**รายงานวิจัย**

# การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารฮาลาล: น้ำนมจากถั่วดาวอินคา
# Development of Halal Food Product : Milk Production from Sacha Inchi

**นุชเนตร ตาเย๊ะ**
**รอมลี เจะดอเลาะ**

**คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร**
**งบบำรุงการศึกษา ปีงบประมาณ 2560**
**มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา**

**หัวข้อวิจัย** การผลิตน้ำนมจากถั่วดาวอินคา
**ชื่อผู้วิจัย** นุชเนตร ตาเย๊ะ
รอมลี เจะดอเลาะ
**คณะ/หน่วยงาน** คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
**มหาวิทยาลัย** ราชภัฏยะลา
**ปีงบประมาณ** 2560

## บทคัดย่อ

ถั่วดาวอินคาเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้ และถูกนำเข้ามาเพื่อปลูกและจำหน่ายในประเทศไทยเมื่อไม่กี่ปีที่ผ่านมา เนื่องจากถั่วดาวอินคาเป็นพืชน้ำมันที่ให้คุณค่าทางโภชนาการสูง อุดมไปด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็น ได้แก่ วิตามิน A วิตามิน E อีกทั้งยังมีกรดไขมัน โอเมก้า 3 6 9 ในปริมาณที่สูง การศึกษากรรมวิธีการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคา เพื่อเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ใหม่ พบว่า สูตรพื้นฐานในการผลิตทั้ง 3 สูตร คือ อัตราส่วนระหว่างถั่วดาวอินคาต่อน้ำ 1:3 1:4 และ 1:5 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนทางประสาทสัมผัสของทั้ง 3 สูตร ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยสูตรที่ 1 ได้รับคะแนนเฉลี่ยในด้านความชอบรวมมากที่สุด คือ 7.03 และคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เท่ากับ 6.53 6.77 5.80 และ 6.10 คะแนน ตามลำดับ จึงนำสูตรที่ 1 ไปศึกษาหาปริมาณน้ำตาลในสูตรเพิ่มความหวาน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 5 8 และ 12 พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนทางประสาทสัมผัสของทั้ง 3 สูตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ 2 ได้รับคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความหวาน และความชอบรวมสูงสุดที่ 6.47 6.63 6.50 6.83 6.97 และ 7.50 คะแนน ตามลำดับ จึงนำสูตรดังกล่าวไปตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี L* a* b* และความหนืด พบว่า มีค่าเท่ากับ 78.79 -0.28 8.38 และ 5.46 cPs ตามลำดับ ด้านคุณลักษณะทางเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน ของแข็งทั้งหมด ค่าความเป็นกรดด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปแบบของกรดซิตริก เท่ากับร้อยละ 16.53 23.59 17.45 6.13 และ 1.59 ตามลำดับ การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของกรดไขมันในน้ำนมถั่วดาวอินคา พบว่าน้ำนมที่ได้มีปริมาณของกรดแอลฟาลิโนเลอิกมากที่สุด ร้อยละ 42.82 รองลงมา คือ กรดลิโนเลนิก และกรดโอเลอิก ร้อยละ 38.69 และ 10.02 ตามลำดับ การสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป 100 คน ผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 73 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วดาวอินคาในระดับชอบปานกลางถึงชอบมากที่สุด

**Research Title** Milk Production from Sacha Inchi
**Researcher** Nutchanet Tayeh
Romlee Jehdoloh
**Faculty/Section** Science Technology and Agriculture
**University** Yala Rajabhat
**Year** 2017

# ABSTRACT

Sacha Inchi is a plant native to South America and it was imported to grow and sell in Thailand a few years ago. Since the Sacha Inchi is a highly nutritious vegetable oil which rich in essential amino acids, including vitamin A, vitamin E, and high levels of omega-3 6 9 fatty acids. The study of milk production from Sacha Inchi into a new milk product found that all 3 basic formulas were the ratio between Sacha Inchi per water 1: 3 1:4 and 1: 5 are not difference ($p \geq 0.05$) in the sensory scores. Formula 1 received the highest average overall like score of 7.03 and the average score of appearance, color, flavor and flavor were 6.53, 6.77, 5.80 and 6.10 points, respectively. Formulas 1 were used to determine the sugar content into next experiment (5, 8, and 12 %). The results showed that the taste score of the three formulations was statistically significantly different ($p \leq 0.05$). 8% sugar content were highest rated for appearance, color, flavor, sweetness and overall liking of 6.47 6.63 6.50 6.83 6.97 and 7.50 points, respectively. The physical characteristics of 8%sugar content shown that L* a* b* and viscosity were 78.79 -0.28, 8.38 and 5.46 cPs, respectively. The chemical attributes include total protein, fat, solids content pH value and total acid content in the form of citric acid was 16.53, 23.59, 17.45, 6.13 and 1.59 respectively. Analysis of the type and amount of fatty acids in Sacha Inchi milk showed the highest content of $\alpha$- linolenic acid 42.82%, followed by linoleic acid and oleic acid were 38.69% and 10.02%. respectively. A survey of 100 general consumers found that 73 % of consumers rated the Sacha Inchi milk product at a moderate level like to most like.

# กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีโดยได้รับความอนุเคราะห์ตัวอย่างถั่วดาวอินคาจากบริษัท ดาว ต้น เกษตรไทย จำกัด ตลอดระยะเวลาของการดำเนินงานวิจัย จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยในครั้งนี้

คณะผู้วิจัย
กันยายน 2560

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| **บทคัดย่อ** | [1] |
| **กิตติกรรมประกาศ** | [3] |
| **สารบัญ** | [4] |
| **สารบัญตาราง** | [6] |
| **สารบัญภาพ** | [7] |
| **บทที่ 1 บทนำ** | 1 |
| ความเป็นมาและความสำคัญ | 1 |
| วัตถุประสงค์ของงานวิจัย | 1 |
| ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 1 |
| ขอบเขตของงานวิจัย | 2 |
| **บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** | 3 |
| องค์ประกอบที่สำคัญในการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคา | 4 |
| องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมจากถั่ว | 7 |
| กรดไขมัน | 8 |
| กระบวนการผลิตน้ำนม | 8 |
| กรรมวิธีการเตรียมน้ำนมถั่วดาวอินคา | 10 |
| งานวิจัยเกี่ยวข้อง | 11 |
| **บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย** | 15 |
| วัตถุดิบ | 15 |
| อุปกรณ์สำหรับผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคา | 15 |
| อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางกายภาพ | 15 |
| อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี | 15 |
| วิธีดำเนินงาน | 16 |
| **บทที่ 4 ผลการศึกษา** | 17 |
| ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของน้ำนมถั่วดาวอินคา | 19 |
| - สูตรพื้นฐานของน้ำนมถั่วดาวอินคา | 19 |

- ปริมาณน้ำตาลที่มีผลต่อลักษณะประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วดาวอินคา 20
ผลการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำนมถั่วดาวอินคา 22
- คุณลักษณะทางกายภาพ 22
- คุณลักษณะทางเคมี 22
ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป 25
**บทที่ 5 สรุปผล** 29
**เอกสารอ้างอิง** 30
**ภาคผนวก** 33
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ 33
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี 34
ภาคผนวก ค แบบประเมินทางคุณภาพทางประสาทสัมผัส 39

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | หน้า |
|---|---|
| 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมจากธัญพืช | 5 |
| 2.2 กรดไขมันจากถั่วดาวอินคา | 8 |
| 2.3 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมโคและน้ำนมถั่วดาวอินคา | 12 |
| 2.4 ชนิดและองค์ประกอบของกรดไขมันในเมล็ดถั่วดาวอินคา ปริมาณ 100 กรัม จำนวน 16 สายพันธุ์ | 14 |
| 3.1 สูตรพื้นฐานของน้ำนมถั่วดาวอินคา | 16 |
| 3.2 สัดส่วนของน้ำนมถั่วดาวอินคาต่อปริมาณน้ำตาล | 17 |
| 4.1 การยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วดาวอินคาทั้ง 3 สูตร | 19 |
| 4.2 การยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วดาวอินคา สูตรเพิ่มความหวานทั้ง 3 สูตร | 21 |
| 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพของน้ำนมถั่วดาวอินคา | 22 |
| 4.4 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีของน้ำนมถั่วดาวอินคา | 23 |
| 4.5 ผลการวิเคราะห์กรดไขมันของน้ำนมถั่วดาวอินคา | 22 |
| 4.6 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้บริโภคที่มีน้ำนมถั่วดาวอินคา | 23 |
| 4.7 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคน้ำนมถั่วดาวอินคา | 25 |
| 4.8 ข้อมูลข้อคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วดาวอินคา | 26 |

