



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตนมถั่วเหลืองข้นหวาน
(Sweetened Condensed Soymilk)


โดย

1. น.ส วรรณฤดี เคชพรหม รหัสประจำตัว 36044299
2. น.ส ศันสนีย์ ฉันทศาสตร์ศรี รหัสประจำตัว 36044301

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... วันที่สอบ 17 / มิถ / 40 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ
 (อ. ชมพูนท สันไสถณ)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร


 ผศ.ดร. รชตพร หำเรือนกิจ
 (หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร)
 หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 30 เดือน มิถอม พ.ศ. 2540

รพ.

๓๒๕๖๒๖

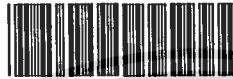
๒๕๓๙

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตนมถั่วเหลืองข้นหวาน

(Sweetened Condensed Soymilk)



T096808

โดย

น.ส. วรณฤดี เดชพรหม รหัสประจำตัว 36044299

น.ส. ศันสนีย์ ฉันทศาสตร์รัศมี รหัสประจำตัว 36044301

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาตรีทางวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

ป/พ.

พ.ศ. 2540

ว 256๖

๒540

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 96808

วันเดือนปี..... - 4 JUN 2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

นางสาววรรณฤดี เดชพรหม และ นางสาวศันสนีย์ ฉันทศาสตร์ศรี. 2540. นมถั่วเหลืองข้นหวาน (Sweetened Condensed Soy milk) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ชมพูนุท สีหไสถณ , 94 หน้า.

การทดลองผลิตนมถั่วเหลืองข้นหวานโดยเอาน้ำนมถั่วเหลืองมาทำให้เข้มข้น จากนั้นนำมาเติมน้ำตาลเพื่อช่วยในการเก็บรักษาและมีขั้นตอนในการผลิตดังนี้คือ การใช้น้ำร้อนร่วมกับการใช้สารเคมีเพื่อลดกลิ่นและสีของถั่วซึ่งเกิดจากเอนไซม์ lipoxygenase ซึ่งเป็นเอนไซม์ในกลุ่ม โดยจะไปเร่งปฏิกิริยา oxidation ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว ที่มีบอนด์คู่ 2 คู่ อยู่ในรูป cis form substrate ขั้นตอนแรก แช่ถั่วเหลืองด้วยสารละลาย Na_2CO_3 0.5 mol 12-24 ชั่วโมง จากนั้นแช่ด้วยน้ำร้อน 80°C 20 นาที และ Na_2HCO_3 10% 70°C 10 นาที ต่อมานำไปทำเป็นน้ำนมถั่วเหลืองแล้วทำการระเหยและเติมน้ำตาลและจากการศึกษาหาปริมาณน้ำตาลทรายและน้ำตาลแลคโตสที่เหมาะสม โดยวิธีการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า ผู้บริโภคยอมรับที่ระดับน้ำตาล 55% และน้ำตาลแลคโตส 10% ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ขั้นตอนต่อมาทำการปรับปรุงคุณภาพของนมถั่วเหลืองข้นหวานเพื่อเพิ่มการละลายของโปรตีนโดยการเติม $\text{Na}(\text{PO}_4)_3$ ซึ่งพบว่าจะมีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น และเติม $\text{Ca}(\text{OH})_2$ เพื่อเพิ่มปริมาณแคลเซียม ขั้นตอนสุดท้ายทำการปรับปรุงคุณภาพทางด้านรสชาติโดยการทดลองเติมครีมเทียมพบว่าปริมาณครีมเทียมที่ผู้บริโภคยอมรับจากการทดลองคือ 5% ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ ปริมาณความชื้น 26.8% ปริมาณไขมัน 7.18% ปริมาณโปรตีน 5.15% ปริมาณของแข็ง 73.2% ความหวาน 71Brix ความหนืด 720Cp ตลอดจนศึกษาอายุการเก็บรักษาในช่วงเวลา 1 เดือน

วรรณฤดี เดชพรหม

ลายมือชื่อนักศึกษา

ชมพูนุท สีหไสถณ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

17 มี.ค. 40

วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คณะผู้จัดขอกราบขอบพระคุณอาจารย์
ชมพูนุท สีหิโสภณเป็นอย่างสูง ที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษ
ฉบับนี้ จนเสร็จสมบูรณ์ อีกทั้งคณาจารย์ท่านอื่น ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านการศึกษาย่างดียิ่งตลอดมา

ข้าพเจ้าขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในระหว่างการปฏิบัติงาน
รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อน ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจอย่างดี จนได้รับความสำเร็จ

วรวรณฤดี เดชพรหม

ศันสนีย์ ฉันทศาสตร์วิเศษ

11 มีนาคม 2540



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. การตรวจเอกสาร	2
2.1 ถั่วเหลือง	2
2.2 เอนไซม์ lipoxygenase	6
2.3 นมถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง	9
2.4 การผลิตผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่ปราศจากกลีตีนถั่ว	10
2.5 กลีตีนถั่วในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง	12
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี	19
3.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	21
4. ผลการทดลอง	26
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	33
เอกสารอ้างอิง	34
ภาคผนวก	35
ภาคผนวก ก	36
ภาคผนวก ข	67
ภาคผนวก ค	70
ภาคผนวก ง	82
ภาคผนวก จ	86
ภาคผนวก ฉ	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. องค์ประกอบของถั่วเหลืองและอาหารบางชนิด	1
2. ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนแอซิกในถั่วเหลืองเปรียบเทียบกับไข่ในปริมาณ อะมิโนแอซิก ในอาหาร 100 กรัม	4
3. การเปรียบเทียบโปรตีนจากแหล่งอาหารต่าง ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับไข่	5
4. ระดับปฏิกิริยาของเอนไซม์ lipoxygenase ในพืชต่าง ๆ	7
5. ประกอบของนมถั่วเหลืองและนมวัว	10
6. การลดกลิ่นถั่วโดยการใช้ไอน้ำในการทำแห้งถั่วเหลือง	14
7. ผลของอุณหภูมิที่มีต่อกลิ่นถั่วและการทำงานของเอนไซม์	15
8. ผลของการใช้สารเคมีในการแช่ถั่วต่อกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลือง	16
9. ผลการทดสอบทางด้านประสาทโดยวิธีต่าง ๆ ในการลดกลิ่นและสีของถั่ว	26
10. ผลการทดสอบทางด้านประสาทโดยหาปริมาณน้ำตาลทรายในระดับต่าง ๆ	27
11. ผลการทดสอบทางด้านประสาทโดยหาปริมาณน้ำตาลแลคโตสในระดับต่าง ๆ	28
12. ผลการทดสอบทางด้านประสาทโดยหาปริมาณครีมเทียมในระดับต่าง ๆ	29
13. แสดงผลความแตกต่างของนมถั่วเหลืองชั้นหวานที่ใส่ครีมเทียมและใส่ครีมเทียม	30
14. แสดงผลความแตกต่างของนมถั่วเหลืองชั้นหวานที่มีอายุการเก็บรักษา 1 เดือน กับนมถั่วเหลืองชั้นหวานที่ผลิตขึ้นใหม่	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. การแช่ถั่วเหลืองในสารละลาย Na_2CO_3 0.5 โมล 12 - 24 ชั่วโมง	23
2. การแช่ถั่วเหลืองในน้ำร้อน $80\text{ }^\circ\text{C}$ 10 นาที	23
3. การแช่ถั่วเหลืองในสารละลาย 10 % Na_2HCO_3 $70\text{ }^\circ\text{C}$ 10 นาที	24
4. การไฮโดรจีไนส์น้ำนมถั่วเหลือง 1 ชั่วโมง	24
5. การระเหยน้ำนมถั่วเหลือง โดยใช้เครื่อง EVAPORATER	25
6. การบ่มนมถั่วเหลืองชั้นหวานที่อุณหภูมิ $30\text{ }^\circ\text{C}$ 20 นาที	25



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

ปัจจุบันการใช้ถั่วเหลืองมาผลิตเป็นน้ำมันถั่วเหลือง หรือทั่วไปเรียกว่า น้ำมันถั่วเหลืองมีมากขึ้นเป็นลำดับทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในคุณค่าทางโภชนาการของน้ำมันถั่วเหลืองมากขึ้น ประกอบกับน้ำมันถั่วเหลืองสามารถใช้เป็นอาหารเสริมคัมพทดแทนนมวัวได้ดี ซึ่งนมวัวนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ส่วนมากแล้วต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ฉะนั้นทำให้ราคาของนมถั่วเหลืองเมื่อเทียบกับนมวัวแล้ว นมถั่วเหลืองมีข้อได้เปรียบด้านราคาค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตาม ถึงแม้คุณค่าทางโภชนาการของน้ำมันถั่วเหลืองล้วนๆ อาจดีน้อยกว่านมวัว แต่การที่ได้ปรับคุณภาพแล้วก็สามารถเป็นไปได้ที่จะทำให้คุณภาพของน้ำมันถั่วเหลืองมีคุณภาพใกล้เคียงกับนมวัวทั่วไป โดยที่ยังอยู่ในฐานะที่ได้เปรียบในด้านราคา

ผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองนั้นเมื่อนำมาละลายน้ำเพียงบางส่วนออกจากร้านนมถั่วเหลืองและเติมน้ำตาลชูโครสจะได้นมถั่วเหลืองขึ้นหวานซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้โดยใช้น้ำตาลสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานและนำไปใช้ประโยชน์ในการให้ความหวานกับเครื่องดื่มเช่น กาแฟ ชา โอวัลติน นอกจากนี้สามารถใช้ในผลิตภัณฑ์พวกขนมอบ ขนมหวาน ไอศกรีม ซึ่งจะมีรสชาติและกลิ่นที่หอมไม่แพ้ขนมขึ้นหวานจากนมวัว ซึ่งถ้าได้มีการปรับปรุงคุณภาพแล้วก็จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีประโยชน์ และยังช่วยในการลดต้นทุนในการใช้นมวัวในการผลิตนมขึ้นหวาน

วัตถุประสงค์

1. เป็นการนำถั่วเหลืองมาใช้ให้เกิดประโยชน์
2. ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตนมถั่วเหลืองขึ้นหวาน
3. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อนมถั่วเหลืองขึ้นหวาน

การตรวจเอกสาร

ถั่วเหลือง

ถั่วเหลือง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ Glycine max (L.) Merrill มีถิ่นกำเนิดในภูมิภาคเอเชียใช้เป็นอาหารกันมานานหลายศตวรรษ มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามพื้นที่ปลูก เช่น Chinese pea , Manchurian bean ,Soya หรือ Soja bean ลักษณะของเมล็ดถั่วเหลืองมีรูปร่างเกือบจะเป็นทรงกลม น้ำหนักโดยเฉลี่ยเท่ากับ 120-180 มิลลิกรัม ซึ่งคิดเป็นเปลือกหุ้มเมล็ดร้อยละ 10

เมล็ดถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีองค์ประกอบของโปรตีนสูง 30-44 % และไขมัน 12-14 % องค์ประกอบของถั่วเหลืองและอาหารบางชนิดแสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของถั่วเหลือง และอาหารบางชนิด

ในปริมาณ100กรัม ประกอบด้วย	ถั่วเหลือง	ถั่วเขียว	ข้าวโพด	ข้าวสาร
น้ำ	11.6	6.6	11.0	11.0
พลังงานความร้อน (แคลอรี)	320.0	356.0	372.0	367.0
ไขมัน (กรัม)	17.6	1.0	3.3	0.6
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	31.5	67.5	73.0	40.0
โปรตีน (กรัม)	34.5	21.1	11.0	7.3
แคลเซียม(กรัม)	246.0	128.0	28.0	8.0
ฟอสฟอรัส(กรัม)	265.0	320.0	287.0	148.0
เหล็ก(กรัม)	10.0	5.9	4.4	1.0

ที่มา : ทศพร , 2527

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบและคุณค่าทางโภชนาการ

องค์ประกอบของเมล็ดถั่วเหลืองจะแตกต่างกันไปตามพันธ์ ทั้งในด้านสี ขนาด และรูปร่างของเมล็ด รวมทั้งคุณสมบัติทางฟิสิกส์แลกละองค์ประกอบทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของถั่วเหลือง

โปรตีน

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีปริมาณโปรตีนสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับในกลุ่มพืชตระกูลเดียวกัน มีปริมาณโปรตีนโดยเฉลี่ยถึงร้อยละ 40.4 ของน้ำหนักแห้งในขณะที่ถั่วอื่น ๆ เช่นถั่วเขียวมีปริมาณโปรตีนเพียงร้อยละ 25.98 ถั่วมะเข้มีปริมาณร้อยละ 22.03 (เป็นต้น ชนิดและปริมาณอมีโนแอซิดในถั่วเหลืองแสดงดังในตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ชนิดและปริมาณอミノแอซิด ในถั่วเหลืองเปรียบเทียบกับไข่ ในปริมาณอミノแอซิด
ในอาหาร 100 กรัม

อミノแอซิด	ถั่วเหลือง	ไข่
Tryptophan	0.526	0.211
Treonine	1.504	0.637
Isoleucine	2.054	0.850
Leucine	2.946	1.126
Lycine	2.414	0.819
Methionine	0.513	0.401
Cystine	0.678	0.299
Phenylalanine	1.889	0.739
Tyrosine	1.216	0.551
Valine	2.005	0.950
Arginine	2.763	0.840
Histidine	0.911	0.307
Alanine	1.571	-
Asphatic acid	4.633	1.897
Glutemic acid	7.010	1.583
Glycine	1.595	0.453
Protein	2.567	0.543
Serine	2.494	1.075

ที่มา : ทศพร , 2527

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3 ปริมาณโปรตีนจากแหล่งอาหารต่าง ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับไข่

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบโปรตีนจากแหล่งอาหารต่าง ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับไข่

อาหาร	โปรตีน	อミノแอซิดตัวที่ขาด
ไข่	100	-
ข้าว	57	Lyciine
ถั่วเหลือง	56	อミノแอซิดที่มีกำมะถัน เช่น Methionine
งา	56	Lyciine
น้ำมันวัว	75	-
เนื้อวัว	80	-
แป้งสาลี	52	Lycine
ถั่วลิสง	48	อミノแอซิดที่มีกำมะถัน
ข้าวโพด	55	Tryptophan

ที่มา : สุชาติ , 2524

ไขมัน

ถั่วเหลืองมีปริมาณไขมันโดยเฉลี่ยในเมล็ดประมาณร้อยละ 29.63 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีความแตกต่างไปตามสายพันธุ์และพื้นที่ที่ปลูก ไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองมีกรดไขมันอิสระที่จำเป็นต่อร่างกาย ได้แก่ กรดลิโนเลอิก ร้อยละ 5-11 กรดลิโนเลนิกร้อยละ 43-56 และกรดโอเลอิกร้อยละ 15-33 ส่วนกรดไขมันอิ่มตัวมีเพียงประมาณร้อยละ 11-26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาร์โบไฮเดรต

ถั่วเหลืองไม่ได้เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลในถั่วเหลืองมีหลายชนิดที่เป็น น้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) เช่นซูโครส และที่เป็น ไตรแซคคาไรด์ (trisaccharide) เช่น สตาร์ชิโอส ส่วนพวก pentasaccharide เช่น เวอบาโดส นั้น พบบ้างเป็นจำนวนเล็กน้อย Mital et al. รายงานว่าถั่วเหลืองมีซูโครสอยู่ร้อยละ 4.5 แรฟฟิโนสร้อยละ 1.1 สตาร์ชิโอสร้อยละ 3.7 อราบิโนสและกลูโคสอีกเป็นจำนวนเล็กน้อย นอกจากนี้ยังมีน้ำตาลแรฟฟิโนสซึ่งเป็นน้ำตาล non reducing และไม่ให้คุณค่าทางอาหารโดยตรง นอกจากนี้จะถูกย่อยจนได้กาแลคโตส กลูโคส และฟรุคโตส

แร่ธาตุ

แร่ธาตุที่พบส่วนใหญ่ในถั่วเหลืองเป็นโปแตสเซียมร้อยละ 1.83 ฟอสฟอสร้อยละ 0.78 แมกนีเซียมร้อยละ 0.31 โซเดียม แคลเซียม กำมะถัน อีกอย่างร้อยละ 0.24 สารประกอบฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบที่พบในถั่วเหลืองคือ phytin, phospholipid และ กรด nucleic ซึ่ง phytin เป็นแหล่งที่มีฟอสฟอรัสมากที่สุด มีความสำคัญต่อการละลายได้ของโปรตีนและต่อคุณค่าทางอาหารของแคลเซียม

เอนไซม์ lipooxygenase

เอนไซม์ไลโปออกซีจีเนส (lipooxygenase) เป็นเอนไซม์ในกลุ่ม oxidoreductase หรือ E.C. 1.99.2.1 เป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการออกซิเดชัน (oxidation) ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว ที่มีอนุภาค 2 คู่ อยู่ในรูป cis form substrate ที่ดีที่สุดของเอนไซม์พวกนี้คือ กรดลิโนเลอิก ลีโนเลนิก อราซิโนนิก และพวก ลิโนลิเอท หรือ ลิโนลิเนท ซึ่งเมื่อถูกคะตะไลซ์แล้วได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็น conjugated diene hydroperoxid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 1 substrate อยู่ที่ผิวของเอนไซม์และเริ่มทำปฏิกิริยากับ oxygen

ขั้นตอนที่ 2 เคลื่อนย้าย electron และ H จาก substrate ให้แก่ oxygen เพื่อสร้าง radical ที่ผิวของเอนไซม์

ขั้นตอนที่ 3 biradicle ทำปฏิกิริยากันให้ conjugated diene hydroperoxide และจากนั้น peroxide จะแตกตัวออกจากเอนไซม์

สาร conjugated diene hydroperoxide จะสลายตัวต่อไปได้สารประกอบที่ระเหยได้ และทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเขียวขึ้นในผลิตภัณฑ์ สารประกอบเหล่านี้ส่วนใหญ่คือ 1-pentanol , 1- hexanol, 2 - octa 3 - ol hexanol และ hexanol มีมากที่สุดถึงร้อยละ 25 (Arai, 1967) แป้งถั่วเหลืองมีสารประกอบพวก ethy vinyl ketone และ 2 - pentyl-furan ทำให้เกิดกลิ่นถั่วและกลิ่นเหม็นเขียว นอกจากนี้ 2- pentyl - furan , 3- cis hexanol และ ethy vinyl ketone ก็เป็นตัวการที่ทำให้เกิดกลิ่นถั่วในถั่วเหลืองและในน้ำมันถั่วเหลือง

HsichandHuang ศึกษาสารประกอบที่ให้กลิ่นรสจากแป้งถั่วเหลืองที่สกัดไขมันแล้วโดยวิธี Infrared และ Mass Spectrometry พบว่าส่วนที่ก่อให้เกิดกลิ่นถั่ว และกลิ่นเหม็นเขียวในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง ระดับปฏิกิริยาของเอนไซม์ในพืชต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระดับปฏิกิริยาของเอนไซม์ lipoxygenase ในพืชชนิดต่าง ๆ

