งมี 3 ตัวอย่าง

ANOVA TABLE

SOV	SS	DF	MS	Fcal	Fo.05
TREATMENT	30.73	2	15.36	7.18	3.32
ERROR	64.18	30	2.13		
TOTAL	94.90	32			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบคุณภาพด้านสีของเต้าช่วยสำเร็จรูป โดยวิธี

Duncan's New multiple range test

T3	T2	T1
3.63	4.81	1.00

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น

95 %

ตารางผนวกที่ ๗.12 แสดงการวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติของเต้าฮวย
สำเร็จรูปซึ่งมี 3 สูตร

ANOVA TABLE

SOV	SS	DF	MS	Fcal	Fo.05
TREATMENT	12.06	2	6.03	1.93	3.32
ERROR	93.817	30	3.12		
TOTAL	165.879	32			

NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวกที่ ๒: 13 แสดงการวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเต้าฮวยสำ
เร็จรูปซึ่งมี 3 ตัวอย่าง

ANOVA TABLE

SOV	SS	DF	MS	Fcal	Fo.05
TREATMENT	7.09 7.09	2	3.55 3.55	1.92 1.82	3.32
ERROR	55.55 62.64	30	1.95 1.95		
TOTAL	62.64	32			

NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ๒.๑๔ แสดงการวิเคราะห์ค่าสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่นของเต้าฮวยสำเร็จรูป ซึ่ง
มี 3 สูตร

ANOVA TABLE

SOV	SS	DF	MS	Fcal	Fo.05
TREATMENT	0.231	2	0.116	0.06	3.32
ERROR	51.83	30	1.727		
TOTAL	52.06	32			

NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข.15 แสดงการวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับการยอมรับโดยรวมของเต้าฮวย
สำเร็จรูปซึ่งมี 3 ตัวอย่าง

ANOVA TABLE

SOV	SS	DF	MS	Facal	Fo.05
TREATMENT	12.06	2	6.03	3.63	3.32
ERROR	50.01	30	1.66		
TOTAL	62.07	32			

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบในด้านการยอมรับโดยรวมโดยวิธี Duncan's
new multiple Range test

T1	T2	T3
4.90	1.07	6.27

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติด้วยระดับความเชื่อมั่น

95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- ทศพร ยศสมบัติ 2527 การกำจัดกลิ่นตัวเหลืองเพื่อทำผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง
 วิทยาลัยเทคโนโลยีวิทยาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- ประเสริฐ สายสิทธิ์ และคณะ, 2527 ตัวเหลืองและการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย
 กรุงเทพฯ. สถาบันค้นคว้าและผลิตอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- พอใจ ลิ่มพันธุ์อุดม 2531 เอกสารประกอบเรียนการสอนวิชา สถิติและการควบคุมคุณภาพ
 อาหาร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. กรุงเทพฯ.
- มีณณา ร่วมรักษ์ วารสารอาหาร . 16(2) : 59-70.
- วรารุณี ทรุสง และรุ่งนภา พงษ์สวัสดิมานิต 2531. เทคโนโลยีการหมัก กรุงเทพฯ :
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สมชาย ประภาวดี, วารสารอาหาร. 12 (2) : 296-305
- สมชาย ประภาวดี และคณะ 2525 การศึกษาถึงชนิดและปริมาณที่เหมาะสมของตัวตกตะกอน
 ต่าง ๆ ในการทำเต้าหู้หลอด รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 20 กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อุดม กาญจนปรภณีจัย และสมชาย ประภาวดี การพัฒนาอุตสาหกรรมเต้าหู้.
วารสารอาหาร 9 (1) : 17-21
- Angeles, A.C. and and E.N. Marth. 1971 G.Growth and activity
 lactic acid bacteria in soy milk.I Growth and acid production
J.Milk Food Technol. 34:30-36.
- Ariyama, H.1963. Process for the manufacture of synthetic
 yoghurt from soybean. U.S. Patent.3,096,177. July, 2. 6p.
- Mital, B.K. and K.H. Steinkraus. 1976. Flavor acceptability of
 unfermented and lactic fermented soy milks. J.Milk Food Technol.
 39 : 342-344.
- Mital, B.H. Steinkraus and H.B. Naylor. 1974.
 Growth of lactic acid bacteria in soy milks. J.Food Sci.
 39 : 1018-1022.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Obena, T. 1978 Basic investigations on the development of food from enzymatically treated soybean protein concentrated to increase use of United States soybeans in Japan. U.S. Dept. Agn., Final Tech. Report PL 480 Project UR.-An- (40) 26.12 p.
- Pinthong, R., R. Macvac and J. Rothwell. 1980. The development of soya-based yoghurt. I. Acid production by lactic acid bacteria. J. of Food Technol 15 : 647-652.
- Rachis, J.J. and D.J. Sessa. 1977. Lipid-derived flavors of legume protein products J. Am. Oil Chemist. 54 : 468-474
- Robinson, R.K. and A.Y. Tamime 1981 Microbiology of Fermented Milks. in Dairy Microbiology of Milk Products. Rk Robinson (Editor) Applied Science Publishers London.
- Wang, H.L., L. Kraidej, and C.W. Hesseltine. 1974. Lactic fermentation of soybean milk. J. Milk Food Technol. 37 : 71-73.
- Yamanaka, Y., O. Okamura and Y. Hasegawa. 1970. Method of preparing a sour milk beverage. U.S. Patent 3, 535, 177. October, 20. 6p.