# สารบัญภาพ

**ภาพที่** **หน้า**

2.1 การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของผลและเมล็ดถั่วดาวอินคา 4
2.2 โครงสร้างทางเคมีของน้ำตาล 6
2.3 ผลของการโฮโมจีไนซ์ต่อการกระจายตัวของเม็ดไขมันนม 9
2.4 กระบวนการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคา 10
3.1 กระบวนการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคา 17
4.1 กรรมวิธีน้ำนมถั่วดาวอินคาสูตรพื้นฐาน 20
4.2 กรรมวิธีการผลิตน้ำนมถั่วอินคาสูตรเพิ่มปริมาณน้ำตาล 21

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ

กระแสความนิยมเกี่ยวกับการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ (Healthy Food) จะเน้นไปที่คุณค่าทางอาหาร ว่ามีองค์ประกอบของสารสำคัญทางโภชนาการ ความนิยมของอาหารเพื่อสุขภาพ ทำให้มีการนำเข้าพืชและผลไม้จากต่างประเทศเข้าสู่ประเทศไทยเพื่อจำหน่ายและแปรรูป ในปีที่ผ่านมามีมูลค่าการนำเข้ารวมสูงถึง 58,351.07 ล้านบาท (กระทรวงพาณิชย์, 2559) ถั่วดาวอินคาเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่มีบริษัทเอกชนนำเข้ามาส่งเสริมการปลูกในประเทศไทยเมื่อไม่กี่ปีที่ผ่านมา ถั่วดาวอินคาเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี มีปริมาณน้ำมันร้อยละ 49-53 โปรตีน ร้อยละ 33 องค์ประกอบกรดไขมันในน้ำมันดิบวิเคราะห์โดยวิธีแก๊สโครมาโตกราฟี พบว่า กรดไขมันไม่อิ่มตัว ร้อยละ 90.34 กรดไลโนเลนิก ร้อยละ 43.75 กรดไลโนเลอิก ร้อยละ 36.99 (Hamaker *et al*., 1992) การศึกษาองค์ประกอบของถั่วดาวอินคาด้วยวิธีการสกัดแบบไฮดรอลิก (Vela, 1995) พบว่า ปริมาณโปรตีน ร้อยละ 92.24 และน้ำมัน ร้อยละ 96.4 (Obregon, 1996) ซึ่งถั่วดาวอินคามีคุณสมบัติเป็นอาหาร บำบัดโรค (Nutraceutical) เพราะมีวิตามินเอสูง (981 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) วิตามินอี (17 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) และกรดไขมันที่จำเป็นกรดไลโนเลอิก ร้อยละ 36.8 และกรดไลโอเลนิก ร้อยละ 6 ซึ่งเป็นผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค (Hazen, 1980) ปัจจุบันมีการศึกษามุ่งเน้นการใช้ประโยชน์ จากน้ำมันและกรดไขมันในถั่วดาวอินคา แต่ยังขาดการศึกษาเกี่ยวกับโปรตีนและสารอาหารชนิดอื่นๆ เนื่องจากมีข้อจำกัด คือการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ และการวิเคราะห์ยังมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

น้ำนมถั่วดาวอินคา เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ ผลิตโดยการนำเมล็ดถั่วดาวอินคาปอกเปลือก คั่วที่อุณหภูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 5 และ 6 นาที ศึกษาอัตราส่วนของถั่วดาวอินคาต่อน้ำในการโมเปียก ดังนี้คือ 1:3 1:4 และ 1:5 พบว่า การคั่วที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที (Valles Ramírez, 2012) น้ำนมถั่วดาวอินคาสามารถเป็นอาหารทางเลือกที่ดีสำหรับผู้บริโภคที่ไม่รับประทานผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ เนื่องจากเป็นแหล่งของโปรตีน โอเมก้า 3 6 9 วิตามินเอและวิตามีนอี (Fernández *et al*., 2015) อนึ่งน้ำนมถั่วดาวอินคาจะมีกลิ่นรสที่ไม่คุ้นเคยและยังมีงานวิจัยที่ไม่แพร่หลาย ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษากระบวนการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคาพาสเจอไรซ์และพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

## 1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ

1.2.1 เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคา

1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณน้ำตาลที่มีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วดาวอินคา

1.2.3 เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วดาวอินคาพาสเจอไรซ์

**1.3 ขอบเขตของการวิจัย**

ศึกษากระบวนการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคาพาสเจอไรซ์ คุณลักษณะน้ำนมถั่วดาวอินคาที่พึงประสงค์ และระดับการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป

**1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1.3.1 ทราบถึงวิธีการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคาพาสเจอไรซ์

1.3.2 ทราบสูตรพื้นฐานในการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคาพาสเจอไรซ์

1.3.3 ทราบปริมาณน้ำตาลที่ส่งผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วดาวอินคา

1.3.4 ทราบถึงการยอมรับของผู้บริโภคน้ำนมถั่วดาวอินคาและความเป็นไปได้ในการผลิตเชิงการค้า

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

**ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**

ธัญพืช ได้แก่ ข้าว ข้าวฟ่าง ถั่วเหลือง ถั่งลิสง และงา เป็นต้น เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ใช้เป็นอาหารสัตว์และส่งออกไปประเทศต่างๆ ทั่วโลก การค้าในตลาดโลกมีการแข่งขันทางการค้ามากขึ้น การกีดกันการนำเข้าธัญพืช ทำให้ของไทยมีราคาไม่แน่นอนบางปีตกต่ำมาก และประสบปัญหาภาวะล้นตลาด ดังนั้นการนำธัญพืชไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับธัญพืชและช่วยให้เกษตรกรยังมีรายได้เพิ่มขึ้น ยังอาจเป็นสินค้าส่งออกไปต่างประเทศช่วยลดการเสียดุลการค้าของประเทศไทยลงได้

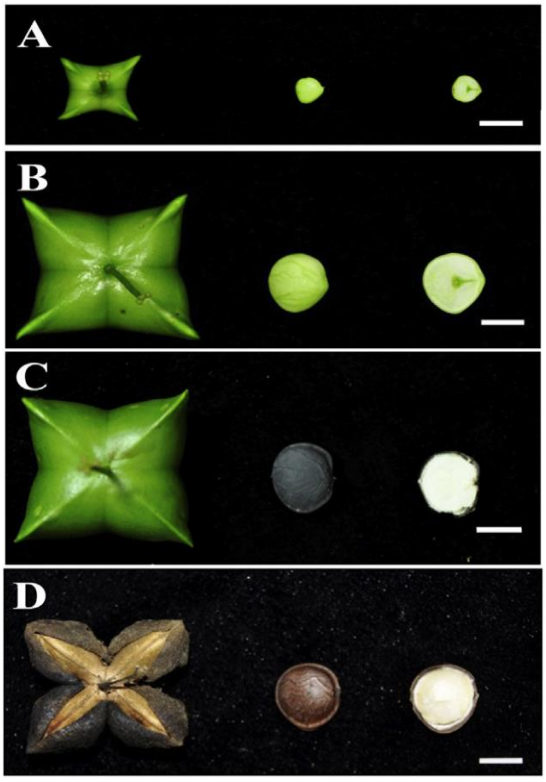
แหล่งอาหารโปรตีนโดยมากได้มาจากสัตว์ แต่ในปัจจุบันภาวการณ์แพร่ระบาดของโรค ประกอบกับสารเคมีและยาตกค้าง มีผลทำให้แหล่งโปรตีนจากสัตว์ขาดแคลน ราคาแพง ไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ทำให้ผู้บริโภคหันมาบริโภคพืชผัก ผลไม้ปลอดสารพิษ และอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์จึงสนใจหาแหล่งโปรตีนจากแหล่งอื่นๆแทน จากการศึกษาพบว่าธัญพืชเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่มีราคาถูกกว่าเนื้อสัตว์และน้ำนม มีคุณค่าทางอาหารรวม 7 ชนิด คือ แคลอรี่ โปรตีน ฟอสฟอรัส เหล็ก ไทอะมิน ไรโบฟลาวิน และไนอาซิน รวมทั้งมีสารอาหารอื่นๆ อีกหลายชนิด ถึงจะมีคุณภาพน้อยกว่าโปรตีนจากสัตว์ เนื่องจากมีกรดอะมิโนที่จำเป็น เช่น ไลซีน ทรีโอนีม เมไธโอนีนและ ทริปโตเฟน ต่ำกว่า แต่ก็มีคุณค่าด้านพลังงาน ส่วนวิตามินนั้นส่วนใหญ่เป็นกลุ่มวิตามินเอ บี ดี และอี ปริมาณน้อยมาก