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

ที่มา : สุชาติ , 2524

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากสารประกอบที่ระเหยได้ซึ่งเกิดจากเอนไซม์ไลปอกซีจีเนส (lipoxygenase) ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง ดังนั้นทางแก้ปัญหาคือป้องกันการเกิดปฏิกิริยาอันเนื่องมาจากเอนไซม์

คุณสมบัติของเอนไซม์

Surrey ศึกษาพบว่าเอนไซม์ไลปอกซีจีเนส (lipoxygenase) มีน้ำหนักโมเลกุล 108000 มีโครงสร้างที่ประกอบด้วย 2 component คือร้อยละ 85 เป็น 2.8 s และที่เหลือ เป็น 6.3 s (Swedburg unit)

pH ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 6.5-9 ปประมาณ 5.4 อุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 35-40 C inhibitor ที่สำคัญที่สุดของเอนไซม์ไลปอกซีจีเนส (lipoxygenase) คือพวก lipid antioxidation เช่น tocopherol , nordihydroguaiaretic acid (NDGA) , Propyl gallate , Hydroquinone , Naphthol

วิธีการ assay เอนไซม์

Obaidy and Siddhiqui ได้พัฒนาวิธีการ assay เอนไซม์โดยใช้ linoleate substrate ความเข้มข้น 7.5×10^{-3} โมลาร์ ปริมาณ 3 มิลลิลิตร ใน silica cell ใน Spectrophotometer เมื่อเวลาเริ่มต้นเติมเอนไซม์ lipoxygenase ที่เจือจางแล้วลงไป 0.1 มิลลิลิตร ให้ส่วนผสมผสมกันอย่างรวดเร็ว และวัดค่า absorbance ที่เพิ่มขึ้นทุก 30 นาที ที่ความยาวคลื่น 234 nm หน่วยของเอนไซม์ที่ได้คือ จำนวนเอนไซม์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่า absorbance ไป 0.001 ต่อวินาที ที่ 234 nm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นมถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์จากนมถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองนำมาทำผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายชนิด นมถั่วเหลืองเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากถั่วเหลืองนิยมกันอย่างกว้างขวาง ทำมาจากการสกัดถั่วเหลืองด้วยน้ำ จากถั่วแห้ง 1 กิโลกรัม เมื่อนำมาทำนํานมถั่วเหลืองโดยการสกัดด้วยน้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 3 จะได้นมถั่วเหลืองประมาณ 6.5 ลิตร และมีองค์ประกอบทางเคมีดังนี้ ปริมาณของแข็งร้อยละ 8.99 โปรตีนร้อยละ 3.55 ขณะที่นมสดจากวัวมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 3.69 ดังนั้นจะเห็นได้ว่านมถั่วเหลืองมีคุณค่าทางโภชนาการที่ใกล้เคียงกับนมวัว นักโภชนาการจึงสนับสนุนให้มีการดื่มนมถั่วเหลืองแทนนํานมวัวเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับนมจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่น ๆ แล้วพบว่า มีองค์ประกอบของกรดอะมิโนในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน แต่นมถั่วเหลืองมกรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบต่ำกว่านมชนิดอื่นๆ Shupelakar ได้รายงานว่าการเติม methionine ลงในนํานมถั่วเหลืองจะทำให้มีคุณค่าทางอาหารเท่าเทียมกับนมวัว และ Hackler ได้รายงานว่านมถั่วเหลืองจะมีคุณค่าทางอาหารด้านโปรตีนมากที่สุดเมื่อทำให้ร้อนถึง 212 °C เป็นเวลา 5-10 นาที หรือที่ 93 °C เป็นเวลา 60 นาที และสภาพเช่นนี้ สามารถทำลายสาร trypsin inhibitor ลงได้เกือบร้อยละ 90 ส่วน Escueta and Bangen ได้รายงานว่าปฏิกิริยา trypsin inhibitor ของนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วที่ผ่านการแช่น้ำจะสูญหายไประหว่างที่ลวกถั่วนาน 2 นาที ส่วนถั่วที่ไม่ได้ผ่านการแช่น้ำ ต้องใช้เวลาลวกถึง 5 นาที จึงจะให้ผลเท่ากัน Johnson ก็ได้รายงานว่านมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยทั่วไป เมื่อนำมาต้มที่อุณหภูมิ 99 °C เป็นเวลา 60 นาที พบว่าปฏิกิริยา trypsin inhibitor ลดลงไปถึงร้อยละ 90 และมีโปรตีนที่สกัดได้ร้อยละ 73 แต่ถ้าใช้วิธี Steam Infusion Cooking ที่อุณหภูมิ 154 °C เป็นเวลา 34 วินาทีแล้ว พบว่ามีปฏิกิริยาของ trypsin inhibitor เหลืออยู่น้อยกว่าร้อยละ 8 และมีโปรตีนที่สกัดได้ร้อยละ 90 ตารางที่ 5 จะแสดงถึงองค์ประกอบของนมถั่วเหลืองและนมวัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงองค์ประกอบของนมถั่วเหลืองและนมวัว

องค์ประกอบ (%)	นมถั่วเหลือง	นมวัว
ความชื้น	89.58	87.7
โปรตีน	7.2	7.9
ไขมัน	1.5	3.8

ที่มา : ทศพร , 2527

การผลิตผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่ปราศจากกลืนถั่ว

Wilken et al ศึกษาพบว่าถ้าบดถั่วกับน้ำที่อุณหภูมิระหว่าง 80 °C และ 100 °C และคงอุณหภูมิไว้ประมาณ 10 นาที จะสามารถยับยั้งเอนไซม์ไลโปออกซิจีเนส (lipoxygenase) ได้อย่างสมบูรณ์และได้นมถั่วเหลืองที่ปราศจากกลิ่นเหม็นเขียว Mustakas ได้ใช้วิธีการให้ความร้อนแห้ง 212 องศาฟาเรนไฮต์แก่เนื้อถั่วเหลืองก่อนบดเป็นแป้ง พบว่าสามารถยับยั้งเอนไซม์ lipoxygenase ได้และเมื่อวิเคราะห์พบว่าแป้งถั่วเหลืองที่ได้มีปริมาณ peroxide , conjugated diene และกรดไขมันอิสระต่ำ Kon ก็ได้รายงานว่าการบดถั่วกับน้ำภายใต้สภาพเป็นกรด pH 3.85-2.2 สามารถยับยั้งเอนไซม์ lipoxygenase ได้และได้ของผลที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงกลิ่นหรือกลิ่นเหม็นเขียว นอกจากนี้ประโยชน์ในการกำจัดกลิ่นถั่วแล้ว สภาพที่เป็นกรดที่ pH 2 นี้สามารถสกัดโปรตีนได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรดถั่วแห้งด้วยน้ำ

Nelson รายงานว่าถั่วเหลืองในสภาพทั้งเมล็ดนั้นไม่มีสารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเขียวหรือกลิ่นถั่วขึ้น แต่ถ้าบดถั่วหรือทำให้เนื้อเยื่อถูกทำลายแล้วจะเกิดกลิ่นเหม็นเขียว ทั้งนี้เนื่องจากเอนไซม์และ substrate ทำปฏิกิริยากัน Schroder and Jackson ทำการลดกลิ่นถั่วในโดยการบดถั่วด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 95 °C และทำให้ร้อนถึง 100 °C เป็นเวลา 3 นาที เมื่อกรองแล้วอุณหภูมิจะลดลงเป็น 80 °C แล้วตกตะกอนด้วย CaSO₄ จะได้เต้าหู้ที่มีกลิ่นถั่วน้อยกว่าเต้าหู้ที่ได้จากการบดถั่วในน้ำธรรมดา Nelson ศึกษาถึงขบวนการเตรียมนมถั่วเหลืองตามวิธี Illinois Process พบว่าถ้าแช่ถั่วค้างคืนในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ .05 หรือในน้ำธรรมดาแล้วลวกต่อ ในสารละลายชนิดเดียวกันเป็นเวลา 30 นาที จะได้ถั่วที่ปราศจากกลิ่นเหม็นเขียวเนื่องจากเอนไซม์ lipoxygenase ถูกทำลายลงจนไม่ก่อให้เกิดปัญหากลิ่นถั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการต่าง ๆ เหล่านี้ใช้ความร้อนในการทำลายเอนไซม์ไลโปอกซีจีเนส (lipoxygenase) ซึ่งจะทำให้โปรตีนละลายได้น้อยลงและทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นสกปรก Eldrige ได้รายงานถึงการปรับปรุงกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง โดยการใช่วิธีการแช่ถั่วหรือบดถั่วในสารละลายเอธิลแอลกอฮอล์ พบว่าเมื่อใช้สารละลายแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 40-60 แช่ถั่วที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้ปฏิกิริยา lipoxygenase ในถั่วเหลืองลดลงอย่างรวดเร็ว แต่ในขณะเดียวกันดัชนีการละลายได้ของโปรตีน (protein solubility index) ลดลงด้วย นอกจากนั้น trypsin inhibitor ถูกทำลายเพียงบางส่วนเท่านั้น ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่ากลิ่นถั่ว กลิ่นเหม็นเขียว และรสขมลดลง และเมื่อทดสอบกับถั่วอื่น ๆ เช่นถั่วลิสงพบว่าการแช่ในสารละลายแอลกอฮอล์ช่วยลดกลิ่นถั่วได้เช่นเดียวกัน Borhan and Snyder ใช้ความร้อนร่วมกับการแช่ถั่วในแอลกอฮอล์เพื่อยับยั้งปฏิกิริยาเอนไซม์ lipoxygenase และในขณะเดียวกันเพื่อรักษาคุณสมบัติของการนำโปรตีนเข้าไปใช้ประโยชน์ได้ (functional property) พบว่าการแช่ถั่วในสารละลายเอธิลแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 15 ถึง 45 ที่อุณหภูมิ 40 ถึง 60 °C เป็นเวลา 2 ถึง 6 ชั่วโมง จะได้ถั่วเหลืองที่มีดัชนีการละลายได้ของโปรตีนสูงสุด และเอนไซม์ lipoxygenase ถูกทำลายลงได้มากที่สุด แต่ trypsin inhibitor ถูกทำลายได้ไปเพียงร้อยละ 50 เท่านั้น และถ้าเพิ่ม pH ของสารละลายที่แช่ จะทำให้อัตราการทำลายเอนไซม์ lipoxygenase เพิ่มขึ้น และถ้ามีเกลือ carbonate ในน้ำที่แช่จะทำให้ดัชนีการละลายได้ของโปรตีนเพิ่มขึ้นด้วย Ashraf and Snyder ศึกษาถึงการเพิ่ม pH ในสารละลายแอลกอฮอล์ที่ใช้แช่ถั่ว พบว่าถ้าแช่ถั่วในสารละลายที่มีแอลกอฮอล์ร้อยละ 15 และ Na_2CO_3 หรือ NaHCO_3 0.1 โมลาร์ละลายอยู่ จะให้นมถั่วเหลืองที่มีกลิ่นรสดีกว่านมถั่วเหลืองจากถั่วที่แช่ในสารละลายที่ใช้การเพิ่ม ด้วยการเติม NaOH Brown et al. ได้รายงานว่าถ้าเพิ่มความชื้นของถั่วจากร้อยละ 11 เป็นร้อยละ 16.3 ด้วยการแช่ในสารละลายคาร์บอนेट บัฟเฟอร์ pH 9.8 และอบเมล็ดถั่วด้วยไอน้ำร้อนจนมีอุณหภูมิ 91 °C เป็นเวลานาน 10 นาที พบว่าจะระงับปฏิกิริยาของเอนไซม์ lipoxygenase ได้ถึงร้อยละ 99 และคงการละลายได้ของโปรตีนไว้ได้อย่างมากกว่าร้อยละ 70 สุชาติ และ สุกจันทร์ (2525) เตรียมนมถั่วเหลืองโดยการแช่ถั่วในน้ำธรรมดา ก่อน 24 ชั่วโมง แล้วแช่ในน้ำร้อน 80 °C เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำไปแช่ในสารละลาย NaHCO_3 เข้มข้นร้อยละ 0.5 ที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 10 นาที แล้วบดถั่วในน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 °C ทำให้เป็นนมนมถั่วเหลือง ซึ่งเมื่อทำการตรวจสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้บริโภคชอบรับมากที่สุด

นอกจากวิธีการทำลายหรือยับยั้งปฏิกิริยาเอนไซม์ lipoxygenase เพื่อปรับปรุงด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองดังกล่าวแล้ว ในประเทศทางแถบตะวันออกมีการผลิตผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองในรูปของอาหารหมักจากเชื้อจุลินทรีย์ เช่น ซีอิ๊ว เต้าเจี้ยว มิโส ซึ่งพบว่าผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีกลิ่นรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดีขึ้น ปรากฏจากกลิ่นเหม็นเขียวและกลิ่นฉุน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนมถั่วเหลืองมีคุณสมบัติคล้ายน้ำนมวัว Wang จึงได้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากนมถั่วเหลืองโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ชนิดเดียวกับการใช้ในการหมักน้ำนมวัวในกระบวนการทำนมเปรี้ยว

กลิ่นฉุนในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองแม้จะเป็นพืชที่มีคุณค่าสูงแต่ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองยังได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคต่ำเนื่องจากมีกลิ่นรสที่ไม่ต้องการ การเกิดกลิ่นฉุนในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองเกี่ยวข้องกับสารที่ระเหยได้ ที่ได้จากปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส (lipoxygenase) ซึ่งมีอยู่ในถั่วเหลืองตามธรรมชาติ เอนไซม์ยังพบในธัญพืชอื่นๆ เช่น ข้าวสาลี เมล็ดน้ำมัน และพืชในตระกูลถั่วอื่นๆ

สาเหตุของการเกิดกลิ่นฉุน

จะเห็นได้ว่าตัวการที่ทำให้เกิดกลิ่นฉุนคือ เอนไซม์ ไลพอกซีจีเนส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ทำให้เกิดออกซิเดชันของไขมันที่มี cis, cis - 1-4-pentadiene ($-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-$) ซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น linoleic, linolenic, และ arachidonic acid ทำให้เกิด peroxidation ซึ่งจะมีผลต่อรสชาติ กลิ่น และสีด้วย โดยเฉพาะในถั่วของการเกิดกลิ่นที่ไม่ดี มักจะเกิดสารประเภทอัลดีไฮด์ ที่ผลิตขึ้น

เมื่อองค์ประกอบของเมล็ดถั่วถูกทำลายหรืออบแตก ปริมาณของไขมันและ lipoxygenase จะถูกไออนไนส์ ถ้าหากถั่วเหลืองมีความชื้นต่ำกว่า 13 % เอนไซม์ตัวนี้จะไม่เกิดปฏิกิริยาทันทีกับกรดไขมันต่อมีน้ำเติมเข้าไปเพิ่มปริมาณความชื้นขึ้น การออกซิไดซ์ของกรดไขมันก็จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และเกิดกลิ่นที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับได้ ดังนั้นถ้าเรา inactivate enzyme lipoxygenase เสียก่อนเช่น การลวกนํ้าร้อนก็สามารถทำให้กลิ่นถั่วลดลงได้ ดังนั้นแนวทางแก้ปัญหาอย่างหนึ่งคือการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาอันเนื่องมาจากเอนไซม์ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีคือ

สรุปการยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ lipoxygenase ไว้ได้ดังนี้คือ

1. การให้ความร้อนต่อเมล็ดถั่วเหลืองก่อนหรือระหว่างการแปรรูป
2. การใช้สารเคมีในการกำจัดกลิ่นถั่ว
3. การสกัดเอาไขมันออกจากถั่วเหลือง
4. การใช้กระบวนการหมักด้วยจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติกที่เหมาะสม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้กลิ่นถั่วอาจจะเกิดจากปฏิกิริยาของlipidเช่น hydrolysis , decarboxylation, autooxidation ซึ่งขบวนการเหล่านี้ทำให้เกิด compound หลากอย่าง และอาจมีการ form ขึ้นมาใหม่ เป็นพวก volatile ต่าง ๆ ซึ่งมีผลต่อกลิ่นรสของถั่ว

วิธีการกำจัดกลิ่นถั่ว

1. การให้ความร้อนต่อเมล็ดถั่วเหลืองก่อนหรือระหว่างการแปรรูป

การให้ความร้อนจากไอน้ำหรือการให้ความร้อนต่อเมล็ดถั่วเหลืองก่อนหรือระหว่างการแปรรูปจะช่วยในการกำจัดกลิ่นถั่ว เช่น การอบถั่วด้วยน้ำร้อน การให้ความร้อนแห้ง ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะมีผลในการทำลายเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสและทำให้กลิ่นถั่วนี้หมดไป ดังจะเห็นได้จากการทดลองตามตาราง 6

ตาราง 6 การลดกลิ่นถั่วโดยใช้ไอน้ำในการทำแป้งถั่วเหลือง

ระยะเวลาที่ใช้ไอน้ำ	คะแนนผลการชิม (คะแนนเต็ม10)	รส
0	1.5	กลิ่นถั่ว-ขม-เหม็นเขียว
3	4.5	กลิ่นถั่วลดลง-ขม-ไม่เหม็นเขียว
10	6.0	กลิ่นถั่วลดลง-รสมัน-ขมนิดหน่อย
20	6.3	กลิ่นถั่วลดลง-รสมัน-ขมลดลง
40	6.1	กลิ่นถั่วลดลง-รสมัน-ขมลดลง

* ดีที่สุด

ที่มา : ทศพร , 2527

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการบดถั่ว มีผลต่อ lipoxygenase activity และ beny flavor ของนมถั่วเหลือง จะเห็นว่า ถ้าอุณหภูมิสูงกลิ่น beany flavorจะน้อยลง ดังตารางที่ 7

ตาราง 7 ผลของอุณหภูมิที่มีต่อกลิ่นถั่วและการทำงานของเอนไซม์ lipoxygenase

สารที่ใช้แช่	อุณหภูมิระหว่างบด (องศาเซลเซียส)	pH ระหว่างบด	เส้นผ่าศูนย์กลาง ของ zone (ซ.ม)	คะแนนเฉลี่ย (n=8)
H ₂ O	19-30	6.8	2.05	5.11
	80-82		0	5.11
0.4 M-Na CO	19-30	9.7	1.60	2.88
	70-75		0	2.55
0.2M-NaOH	19-30	10.	1.60	4.44
	70-75		0	3.78

ที่มา : ทศพร , 2527

Comi ทดลองโดยใช้ defatted soybean flake material แช่ในสารละลาย pH 6.5 - 9.0 ที่อุณหภูมิ 110-140 °C จะให้ product ที่มี Nitrogen Solubility Index ของ soy protein 75 % และ product นี้จะมี flavor และ color ดีขึ้น

Okaka ศึกษาการกำจัดกลิ่น bean flavor ใน cowpea powders โดย soaking cowpeas ใน acidified water ,dehulling,blanching in 100 C steam ,grinding and drum drying พบว่า soaking water pH 2 และ 6 ได้ผลดีกว่า pH 4 ซึ่งทั้งหมดนี้ตามด้วย blanching หรือถ้า acidification โดยไม่ blanching ก็จะได้ผลไม่ดีเท่า