เครื่องดื่มเลียนแบบนมชนิดที่นิยม คือ ใช้วัตถุดิบจากพืช อาจใช้ในรูปของการใช้เมล็ดพืช เช่น เมล็ดน้ำมันพืชและธัญพืช มาผลิตโดยตรง หรืออาจใช้ในรูปของโปรตีนสกัดจากเมล็ดพืชและใบพืช อาจเรียกเครื่องดื่มว่า นมพืช (Vegetable milk) ผลิตภัณฑ์เลียนแบบนมและผลิตภัณฑ์นมจากพืชที่พัฒนาตัวแรกๆ คือ ถั่วเหลือง และถั่วลิสง แม้นมถั่วเหลืองเป็นผลิตภัณฑ์ที่บริโภคกันมากและผลิตหลายรูปแบบ แต่ยังมีปัญหาด้านกลิ่น รส ซึ่งผู้บริโภคบางกลุ่มไม่ยอมรับ ทำให้การขยายตัว อยู่ในวงจำกัด เป็นผลให้การศึกษาค้นคว้า โดยการนำเอาวัตถุดิบชนิดอื่นๆ ทั้งพืชและสัตว์หลายแหล่ง มาใช้ในการผลิต ซึ่งวัตถุดิบจากสัตว์ ได้แก่ caseinate salts, whey protein, skim milk powder, edible casein, fish protein concentrate เป็นต้น ส่วนวัตถุดิบจากพืชเช่นถั่วพู งา และเมล็ดพืชน้ำมันชนิดอื่นจากธัญพืชต่างๆ เช่น ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการใช้ ในรูปของ protein isolates หรือรูปโปรตีนสกัดจากใบพืช (leaf protein) รวมทั้ง single cell protein จากยีสต์ มากไปกว่านั้น การพัฒนาน้ำนมจากพืชนี้ยังต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับน้ำนมทั่วไป เหมาะเพื่อให้สำหรับผู้ที่มีอาการแพ้นมจากสัตว์ (อรพิน เกิดชูชื่น และคณะ, 2545)

## 2.1 องค์ประกอบที่สำคัญในการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคา

### 2.1.1 ถั่วดาวอินคา (Sacha inchi)

ถั่วดาวอินคา (Sacha inchi/Plukenetia) หรือ ภาษาท้องถิ่นเรียกอีกชื่อว่า “องุ่นสีเขียว” หรือ “แบริ่งฝัก” (Twining) ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Plukenetia volubilis L.* เป็นไม้เถาทรงพุ่ม เจริญเติบโตในแถวในระดับความสูง 2-3 เมตร ผลถั่วดาวอินคาเป็นรูปดาว ฝักอ่อนจะมีสีเขียวและมีสีน้ำตาลเข้มเมื่อฝักแก่เต็มที่ มีเปลือกที่ครอบคลุม เมล็ดใน 3 ชั้น 1 ฝัก มีเมล็ด 3-7 เมล็ด จะมีเมล็ดอยู่ในแฉก ถั่วดาวอินคามีถิ่นกำเนิดมาจากป่าในลุ่มน้ำอะเมซอน ประเทศเปรู ในทวีปอเมริกาใต้ เมื่อ 3,000 กว่าปีที่แล้ว เป็นพืชที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญสำหรับมนุษย์ คือสารโอเมก้า 3 6 9 มีน้ำมันที่มีความเข้มข้นสูง มีไขมันไม่อิ่มตัว ร้อยละ 98 มีสารต้านอนุมูลอิสระ วิตามิเอ และวิตามินอี มีโปรตีนสูง และกรดอะมิโนจำเป็นต่อร่างกายมนุษย์เป็นอย่างมาก (เศรษฐพงศ์ เลขะวัฒนะ, 2558) สัณฐานวิทยาของผลและเมล็ดถั่วดาวอินคาแสดงในภาพที่ 2.1




**ภาพที่ 2.1** การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของผลและเมล็ดถั่วดาวอินคา
**ที่มา** (Niu, *et* al. 2014, หน้า 188)

ถั่วดาวอินคา เป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Euphorbiaceae เป็นพืชเมืองร้อน ประกอบด้วย 19 สายพันธุ์ ซึ่ง 12 สายพันธุ์ อยู่ในทวีปอเมริกาใต้ และ 7 สายพันธุ์ อยู่ในยุโรป (Dostort *et al*., 2009) ถั่วดาวอินคาสามารถเจริญได้ ได้แก่ หมู่เกาะเลสเซอร์ แอนทิวลิส (Lasser Antilles) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของลุ่มแม่น้ำอะเมซอน ประเทศเวเนซุเอลาโคลอมเบียเปรู และบราซิล (Gillespie *et al*., 1993) และภาคใต้ของปานามา (Dodson *et al*., 1978) นอกจากนี้ ยังมีการปลูก ในประเทศเม็กซิโก ซึ่งเมล็ดถั่วดาวอินคาประกอบด้วย โอเมก้า 3 ร้อยละ 48 โอเมก้า 6 ร้อยละ 36 โอเมก้า 9 ร้อยละ 9 และสารต้านอนุมูลอิสระ ร้อยละ 50 การรับประทานถั่วดาวอินคาช่วยให้พลังงาน แก่สมอง กระแสเลือด และส่งต่อสารอาหารไปยังเซลล์ (Famández *et al*., 2015) องค์ประกอบทางเคมีของบางประการของน้ำนมถั่วดาวอินคาเปรียบเทียบกับน้ำนมถั่วเหลือง และน้ำข้าวโพด แสดงดังตาราง ที่ 2.1

**ตารางที่ 2.1** องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมจากธัญพืช

| **องค์ประกอบทางเคมี** | **ปริมาณ (ร้อยละ)** | | |
|---|---|---|---|
| | **น้ำนมถั่วเหลือง**** | **น้ำนมถั่วดาวอินคา***** | **น้ำนมข้าวโพด*** |
| ความชื้น | 10.00 | - | - |
| ไขมัน | 18.94 | 5.50 | 1.82 |
| โปรตีน | 36.00 | 3.00 | 4.96 |
| คาร์โบไฮเดรต | 25.88 | 2.40 | 29.29 |
| ใยอาหาร | 4.87 | 3.08 | 4.16 |

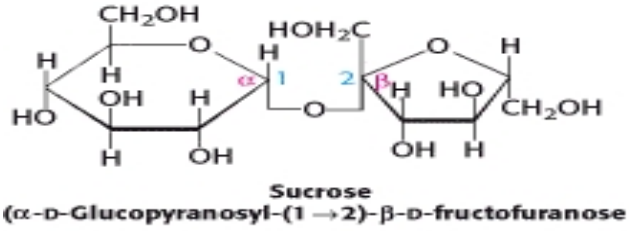
**ที่มา** *(ศิริพร แก้วมั่นคง และคณะ, 2545)

**(Hall, 1998)

***(Famández *et al*., 2015)

### 2.1.2 น้ำตาล

น้ำตาล คือ ผลึกซูโครส ซึ่งมีสูตรทางเคมีเป็น คาร์บอน ไฮโดรเจน และ ออกซิเจน สามารถผลิตได้จากพืชชนิดต่างๆ เช่น อ้อย หัวบีท มะพร้าว ตาล ต้นจาก และหัวเมเปิล แต่ที่นิยมทำเป็นอุตสาหกรรม คือ น้ำตาลที่ได้จากอ้อย และบีท น้ำตาลจะมีรสหวานและให้พลังงานแก่ร่างกาย รวมถึงใช้เป็นสารกันบูด และใช้ยืดอายุของผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น ผลไม้แช่อิ่ม และผลไม้กวนชนิดต่างๆ ซึ่งโครงสร้างทางเคมีของน้ำตาล ดังแสดงในภาพที่ 2.2




**ภาพที่ 2.2** โครงสร้างทางเคมีของน้ำตาล
**ที่มา** (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2558, หน้า 1)

ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบ เช่น ลูกกวาด น้ำเชื่อมต่างๆ แยม เยลลี่ ผลไม้แช่อิ่มและผลไม้กวน ซึ่งน้ำตาลจะมีบทบาทที่สำคัญในการประกอบอาหาร คือ เป็นสารให้ความหวาน ช่วยให้เนื้อขนม มีลักษณะดี ทำให้อาหารมีสีสันน่ารับประทาน เพิ่มคุณค่าทางอาหาร และช่วยถนอมอาหาร

ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตแยมขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของเพคตินในน้ำผลไม้ แต่ระดับที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 67.5 ซึ่งเพคตินจะเกิดเป็นร่างแหและเจลมีลักษณะแข็งแรงสูงสุด ในน้ำตาลทราย 100 กรัม จะมีองค์ประกอบทางเคมีหลายอย่างด้วย เช่น ปริมาณของแคลอรี่ร้อยละ 38.5 มีคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 99.5 มีความชื้น ร้อยละ 0.5 และส่วนองค์ประกอบทางเคมีอื่นๆ เช่น ไขมัน โปรตีน และวิตามินต่างๆ จะไม่พบในน้ำตาล (บังอร บุญชู, 2547)

บทบาทของน้ำตาลที่สำคัญต่ออุตสาหกรรม ได้แก่

1. ให้กลิ่นรสแก่อาหาร การใช้น้ำตาลเพียงเล็กน้อย ทำให้อาหารมีกลิ่นรสดีขึ้น อาหารหลายชนิดที่มีรสเปรี้ยว การใส่น้ำตาลลงไปทำให้ความเปรี้ยวลดลง

2. ให้ความหนืด น้ำตาลที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารจะช่วยสร้างความหนืดให้แก่อาหาร ซึ่งจะมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร

3. ป้องกันการหืนของอาหาร น้ำตาลซูโครสมีคุณสมบัติป้องกันการหืนของอาหารได้ เนื่องจากการละลายของน้ำตาลทำให้ออกซิเจนลดลง

4. แรงดันออสโมติก (Osmotic pressure) น้ำตาลสามารถดึงความชื้นออกจากอาหารได้ เช่น ทำให้ผลไม้แห้งเร็วขึ้น ซึ่งแรงดันออสโมติกจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำตาล

5. ความสามารถในด้านการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ น้ำตาลมีคุณสมบัติที่จะป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ ซึ่งผลิตภัณฑ์นั้นต้องมีความเข้มข้นของน้ำตาลสูงพอ เช่น แยม เยลลี่ หรือผลไม้แช่อิ่ม อาหารประเภทนี้มีน้ำตาลเกินร้อยละ 66 ซึ่งสูงมากพอที่จะทำให้อาหารเก็บได้นาน โดยไม่เสีย โดยน้ำตาลจะทำหน้าที่ดึงน้ำออกจากเซลล์ของจุลินทรีย์ จนทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้

6. ความสามารถในการละลาย การนำน้ำตาลทรายไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ส่วนใหญ่จะต้องมีการละลายน้ำตาลเป็นน้ำเชื่อม ทำให้ส่วนประกอบไม่จับตัว และทำให้ส่วนผสมกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ

7. ช่วยในการเกิดเจล น้ำตาลจะช่วยให้เพคตินเกิดเจล โดยน้ำตาลจะทำหน้าที่ดูดน้ำออกจากโมเลกุล ทำให้เกิดการละลายของเพคตินลง ในขณะเดียวกันต้องมีกรดในปริมาณที่เหมาะสมโดยไฮโดรเจนไอออน ($H^+$) จากกรดจะช่วยลดจำนวนประจุลบของหมู่คาร์บอกซิลให้น้อยลง ทำให้ลดการผลักกันระหว่างประจุลบระหว่างหมู่คาร์บอกซิล ส่งผลให้สายของเพคตินโมเลกุลเข้ามาใกล้กันได้และเกาะตัวเป็นโครงตาข่าย (สุรายฟาร์ ยือโร๊ะ และกัญนีณา แวกะจิ, 2559)

**2.2 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมจากถั่ว**

น้ำนมจากถั่วชนิดต่างๆจะมีลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันไป ซึ่งประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และมีประโยชน์ต่อร่างกาย ซึ่งทำให้น้ำนมจากธัญพืชเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน

2.2.1 โปรตีน

โปรตีนในถั่วเหลืองมีปริมาณสูงถึงร้อยละ 36 โปรตีนในถั่วเหลืองเป็นโปรตีนที่ร่างกายสามารถย่อยสลายได้ง่าย มีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบทั้ง 8 ชนิด มีไลซีนสูง แต่มีเมทไธโอนีน และซิสทีน ค่อนข้างต่ำ ซึ่งสามารถทดแทนได้โดยรับประทานร่วมกับอาหารจากธัญพืช

2.2.2 ไขมัน

ไขมันในถั่วเหลืองมีประมาณ ร้อยละ 18-20 ประกอบไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นส่วนใหญ่ ไม่มีคอเลสเตอรอล และมีกรดไขมันที่จำเป็น คือ กรดลิโนเลอิก ร้อยละ 45-62 กรดลิโนเลนิก ร้อยละ 43-56 (Smith and Circle, 1978) ซึ่งเป็นไขมันที่มีบทบาทสำคัญต่อเซลล์สมอง และเซลล์ประสาท ช่วยในการดูดซึมและส่งไขมัน ช่วยลดระดับโคเลสเตอรอล ช่วยป้องกันโรคหัวใจ

2.2.3 คาร์โบไฮเดรต

ถั่วเหลืองมีคาร์โบไฮเดรตประมาณ ร้อยละ 35 ประกอบไปด้วย 2 ชนิด คือ คาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำ (Soluble Carbohydrate) และคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble Carbohydrate) โดยคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำ ส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วย ไดแซคคาไรด์ และโอลิโกแซคคาไรด์ ได้แก่ ซูโครส ร้อยละ 2.5-8.2 ราฟฟิโนส ร้อยละ 0.1-0.9 และสตาซิโอส ร้อยละ 1.4-4.1 (Garcia *et al*., 1997) สำหรับคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ละลายน้ำ ประกอบไปด้วย เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส เพคทิน และสตาร์ช ประกอบเล็กน้อย โดยองค์ประกอบส่วนใหญ่ เรียกว่าใยอาหาร (dietary fiber)

**2.3 กรดไขมัน**

กรดไขมันที่สร้างโมเลกุลร่วมกับโปรตีนและไกลโคลิปิด คอเลสเตอรอล สูงกว่าสัดส่วนของ กรดไขมันอิ่มตัว สำหรับกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีค่าคงตัวมากขึ้นที่สุด จะมีจำนวนพันธะคู่ ปริมาณของ กรดไขมันจะแสดงในตารางที่ 2.2 ซึ่งนักวิจัยหลายๆคน พบว่าปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวใน ถั่วดาวอินคาค่อนข้างสูง (Valles Ramírez, 2012)

**ตารางที่ 2.2** กรดไขมันจากถั่วดาวอินคา

| กรดไขมัน | Hazen (1980) | Hamaker (1992) | Watkins (1994) | Lovon (2006) | Sánchez (2008) |
|---|---|---|---|---|---|
| Palmitit Acid | 4.5 | 3.6 | 3.9 | 3.88 | 4.64 |
| Stearid Acid | 3.2 | 2.86 | 3.3 | 2.88 | 3.21 |
| Oleic Acid | 9.6 | 8.54 | 10.8 | 9.88 | 9.85 |
| Linolein Acid | 36.8 | 32.46 | 37.3 | 35.47 | 41.25 |
| Linolenic Acid | 45.2 | 52.34 | 43.8 | 46.70 | 41.03 |
| Total Unsaturated fat Acid | 91.6 | 93.34 | 91.9 | 92.05 | 91.13 |

**ที่มา** (Hazen, 1980; Hamaker, 1992; Watkins, 1994; Lovon y Echegaray, 2006; Sanchez, 2008.)

**2.4 กระบวนการผลิตน้ำนม**

กรรมวิธีการผลิตน้ำนมมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน โดยมีตั้งแต่กรรมวิธีแบบง่ายๆ ที่ทำกันในบ้าน ซึ่งเป็นกรรมวิธีของชาวจีนแต่ครั้งดั้งเดิม จนถึงกรรมวิธีสมัยใหม่ ซึ่งมีกระบวนการซับซ้อนในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม (ส่วนวิจัยเกษตรกรรม ฝ่ายวิชาการ ธนาคารกสิกรไทย, 2014) เช่น โฮโมจีไนเซชัน และพาสเจอร์ไรซ์

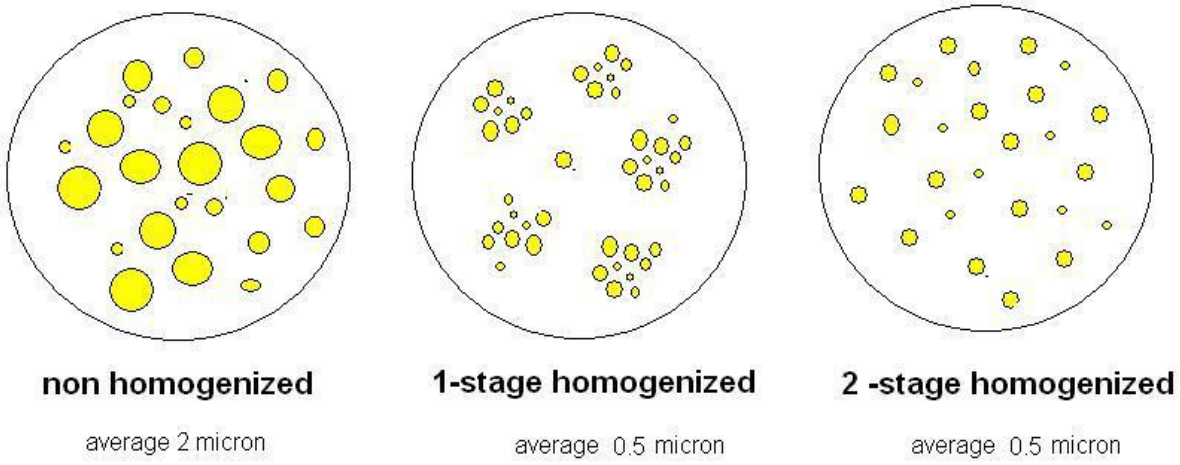
2.4.1 โฮโมจิไนเซชัน (Homogenization)

โฮโมจีไนเซชันเป็นกรรมวิธีที่ทำให้ไขมันนมมีขนาดเล็กลง อนุภาคของไขมันจะแขวนลอยในส่วนของพลาสมา (หางนม) ในสภาพของอีมัลชันที่มีความคงตัวและไม่แยกเป็นชั้นเมื่อตั้งทิ้งไว้ เนื่องจากเม็ดไขมันขนาดใหญ่จะแตกออกเป็นเม็ดไขมันขนาดเล็กๆจำนวนมาก ขนาดเม็ดไขมันจะลดลงจนมีขนาดตั้งแต่ที่ยาวกว่าหนึ่งไมครอน และขนาดใหญ่ที่สุดไม่เกิน 2 ไมครอน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยปั๊มความดันสูง และมีลิ้นขนาดเล็ก ความดันที่ใช้ในการทำให้น้ำนมไหลผ่านลิ้นมีขนาดตั้งแต่ 500 ปอนด์/ตารางนิ้ว จนถึง 2,500 ปอนด์/ตารางนิ้ว ไขมันที่ผ่านเครื่องนี้จะมีขนาดเล็กลงประมาณ 10 เท่า เครื่องมือนี้มีด้วยกัน 2 แบบ คือ

- เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ที่มีลิ้นชุดเดียว (One-Stage Homogenizer) ใช้ความดันขนาด 2,500 ปอนด์/ตารางนิ้ว แต่เม็ดไขมันน้ำนมที่ได้บางส่วนอาจจะมีแนวโน้มรวมตัวได้อีก

- เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ที่มีลิ้นสองชุด (Two-Stage Homogenizer) เป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งลิ้นชุดแรกใช้ความดันขนาด 2,000-2,500 ปอนด์/ตารางนิ้ว น้ำนมที่ออกจากลิ้นชุดแรกและผ่านลิ้นชุดสอง ซึ่งใช้ความดัน 500 ปอนด์/ตารางนิ้ว น้ำนมที่ได้จะมีเม็ดไขมันกระจาย แต่โดยทั่วไปการ โฮโมจิไนซ์น้ำนมจะใช้เครื่องโฮโมจิไนซ์ 2 สเตท ที่มีอุณหภูมิ 50-70 องศาเซลเซียส และมีความดันระหว่าง 1,500-2,500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (รูปที่ 2.2) ผลของการโฮโมจิไนซ์ต่อการกระจายตัวของเม็ดไขมันนมจากเครื่องโฮโมจิไนซ์แบบ 1 และ 2 สเตท (อรสา จงวรกุล และคณะ, 2551)

โฮโมจิไนซ์ หมายถึง การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน น้ำนมที่จะแปรรูปเป็นนมผงจะต้องนำมาผ่านกระบวนการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยให้เกิดระบบอิมัลชั่น ทั้งนี้กระบวนการดังกล่าวสามารถกระทำได้โดยการให้นมผ่านเครื่องโฮโมจิไนเซอร์ด้วยความเร็วสูงโดยผ่านช่องเปิดเล็กๆ ภายใต้ความดันสูง ซึ่งมีแรงกดประมาณ 3,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว จะทำให้เม็ดไขมันนม ซึ่งปกติมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 4-6 ไมครอน ถูกย่อยให้มีขนาดเล็กลงเพียง 0.2-2 ไมครอน ซึ่งจะทำให้แทรกตัวอยู่ในน้ำนมได้ทนทาน นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการแยกตัวลอยขึ้นสู่ผิวบนเป็นชั้นครีมได้ง่าย และยังช่วยลดปริมาณสารเพิ่มความคงตัวที่ใช้ให้น้อยลง การโฮโมจิไนส์จะช่วยให้เม็ดไขมันมีสีขาวขึ้น เนื่องจากขนาดของเม็ดไขมันเล็กลงและมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นจึงเกิดการกระเจิงแสงได้ (เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล, 2553) สำหรับการเลือกใช้เครื่องโฮโมจิไนเซชั่นแบบ 1 หรือ 2 สเตท จะขึ้นกับปริมาณไขมันที่มีอยู่ในนมที่ปรับองค์ประกอบแล้ว แต่โดยทั่วไปการโฮโมจิไนซ์น้ำนม จะใช้เครื่องโฮโมจิไนซ์ 2 สเตท ที่มีอุณหภูมิ 50-70 องศาเซลเซียส และมีความดันระหว่าง 1,500-2500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) ภาพที่ 2.3 ผลของการโฮโมจิไนซ์ต่อการกระจายตัวของเม็ดไขมันนมจากเครื่องโฮโมจิไนซ์แบบ 1 และ2 สเตท




**ภาพที่ 2.3** ผลของการโฮโมจิไนซ์ต่อการกระจายตัวของเม็ดไขมันนม
**ที่มา** (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2557)

2.4.2 การพาสเจอร์ไรซ์ (Pasteurization)

การพาสเจอร์ไรซ์หมายถึง กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภค และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ฟอสฟาเทส โดยเฉพาะเป็นการทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (Pathogenic bacteria) ซึ่งอาจติดมากับน้ำนมดิบ การยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ด้วยความร้อนนี้ขึ้นกับอุณหภูมิและเวลา ณ อุณหภูมินั้นๆ เวลาและอุณหภูมิที่น้อยที่สุดสำหรับการพาสเจอร์ไรซ์น้ำนมได้มาจากการทดลองและศึกษาถึง Thermal Death Time (TDT) ของจุลินทรีย์ *Coxelliae burnetti* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่พบในน้ำนมที่มีคุณสมบัติคงทนต่อความร้อน และสามารถทำให้เกิดโรค (อรสา จงวรกุล และคณะ, 2551)

การพาสเจอร์ไรซ์ เป็นการถนอมอาหารชั่วคราววิธีหนึ่ง โดยใช้ความร้อนในอุณหภูมิระหว่าง 60-80 องศาเซลเซียส ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถดำรงชีวิตต่อไปได้ การพาสเจอร์ไรซ์เป็นการถนอมอาหารแบบชั่วคราว เพราะสามารถป้องกันมิให้จุลินทรีย์เจริญในชั่วระยะเวลาหนึ่งแต่สารอาหารยังอยู่ครบถ้วนหรือเกือบครบถ้วน

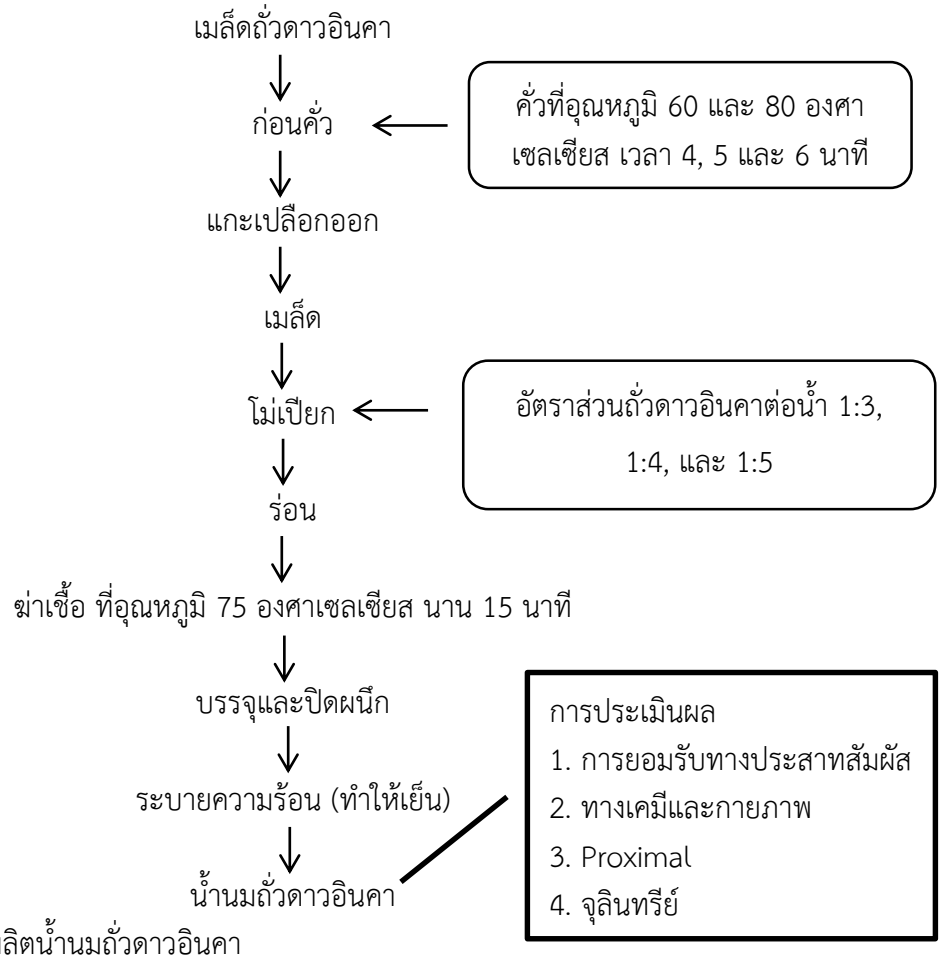
วิธีการพาสเจอร์ไรซ์มี 2 วิธีคือ

1. วิธีใช้ความร้อนต่ำ-เวลานาน (LTLT:Low Temperature-Long Time) วิธีนี้ใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 62.8-65.6 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เมื่อผ่านความร้อนโดยใช้เวลาตามที่กำหนดแล้ว ต้องเก็บอาหารไว้ในที่เย็น ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า 7.2 องศาเซลเซียส กรรมวิธีการนี้เป็นการทำลายแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค และยังยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ย่อยไขมันชนิดไลเปส (Lipase) ซึ่งเป็นตัวการทำให้เกิดกลิ่นหืนในน้ำนม