หมายเหตุ ใช้ HCL - acidified distilled water ในการแช่ถั่วในอัตราส่วน 4 เท่าของน้ำหนักถั่ว แช่เป็นเวลา 10 ชั่วโมง

จะเห็นได้ว่าการใช้ความร้อนสามารถกำจัดกลิ่นถั่วให้ลดลงได้ นอกจากนี้ยังสามารถทำลาย trypsin inhibitor และ Hemagglutinins ที่มีอยู่ในถั่วได้อีกด้วย แต่ความร้อนเป็นตัวทำให้โปรตีนเปลี่ยนแปลงสภาพไปได้ ทำให้โปรตีนที่ละลายได้ในน้ำนมลดน้อยลง ในกรณีที่ใช้ความร้อนมากเกินไปและนานเกินไปและวิธีการให้ความร้อนจะมีผล และทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นสุก ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนมากเราจะใช้วิธีให้ความร้อนควบคู่กับวิธีการอื่น ๆ เช่น ใช้สารเคมีเข้าช่วย พวกโซเดียมไบคาร์บอเนต โซเดียมคาร์บอเนต เป็นต้น

2 การใช้สารเคมีกำจัดกลิ่นถั่วเนื่องจากการให้ความร้อนนั้นจะมีผลต่อโปรตีนทำให้โปรตีนเปลี่ยนสภาพไปได้ในกรณีที่ใช้ความร้อนมากและนานเกินไป ดังนั้นจึงมีการศึกษาการใช้สารเคมีในการลดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลืองดังนี้ การบดถั่วกับน้ำภายใต้สภาพที่เป็นกรด pH 2.2-3.85 พบว่าสามารถยับยั้งเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสได้ และได้สารผสมที่ไม่มีกลิ่นเหม็นเขียวนอกจากนั้นแล้วสภาพที่เป็นกรดนี้ยังสามารถสกัดโปรตีนได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรดถั่วแห้งด้วยน้ำ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการแช่ถั่วในสารละลายแอลกอฮอล์พบว่า เมื่อใช้สารละลายแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 40-60 แช่ถั่วเป็นเวลา 24 ชั่วโมงจะทำให้ปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสในถั่วลดลงอย่างรวดเร็ว แต่ในขณะเดียวกันก็ทำให้ดัชนีการละลายของโปรตีนลดลงด้วย และได้มีการทดลองโดยการแช่ถั่วในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ร้อยละ 0.5 หรือในน้ำธรรมดาแล้วลวกต่อในสารละลายเดียวกันที่ 80 °C เป็นเวลา 30 นาที พบว่าจะได้ถั่วที่ปราศจากกลิ่นเหม็นเขียว จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นถึงผลของการใช้สารเคมีในการแช่ถั่ว ต่อกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลือง

ตาราง 8 ผลของการใช้สารเคมีในการแช่ถั่ว ต่อกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลือง

สารที่ใช้แช่	คะแนนเฉลี่ย	ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจาก
H ₂ O	5.75	
0.5 M Na ₂ CO ₃	2.65	***
0.2 M NaOH	4.12	**
0.5 M Na ₂ SO ₄	4.90	N.S
0.5 M Na ₂ SO ₃	5.00	N.S
0.5 M Na ₂ HPO ₃	5.25	N.S
0.5 M NaHCO	4.90	N.S
0.5 M Na ₃ PO ₄	4.75	*
0.8 M NaCl	5.25	N.S
0.5 M Na ₂ S ₂ O ₃ + NH ₄ OH	5.12	N.S

ที่มา : สุชาติ, 2524

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

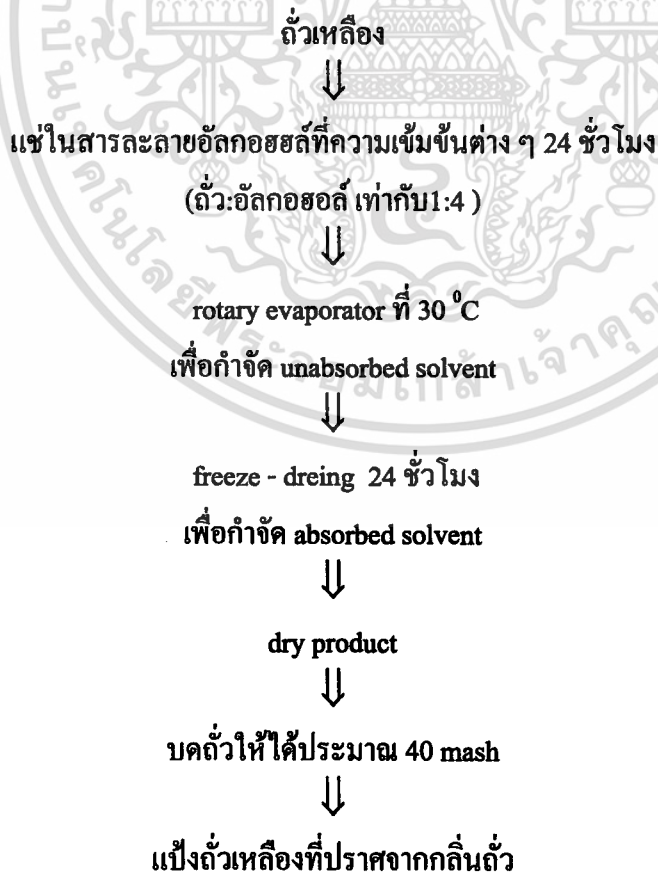
นอกจากนี้ความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ก็มีผลต่อการลดกลิ่นถั่วด้วย ถ้าความเข้มข้นมาก กลิ่นถั่วจะลดลง จากการทดลองพบว่าการใช้ 0.5 M และ 0.4 M โซเดียมคาร์โบเนต ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และระยะเวลาในการแช่ถั่ว ก็มีผลด้วย ควรแช่ถั่วอย่างน้อย 12 ชั่วโมง

สำหรับผลการกำจัดกลิ่นถั่วด้วยสารเคมีต่อคุณค่าทางอาหารของนมถั่วเหลือง พบว่า การใช้ 0.4 M โซเดียมคาร์โบเนต คุณค่าทางอาหารไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก แต่การใช้ 0.2 M NaOH จะทำให้โปรตีนลดลง เนื่องจากการทำลาย amino acid เช่น cystine ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Badenhop และ Hackler

Kapoor and Gupta พบว่าการ soaking และ cooking ด้วย โซเดียมไบคาร์โบเนต ในถั่วเหลืองสามารถลด beany flavor ได้ถึง 80%

Bourne, M.C. ได้ศึกษาถึงผลของ Sodium alkali และ sodium salt ที่มีต่อ pH และ Flavor ของนมถั่วเหลือง พบว่า sodium ion มีผลต่อกลิ่นรสของนมถั่วเหลือง แต่ความแตกต่างของ pH ไม่มีผลต่อกลิ่นรสของนมถั่วเหลือง

Eldridge ศึกษาการใช้แอลกอฮอล์ในการกำจัดกลิ่นถั่วของ soybean และ soybean protein products ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัด 96808 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษา soybean protein products ที่เตรียมจากถั่วเหลือง แชนใน 50 % อัลกอฮอล์ ที่อุณหภูมิห้อง จะช่วยปรับปรุงคุณภาพกลั่นถั่ว และลด lipoxygenase activity

Srinivasan , K.S. ศึกษาการกำจัดกลิ่นถั่วของ Groundnut Flour โดยใช้ Solvent ต่าง ๆ กัน พบว่าการใช้ 90 % isopropyl จะให้ groundnut flour ที่ปราศจากกลิ่นถั่ว

3. สกัดเอาไขมันออกจากถั่วเหลือง เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาอันเนื่องจากเอนไซม์ ซึ่งวิธีการสกัดเอาไขมันออกนั้นจะใช้วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย โดยทั่วไปจะใช้เฮกเซน

(Hexane) แล้วนำเอากากที่ได้จากการสกัดมาคั้นเป็นแป้ง ก็จะได้เป็นแป้งถั่วเหลืองสกัดไขมัน (defatted soy flour) ซึ่งจะมีไขมันต่ำกว่า 1 % และในการนำเอาแป้งถั่วเหลืองมาทำเป็นน้ำมันถั่วเหลืองก็จะต้องมีการผสมน้ำตามสัดส่วน แล้วมีการเติมน้ำมันพืช และน้ำตาลเพิ่มลงไปด้วย

4. การใช้กระบวนการหมักด้วยจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติกที่เหมาะสม นอกจากวิธีการทำลายหรือยับยั้งปฏิกิริยาเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสแล้ว ประเทศทางแถบตะวันออกได้มีการผลิตผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองในรูปของอาหารหมักจากเชื้อจุลินทรีย์เช่นซีอิ้ว เต้าเจี้ยว เทมเป้ และพบว่าการหมักมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองเหล่านี้มีกลิ่นรสดีขึ้น ปราศจากกลิ่นเหม็นเขียว

กลไกในการกำจัดกลิ่นถั่วโดยวิธีนี้ เข้าใจว่าเกิดจากการทำงานของเอนไซม์ของจุลินทรีย์ที่จะปลดปล่อยสารที่ทำให้เกิดกลิ่นใน soybean protein สารที่ทำให้เกิดกลิ่นเหล่านี้จะกระจายอยู่ไม่เท่ากัน (not uniformly) แต่ส่วนใหญ่จะอยู่ใกล้กับผิวหน้าของโมเลกุลของโปรตีน และรวมกับโปรตีนบางส่วน ดังนั้นในวิธี soybean protein ที่ถูกกำจัดกลิ่นจะไม่มีเปลี่ยนแปลงมากนัก

สำหรับปฏิกิริยาของเอนไซม์ของ Lactobacillus ในวิธีนี้และ โครงสร้างของสารที่ให้กลิ่นที่ถูกปล่อยออกมา กำลังเป็นที่ศึกษาอยู่

สำหรับกรรมวิธีการผลิตนมถั่วเหลืองชั้นหวาน ได้พัฒนามาจากการผลิตน้ำมันถั่วเหลือง ซึ่งในการทดลองนี้ได้ศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสมในการผลิตนมถั่วเหลืองชั้นหวาน ทั้งนี้เพื่อจุดประสงค์ของการที่จะได้มาซึ่งน้ำมันถั่วเหลืองชั้นหวานที่มีคุณภาพทั้งทางรสชาติและทางกายภาพ เป็นไปตามความยอมรับของผู้บริโภค

อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตนมถั่วเหลืองชั้นหวาน

1. ถั่วเหลือง
2. เครื่องปั่น
3. เครื่องชั่งหยาบ
4. เครื่องชั่งละเอียด
5. ปีกเกอร์ ขนาด 100, 200 ,300 ,400, 500
6. กระบอกลดแรงดัน 1000 มล.
7. แท่งแก้วคน
8. กะละมังสเตนเลสขนาดกลาง
9. ถูพลาสติก
10. ตู้เย็น
11. เครื่องกรองสูญญากาศ
12. เครื่องระเหย
13. ผ้าขาวบาง
14. กระชอน
15. หม้อ
16. เครื่องโฮโมจีไนซ์
17. เครื่องบด
18. เตาแก๊ส

2 สารเคมีที่ใช้ในการผลิตนมถั่วเหลืองชั้นหวาน

1. โซเดียมคาร์โบเนต
2. โซเดียมไบคาร์โบเนต
3. น้ำ
4. น้ำตาลทราย
5. ผงแลคโตส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์ผลทางเคมี

1. บิวเรตต์
2. เครื่องวัด pH
3. Flask 250 ml.
4. Volumetric flask 1000 ml.
5. กระจกนํ้ากลั่น
6. Aluminium can
7. เครื่องชั่งหยาบและเครื่องชั่งละเอียด
8. ชุดเครื่องวัดค่าโปรตีน
9. Hot air oven
10. Dassicator

4 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ผลทางเคมี

1. สารละลาย conc. H_2SO_4 93-98 %
2. กรดบอริก 2 %
3. HCl 0.01 N.
4. NaOH 30%
5. Catalyst : $CuSO_4$: K_2SO_4 (1 : 8)
6. Mixed indicator

5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

1. แก้ว
2. จาน
3. ช้อน
4. น้ำ
5. ขนมหีบง

6 ผู้ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

นักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 15 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

ขั้นตอนการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองขึ้นหวาน

1. การเตรียมสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. สารละลาย Na_2CO_3 จำนวน 53 กรัมในน้ำ 1000 CM^3
2. สารละลาย NaHCO_3 จำนวน 5 กรัมในน้ำ 1000 CM^3

2. การเตรียมส่วนผสมและวัตถุดิบ

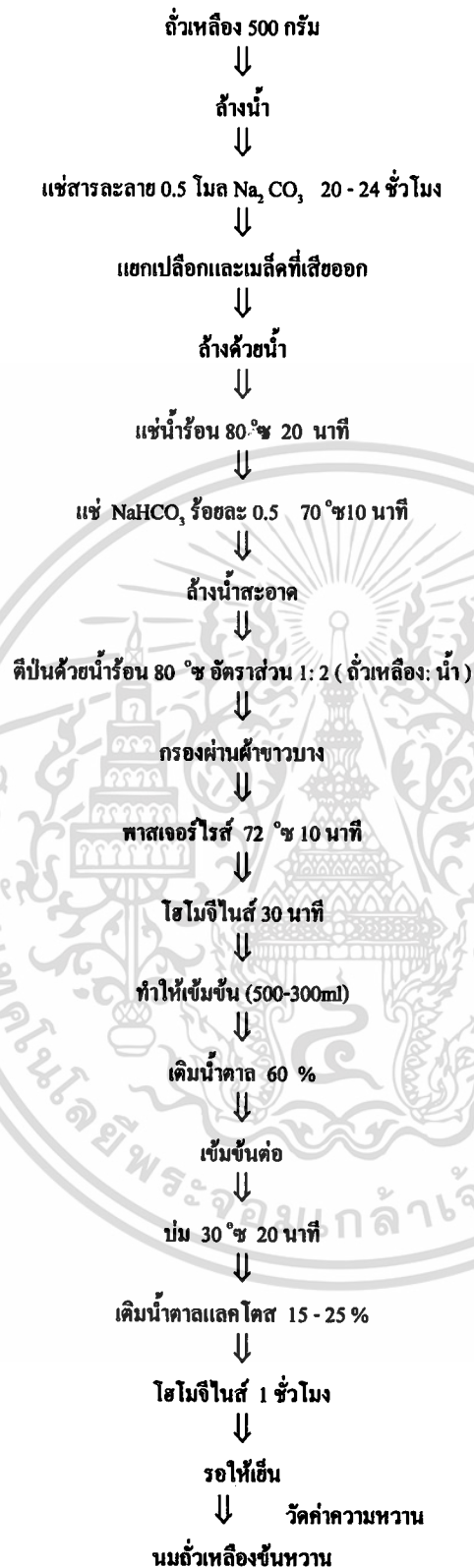
1. ถั่วเหลือง : คัดเมล็ดที่เน่าและเสียออกเช่นเมล็ดที่สีเขียว สีดำ แมลงเจาะ นำมาล้างน้ำให้สะอาด
2. น้ำตาลทราย : น้ำตาลทรายขาวและสะอาดปราศจากฝุ่นผง สิ่งแปลกปลอม
3. น้ำตาลแลคโตส : นำมาบดให้ละเอียด เก็บไว้ใน Desicator

3. สูตรมาตรฐานในการผลิตนมถั่วเหลืองขึ้นหวาน

ถั่วเหลือง	500 กรัม
น้ำตาลทราย	55%
น้ำอัตรส่วน	1:2 (ถั่ว : น้ำ)
น้ำตาลแลคโตส	10 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

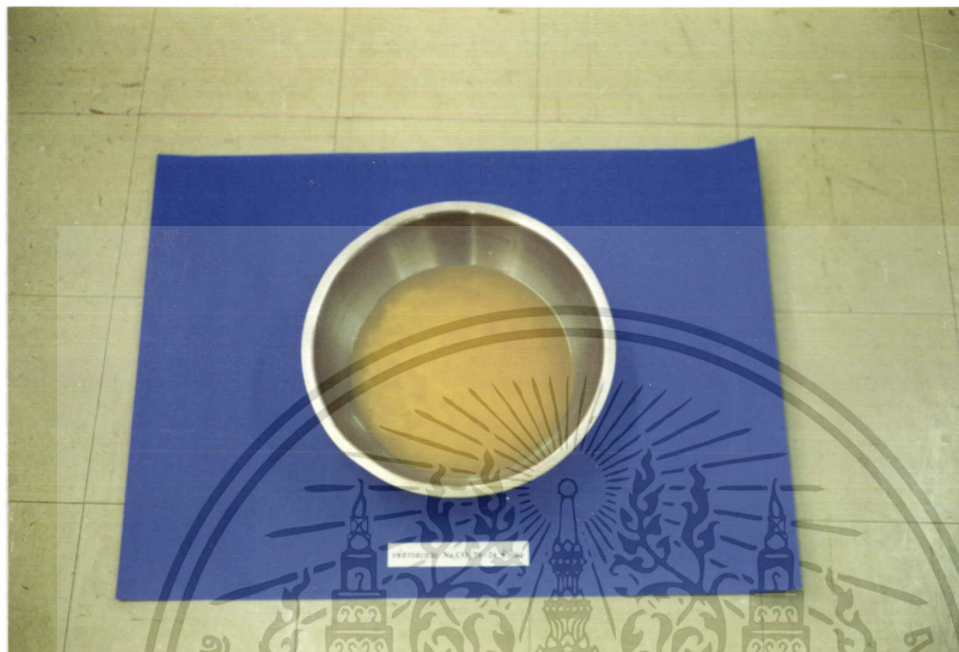
กรรมวิธีการผลิตนมถั่วเหลืองขึ้นหวาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดงขั้นตอนการผลิตนมถั่วเหลืองชั้นหวาน

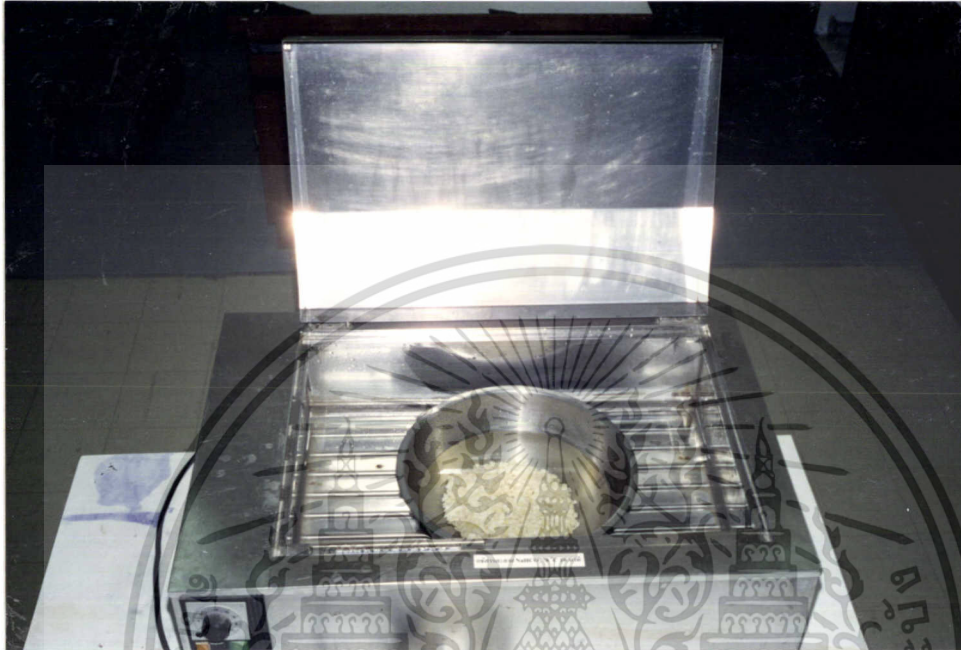


รูปที่ 1 การแช่ถั่วเหลืองในสารละลาย 0.5 โมล Na_2CO_3 20-24 ชั่วโมง

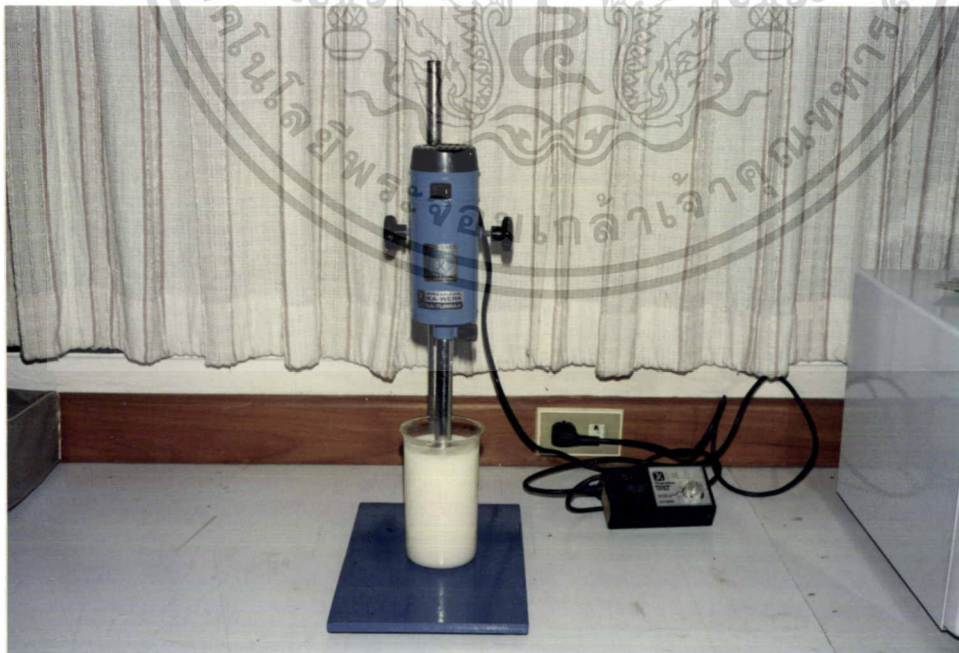


รูปที่ 2 การแช่ถั่วเหลืองในน้ำร้อน 80°C 10 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

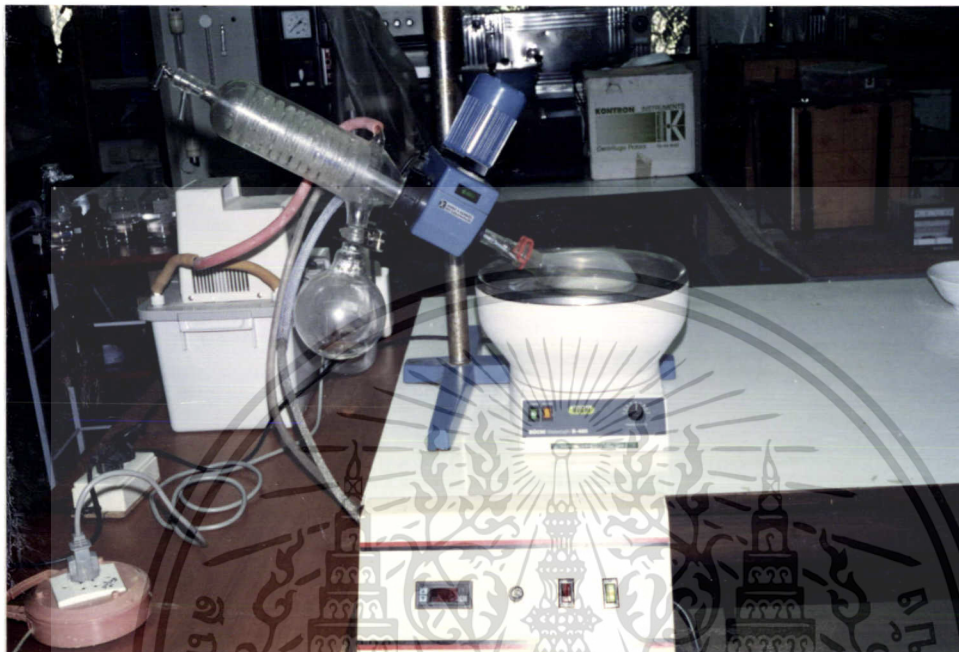


รูปที่ 3. การแช่ตัวเหลืองในสารละลาย 10% Na_2HCO_3 , 70°C 10 นาที

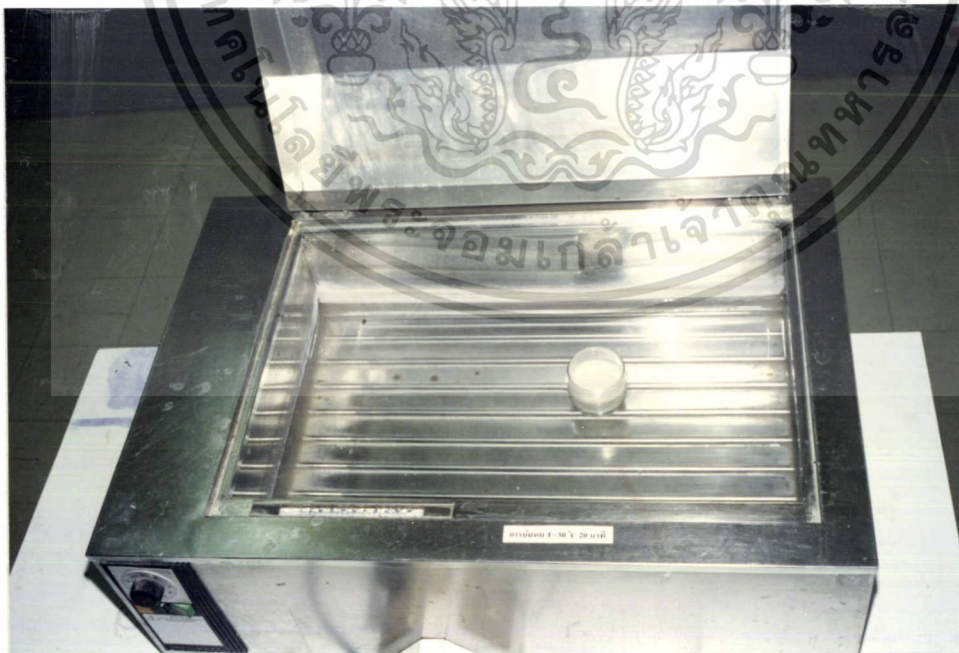


รูปที่ 4 การโฮโมจีไนส์น้ำนมตัวเหลือง 1 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 การระเหยน้ำมันถั่วเหลือง โดยใช้เครื่อง EVAPORATER



รูปที่ 6 การบ่มนมถั่วเหลืองชั้นหวานที่อุณหภูมิ 30-20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธีการต่าง ๆ ในการลดกลิ่นและสีของถั่ว

TRT	วิธีการลดสีและกลิ่น			
	1	2	3	4
ปัจจัย				
ลักษณะปรากฏ	4.00 _a	2.60 _b	2.40 _b	1.00 _c
สี	4.00 _a	2.53 _b	2.46 _b	1.00 _c
กลิ่นถั่ว	4.00 _a	2.47 _b	2.53 _b	1.00 _c
ความหนืด	4.00 _a	2.47 _b	2.60 _b	1.00 _c
เนื้อสัมผัส	4.00 _a	2.40 _b	2.60 _b	1.00 _c
รสชาติ	4.00 _a	2.40 _b	2.60 _b	1.00 _c
ความหวาน	4.00 _a	2.40 _b	2.60 _b	1.00 _c
ความชอบรวม	4.00 _a	2.47 _b	2.53 _b	1.00 _c

หมายเหตุ การทดลองนี้มี 4 วิธีคือ

1. การแช่น้ำ 12 - 24 ชั่วโมงและการใช้แช่น้ำร้อน 80 ซ 20 นาที
2. การแช่น้ำ 12 - 24 ชั่วโมงและการใช้แช่น้ำร้อน 80 ซ 20 นาทีและการแช่ 0.4 M NaHCO₃ ที่ 70 ซ นาน 10 นาที
3. การแช่ Na₂CO₃ 0.5 โมล 12 -24 ชั่วโมง
4. การแช่ Na CO 12 -24 ชั่วโมง ตามด้วยการแช่ด้วยน้ำร้อน 80 ซ 20 นาที และแช่ด้วย 0.5 % NaHCO₃ 70 ซ 10 นาที

จากตารางสรุปผลดังนี้

1. จากการทดลองพบว่า วิธีการที่ 1 วิธีการที่ 2 กับ 3 และวิธีการที่ 4 มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
2. วิธีการที่ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
3. จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี Ranking test พบว่า ผู้บริโภคชอบวิธีการที่ 4 มากสุด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยน้ำตาลทรายระดับต่าง ๆ

TRT	ปริมาณน้ำตาลทราย			
	45%	50%	55%	60%
ปัจจัย				
ลักษณะปรากฏ	3.27 _a	2.47 _b	1.27 _c	3.00 _{ab}
สี	3.33 _a	2.93 _{ac}	1.33 _{b(a)}	2.46 _c
ความหนืด	3.80 _a	1.87 _b	1.47 _b	2.27 _c
เนื้อสัมผัส	3.46 _a	1.73 _b	1.93 _b	2.86 _c
กลิ่นรส	3.87 _a	2.07 _b	1.13 _c	2.93 _a
ความหวาน	3.40 _a	2.27 _b	1.13 _c	3.00 _a
ความชอบรวม	3.67 _a	1.93 _b	1.13 _c	3.27 _a

จากตารางสรุปได้ดังนี้

1. จากการทดลองพบว่าลักษณะปรากฏของน้ำตาลทรายที่ระดับ 45 % ,50 % ,55 % มีความแตกต่างกัน ที่ระดับน้ำตาลทราย 45 % และ 60 % ไม่มีความแตกต่าง ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
2. จากการทดลองพบว่า สี ที่ระดับน้ำตาลทราย 45% และ 50 % , 45 % และ 55 % , 50 % และ 60% ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
3. จากการทดลองพบว่าความหนืดและเนื้อสัมผัสที่ระดับน้ำตาลทราย 45% , 50 % ถึง 55% , 60 % มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
4. จากการทดลองพบว่า กลิ่นรส ความหวาน และความชอบรวม ที่ระดับน้ำตาลทราย 45 % , 50%, 55% มีความแตกต่างกัน และที่ระดับน้ำตาล 45 % และ 60 % ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
5. จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี Ranking test พบว่า ผู้บริโภครอบน้ำตาลทรายระดับ 55 % มากสุด ที่ระดับระดับความเชื่อมั่น 99 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบการหาปริมาณน้ำตาลแลคโตสในระดับต่าง ๆ

TRT	ปริมาณน้ำตาลแลคโตส		
	10%	15%	20%
ปัจจัย			
ลักษณะปรากฏ	2.20 _a	2.67 _a	2.20 _b
สี	2.53 _a	2.00 _{ab}	2.53 _b
ความหนืด	1.87 _a	2.73 _a	1.87 _b
เนื้อสัมผัส	1.73 _a	2.73 _b	1.73 _a
กลิ่นรส	2.20 _a	2.20 _a	2.20 _b
ความหวาน	2.00 _a	2.07 _a	2.00 _a
ความชอบรวม	1.73 _a	2.00 _b	1.73 _a

จากตารางสรุปได้ดังนี้

1. จากการทดลองพบว่า ลักษณะปรากฏ ความหนืด และ กลิ่นรสที่ระดับน้ำตาลแลคโตส 10 % และ 15 % ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
2. จากการทดลอง พบว่า สีที่ระดับน้ำตาลแลคโตส 10 % และ 20 % มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
3. จากการทดลองพบว่า เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ที่ระดับน้ำตาลแลคโตส 10 % และ 20 % ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
4. จากการทดลอง พบว่าความหวาน ที่ระดับน้ำตาลแลคโตส 10 % , 15 % , 20 % ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
5. จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี Ranking test พบว่า ผู้บริโภคชอบปริมาณน้ำตาลแลคโตสระดับ 10 % มากสุด ที่ระดับระดับความเชื่อมั่น 99 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสในการหาปริมาณครีมเทียมในระดับต่าง ๆ

TRT	ปริมาณครีมเทียม		
	5%	10%	15%
ปัจจัย			
ลักษณะปรากฏ	1.60 _a	1.60 _a	2.80 _b
สี	1.60 _a	1.66 _a	2.73 _b
ความมัน	3.00 _a	1.23 _b	1.26 _c
ความหนืด	1.53 _a	1.86 _a	2.60 _b
เนื้อสัมผัส	1.53 _a	1.87 _a	2.60 _b
กลิ่นรส	2.13 _a	2.00 _a	1.60 _a
ความหวาน	2.13 _a	2.00 _a	1.86 _a
ความชอบรวม	1.80 _a	1.86 _a	2.33 _a

จากตารางสรุปได้ดังนี้

1. จากการทดลอง พบว่าลักษณะปรากฏ ความหนืด เนื้อสัมผัส และ สี ที่ระดับครีมเทียม 5% และ 10 % ไม่มีความแตกต่างกัน แต่จะมีความแตกต่างที่ระดับครีมเทียม 15 % ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
2. ความมันจะมีความแตกต่างกันที่ระดับครีมเทียม 5% ,10% ,15% ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
3. กลิ่นรส ความหวานและ ความชอบรวม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
4. จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี Ranking test พบว่า ผู้บริโภคชอบปริมาณครีมเทียมระดับ 5 % มากสุด ที่ระดับระดับความเชื่อมั่น 99 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างนมถั่วเหลืองชั้นหวานที่ใส่ครีมเทียมและไม่ใส่ครีมเทียม

ปัจจัย	ความแตกต่าง
ลักษณะปรากฏ	5
สี	11
กลิ่น	8
ความหนืด	7
เนื้อสัมผัส	5
รสชาติ	7
ความหวาน	6
ความชอบรวม	7

จากตารางสรุปได้ดังนี้

จากตารางความแตกต่างที่ระดับความน่าจะเป็น 5 %, 1%, 0.1%

พบว่าไม่มีความแตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 การเปรียบเทียบความแตกต่างของนมถั่วเหลืองชั้นหวานที่เก็บรักษาเป็นเวลา
1 เดือน และนมถั่วเหลืองชั้นหวานที่ผลิตใหม่

ปัจจัย	ความแตกต่าง
ลักษณะปรากฏ	4
สี	7
กลิ่น	4
ความหนืด	6
เนื้อสัมผัส	5
รสชาติ	3
ความหวาน	2
ความชอบรวม	3

จากตารางสรุปได้ดังนี้

จากตารางความแตกต่างที่ระดับความน่าจะเป็น 5 %, 1%, 0.1%

พบว่าไม่มีความแตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบทางกายภาพ

1. pH = 7.5
2. ความหวาน 71 BRIX
- 3 ความหนืด 720 cp. ที่ 40 rpm

ผลการวิเคราะห์ทางเคมี

ผลการทดลองการวิเคราะห์ทางด้านองค์ประกอบทางเคมีของนมถั่วเหลืองชั้นหวาน

- 1.ปริมาณความชื้น 26.8 %
2. ปริมาณไขมัน 7.18%
- 3.ปริมาณโปรตีน 5.15%
- 4.ปริมาณ Total solid 73.20%

ผลการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการด้านโปรตีน

โดยการเติมโซเดียมฟอสเฟต

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์

การทดลอง	ปริมาณโปรตีน (%)
นมถั่วเหลืองชั้นหวาน	2.55
นมถั่วเหลืองชั้นหวาน + โซเดียมฟอสเฟต	5.15

สรุป

ปริมาณโปรตีนของนมถั่วเหลืองชั้นหวานที่เติมโซเดียมฟอสเฟตมีค่าสูงขึ้น เนื่องจากโซเดียมฟอสเฟตทำให้การละลายของโปรตีนเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

1. จากการทดลองพบว่าวิธีการลดกลิ่นและสีในปริมาณที่ผู้บริโภคยอมรับ คือการแช่ถั่วเหลืองด้วยสารละลาย 0.5 โมล Na_2CO_3 20 - 24 ชั่วโมง ต่อมาแช่ด้วยน้ำร้อน 80 องศาเซลเซียส 20 นาที และ NaHCO_3 10% 70 C 10 นาที

2. การหาปริมาณน้ำตาลทราย พบว่าผู้บริโภคยอมรับที่ 55% ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

3. การหาปริมาณน้ำตาลแลคโตสพบว่าผู้บริโภคยอมรับที่ 10% ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

4. การหาปริมาณ ไขมัน พบว่าผู้บริโภคยอมรับที่ 5% ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

5. ผลทางทดสอบทางด้านกายภาพคือ $\text{pH}=7.5\%$ ความหวาน 71 BRIX ความหนืด 720 Cp.

6. ผลการวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น 26.8% ปริมาณไขมัน 7.18% ปริมาณโปรตีน 5.15% ปริมาณ Total solid 73.2%

7. จากการเก็บรักษานมถั่วเหลืองชั้นหวานเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าไม่มีความแตกต่างกับนมถั่วเหลืองชั้นหวานที่ผลิตขึ้นใหม่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์พบว่าปริมาณโปรตีนจากนมถั่วเหลืองชั้นหวานที่มีการสูญเสียไปในระหว่างการทดลอง ซึ่งคาดว่าจะมีการสูญเสียไปในระหว่างขั้นตอนการลดสีและกลิ่นและช่วงการระเหย ข้อเสนอแนะ ควรมีการหาปริมาณโปรตีนในขั้นตอนดังนี้

1. หาปริมาณโปรตีนของเมล็ดถั่วเหลืองก่อนนำมาลดกลิ่นและสี
2. หาปริมาณโปรตีนของเมล็ดถั่วเหลืองหลังนำมาลดกลิ่นและสี
3. หาปริมาณโปรตีนของน้ำนมถั่วเหลืองก่อนการระเหย

เอกสารอ้างอิง

1. ทศพร ยศสมบัติ , 2527 การกำจัดกลิ่นฉั้วของฉั้วเหลืองเพื่อทำผลิตภัณฑ์เครื่อง
ดื่มหมัก วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .หน้า 3-40.
2. นภาศรี ไวษณะนันท์ , 2526 ผลิตภัณฑ์นม ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะ
อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . หน้า 10-20.
3. ประกาย จิตรกร , 2526 นมและผลิตภัณฑ์นม สมาคมสัตวบาลแห่งประเทศไทย .หน้า 25-40.
4. วรณา ตั้งเจริญชัย . พ.ศ , 2537 เอกสารประกอบการปฏิบัติการเคมีอาหาร : สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง .หน้า 20-32.
5. วันชัย สมชิต , 2531 ฉั้วเหลืองและการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย : สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนา
ผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . หน้า 1-25.
6. สุชาติ ภูษณะดิลก , 2524 การกำจัดกลิ่นฉั้วในน้ำนมฉั้วเหลือง ปัญหาพิเศษ มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.หน้า 4-45.
7. เอกสารวิชาการกรมส่งเสริมการเกษตร , 2531 ฉั้วเหลือง : กรมส่งเสริมพืชพันธุ์ . หน้า 1-15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก
ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางด้านประสาทย้อมผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงผลการทดลองทางด้านประสาทสัมผัสโดยการใช้วิธีการ Ranking test โดยหา

วิธีการลดกลิ่นและสีที่ผู้บริโภคยอมรับ

1. ลักษณะปรากฏ

วิธีการ - ลักษณะปรากฏ					
ผู้ชิม	1	2	3	4	ผลรวม
1	4	3	3	1	10
2	4	3	2	1	10
3	4	3	2	1	10
4	4	3	2	1	10
5	4	2	2	1	10
6	4	2	3	1	10
7	4	3	2	1	10
8	4	2	3	1	10
9	4	3	2	1	10
10	4	3	2	1	10
11	4	2	3	1	10
12	4	2	3	1	10
13	4	3	2	1	10
14	4	3	2	1	10
15	4	2	3	1	10
ผลรวม	60	39	36	15	150
ค่าเฉลี่ย	4	2.6	2.4	1	10

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	3	67.8	22.6	131.85
BLOCK	14	0	0	
ERROR	42	7.2	0.17	
TOTAL	59	75	22.77	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส

วิธีการ - ส					
ผู้ชม	1	2	3	4	ผลรวม
1	4	2	3	1	10
2	4	3	2	1	10
3	4	2	3	1	10
4	4	3	2	1	10
5	4	3	2	1	10
6	4	2	3	1	10
7	4	3	2	1	10
8	4	2	3	1	10
9	4	3	2	1	10
10	4	3	2	1	10
11	4	2	3	1	10
12	4	2	3	1	10
13	4	3	2	1	10
14	4	3	2	1	10
15	4	2	3	1	10
ผลรวม	60	38	37	15	150
ค่าเฉลี่ย	4	2.5	2.46	1	10

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	3	67.53	22.51	126.60
BLOCK	14	0	0	
ERROR	42	7.47	0.17	
TOTAL	59	75	22.68	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กลิ่นรส

วิธีการ - กลิ่นรส					
ผู้ชิม	1	2	3	4	ผลรวม
1	4	3	2	1	10
2	4	3	2	1	10
3	4	2	3	1	10
4	4	3	2	1	10
5	4	3	2	1	10
6	4	2	3	1	10
7	4	2	3	1	10
8	4	2	3	1	10
9	4	3	2	1	10
10	4	2	3	1	10
11	4	2	3	1	10
12	4	2	3	1	10
13	4	3	2	1	10
14	4	2	3	1	10
15	4	2	3	1	10
ผลรวม	60	37	38	15	150
ค่าเฉลี่ย	4	2.46	2.53	1	10

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	3	67.53	22.51	127.75
BLOCK	14	0	0	
ERROR	42	7.47	0.177	
TOTAL	59	75	22.68	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความหนืด

วิธีการ-ความหนืด					
ผู้ชิม	1	2	3	4	ผลรวม
1	4	3	2	1	10
2	4	3	2	1	10
3	4	2	3	1	10
4	4	3	2	1	10
5	4	3	2	1	10
6	4	2	3	1	10
7	4	2	3	1	10
8	4	3	2	1	10
9	4	2	3	1	10
10	4	2	3	1	10
11	4	3	2	1	10
12	4	2	3	1	10
13	4	2	3	1	10
14	4	3	2	1	10
15	4	2	3	1	10
ผลรวม	60	37	38	15	150
ค่าเฉลี่ย	4	2.46	2.53	1	10

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	3	67.53	22.51	127.18
BLOCK	14	0	0	
ERROR	42	7.45	0.177	
TOTAL	59	75	22.68	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เนื้อสัมผัสด

วิธีการ - เนื้อสัมผัสด					
ผู้พิมพ์	1	2	3	4	ผลรวม
1	4	2	3	1	10
2	4	3	2	1	10
3	4	2	3	1	10
4	4	2	3	1	10
5	4	3	2	1	10
6	4	2	3	1	10
7	4	2	3	1	10
8	4	2	3	1	10
9	4	2	3	1	10
10	4	3	2	1	10
11	4	3	2	1	10
12	4	2	3	1	10
13	4	3	2	1	10
14	4	3	2	1	10
15	4	2	3	1	10
ผลรวม	60	36	39	15	150
ค่าเฉลี่ย	4	2.4	2.6	1	10

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	3	67.8	22.6	131.86
BLOCK	14	0	0	
ERROR	42	7.2	0.17	
TOTAL	59	75	22.77	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. รสชาติ

วิธีการ - รสชาติ					
ผู้ชิม	1	2	3	4	ผลรวม
1	4	2	3	1	10
2	4	3	2	1	10
3	4	2	3	1	10
4	4	3	2	1	10
5	4	3	2	1	10
6	4	2	3	1	10
7	4	3	2	1	10
8	4	2	3	1	10
9	4	2	3	1	10
10	4	3	2	1	10
11	4	2	3	1	10
12	4	2	3	1	10
13	4	2	3	1	10
14	4	3	2	1	10
15	4	2	3	1	10
ผลรวม	60	36	39	15	150
ค่าเฉลี่ย	4	2.4	2.6	1	10

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	3	67.8	22.6	131.86
BLOCK	14	0	0	
ERROR	42	7.2	0.17	
TOTAL	59	75	22.77	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ความหวาน

วิธีการ - ความหวาน					
ผู้ชิม	1	2	3	4	ผลรวม
1	4	2	3	1	10
2	4	3	2	1	10
3	4	2	3	1	10
4	4	2	3	1	10
5	4	3	2	1	10
6	4	2	3	1	10
7	4	2	3	1	10
8	4	2	3	1	10
9	4	2	3	1	10
10	4	3	2	1	10
11	4	3	2	1	10
12	4	2	3	1	10
13	4	3	2	1	10
14	4	3	2	1	10
15	4	2	3	1	10
ผลรวม	60	36	39	15	150
ค่าเฉลี่ย	4	2.4	2.6	1	10

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	3	67.8	22.6	131.86
BLOCK	14	0	0	
ERROR	42	7.2	0.17	
TOTAL	59	75	22.77	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ความชอบรวม

วิธีการ - ความชอบรวม					
ผู้พิมพ์	1	2	3	4	ผลรวม
1	4	2	3	1	10
2	4	3	2	1	10
3	4	3	2	1	10
4	4	2	3	1	10
5	4	3	2	1	10
6	4	2	3	1	10
7	4	3	2	1	10
8	4	2	3	1	10
9	4	2	3	1	10
10	4	3	2	1	10
11	4	2	3	1	10
12	4	2	3	1	10
13	4	3	2	1	10
14	4	3	2	1	10
15	4	2	3	1	10
ผลรวม	60	37	38	15	150
ค่าเฉลี่ย	4	2.46	2.53	1	10

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	3	67.53	22.51	126.60
BLOCK	14	0	0	
ERROR	42	7.47	0.17	
TOTAL	59	75	22.68	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงผลการทดลองทางด้านประสาทสัมผัสโดยการใช้วิธีการ Ranking test โดยหาปริมาณ
เตาถนายนที่ผู้บริโภคมอบรับ

1. ลักษณะปรากฏ

น้ำตาลทราย - ลักษณะปรากฏ					
ผู้ชิม	45	50	55	60	ผลรวม
1	2	3	4	1	10
2	1	4	3	2	10
3	2	4	3	1	10
4	1	3	4	2	10
5	1	3	4	2	10
6	1	3	4	2	10
7	1	2	3	4	10
8	1	2	3	4	10
9	1	3	4	2	10
10	2	3	2	3	10
11	1	4	2	3	10
12	2	4	2	2	10
13	1	3	4	2	10
14	1	2	3	4	10
15	1	2	4	3	10
ผลรวม	19	45	49	37	150
ค่าเฉลี่ย	1.27	3	3.27	2.47	10

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	3	35.54	11.84	12.60
BLOCK	14	0	0	
ERROR	42	39.46	0.93	
TOTAL	59	75	12.77	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สี

น้ำตาลทราย - สี					
ผู้ชิม	45	50	55	60	ผลรวม
1	2	4	3	1	10
2	1	3	2	4	10
3	2	1	4	3	10
4	1	4	3	2	10
5	1	3	4	2	10
6	1	2	4	3	10
7	2	1	3	4	10
8	2	1	3	4	10
9	1	3	4	2	10
10	1	2	3	4	10
11	1	2	3	4	10
12	2	1	4	3	10
13	1	3	4	2	10
14	1	2	3	4	10
15	1	4	3	2	10
ผลรวม	20	36	50	44	150
ค่าเฉลี่ย	1.33	2.4	3.33	2.93	10

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	3	33.8	11.27	11.49
BLOCK	14	0	0	
ERROR	42	41.2	0.98	
TOTAL	59	75	12.25	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความหนืด

น้ำตาลทราย ความหนืด					
ผู้ชิม	45	50	55	60	ผลรวม
1	3	2	4	1	10
2	1	4	2	3	10
3	2	3	4	1	10
4	1	3	4	2	10
5	1	3	4	2	10
6	2	3	4	1	10
7	2	3	4	1	10
8	1	3	4	2	10
9	1	2	4	3	10
10	2	3	4	1	10
11	1	3	4	2	10
12	1	2	4	3	10
13	1	4	3	2	10
14	1	2	4	3	10
15	2	3	4	1	10
ผลรวม	22	43	57	28	150
ค่าเฉลี่ย	1.46	2.86	3.8	1.86	10

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	3	49.4	16.47	27.02
BLOCK	14	0	0	
ERROR	42	25.6	0.61	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เนื้อสัมผัสด

น้ำตาลทราย เนื้อสัมผัสด					
ผู้ชิม	45	50	55	60	ผลรวม
1	4	2	3	1	10
2	3	2	4	1	10
3	3	2	4	1	10
4	1	3	4	2	10
5	4	2	3	1	10
6	2	3	4	1	10
7	2	3	4	1	10
8	1	4	3	2	10
9	1	3	4	2	10
10	1	3	4	2	10
11	1	3	2	4	10
12	1	3	4	2	10
13	2	4	3	1	10
14	2	3	4	1	10
15	1	3	2	4	10
ผลรวม	29	43	52	26	150
ค่าเฉลี่ย	1.93	2.86	3.46	1.73	10

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	3	26.67	9.89	8.60
BLOCK	14	0	0	
ERROR	42	48.33	1.15	
TOTAL	59	75	11.04	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. กลิ่นรส

น้ำตาลทราย กลิ่นรส					
ผู้ชิม	45	50	55	60	ผลรวม
1	1	3	4	2	10
2	2	1	4	3	10
3	1	3	4	2	10
4	2	3	4	1	10
5	1	4	3	2	10
6	1	3	4	2	10
7	1	3	4	2	10
8	1	3	4	2	10
9	1	4	3	2	10
10	1	3	4	2	10
11	1	3	4	2	10
12	1	3	4	2	10
13	1	3	4	2	10
14	1	3	4	2	10
15	1	2	4	3	10
ผลรวม	17	44	58	31	150
ค่าเฉลี่ย	1.13	2.93	3.86	2.06	10

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	3	61.67	20.56	64.78
BLOCK	14	0	0	
ERROR	42	13.33	0.31	
TOTAL	59	75	20.87	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ความหวาน

น้ำตาลทราย ความหวาน					
ผู้ชิม	45	50	55	60	ผลรวม
1	3	2	4	1	10
2	1	3	4	2	10
3	1	4	3	2	10
4	1	4	3	2	10
5	2	3	4	1	10
6	1	2	4	3	10
7	1	4	3	2	10
8	1	3	4	2	10
9	1	2	3	4	10
10	3	2	4	1	10
11	1	2	4	3	10
12	1	2	4	3	10
13	1	4	3	2	10
14	1	4	2	3	10
15	1	4	2	3	10
ผลรวม	20	45	51	34	150
ค่าเฉลี่ย	1.33	3	3.4	2.26	10

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	3	37.13	12.38	13.73
BLOCK	14	0	0	
ERROR	42	37.87	0.31	
TOTAL	59	75	12.69	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ความชอบรวม

น้ำตาลทราย ความชอบรวม					
ผู้ชิม	45	50	55	60	ผลรวม
1	1	3	4	2	10
2	2	4	3	1	10
3	2	3	4	1	10
4	1	3	4	2	10
5	1	3	4	2	10
6	1	3	4	2	10
7	1	3	4	2	10
8	1	4	3	2	10
9	1	3	4	2	10
10	1	3	4	2	10
11	1	3	4	2	10
12	1	4	2	3	10
13	1	4	3	2	10
14	1	3	4	2	10
15	1	3	4	2	10
ผลรวม	17	49	55	29	150
ค่าเฉลี่ย	1.13	3.27	3.67	1.936	10

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	3	62.06	20.69	67.15
BLOCK	14	0	0	
ERROR	42	12.94	0.31	
TOTAL	59	75	21.0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงผลการทดลองทางด้านประสาทสัมผัสโดยการใช้วิธีการ Ranking test โดยหา
ปริมาณน้ำตาลแลคโตสที่ผู้บริโภคยอมรับ

1. ลักษณะปรากฏ

น้ำตาลแลคโตส - ลักษณะปรากฏ				
ผู้ชิม	10%	15%	20%	ผลรวม
1	1	3	2	6
2	1	2	3	6
3	1	3	2	6
4	1	2	3	6
5	1	3	2	6
6	1	3	2	6
7	1	3	2	6
8	1	2	3	6
9	1	3	2	6
10	1	3	2	6
11	1	3	2	6
12	1	3	2	6
13	2	1	3	6
14	2	3	1	6
15	1	3	2	6
ผลรวม	17	40	33	90
ค่าเฉลี่ย	1.13	2.67	2.22	6

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	2	18.53	9.27	22.6
BLOCK	14	0	0	
ERROR	28	11.46	0.41	
TOTAL	44	30	9.68	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.สี

น้ำตาลแลคโตส สี				
ผู้ชิม	10%	15%	20%	ผลรวม
1	2	1	3	6
2	1	2	3	6
3	1	3	2	6
4	2	1	3	6
5	1	3	2	6
6	2	1	3	6
7	1	3	2	6
8	2	1	3	6
9	2	1	3	6
10	1	3	2	6
11	1	2	3	6
12	1	2	3	6
13	2	1	3	6
14	1	3	2	6
15	2	3	1	6
ผลรวม	22	30	38	90
ค่าเฉลี่ย	1.47	2	2.53	6

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	2	8.53	4.27	5.57
BLOCK	14	0	0	
ERROR	28	21.46	0.77	
TOTAL	44	30	3.35	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความหนืด

น้ำตาลแลคโตส - ความหนืด				
ผู้ชิม	10%	15%	20%	ผลรวม
1	2	3	1	6
2	1	2	3	6
3	1	3	2	6
4	2	3	1	6
5	1	3	2	6
6	3	2	1	6
7	1	3	2	6
8	2	3	1	6
9	1	3	2	6
10	1	3	2	6
11	1	2	3	6
12	1	2	3	6
13	1	3	2	6
14	1	3	2	6
15	2	3	1	6
ผลรวม	21	41	28	90
ค่าเฉลี่ย	1.4	2.73	1.87	6

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	2	13.73	6.87	11.84
BLOCK	14	0	0	
ERROR	28	16.26	0.58	
TOTAL	44	30	7.45	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เนื้อสัมผัสด

น้ำตาลแลคโตส เนื้อสัมผัสด				
ผู้ชิม	10%	15%	20%	ผลรวม
1	2	3	1	6
2	1	2	3	6
3	1	3	2	6
4	2	3	1	6
5	1	2	2	6
6	3	3	1	6
7	1	3	2	6
8	2	3	1	6
9	2	3	1	6
10	1	3	2	6
11	1	2	3	6
12	1	2	3	6
13	2	3	1	6
14	1	3	2	6
15	2	3	1	6
ผลรวม	23	41	26	90
ค่าเฉลี่ย	1.53	2.73	1.73	6

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	2	12.4	6.2	9.84
BLOCK	14	0	0	
ERROR	28	17.6	0.63	
TOTAL	44	30	6.83	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. กลิ่นรส

น้ำตาลแลคโตส กลิ่นรส				
ผู้ชิม	10%	15%	20%	ผลรวม
1	1	2	3	6
2	1	2	3	6
3	1	3	2	6
4	1	2	3	6
5	2	3	1	6
6	3	2	1	6
7	1	2	3	6
8	1	2	3	6
9	1	2	3	6
10	2	1	3	6
11	2	3	1	6
12	2	1	3	6
13	1	2	3	6
14	1	3	2	6
15	2	3	1	6
ผลรวม	22	33	35	90
ค่าเฉลี่ย	1.47	2.2	2.2	6

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	2	6.53	3.27	3.89
BLOCK	14	0	0	
ERROR	28	23.46	0.84	
TOTAL	44	30	4.11	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ความหวาน

น้ำตาลแลคโตส ความหวาน				
ผู้ชิม	10%	15%	20%	ผลรวม
1	1	2	3	6
2	1	2	3	6
3	1	3	2	6
4	3	2	1	6
5	1	2	3	6
6	3	2	1	6
7	3	2	1	6
8	3	2	1	6
9	1	2	3	6
10	2	1	3	6
11	2	1	3	6
12	3	1	2	6
13	1	3	2	6
14	2	3	1	6
15	2	3	1	6
ผลรวม	29	31	30	90
ค่าเฉลี่ย	1.93	2.07	2	6

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	2	0.13	0.06	0.06
BLOCK	14	0	0	
ERROR	28	29.86	1.07	
TOTAL	44	30	1.13	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ความชอบรวม

น้ำตาลแลคโตส ความชอบรวม				
ผู้ชิม	10%	15%	20%	ผลรวม
1	2	3	1	6
2	1	2	3	6
3	1	3	2	6
4	2	3	1	6
5	1	3	2	6
6	3	2	1	6
7	1	3	2	6
8	2	3	1	6
9	1	3	2	6
10	1	3	2	6
11	2	3	1	6
12	1	2	3	6
13	1	3	2	6
14	1	3	2	6
15	2	3	1	6
ผลรวม	22	42	26	90
ค่าเฉลี่ย	1.47	2.8	1.73	6