2. วิธีใช้ความร้อนสูง-เวลาสั้น (HTST:High Temperature-Short Time) วิธีนี้ใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า แต่ใช้เวลาน้อยกว่า คือ อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส คงไว้เป็นเวลา 15 วินาที

**2.5 กรรมวิธีการเตรียมน้ำนมถั่วดาวอินคา**

Valles Ramírez (2012) ศึกษากระบวนการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคาโดยเตรียมถั่วดาวอินคาต่อน้ำในอัตราส่วน 1:3 1:4, และ 1:5 และคั่วที่อุณหภูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลา 4, 5 และ 6 นาที กระบวนการผลิตแสดงดังภาพที่ 2.4




**ภาพที่ 2.4** กระบวนการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคา
**ที่มา** (Ramirez, 2012, หน้า 34)

**งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

อรวรรณ ปานศิริ (2545) การศึกษากระบวนการแปรรูปเครื่องดื่มจากน้ำนมข้าวกล้อง น้ำนมถั่วเหลือง และรำข้าวบรรจุกระป๋อง โดยใช้ข้าวกล้อง ถั่วเหลือง และรำข้าว ที่ผ่านการสกัดไขมันบดละเอียดประเมินผลโดยตรวจสอบค่า pH ความหนืด ปริมาณของแข็งรวมที่ละลายได้ทั้งหมดและทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า กระบวนการแปรรูปที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่ม คือ เครื่องดื่มที่ผลิตโดยใช้อัตราส่วนของน้ำนมข้าวกล้อง : น้ำนมถั่วเหลือง เท่ากับ 3:1 ปริมาณข้าวที่ผ่านการการสกัดไขมันบดละเอียด 1.0 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อในรีทอร์ต 115 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที หรือที่ระดับความร้อนในการฆ่าเชื้อ (F) เท่ากับ 3 นาที โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการผลิตดังกล่าว เป็นสูตรที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในด้านสี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญ

อรวรรณ ปานศิริ (2545) ได้อ้างอิงจากงานวิจัยของ Lin *et al*. (1988) โดยศึกษากระบวนการแปรรูปน้ำนมข้าว โดยการนำข้าวมาแช่น้ำ 1-2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำมาโม่เป็นแป้ง นำแป้งที่ได้มาผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม และคนให้เป็นเนื้อเดียวกันนำไปให้ความร้อนเบื้องต้น คนอย่างสม่ำเสมอ เติมน้ำตาลทรายในอัตราส่วนที่เหมาะสม เติมน้ำมันพืชผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยผ่านการโฮโมจีไนซ์ที่ 7000 รอบ/นาที นาน 2 นาที นำมาบรรจุขวดแก้ว ฆ่าเชื้อโดยใช้รีทอร์ต ที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส 20 นาที จะได้นมข้าวที่มี pH อยู่ในช่วงประมาณ 6.20 ถึง 7.20 ความหนืดประมาณ 15 ถึง 20 cps. ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 9 ถึง 12 บริกซ์

Femández *et al*. (2015) ได้ศึกษาการผลิตชีสที่มีส่วนผสมของน้ำนมโคและน้ำนม ถั่วดาวอินคาและทำการเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมี ของน้ำนมทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรด ความหนาแน่น ค่า pH ความชื้นสัมพัทธ์ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า ดังตารางที่ 2.3

**ตารางที่ 2.3** องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมโคและน้ำนมถั่วดาวอินคา

| **องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)** | **น้ำนมโค** | **น้ำนมถั่วดาวอินคา** |
|---|---|---|
| ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ | 12.10 | 11.40 |
| ปริมาณกรด (กรัม/100กรัม) | 0.16 | 0.07 |
| ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร) | 1.034 | 1.095 |
| พีเอช | 6.50 | 6.70 |
| ความชื้นสัมพัทธ์ | 87.90 | 88.60 |
| โปรตีน | 3.30 | 3.00 |
| ไขมัน | 3.40 | 5.50 |
| คาร์โบไฮเดรต | 4.70 Lactose | 2.40 |
| เถ้า | 0.70 | 0.50 |

**ที่มา** (Fernández *et al*., 2015, หน้า 534)

ปริมาณโปรตีน มีค่าใกล้เคียงกันกับน้ำนมถั่วดาวอินคา คือ ร้อยละ 3.30 และ 3.00 ปริมาณของแข็งในน้ำนมถั่วดาวอินคาจะมีค่ามากว่าในน้ำนมโค คือ ร้อยละ 5.50 และ 3.40 จะเห็นได้ว่า น้ำนมถั่วดาวอินคา มีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับน้ำนมโค

Sakoda *et al*. (2012) ได้ทดสอบหาปริมาณโอเมก้า 3 (**ω**3, C18:3) ในเมล็ดพืช พบว่า น้ำมันถั่วดาวอินคา มีปริมาณโอเมก้า 3 มากกว่าน้ำมันมะกอก และน้ำมันดอกทานตะวัน คือ น้ำมัน ถั่วดาวอินคาพบ ร้อยละ 44±1.3 น้ำมันมะกอก ร้อยละ 0.6±0.02 และน้ำมันดอกทานตะวัน ร้อยละ 0.1±0.001 การบริโภคกรดไขมันโอเมก้า 3 สามารถป้องกันโรคหัวใจและโรคหลอดเลือดได้

Valles Ramírez (2012) ศึกษากระบวนการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคา โดยการนำเมล็ดถั่วดาวอินคาปอกเปลือก คั่วที่อุณหภูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 5 และ 6 นาที ศึกษาอัตราส่วนของถั่วดาวอินคาต่อน้ำในการโม่เปียก ดังนี้ คือ 1:3 1:4 และ 1:5 พบว่า การคั่วที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที ถั่วดาวอินคามีความชื้น ร้อยละ 6.42 มีปริมาณกรด 0.034 มิลลิกรัมต่อกรัมของน้ำนม ค่าเปอร์ออกไซด์ 4.92 $MeqO_2$ ต่อกิโลกรัม อัตราส่วนถั่วดาวอินคาต่อน้ำที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ 1:3 (W/V) ปริมาณของแข็งทั้งหมด ร้อยละ 11.6 ความหนาแน่น 1.095 กรัมต่อมิลลิกรัม ความหนืด 12.6 cPs ปริมาณของกรดร้อยละ 0.07 (ของกรดซัลฟิวริก) โปรตีน ร้อยละ 3.3 ไขมันรวม ร้อยละ 7.13 โดยพบว่า ปริมาณกรดไลโนเลนิกสูงถึงร้อยละ 42.19 กรดไลโนเลอิก ร้อยละ 30.93 และกรดโอเลอิก ร้อยละ 8.16

Chirinos *et al*. (2013) ได้ศึกษาในปริมาณกรดไขมันและสารประกอบฟีนอลในเมล็ดถั่วดาวอินคา 16 สายพันธุ์ ในปริมาณ 100 กรัม ด้วยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟฟี่ พบว่า ปริมาณกรดไลโนเลนิก (ω3, C18:3) ที่พบในแต่ละสายพันธุ์ จะมีอยู่ประมาณ 12.8 ถึง 16.0 กรัม กรดไลโนเลอิก (ω6, C18:2) อยู่ในช่วง 12.4 ถึง14.1 ปาล์มมีติก (C16:0) อยู่ในช่วง 1.6 ถึง 2.1 กรัม สเตอริก (C18:0) อยู่ในช่วง 1.2 ถึง 1.3 กรัม โอเลอิก (C18:1 n-9) อยู่ในช่วง 3.5 ถึง 4.7 กรัม วาซินิก (18:1 n-11) อยู่ในช่วง 0.23 ถึง 0.28 และกรดไขมันทั้งหมด อยู่ในช่วง 33.4 ถึง 37.40

**ตารางที่ 2.4** ชนิดและองค์ประกอบของกรดไขมัน ในเมล็ดถั่วดาวอินคาปริมาณ 100 กรัม จำนวน 16 สายพันธุ์

| สายพันธ์ | Palmiticn Acids (C16:0) | Stearic Acids (C18:0) | Oleic Acids (C18:1n-9) | Vaccenic Acids (C18:1n-11) | Linoleic Acids ω6 (C18:2) | α-Linolenic Acids ω3 (C18:3) | Total fatty Acids |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PER000394 | 1.7±0.0$^{f}$ | 1.2±0.0$^{fg}$ | 3.9±4.7$^{h}$ | 0.24±0.02$^{bc}$ | 13.4±0.0$^{d}$ | 15.0 ±0.1$^{bc}$ | 35.2±0.1$^{fg}$ |
| PER000395A | 1.8±0.0$^{cd}$ | 1.3±0.0$^{a}$ | 4.7±0.0$^{a}$ | 0.25±0.01$^{abc}$ | 13.8± 0.0$^{c}$ | 15.6± 0.1$^{a}$ | 37.4±0.1$^{a}$ |
| PER000401 | 1.9±0.0$^{e}$ | 1.2±0.0$^{b}$ | 4.0±0.0$^{g}$ | 0.26±0.01$^{abc}$ | 13.0± 0.0$^{f}$ | 16.0±0.6$^{bc}$ | 35.4±0.4$^{ef}$ |
| PER000403 | 2.0±0.0$^{b}$ | 1.2±0.0$^{et}$ | 4.1±0.0$^{fg}$ | 0.28±0.02$^{abc}$ | 14.0± 0.1$^{a}$ | 12.8±0.0i | 34.9±0.2$^{kl}$ |
| PER000405 | 1.8±0.0$^{ed}$ | 1.1±0.0$^{fg}$ | 4.0±0.1$^{fg}$ | 0.28±0.03$^{ab}$ | 13.2±0.0$^{e}$ | 14.8±0.1$^{cd}$ | 35.9±0.1$^{fg}$ |
| PER000406A | 2.0±0.0$^{b}$ | 1.2±0.0$^{bed}$ | 4.4±0.0$^{be}$ | 0.28±0.02$^{ab}$ | 13.9±0.0$^{b}$ | 13.7± 0.1$^{h}$ | 35.4±0.1$^{ef}$ |
| PER000406B | 1.9±0.0b | 1.2±0.0$^{fg}$ | 4.1±0.1$^{ef}$ | 0.26±0.01$^{abc}$ | 12.8± 0.0$^{h}$ | 14.4± 0.1$^{efg}$ | 34.6±0.1$^{gk}$ |
| PER00040SB | 1.8±0.0$^{e}$ | 1.1±0.0$^{h}$ | 3.5±0.1$^{g}$ | 0.26±0.01$^{abc}$ | 12.9±0.0$^{g}$ | 15.7±0.1$^{a}$ | 35.0±0.0$^{hi}$ |
| PER000416 | 1.8±0.0$^{de}$ | 1.2±0.0$^{def}$ | 4.2±0.0$^{d}$ | 0.26±0.02$^{abc}$ | 12.6±0.0$^{i}$ | 14.6±0.2$^{de}$ | 34.8± 0.1$^{ig}$ |
| PER000417 | 1.8±0.0$^{ed}$ | 1.2±0.0$^{bede}$ | 4.3±0.0$^{e}$ | 0.24±0.02$^{abc}$ | 13.2±0.0$^{e}$ | 14.2±0.0$^{fg}$ | 35.1 ±0.0$^{gh}$ |
| PER000418 | 1.8±0.0$^{ede}$ | 1.2±0.0$^{ede}$ | 4.2±0.0$^{de}$ | 0.25±0.02$^{e}$ | 13.7±0.0$^{c}$ | 14.6±0.0$^{de}$ | 35.8± 0.1$^{d}$ |
| PER000420 | 1.9±0.0$^{e}$ | 1.1±0.0$^{g}$ | 4.2±0.0$^{de}$ | 0.26±0.02$^{abc}$ | 12.4±0.0$^{i}$ | 14.4±0.1$^{def}$ | 34.3± 0.0$^{i}$ |
| PER000421 | 2.1±0.0$^{a}$ | 1.2±0.0$^{bede}$ | 4.4±0.0$^{b}$ | 0.29±0.0$^{a}$ | 14.0±0.0$^{a}$ | 15.0±0.1$^{bc}$ | 37.1± 0.0$^{b}$ |
| PER000422 | 1.6±0.0$^{g}$ | 1.1±0.0$^{h}$ | 3.8±0.0$^{i}$ | 0.23±0.02$^{e}$ | 12.6 0.0$^{i}$ | 14.2±0.0$^{g}$ | 33.4± 0.0$^{m}$ |
| PER017597 | 1.8±0.0$^{c}$ | 1.2±0.0$^{be}$ | 4.2±0.de | 0.28±0.02$^{ab}$ | 14.1±0.0$^{i}$ | 15.2±0.0$^{b}$ | 36.8 ±0.1$^{e}$ |
| PER017598 | 1.9±0.0$^{c}$ | 1.3±0.0$^{a}$ | 3.8±0.1$^{i}$ | 0.26±0.03$^{abc}$ | 13.4±0.0$^{d}$ | 15.0±0.1$^{b}$ | 35.6±0.1$^{de}$ |

**ที่มา**: (Chirinos *et al.,* 2013)

# บทที่ 3
## วิธีดำเนินการวิจัย

**วัตถุดิบ**

1. ถั่วดาวอินคา จากบริษัท ดาว เกษตรกรไทย จำกัด
2. น้ำสะอาด
3. น้ำตาล

**อุปกรณ์สำหรับผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคา**

1. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ตรา Metter Toleo รุ่น AB 204
2. หม้อสแตนเลส
3. ชามผสม
4. ตะหลิว
5. ช้อน
6. ถ้วยชาม
7. ผ้าขาวบาง
8. เครื่องปั่น รุ่น BE-122
9. เตาแก๊ส
10. ขวดแก้ว รูปทรงสูง ขนาด 200 มิลลิลิตร

**อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางกายภาพ**

1. อุปกรณ์สำหรับการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่น ถ้วยพลาสติก
2. เครื่องวัดค่าสี ด้วยเครื่อง Color Flex รุ่น Hunter Lab : 1471
3. เครื่องวัดความหนืด ด้วยเครื่อง (Viscometer) รุ่น Model DV1 MLVT “Brookfield”

**อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี**

1. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ตรา Metter Toleo รุ่น AB 204 S
2. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (ค่า pH meter ) ยี่ห้อ Schott รุ่น G 0840
3. เครื่อง Gas chromotogrophy
4. อุปกรณ์ไตรเตรท
    - ขาตั้งเหล็ก (stand)
    - บิวเรตต์ (burette)
    - ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask)
5. สารเคมี
    - กรดซิตริก
    - โซเดียมไฮดรอกไซค์
    - ฟีนอลฟทาลีน

**วิธีดำเนินงาน**

**3.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคา**

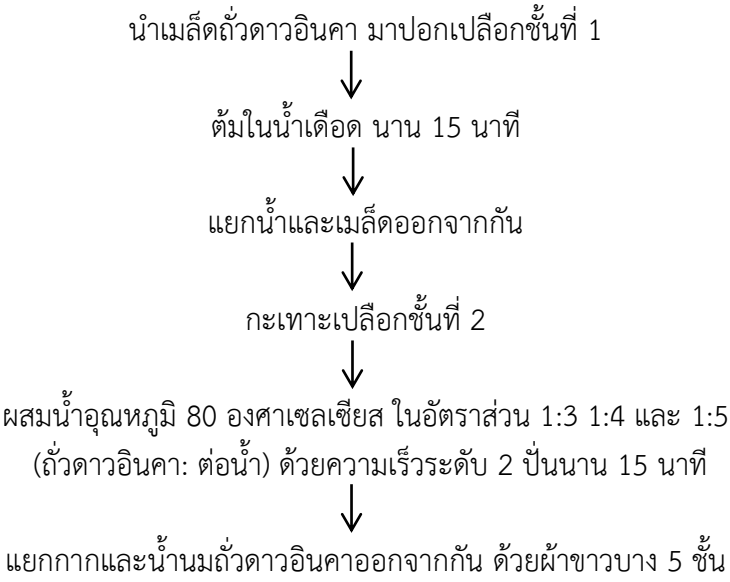
**3.1.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคา**

ทำการศึกษาสูตรและวิธีการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคา โดยดัดแปลงสูตรและส่วนผสมจาก Valles Ramírez (2012) คือ ถั่วดาวอินคาต่อน้ำที่ 1:3 1:4 และ 1:5 ทำการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคาตามสูตรที่แสดงดังตารางที่ 3.1 โดยนำเมล็ดถั่วดาวอินคามาแกะเปลือกชั้นที่ 1 แล้วนำไปต้มในน้ำสะอาดให้เดือดนาน 15 นาที แล้วนำมาแกะเปลือกชั้นที่ 2 ออกจากนั้นนำมาผสมกับน้ำร้อน อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส (ปาริฉัตตร์ ใจจักรคำ, 2548) ปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน ด้วยเครื่องปั่น ความเร็วระดับ 2 นาน 15 นาที แยกกากและน้ำนมออกจากกัน ด้วยผ้าขาวบาง 5 ชั้น แล้วนำมาบรรจุขวดแก้วขนาด 200 มิลลิลิตร ทันที ลดอุณหภูมิให้เย็นลง กระบวนการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคา แสดงดังภาพที่ 3.1

**ตารางที่ 3.1** สูตรพื้นฐานของน้ำนมถั่วดาวอินคา

| **ส่วนประกอบ** | **อัตราส่วนของถั่วดาวอินคาต่อน้ำ** | | |
|---|---|---|---|
| | **สูตรที่ 1** | **สูตรที่ 2** | **สูตรที่ 3** |
| เมล็ดถั่วดาวอินคา | 1 | 1 | 1 |
| น้ำ | 3 | 4 | 5 |