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	2	14.93	4.76	13.82
BLOCK	14	0	0	
ERROR	28	15.06	0.54	
TOTAL	44	30	8.003	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงผลการทดลองทางด้านประสาทสัมผัสโดยการใช่วิธีการ Ranking test โดยหาปริมาณ

ครีมเทียมที่ผู้บริโภคมอบรับ

1. ลักษณะปรากฏ

ครีมเทียม - ลักษณะปรากฏ				
ผู้ชิม	5_%	10 %	15 %	ผลรวม
1	3	1	2	6
2	2	3	1	6
3	1	2	3	6
4	3	2	1	6
5	3	2	1	6
6	3	1	2	6
7	3	1	2	6
8	3	2	1	6
9	3	1	2	6
10	3	1	2	6
11	3	2	1	6
12	3	1	2	6
13	3	2	1	6
14	3	1	2	6
15	3	2	1	6
ผลรวม	42	24	24	90
ค่าเฉลี่ย	2.80	1.6	1.6	6

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	2	14.4	7.2	13.09
BLOCK	14	0	0	
ERROR	28	15.6	0.55	
TOTAL	44	30	7.75	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สี่

ครีมเทียม - สี่				
ผู้ชิม	5 %	10 %	15 %	ผลรวม
1	3	2	1	6
2	2	3	1	6
3	2	1	3	6
4	3	2	1	6
5	3	2	1	6
6	2	1	3	6
7	3	1	2	6
8	3	2	1	6
9	3	1	2	6
10	3	1	2	6
11	3	2	1	6
12	3	1	2	6
13	2	3	1	6
14	3	1	2	6
15	3	2	1	6
ผลรวม	41	25	24	90
ค่าเฉลี่ย	2.73	1.66	1.6	6

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	2	12.13	6.06	8.93
BLOCK	14	0	0	
ERROR	28	17.86	0.63	
TOTAL	44	30.3	6.70	
ผู้ชิม	5%	10%	15%	ผลรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ความหนืด

ครีมเทียม - ความหนืด				
ผู้ชิม	5%	10%	15 %	ผลรวม
1	3	2	1	6
2	2	3	1	6
3	2	1	3	6
4	3	2	1	6
5	2	3	1	6
6	2	1	3	6
7	3	1	2	6
8	3	2	1	6
9	2	3	1	6
10	3	1	2	6
11	2	3	1	6
12	3	1	2	6
13	3	2	1	6
14	3	1	2	6
15	3	2	1	6
ผลรวม	39	28	23	90
ค่าเฉลี่ย	2.6	1.86	1.53	6

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	2	8.93	4.46	5.94
BLOCK	14	0	0	
ERROE	28	21.06	0.75	
TOTAL	44	30	5.21	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เนื้อสัมผัส

ครีมเทียม - เนื้อสัมผัส				
ผู้ชิม	5%	10%	15%	ผลรวม
1	3	2	1	6
2	2	3	1	6
3	3	1	2	6
4	2	3	1	6
5	2	3	1	6
6	2	1	3	6
7	3	1	2	6
8	3	2	1	6
9	3	1	2	6
10	3	1	2	6
11	2	3	1	6
12	3	1	2	6
13	2	3	1	6
14	3	1	2	6
15	3	2	1	6
ผลรวม	39	28	23	90
ค่าเฉลี่ย	2.6	1.86	1.53	6

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	2	8.93	4.46	3.94
BLOCK	14	0	0	
ERROR	28	21.06	0.75	
TOTAL	44	30	5.21	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. กลิ่นรส

ครีมเทียม - กลิ่นรส				
ผู้ชิม	5%	10%	15%	ผลรวม
1	2	3	1	6
2	2	3	1	6
3	1	2	3	6
4	1	2	3	6
5	2	3	1	6
6	2	1	3	6
7	1	2	3	6
8	1	2	3	6
9	1	3	1	6
10	3	1	2	6
11	1	2	1	6
12	1	3	2	6
13	2	1	3	6
14	3	1	2	6
15	2	1	3	6
ผลรวม	25	30	32	90
ค่าเฉลี่ย	1.6	2	2.13	6

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	2	1.73	0.86	0.88
BLOCK	14	0	0.10	
ERROR	28	27.6	0.98	
TOTAL	44	30.8	1.85	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ความมัน

ครีมเทียม - ความมัน				
ผู้ชิม	5%	10%	15%	ผลรวม
1	1	2	3	6
2	1	2	3	6
3	2	1	3	6
4	1	2	3	6
5	1	2	3	6
6	1	2	3	6
7	1	2	3	6
8	1	2	3	6
9	2	1	3	6
10	1	2	3	6
11	1	2	3	6
12	1	2	3	6
13	2	1	3	6
14	2	1	3	6
15	1	2	3	6
ผลรวม	19	26	45	90
ค่าเฉลี่ย	1.26	1.73	3	6

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	2	24.13	12.06	57.7
BLOCK	14	0	0	
ERROR	28	5.86	0.21	
TOTAL	44	30	12.27	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ความชอบรวม

ครีมเทียม - ความชอบรวม				
ผู้ชิม	5%	10%	15%	ผลรวม
1	3	2	1	6
2	2	3	1	6
3	3	2	1	6
4	3	2	1	6
5	2	3	1	6
6	2	1	3	6
7	3	2	1	6
8	3	2	1	6
9	2	1	3	6
10	3	2	1	6
11	1	2	3	6
12	3	2	1	6
13	2	1	3	6
14	2	1	3	6
15	1	2	3	6
ผลรวม	35	28	27	90
ค่าเฉลี่ย	2.33	1.86	1.8	6

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	2	2.53	1.26	1.36
BLOCK	14	0	0	
ERROR	28	27.46	0.98	
TOTAL	44	30	2.24	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ความหวาน

ครีมเทียม - ความหวาน				
ผู้ชิม	5%	10%	15%	ผลรวม
1	3	2	1	6
2	2	3	1	6
3	3	2	1	6
4	2	3	1	6
5	2	3	1	6
6	2	1	3	6
7	3	2	1	6
8	1	2	3	6
9	2	1	3	6
10	1	3	2	6
11	1	2	3	6
12	1	2	3	6
13	2	2	3	6
14	2	1	3	6
15	1	2	3	6
ผลรวม	28	30	32	90
ค่าเฉลี่ย	1.86	2.00	2.13	6

ตาราง ANOVA

SOV	df	SS	MS	F-cal
TRT	2	0.53	0.26	0.25
BLOCK	14	0	0	
ERROR	28	29.46	1.05	
TOTAL	44	30	1.32	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
แบบสอบถามทางด้านประสาทสัมผัสแบบ Raking test และ Paired Comparision

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบรายงานผลการทดสอบวิธีการเปรียบเทียบตัวอย่างคู่ (Paired Comparison)

ชุด-----

วันที่-----

ชื่อผู้ตัดสินใจ -----

ผลิตภัณฑ์ -----

คำแนะนำ

กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา และกาเครื่องหมายถูกในแต่ละปัจจัยเมื่อท่านคิดว่า
ตัวอย่างทั้ง 2 เหมือนกัน และกาเครื่องหมายผิดเมื่อท่านคิดว่าตัวอย่างทั้ง 2 มีความแตกต่างกัน

ลักษณะปรากฏ -----

สี -----

ความหนืด -----

กลิ่นรส -----

เนื้อสัมผัส -----

ความหวาน -----

ความมัน -----

ความชอบรวม -----

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบรายงานการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของนมถั่วเหลืองชั้นหวานโดยวิธี Ranking test

ชุดที่ -----

วันที่ -----

ชื่อ ----- เพศ ----- อายุ -----

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างและเรียงลำดับตามความชอบของแต่ละปัจจัยที่กำหนดให้โดยชอบมากที่สุด คือลำดับที่ 1 และชอบน้อยที่สุดคือลำดับที่ 4

ตัวอย่าง -----

ลักษณะปรากฏ -----

สี -----

ความหนืด -----

กลิ่นรส -----

เนื้อสัมผัส -----

ความหวาน -----

ความมัน -----

ความชอบรวม -----

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

ทฤษฎี

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (ether extract หรือ crude fat) ซึ่งรวมไปถึงฟอสโฟลิปิด และสเตอรอล แล้วยังรวมไปถึงเม็ดสีที่ละลายในไขมัน essential oils และสารประกอบที่ละลายได้ในอีเทอร์ด้วย

ไขมันเป็นสารประกอบที่สำคัญในอาหารมีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีกรดไขมันที่จำเป็นที่ร่างกายไม่สามารถสร้างเองได้ รวมทั้งเป็นแหล่งที่ให้พลังงานสูงสุด ช่วยดูดซึมวิตามินที่ละลายได้ในไขมัน คือ A D E K ทำหน้าที่หล่อลื่น ช่วยให้อาหารผ่านลำไส้ได้ดี ป้องกันไม่ให้ร่างกายนำไปโปรตีนไปใช้เป็นพลังงาน ถ้าได้รับไขมันเพียงพอ ชั้นของไขมันใต้ผิวหนังจะช่วยรักษาและช่วยควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย

อีเทอร์ ที่ใช้สกัดนิยมใช้ anhydrous ether เนื่องจากถ้ายังมีส่วนที่เป็นน้ำอยู่อาจจะละลายเอาสารประกอบที่ละลายน้ำออกมาด้วย หรือใช้ Petroleum ether เนื่องจากราคาถูก

อุปกรณ์

1. ขวดแก้วก้นแบน 250 มล. (flat bottom flask)
2. extraction thimble
3. condenser
4. ตู้อบ เครื่องชั่ง สาลี่

สารเคมี Petroleum ether

ตัวอย่างอาหาร คือ นมถั่วเหลืองชั้นหวาน

ขั้นตอนการทดลอง

ชั่งตัวอย่างที่อบแห้ง 10 กรัมใน thimble ปิดด้านบนด้วยบนสำลี



บรรจุ thimble ในชุดสกัดไขมัน soxhlet โดย thimble อยู่ใน extraction tube ซึ่งด้านบนต่อกับ condenser ส่วนด้านล่าง

ต่อกับ round bottom flask ชนิด 2 หรือ 3 คอ



ตวง anhydrous 150 มล. ในขวดแก้วกันกลม ต่อสายยางนำน้ำเข้าน้ำออกจาก condenser ก่อนเปิดสวิตช์ของเตา heating mantle ปรับระดับความร้อนอย่างเหมาะสม เพื่อให้ไอของ anhydrous ether ควบแน่นหยดลงบนตัวอย่างต่อเนื่องนาน 16 ชั่วโมง



แยก anhydrous ออกด้วย vacuum evaporator นำส่วนของไขมันไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศา 30 นาที ไล่ ether จนหมด นำไปทำให้เย็นใน desiccator ก่อนนำไปชั่งน้ำหนักของ crud fat



เตรียม บีกเกอร์แห้งสะอาด ทราบน้ำหนักสำหรับชั่งน้ำมันที่สกัดได้



คำนวณ % ไขมัน

$$\% \text{ ไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนักบีกเกอร์และไขมัน} - \text{น้ำหนักบีกเกอร์}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}} * 100$$

ผลการทดลอง

ครั้งที่	น้ำหนักบีกเกอร์ (กรัม)	น้ำหนักบีกเกอร์หลังอบ (กรัม)
1 น้ำหนักตัวอย่าง = 5.0111	138.7	139.0754
2 น้ำหนักตัวอย่าง = 5.008	136.2	136.5587

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่ 1

$$\begin{aligned} \% \text{ ไขมัน} &= \frac{139.0754 - 138.7}{5.0111} * 100 \\ &= 7.174 \end{aligned}$$

ครั้งที่ 2

$$\begin{aligned} \% \text{ ไขมัน} &= \frac{136.5587 - 136.2}{5.0058} * 100 \\ &= 7.19 \end{aligned}$$

$$\% \text{ ไขมันเฉลี่ย} = 7.182$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน

จุดประสงค์

สามารถใช้ Kjeldahl technique ในการวิเคราะห์โปรตีน ซึ่งเป็นเทคนิคหาปริมาณรีดิวซ์ไนโตรเจน (reduced nitrogen) เช่น NH_2 และ NH_3 ในอาหารได้

ทฤษฎี

โปรตีนมีไนโตรเจนอยู่ประมาณ 16% ดังนั้นเมื่อทราบปริมาณไนโตรเจน จึงสามารถ

คำนวณหาปริมาณโปรตีนทั้งหมดโดยการคูณแฟคเตอร์ 6.25

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยอาศัยหลักการที่สารประกอบไนโตรเจนจะถูกเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียซัลเฟต (ammonia sulphate) โดยการต้มกับกรดซัลฟูริกเข้มข้น

ปฏิกิริยาดังสมการ



แอมโมเนียซัลเฟตจะถูกสลายไปเป็นแอมโมเนีย เพื่อทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์ แอมโมเนียที่ได้จะถูกกักเก็บในสารละลายแล้วนำไปไตเตรทกับสารละลายกรดมาตรฐาน ปฏิกิริยาดังสมการ



อุปกรณ์

1. Kjeldahl flask 250 ml.
2. Erlenmeyer flask 250 ml.
3. บิวเรต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคมี

1.กรดซัลฟูริกเข้มข้น

2 กรดบอริก 2 %

3.กรดไฮโดรคลอริก 0.01 N

4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 30 %

5.Catalyst

ซิลิเนียมไดออกไซด์ 2.5 กรัม

โปตัสเซียมซัลเฟต 100 กรัม

คอปเปอร์ซัลเฟต 20 กรัม

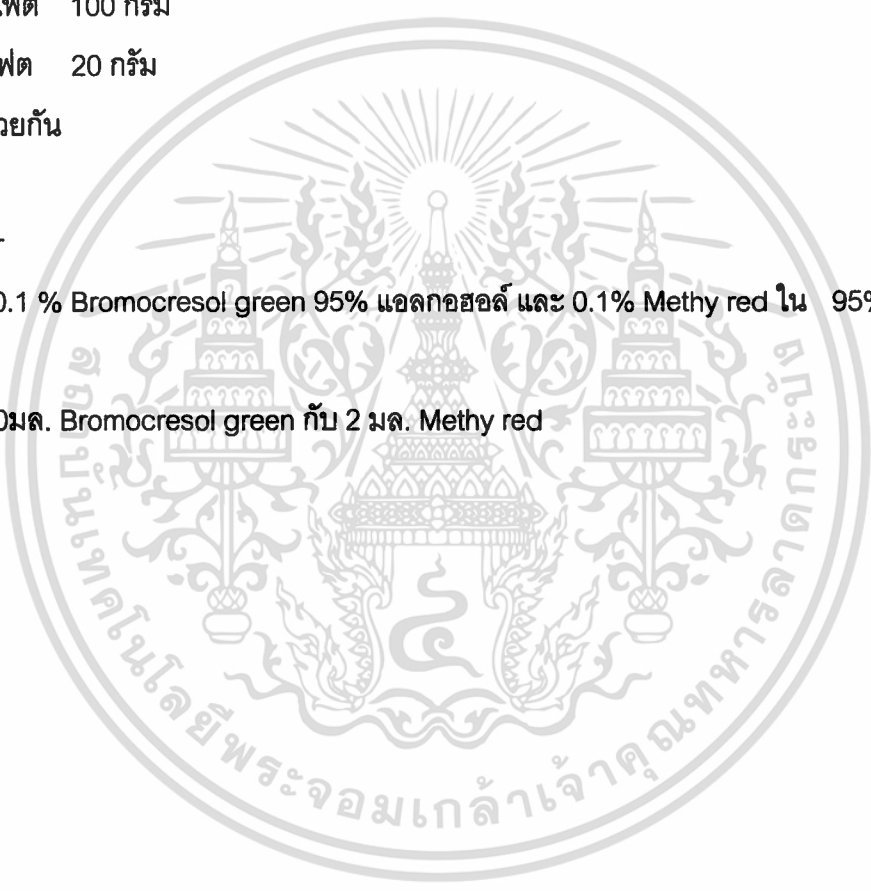
ผสมทั้ง 3 ตัวเข้าด้วยกัน

6.Mixed indicator

1 เตรียม 0.1 % Bromocresol green 95% แอลกอฮอล์ และ 0.1% Methy red ใน 95%

แอลกอฮอล์

2. ผสม 10มล. Bromocresol green กับ 2 มล. Methy red



ขั้นตอนการทดลอง

ชั่งตัวอย่าง 0.25-1 กรัม



เติม 0.04 CuSO_4 กรดซัลฟูริกเข้มข้น 15 มล. และ Boiling ship



นำ Kjeldahl flask ตั้งบนเตาของชุดย่อยโปรตีนให้ความร้อนต่ำ ประมาณ 5 นาที ก่อนเร่งความร้อน

ให้สูง ได้โปรตีนสีฟ้าใส



รอให้สารละลายสีฟ้าเย็นและหมดควัน



เทสารละลายทั้งหมดลงใน Volume flask 100 มล. ล้างขวดย่อยโปรตีน ด้วยน้ำกลั่นหลาย ๆ ครั้ง แล้วเทลงในขวดปรับปริมาณจนถึงขีด



ทำ blank ตั้งแต่ 1 - 6 โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง



เปิดชุดกลั่นโปรตีนและผ่านน้ำเย็นเข้าออก Condenser เปิดสวิตช์เตาของชุดกลั่นให้มีความร้อนเพียงพอในขณะที่เริ่มต้นกลั่นและป้องกันการไหลย้อนกลับของสารละลายที่ใช้เก็บแอมโมเนีย



ดูดกรดบอริก 100 มล. หยด mixed indicator 4 หยด เขย่าให้ดีก่อน นำไปวางใต้เครื่องกลั่นโดยให้น้ำกลั่นโดยให้ปลาย condenser จุ่มในสารละลาย



ดูดสารละลาย 5 มล. ลงให้ลงในขวดกลั่น เติม NaOH 30 % จำนวน 3 มล.



สีของสารละลายเปลี่ยนจากสีม่วงน้ำเงินไปเป็นสีเขียว เมื่อสารละลายบอริกเปลี่ยนสีประมาณ 5 นาที ลดระดับ Erlenmeyer flask ให้ปลาย condenser อยู่เหนือระดับของเหลว 1 ซม.



นำไปไตเตรทกับ 0.01 N . สารละลาย HCL จนสีน้ำเงินเปลี่ยนไปเป็น ใส ไม่มีสี

ผลการทดลอง

การทดลอง	ครั้งที่	น้ำหนักตัวอย่าง	ปริมาตร HCL ที่ใช้
นมถั่วเหลืองชั้นหวาน	1	2.2167	6.5
	2	2.3194	7.0
นมถั่วเหลืองชั้นหวาน + Na ₂ (PO ₄) ₃	1	2.1287	12.6
	2	2.1398	12.8
blank	1	-	0.15

ปริมาณโปรตีนของนมถั่วเหลืองชั้นหวาน

ครั้งที่ 1

$$\% \text{ โปรตีน} = \frac{(6.50.15) * (0.1)(14)(100)}{2.2167 (100)(1000)} * 100 * 6.25$$

$$= 2.15$$

$$\% \text{ โปรตีน} = \frac{(7.0 0.15) * (0.1)(14)(100)}{2.3194 (100) (1000)} * 100 * 6.25$$

$$= 2.58$$

$$\% \text{ โปรตีน} = \frac{2.51 + 2.58}{2}$$

$$= 2.55 \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

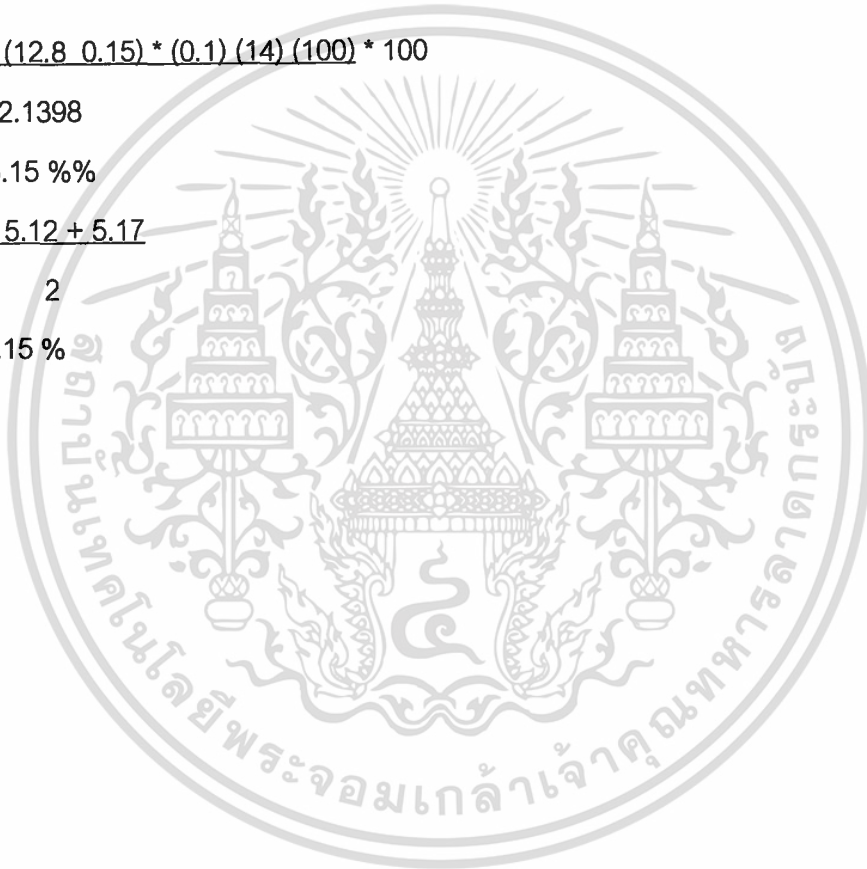
ปริมาณโปรตีนของนมถั่วเหลืองชั้นหวานที่เติม $\text{Na}_2(\text{PO}_4)_3$

ครั้งที่ 1

$$\begin{aligned} \% \text{ โปรตีน} &= \frac{(12.6 \cdot 0.15) \cdot (0.1) \cdot (14) \cdot (100)}{2.1287} \cdot 100 \\ &= 5.12 \% \end{aligned}$$

ครั้งที่ 2

$$\begin{aligned} \% \text{ โปรตีน} &= \frac{(12.8 \cdot 0.15) \cdot (0.1) \cdot (14) \cdot (100)}{2.1398} \cdot 100 \\ &= 5.15 \% \\ \% \text{ โปรตีน} &= \frac{5.12 + 5.17}{2} \\ &= 5.15 \% \end{aligned}$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาปริมาณความชื้น (Moisture Content)

จุดประสงค์

เพื่อวิเคราะห์หาความชื้นของนมถั่วเหลืองชั้นหวาน

ทฤษฎี

อาหารประกอบด้วยน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน น้ำในอาหารเป็นปัจจัยสำคัญของการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี คุณภาพของอาหารหลายประเภทขึ้นอยู่กับน้ำในอาหาร เช่น ความกรอบของผลไม้ อายุการเก็บรักษาของอาหารบางประเภท การทำให้อาหารสูญเสียความชื้นขึ้นอยู่กับความชื้นเริ่มต้นของอาหาร อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ของสิ่งแวดล้อม

น้ำในสภาพอิสระเป็นตัวทำละลายแร่ธาตุในอาหารและเป็นตัวกลางกระจายของคอลลอยด์ น้ำในสภาพที่ถูกดูดซับบริเวณผิวอนุภาคคอลลอยด์มักพบในโปรโตพลาสซึมผนังเซลล์และองค์ประกอบของเซลล์เป็นน้ำที่ถูกดูดซับไว้ อย่างหนาแน่นเรียกว่า bound water ซึ่งยากต่อการกำจัดออกโดยไม่ทำให้สูญเสียสภาพธรรมชาติของโครงสร้าง การวิเคราะห์หาความชื้นในอาหารทำได้หลายวิธี เช่นการอบไล่ความชื้นในตู้อบ กลั่น หรือไตเตรทชั่น วิธีการอบไล่ความชื้นนับว่าง่ายในทางปฏิบัติโดยคำนวณหาน้ำหนักของสารที่หายไป หลังการอบแห้งน้ำส่วนที่ระเหยไปนี้คือ free water อย่างไรก็ตาม น้ำหนักที่หายไปไม่บ่งบอกถึง ปริมาณความชื้นเท่านั้นที่ระเหยไป แต่องค์ประกอบที่ระเหยง่ายก็จะถูกกำจัดออกไปพร้อมกับความชื้นด้วยเช่นกัน การระเหย free water จะเร็วขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิสูง ตู้อบควรมีระบบหมุนเวียนอากาศช่วย การกระจายความร้อนอย่างสม่ำเสมอ ตัวอย่างที่วางอยู่ในชั้นของตู้อบ จะได้รับความร้อนอย่างละเท่า ๆ กัน ตัวอย่างที่ทำมาให้ความชื้นออกไปแล้วสามารถนำมาวิเคราะห์ไขมัน และสารเยื่อใยต่อไปได้

ขั้นตอนการทดลอง



$$\text{สูตรคำนวณหาปริมาณความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนัก Alu. can ก่อนอบ} - \text{น้ำหนัก Alu. can หลังอบ}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} * 100$$

ผลการทดลอง

ครั้งที่	น้ำหนัก Aluminium can	น้ำหนัก Aluminium can + น้ำหนักนมถั่วเหลืองชั้นหวาน	น้ำหนัก Aluminium can + น้ำหนักนมถั่วเหลืองชั้นหวาน หลังอบ
1	17.1896	19.4085	18.8138
2	17.9682	20.2866	19.6653

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}}$$

ครั้งที่ 1

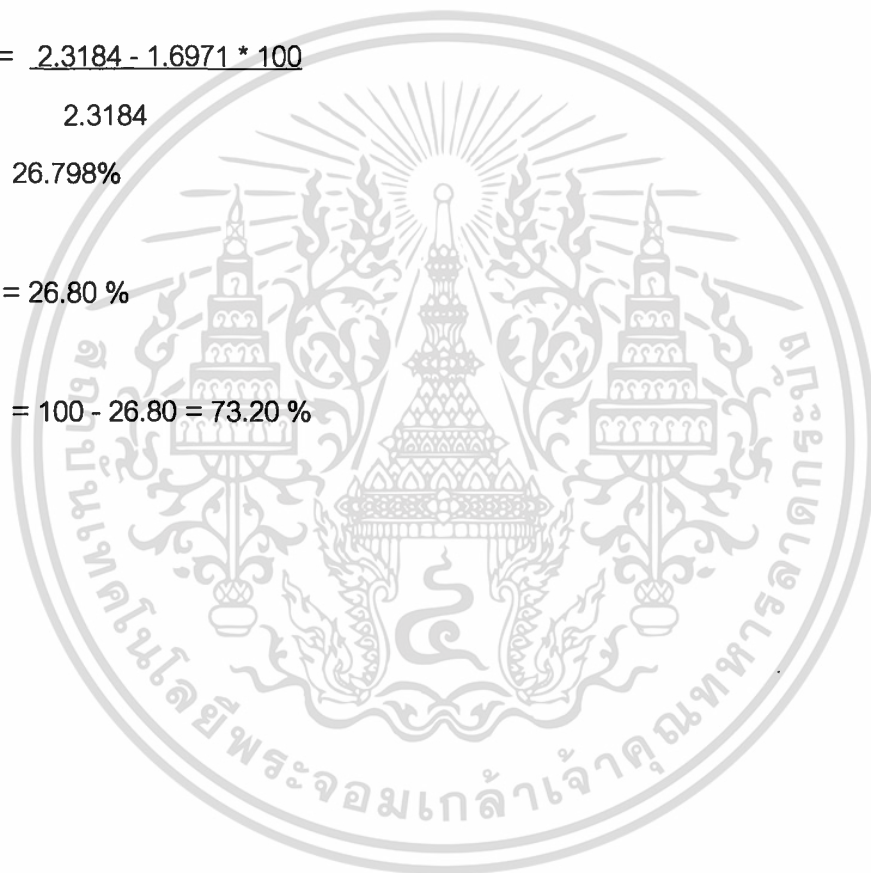
$$\begin{aligned} \% \text{ ความชื้น} &= \frac{2.2189 - 1.6242}{2.2189} * 100 \\ &= 26.80 \% \end{aligned}$$

ครั้งที่ 2

$$\begin{aligned} \% \text{ ความชื้น} &= \frac{2.3184 - 1.6971}{2.3184} * 100 \\ &= 26.798\% \end{aligned}$$

$$\% \text{ ความชื้นเฉลี่ย} = 26.80 \%$$

$$\text{ดังนั้น Total solid} = 100 - 26.80 = 73.20 \%$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบทางด้านจุลินทรีย์

การตรวจสอบจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อการบริโภค ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีชี้คุณภาพ จำนวนของจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีนี้จะเป็นสิ่งที่ชี้ให้เห็นคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านสุขาภิบาล

การตรวจหาจำนวน Bacteria รวมทั้งหมด (Total Viable Aerobic Bacteria)

1. การตรวจโดยวิธี Aerobic Plate Count

1.1 ชั่งตัวอย่างอาหารแบบ Aseptic Technic จำนวน 10 กรัม ใส่ Sterile Saline Solution (DF) 90 ml. ในถุงพลาสติกที่สะอาดปราศจากเชื้อ นำไป Shake ด้วยเครื่อง Stomacher เครื่อง Stomacher 1 นาที จะได้ตัวอย่างที่ถูกเจือจางไป 10^{-1}

1.2 Pipette 1 ml. จาก suspension 10^{-1} ลงใน 9 ml. Sterile BPD เขย่าด้วย Vortex mixer จะได้ suspension ที่เจือจาง 10^{-2} Pipette 1 ml. ลงใน Petridish สำหรับ Dilution 10^{-2}

1.3 ทำการเจือจาง suspension 10^{-2} ให้ได้ 10^{-3} โดยวิธีเดียวกันกับ ข้อ 1. Pipette 1 ml. ของแต่ละ dilution ลงใน Petridish สำหรับ dilution 10^{-1} , 10^{-2} , และ 10^{-3} ตามลำดับ

1.4 เท Plate Count Agar ที่เตรียมไว้ และ ช้อนให้ได้ 45°C ลงใน Petridish ที่ได้ใส่ suspension ตาม dilution ต่างๆ หมุน Plate ไปมาในแนวระดับ ให้ Sample และอาหารเลี้ยงเชื้อ ผสมกันทิ้งไว้ให้แข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง

1.5 Incubate ไว้ที่อุณหภูมิ 30°C - 32°C เป็นเวลา 48 ชม. โดยวิธีกลับ Petridish

1.6 นำ Petridish มาตรวจนับ colony ด้วย Quebec colony counter โดยเลือก dilution ที่มีเชื้อ Bacteria อยู่ระหว่าง 25-250 colony

2.การคำนวณหาจำนวน colony ของแบคทีเรียในอาหาร 1 กรัม

2.1 เมื่อนับเชื้อได้จากเพียง 1 dilution ที่มีเชื้อในช่วง 25-250 colony นำจำนวนที่นับได้คูณกับ dilution Factor จะได้ค่าของจำนวนแบคทีเรียในอาหาร 1 กรัม

2.2 เมื่อนับเชื้อได้จาก 2 dilution ที่มีเชื้อในช่วง 25-250 colony นำจำนวนที่นับได้คูณกับ dilution factor ของแต่ละ dilution แล้วหาค่าเฉลี่ยก็จะได้ค่าของจำนวนแบคทีเรียในอาหาร 1 กรัม

2.3 เมื่อนับเชื้อได้จาก dilution ต่ำสุด แต่มีเชื้อไม่ถึง 25 colony นำจำนวนที่นับได้คูณกับ dilution factor แต่การรายงานค่าจำนวนแบคทีเรียในอาหาร 1 กรัม จะต้องกำกับจำนวนแบคทีเรียที่นับได้จาก Petridish โดยตรง

2.4 เมื่อนับเชื้อได้จาก dilution สูงสุด แต่มีเชื้อเกิน 250 colony ให้นำ dilution factor คูณด้วย 100 แล้วรายงานโดยแสดงเครื่องหมายมากกว่ากำกับไว้

2.5 เมื่อ Petridish มี colony ของแบคทีเรียแผ่กว้าง (spread) ให้เลือกนับ colony จาก dilution อื่น ที่ไม่ spread แต่ถ้าจำเป็นต้องเลือกนับ colony ที่มีการ spread ให้นับ spread colony เป็น 1 colony หรือถ้ามี colony ที่ขึ้นติดกันเป็น chain ให้นับ 1 chain เป็น 1 colony แล้วคูณกับ dilution factor ตามวิธีข้อ 2.1-2.4

2.6 กรณีที่ไม่มี colony ที่ dilution ต่ำสุด ให้ถือว่าแบคทีเรีน้อยกว่า 1 colony นำจำนวน colony คูณ dilution factor แล้วรายงานแสดงเครื่องหมายน้อยกว่ากำกับจำนวน colony

การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์พวกยีสต์ (yeast) และรา (mould)

ยีสต์และราเป็นต้นเหตุของการเกิดปัญหาขึ้นในผลิตภัณฑ์หลายประการด้วยกันคือ สร้างสารพิษ ทนทานต่อความร้อน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรส เป็นต้นในการวิเคราะห์ยีสต์และรานั้นจะใช้อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีความเป็นกรดสูงเพื่อยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ในการตรวจสอบจะใช้อาหารเลี้ยงเชื้อชนิด PDA (Potato dextrose agar) และทำการ incubate ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน วิธีการวิเคราะห์ดังแผนผังต่อไปนี้

ดูดตัวอย่างอาหาร 1 มล. ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ



เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato dextrose agar) ที่ปรับ pH แล้ว ลงในจานเพาะเชื้อ

ผสมให้เข้ากัน ทิ้งให้เย็นแข็ง



อบเพาะเชื้อที่ 30 องศาเซลเซียส 3 วัน



นับจำนวนโคโลนี และคำนวณค่า yeast และ mould เป็นโคโลนีต่อมล.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ๑

องค์ประกอบและต้นทุนในการผลิตนมถั่วเหลืองชั้นหวานระหว่างกับนมชั้นหวาน (ตรามะลิ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงองค์ประกอบของนมถั่วเหลืองข้นหวานและนมข้นหวาน (ตรามะลิ)

องค์ประกอบ (%)	นมถั่วเหลืองข้นหวาน	นมข้นหวาน
ความชื้น	26.80	26.5
โปรตีน	5.15	7.9
ไขมัน	7.18	8.6
Total solid	73.20	28.0

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย

ตาราง การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตนมถั่วเหลืองข้นหวานกับนมข้นหวาน

(เทียบต่อ 1000 cm)

วัตถุดิบ	ถั่วเหลือง	นมวัว
ถั่วเหลือง	10	-
นม	-	25
น้ำตาลทราย	3.75	3.75
สารเคมี		
- Na_2CO_3	3.18	-
- Na_2HCO_3	2.5	-
ต้นทุนรวม	19.43	28.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5% and 1% Points for the Distribution of F

Degrees of freedom n_2	Degrees of freedom n_1																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞
20 .05	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.52	2.45	2.40	2.35	2.31	2.28	2.23	2.18	2.12	2.08	2.04	1.99	1.96	1.92	1.90	1.87	1.85	1.84
.01	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.71	3.56	3.45	3.37	3.30	3.23	3.13	3.05	2.94	2.86	2.77	2.69	2.63	2.56	2.53	2.47	2.44	2.42
21 .05	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.20	2.15	2.09	2.05	2.00	1.96	1.93	1.89	1.87	1.84	1.82	1.81
.01	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.65	3.51	3.40	3.31	3.24	3.17	3.07	2.99	2.88	2.80	2.72	2.63	2.58	2.51	2.47	2.42	2.38	2.36
22 .05	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.47	2.40	2.35	2.30	2.26	2.23	2.18	2.13	2.07	2.03	1.98	1.93	1.91	1.87	1.84	1.81	1.80	1.78
.01	7.94	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.18	3.12	3.02	2.94	2.83	2.75	2.67	2.58	2.53	2.46	2.42	2.37	2.33	2.31
23 .05	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.45	2.38	2.32	2.28	2.24	2.20	2.14	2.10	2.04	2.00	1.96	1.91	1.88	1.84	1.82	1.79	1.77	1.76
.01	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30	3.21	3.14	3.07	2.97	2.89	2.78	2.70	2.62	2.53	2.48	2.41	2.37	2.32	2.28	2.26
24 .05	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.43	2.36	2.30	2.26	2.22	2.18	2.13	2.09	2.02	1.98	1.94	1.89	1.86	1.82	1.80	1.76	1.74	1.73
.01	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.25	3.17	3.09	3.03	2.93	2.85	2.74	2.66	2.58	2.49	2.44	2.36	2.33	2.27	2.23	2.21
25 .05	4.24	3.38	2.99	2.76	2.60	2.49	2.41	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.11	2.06	2.00	1.96	1.92	1.87	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72	1.71
.01	7.77	5.57	4.68	4.18	3.86	3.63	3.46	3.32	3.21	3.13	3.05	2.99	2.89	2.81	2.70	2.62	2.54	2.45	2.40	2.32	2.29	2.23	2.19	2.17
26 .05	4.22	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.10	2.05	2.00	1.95	1.90	1.85	1.82	1.78	1.76	1.72	1.70	1.69
.01	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.17	3.09	3.02	2.96	2.86	2.77	2.66	2.58	2.50	2.41	2.36	2.28	2.25	2.19	2.15	2.18
27 .05	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.30	2.25	2.20	2.16	2.13	2.08	2.03	1.97	1.93	1.88	1.84	1.80	1.76	1.74	1.71	1.68	1.67
.01	7.68	5.49	4.60	4.11	3.79	3.56	3.39	3.26	3.14	3.06	2.98	2.93	2.83	2.74	2.63	2.55	2.47	2.38	2.33	2.25	2.21	2.16	2.12	2.10
28 .05	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.44	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.06	2.02	1.96	1.91	1.87	1.81	1.78	1.75	1.72	1.69	1.67	1.65
.01	7.64	5.45	4.57	4.07	3.76	3.53	3.36	3.23	3.11	3.03	2.95	2.90	2.80	2.71	2.60	2.52	2.44	2.35	2.30	2.22	2.18	2.13	2.09	2.06
29 .05	4.18	3.33	2.93	2.70	2.54	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.05	2.00	1.94	1.90	1.85	1.80	1.77	1.73	1.71	1.68	1.65	1.64
.01	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.03	3.00	2.92	2.87	2.77	2.68	2.57	2.49	2.41	2.32	2.27	2.19	2.15	2.10	2.06	2.03

5% and 1% Points for the Distribution of F

Degrees of freedom n_2	Degrees of freedom n_1																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞
30 .05	4.7	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.34	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09	2.04	1.99	1.93	1.89	1.84	1.79	1.76	1.72	1.69	1.66	1.64	1.62
.01	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.06	2.98	2.90	2.84	2.74	2.66	2.55	2.47	2.38	2.29	2.24	2.16	2.13	2.07	2.03	2.01
32 .05	4.15	3.30	2.90	2.67	2.51	2.40	2.32	2.25	2.19	2.14	2.10	2.07	2.02	1.97	1.91	1.86	1.82	1.76	1.74	1.69	1.67	1.64	1.61	1.59
.01	7.50	5.34	4.46	3.97	3.66	3.42	3.25	3.12	3.01	2.94	2.86	2.80	2.70	2.62	2.51	2.42	2.34	2.25	2.20	2.12	2.08	2.02	1.98	1.96
34 .05	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49	2.38	2.30	2.23	2.17	2.12	2.08	2.05	2.00	1.95	1.89	1.84	1.80	1.74	1.71	1.67	1.64	1.61	1.59	1.57
.01	7.44	5.29	4.42	3.93	3.61	3.38	3.21	3.08	2.97	2.89	2.82	2.76	2.66	2.58	2.47	2.38	2.30	2.21	2.15	2.08	2.04	1.98	1.94	1.91
36 .05	4.11	3.26	2.86	2.63	2.48	2.36	2.28	2.21	2.15	2.10	2.06	2.03	1.98	1.93	1.87	1.82	1.78	1.72	1.69	1.65	1.62	1.59	1.56	1.55
.01	7.39	5.25	4.36	3.89	3.58	3.35	3.18	3.04	2.94	2.86	2.78	2.72	2.62	2.54	2.43	2.35	2.26	2.17	2.12	2.04	2.00	1.94	1.90	1.87
38 .05	4.10	3.25	2.85	2.62	2.46	2.35	2.26	2.19	2.14	2.09	2.05	2.02	1.96	1.92	1.85	1.80	1.76	1.71	1.67	1.63	1.60	1.57	1.54	1.53
.01	7.35	5.21	4.34	3.86	3.54	3.32	3.15	3.02	2.91	2.82	2.75	2.69	2.59	2.51	2.40	2.32	2.22	2.14	2.08	2.00	1.97	1.90	1.86	1.84
40 .05	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.07	2.04	2.00	1.95	1.90	1.84	1.79	1.74	1.69	1.66	1.61	1.59	1.55	1.53	1.51
.01	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.88	2.80	2.73	2.66	2.56	2.49	2.37	2.29	2.20	2.11	2.05	1.97	1.94	1.88	1.84	1.81
42 .05	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11	2.06	2.02	1.99	1.94	1.89	1.82	1.78	1.73	1.68	1.64	1.60	1.57	1.54	1.51	1.49
.01	7.27	5.15	4.29	3.80	3.49	3.26	3.10	2.96	2.86	2.77	2.70	2.64	2.54	2.46	2.35	2.26	2.17	2.08	2.02	1.94	1.91	1.85	1.80	1.78
44 .05	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43	2.31	2.23	2.16	2.10	2.05	2.01	1.98	1.92	1.88	1.81	1.76	1.72	1.66	1.63	1.58	1.56	1.52	1.50	1.48
.01	7.24	5.12	4.26	3.78	3.46	3.24	3.07	2.94	2.84	2.75	2.68	2.62	2.52	2.44	2.32	2.24	2.15	2.06	2.00	1.92	1.88	1.82	1.78	1.75
46 .05	4.05	3.20	2.81	2.57	2.42	2.30	2.22	2.14	2.09	2.04	2.00	1.97	1.91	1.87	1.80	1.75	1.71	1.65	1.62	1.57	1.54	1.51	1.48	1.46
.01	7.21	5.10	4.24	3.76	3.44	3.22	3.05	2.92	2.82	2.73	2.66	2.60	2.50	2.42	2.30	2.22	2.13	2.04	1.98	1.90	1.86	1.80	1.76	1.72
48 .05	4.04	3.19	2.80	2.56	2.41	2.30	2.21	2.14	2.08	2.03	1.99	1.96	1.90	1.86	1.79	1.74	1.70	1.64	1.61	1.56	1.53	1.50	1.47	1.45
.01	7.19	5.08	4.22	3.74	3.42	3.20	3.04	2.90	2.80	2.71	2.64	2.58	2.48	2.40	2.28	2.20	2.11	2.02	1.96	1.88	1.84	1.78	1.73	1.70
50 .05	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.07	2.02	1.98	1.95	1.90	1.85	1.78	1.74	1.69	1.63	1.60	1.55	1.52	1.48	1.46	1.44
.01	7.17	5.06	4.20	3.72	3.41	3.18	3.02	2.88	2.78	2.70	2.62	2.56	2.46	2.39	2.26	2.18	2.10	2.00	1.94	1.86	1.82	1.76	1.71	1.68

Error df	Protection level	p = number of means for range being tested													
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
22	.05	2.93	3.08	3.17	3.24	3.29	3.32	3.35	3.37	3.39	3.42	3.44	3.45	3.46	3.47
	.01	3.99	4.17	4.28	4.36	4.42	4.48	4.53	4.57	4.60	4.65	4.68	4.71	4.74	4.75
24	.05	2.92	3.07	3.15	3.22	3.28	3.31	3.34	3.37	3.38	3.41	3.44	3.45	3.46	3.47
	.01	3.96	4.14	4.24	4.33	4.39	4.44	4.49	4.53	4.57	4.62	4.64	4.67	4.70	4.72
26	.05	2.91	3.06	3.14	3.21	3.27	3.30	3.34	3.36	3.38	3.41	3.43	3.45	3.46	3.47
	.01	3.93	4.11	4.21	4.30	4.36	4.41	4.46	4.50	4.53	4.58	4.62	4.65	4.67	4.69
28	.05	2.90	3.04	3.13	3.20	3.26	3.30	3.33	3.35	3.37	3.40	3.43	3.45	3.46	3.47
	.01	3.91	4.08	4.18	4.28	4.34	4.39	4.43	4.47	4.51	4.56	4.60	4.62	4.65	4.67
30	.05	2.89	3.04	3.12	3.20	3.25	3.29	3.32	3.35	3.37	3.40	3.43	3.44	3.46	3.47
	.01	3.89	4.06	4.16	4.22	4.32	4.36	4.41	4.45	4.48	4.54	4.58	4.61	4.63	4.65
40	.05	2.86	3.01	3.10	3.17	3.22	3.27	3.30	3.33	3.35	3.39	3.42	3.44	3.46	3.47
	.01	3.82	3.99	4.10	4.17	4.24	4.30	4.34	4.37	4.41	4.46	4.51	4.54	4.57	4.59
60	.05	2.85	2.98	3.08	3.14	3.20	3.24	3.28	3.31	3.33	3.37	3.40	3.43	3.45	3.47
	.01	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17	4.23	4.27	4.31	4.34	4.39	4.44	4.47	4.50	4.53
100	.05	2.80	2.95	3.05	3.12	3.18	3.22	3.26	3.29	3.32	3.36	3.40	3.42	3.45	3.47
	.01	3.71	3.86	3.98	4.06	4.11	4.17	4.21	4.25	4.29	4.35	4.38	4.42	4.45	4.48
∞	.05	2.77	2.92	3.02	3.09	3.15	3.19	3.23	3.26	3.29	3.34	3.38	3.41	3.44	3.47
	.01	3.64	3.80	3.90	3.98	4.04	4.09	4.14	4.17	4.20	4.26	4.31	4.34	4.38	4.41

ตาราง

ผลรวมของตัวเลขที่เรียงลำดับแสดงนัยสำคัญระดับ 5% (Ranking test)

จำนวนซ้ำ	จำนวนตัวอย่าง										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	3-9	3-11	3-13	4-14	4-16	4-18	5-19	5-21
3	—	—	—	4-14	4-17	4-20	4-23	5-25	5-28	5-31	6-34
	—	4-8	4-11	5-13	6-15	6-18	7-20	8-22	8-25	9-27	10-29
4	—	5-11	5-15	6-18	6-22	7-25	7-29	8-32	8-36	8-39	9-43
	—	5-11	6-14	7-17	8-20	9-23	10-26	11-29	13-31	14-34	15-37
5	—	6-14	7-18	8-22	9-26	10-31	10-35	11-39	12-43	12-48	13-52
	6-9	7-13	8-17	10-21	11-24	13-27	14-31	15-35	17-38	18-42	20-45
6	7-11	8-16	9-21	10-26	11-31	12-36	13-41	14-48	15-51	17-55	18-60
	7-11	9-15	11-19	12-24	14-28	16-32	18-36	21-40	21-45	23-49	25-53
7	8-13	10-18	11-24	12-30	14-35	15-41	17-46	18-52	19-58	21-63	22-69
	8-13	10-18	13-22	15-27	17-32	19-37	22-41	24-46	26-51	29-56	30-61
8	9-15	11-21	13-27	15-33	17-39	18-46	20-52	22-58	24-64	25-71	27-77
	10-14	12-20	15-25	17-31	20-36	23-41	25-47	28-52	31-57	33-63	36-69
9	11-16	13-23	15-30	17-37	19-44	22-50	24-57	26-64	28-71	30-78	32-85
	11-16	14-22	17-28	20-34	23-41	26-46	29-52	32-58	35-64	38-70	41-76
10	12-18	15-25	17-33	20-40	22-48	25-55	27-63	30-70	32-78	35-85	37-93
	12-18	16-24	19-31	23-37	26-44	30-50	34-56	37-63	40-70	44-76	47-83
11	13-20	16-28	19-36	22-44	25-52	28-60	31-68	34-76	38-85	40-93	42-101
	14-19	18-26	21-34	25-41	29-48	33-55	37-62	41-69	45-76	49-83	63-90
12	15-21	18-30	21-39	25-47	28-56	31-65	34-74	38-82	41-91	44-100	47-109
	15-21	19-29	24-38	28-44	32-52	37-60	41-67	45-76	50-82	54-90	58-98
13	16-23	20-32	24-41	27-51	31-61	35-69	38-79	42-88	45-98	49-107	52-117
	17-22	21-31	26-39	31-47	35-56	40-64	45-72	50-80	54-90	59-97	64-105
14	17-25	22-34	26-44	30-54	34-64	38-74	42-84	46-94	50-104	54-114	57-125
	18-24	23-35	28-42	33-51	38-60	44-68	49-77	54-86	60-95	65-103	70-112
15	19-26	23-37	28-47	32-58	37-68	41-79	46-89	50-100	54-111	68-122	63-132
	19-26	25-35	30-45	36-54	42-63	47-73	53-82	59-91	64-101	70-110	75-121
16	20-28	25-39	30-50	35-61	40-72	45-83	49-95	54-106	69-117	63-129	68-140
	21-27	27-37	33-47	39-57	45-67	51-77	57-87	62-98	69-107	76-117	81-127
17	22-29	27-41	32-53	38-64	43-76	48-88	53-100	58-112	63-124	69-136	73-148
	22-29	28-40	35-50	41-61	48-71	54-82	61-92	67-103	74-113	81-123	87-134
18	23-31	29-43	34-56	40-68	46-80	52-92	57-105	61-118	68-130	73-143	79-155
	24-30	30-42	37-53	44-64	51-75	58-86	65-97	72-108	79-119	86-130	93-141
19	24-33	30-46	37-59	43-71	49-84	55-97	61-110	67-123	73-136	78-150	84-163
	25-32	32-44	39-56	47-67	54-79	62-90	69-102	76-114	84-125	91-137	99-148
20	26-34	32-48	39-61	45-85	52-88	58-102	65-115	71-129	77-143	83-157	90-170
	26-34	34-48	42-58	50-70	57-83	65-95	73-107	81-119	89-131	97-143	105-155

ตัวเลขบนแสดงผลรวมค่าสุด และสูงสุดที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตัวเลขคู่ล่างแสดงผลรวมค่าสุด และสูงสุดของตัวอย่างที่เลือกมาเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนซ้ำ	จำนวนตัวอย่าง										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	3-10	3-21	3-23
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	4-14	4-17	4-20	5-22	5-25	6-27	6-30	6-33
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	5-19	5-23	5-27	6-30	6-34	6-38	6-42	7-45	7-45
	—	—	5-15	6-18	6-22	7-25	8-28	8-32	9-35	10-38	10-42
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	6-14	7-18	8-22	9-26	10-30	11-34	12-38	13-42	14-46	15-50
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	7-17	8-22	9-27	9-33	10-38	11-43	12-48	13-53	13-59	14-64
	—	8-16	9-21	10-26	12-30	13-35	14-40	16-44	17-49	18-54	20-58
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	8-20	10-25	11-31	12-37	13-43	14-49	15-55	16-61	17-67	18-73
	8-13	9-19	11-24	12-30	14-35	16-40	18-45	19-51	21-56	23-61	25-66
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	9-15	10-22	11-29	13-35	14-42	16-48	17-55	19-61	20-68	21-75	23-81
	9-15	11-21	13-27	15-33	17-39	19-45	21-51	23-57	25-63	28-68	30-74
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	10-17	12-24	13-32	15-39	17-46	19-53	21-60	22-68	24-75	26-82	27-90
	10-17	12-24	15-30	17-37	20-43	22-50	25-60	27-63	30-69	32-76	35-82
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	11-10	13-27	15-35	18-42	20-50	23-58	24-66	26-74	28-82	30-90	32-98
	11-19	14-28	17-33	20-40	23-47	25-55	28-62	31-69	34-76	37-83	40-91
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	12-21	15-29	17-38	20-46	22-55	25-63	27-72	30-80	32-89	34-98	37-106
	13-20	16-28	19-36	22-44	25-52	29-59	32-67	35-75	38-82	42-90	45-98
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	14-22	17-31	19-41	22-50	25-59	28-68	31-77	33-87	36-96	39-105	42-114
	14-22	18-30	21-39	25-47	28-56	32-64	36-72	39-81	43-89	47-97	50-106
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15-24	18-34	21-44	25-53	28-63	31-73	34-83	37-93	40-103	43-113	46-123
	15-24	19-33	23-42	27-51	31-60	35-69	39-78	44-88	48-97	52-107	56-117
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	16-26	20-36	24-46	27-57	31-67	34-78	38-89	41-98	45-109	48-120	51-131
	17-25	21-35	25-45	30-54	34-64	39-73	43-83	48-92	52-102	57-121	61-131
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	18-27	22-33	26-49	30-60	34-71	37-83	41-94	45-105	49-116	53-127	58-139
	18-27	23-37	29-47	32-58	37-68	42-78	47-88	52-98	57-108	62-118	67-128
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	19-29	23-41	28-52	32-64	36-76	41-87	45-99	49-111	53-123	57-135	62-146
	19-29	25-39	30-50	35-61	40-72	46-82	51-93	56-104	61-116	67-125	72-136
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	20-31	25-43	30-55	35-67	39-80	44-92	49-104	53-117	58-129	62-142	67-154
	21-30	26-42	32-53	38-64	43-76	49-87	55-98	60-110	66-121	72-132	78-143
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	22-32	27-45	32-58	37-71	42-84	47-97	52-110	57-123	62-136	67-149	72-162
	22-32	28-44	34-56	40-68	46-80	52-92	57-105	63-118	69-130	73-143	79-155
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	23-34	29-47	34-61	40-74	45-88	50-102	56-115	61-129	67-142	72-156	77-170
	24-33	30-48	36-59	43-71	49-84	56-98	62-109	69-121	76-133	82-146	89-158
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	24-36	30-50	36-64	42-78	48-92	54-106	60-120	65-135	71-149	77-163	82-178
	25-35	32-48	38-62	45-75	52-88	59-101	66-114	73-127	80-140	87-153	94-166

ตัวเลขที่แสดงผลรวมต่ำสุด และสูงสุดที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตัวเลขที่ต่างแสดงผลรวมต่ำสุด และสูงสุดของตัวอย่างที่ได้ออกมาเปรียบเทียบ

ตารางผนวก จำนวนค่าต่ำสุดของผู้ทดสอบที่จะต้องเลือกตัวอย่างที่มีคุณลักษณะที่ต้องการทราบได้ ถูกต้องโดยวิธีการเปรียบเทียบตัวอย่างคู่

จำนวน ผู้ตัดสิน	ความชอบ ระบับความ น่าจะเป็น			ความ แตกต่าง ระบับความ น่าจะเป็น		
	5%	1%	0.1%	5%	1%	0.1%
5	....	....	....	5	....	....
6	....	....	....	6	....	....
7	7	....	....	7	7	....
8	8	8	....	7	8	....
9	8	9	....	8	9	....
10	9	10	....	9	10	10
11	10	11	11	9	10	11
12	10	11	12	10	11	12
13	11	12	13	10	12	13
14	12	13	14	11	12	13
15	12	13	14	12	13	14
16	13	14	15	12	14	15
17	13	15	16	13	14	16
18	14	15	17	13	15	16
19	15	16	17	14	15	17
20	15	17	18	15	16	18
21	16	17	19	15	17	18
22	17	18	19	16	17	19
23	17	19	20	16	18	20
24	18	19	21	17	19	20
25	18	20	21	18	19	21
26	19	20	22	18	20	22
27	20	21	23	19	20	22
28	20	22	23	19	21	23
29	21	22	24	20	22	24
30	21	23	25	20	22	24
31	22	24	26	21	23	25
32	23	24	26	22	24	26
33	23	25	27	22	24	26
34	24	25	27	23	25	27
35	24	26	28	23	25	27
36	25	27	29	24	26	28
37	25	27	29	24	27	29
38	26	28	30	25	27	29
39	27	28	31	26	28	30
40	27	29	31	26	28	31
41	28	30	32	27	29	31
42	28	30	32	27	29	32
43	29	31	33	28	30	32
44	29	31	34	28	31	33
45	30	32	34	29	31	34
46	31	33	35	30	32	34
47	31	33	35	30	32	35
48	32	34	36	31	33	36
49	32	34	37	31	34	36
50	33	35	37	32	34	37
60	39	41	44	37	40	43
70	44	47	50	43	46	49
80	50	52	56	48	51	55
90	55	58	61	54	57	61
100	61	64	67	59	63	66



ดร. เพ็ญขวัญ ชมปรีดา วรรณไว้สำหรับการใช้งานเพื่อภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้