**หมายเหตุ :** (ดัดแปลงจาก Valles Ramírez, 2013)




**ภาพที่ 3.1** กระบวนการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคา
**ที่มา** : (ดัดแปลงจาก Valles Ramírez, 2012, หน้า 34)

นำไปโฮโมจีไนซ์ นาน 5 นาที

↓

พาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

↓

บรรจุขวดแก้วขนาด 200 มิลลิลิตรและทำให้เย็นทันที

↓

เก็บที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส

**ภาพที่ 3.1** (ต่อ) กระบวนการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคา
**ที่มา** : (ดัดแปลงจาก Valles Ramírez, 2012. หน้า 34)

นำน้ำนมถั่วดาวอินคาที่ผลิตได้มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 point Hedonic scale โดยมีระดับคะแนน 1-9 คะแนน (1 เป็นคะแนนที่ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 เป็นคะแนนที่ชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทดสอบคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) การทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วย ANOVA

**3.1.2 ศึกษาปริมาณน้ำตาลทีมีผลต่อลักษณะประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วดาวอินคา**

ทำการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคาจากสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบรวมมากที่สุดในขั้นตอนที่ 3.1.1 ตามวิธีการผลิตในภาพที่ 3.1 เติมน้ำตาลในอัตราส่วนน้ำตาลร้อยละ 5, 8 และ 12 (ปาริฉัตตร์ ใจจักรคำ, 2548) แล้วนำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 point Hedonic scale โดยมีระดับคะแนน 1-9 คะแนน (1 เป็นคะแนนที่ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 เป็นคะแนนที่ชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทดสอบคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) การทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วย ANOVA

**ตารางที่ 3.2** สัดส่วนของน้ำนมถั่วดาวอินคาต่อปริมาณน้ำตาล

| **ส่วนประกอบ** | **สูตรที่ 1** | **สูตรที่ 2** | **สูตรที่ 3** |
|---|---|---|---|
| น้ำนมถั่วดาวอินคา | 1 | 1 | 1 |
| *น้ำตาล (ร้อยละ) | 5 | 8 | 12 |

หมายเหตุ *(ปาริฉัตตร์ ใจจักรคำ, 2548)

**3.2 ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำนมถั่วดาวอินคา**

น้ำนมถั่วดาวอินคาที่ได้รับคะแนนความชอบรวมมากที่สุดจากขั้นตอน 3.1.2 นำมาทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีดังนี้

**3.2.1 คุณลักษณะทางกายภาพ**

- วัดค่าสี ด้วยเครื่อง Color Flex รุ่น Hunter Lab : 1471
- ความหนืดด้วยเครื่อง (Viscometer) ตรา Model DV1 MLVT “Brookfield”

**3.2.2 คุณลักษณะทางเคมี**

- ปริมาณโปรตีน ไขมัน ปริมาณของแข็งทั้งหมด ด้วยวิธี (AOAC, 2000)
- ความเป็นกรด-ด่าง (ค่า pH) ด้วย pH meter ยี่ห้อ Schott รุ่น G 0840
- ทดสอบปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริก (AOAC, 2002)
- ชนิดและปริมาณของกรดไขมันด้วยเครื่อง Gas Chromatograph

**3.3 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป**

ทำการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคา ตามวิธีที่มีคะแนนความชอบรวมสูงสุด จากข้อ 3.1.2 มาทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน เพื่อหาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถามพฤติกรรมของการบริโภคนมที่ได้จากพืชและทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale (1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) ประเมินผลโดยหาค่าร้อยละจากคะแนนการประเมินของผู้บริโภค

# บทที่ 4
# ผลการวิจัย และอภิปราย

## 4.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของน้ำนมถั่วดาวอินคา

### 4.1.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคา

ผลการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วดาวอินคาทั้ง 3 สูตร ในอัตราส่วนถั่วดาวอินคาต่อน้ำ ดังนี้คือ 1:3 1:4 และ 1:5 ด้วยวิธีการให้คะแนนแบบ 9 Point Hedonic Scale (1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน โดยประเมินจากคะแนนที่ได้จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม พบว่า น้ำนมถั่วดาวอินคาทั้ง 3 สูตร ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติ ของทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ดังตารางที่ 4.1

**ตารางที่ 4.1** การยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วดาวอินคาทั้ง 3 สูตร

| สูตรที่ (ถั่วดาวอินคา:น้ำ) | คะแนนทางด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัส | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **ลักษณะปรากฏ** | **สี** | **กลิ่น** | **รสชาติ$^{ns}$** | **ความชอบรวม** |
| 1 (1:3) | 6.53±1.22$^{ns}$ | 6.77±1.33$^{ns}$ | 5.8±1.30$^{ns}$ | 6.1±1.30$^{ns}$ | 7.03±1.65$^{a}$ |
| 2 (1:4) | 6.43±1.30$^{ns}$ | 6.7±0.93$^{ns}$ | 5.7±1.09$^{ns}$ | 5.8±1.35$^{ns}$ | 6.5±1.33$^{b}$ |
| 3 (1:5) | 6.2±1.63$^{ns}$ | 6.5±1.36$^{ns}$ | 5.47±1.43$^{ns}$ | 5.63±1.47$^{ns}$ | 6.1±1.30$^{b}$ |

**หมายเหตุ** : ตัวอักษร $^{a\ b\ c}$ ที่ตางกันในแนวตั้ง มีความแตกตางกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
อักษร ns แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)
ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วดาวอินคาทั้ง 3 สูตร คือ อัตราส่วนระหว่างถั่วดาวอินคาต่อน้ำ 1:3 1:4 และ 1:5 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนทางประสาทสัมผัสของทั้ง 3 สูตร ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยสูตรที่ 1 ได้รับคะแนนเฉลี่ยในด้านความชอบรวมมากที่สุด คือ 7.03 และคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เท่ากับ 6.53 6.77 5.80 และ 6.10 คะแนนตามลำดับ เนื่องจากน้ำนมถั่วดาวอินคา มีสีขาวนวล ซึ่งเป็นสีตามธรรมชาติของน้ำนมที่ได้จากน้ำนมทั่วไป มีกลิ่นของถั่วดาวอินคาอ่อนๆ และไม่มีรสชาติ จึงใช้สูตรดังกล่าวเป็นสูตรพื้นฐานในการทดสอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีในขั้นตอนต่อไป

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

**ภาพที่ 4.1** กรรมวิธีการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคาสูตรพื้นฐาน
(ก) น้ำนมถั่วดาวอินคาที่ผ่านการปั่นด้วยความเร็วระดับ 2 นาน 15 นาที
(ข) การกรองเพื่อแยกกากของน้ำนมถั่วดาวอินคาชั้นที่ 1
(ค) การกรองเพื่อแยกกากที่ยังตกค้างด้วยผ้าขาวบาง 4 ชั้น
(ง) น้ำนมถั่วดาวอินคาที่ผ่านการกรองด้วยผ้าขาวบางทั้ง 5 ชั้น

**4.1.2 ศึกษาปริมาณน้ำตาลที่มีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วดาวอินคา**

จากผลการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วดาวอินคาที่ผลิตได้ในขั้นตอนที่ 4.1 พบว่า น้ำนมถั่วดาวอินคาสูตรที่ 1 คือ อัตราส่วนระหว่างถั่วดาวอินคาต่อน้ำ 1:3 ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุด จึงนำสูตรที่ 1 ไปศึกษาปริมาณน้ำตาลในสูตรเพิ่มความหวานในอัตราส่วนน้ำตาลร้อยละ 5 8 และ 12 ทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบด้วยวิธีการให้คะแนนแบบ 9 Point Hedonic Scale (1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน โดยประเมินจากคะแนนที่ได้จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความหวานและความชอบรวม ซึ่งพบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนทางประสาทสัมผัสของทั้ง 3 สูตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ 2 ได้รับคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความหวาน และความชอบรวมสูงสุด 6.47 6.63 6.50 6.83 6.97 และ 7.50 คะแนน ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.2** การยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วดาวอินคาสูตรเพิ่มความหวานทั้ง 3 สูตร

| ร้อยละของ | คะแนนทางด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัส | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| น้ำตาล | ลักษณะที่ปรากฏ | สี$^{ns}$ | กลิ่น | รสชาติ | ความหวาน | ความชอบรวม |
| 5 | 6.20±1.47$^{a}$ | 6.30±1.32 | 5.80±1.54$^{a}$ | 5.73±1.62$^{a}$ | 5.70±1.53$^{a}$ | 5.80±1.45$^{a}$ |
| 8 | 6.47±1.14$^{a}$ | 6.63±1.03 | 6.50±1.04$^{b}$ | 6.83±1.29$^{b}$ | 6.97±1.16$^{b}$ | 7.50±1.01$^{c}$ |
| 12 | 6.90±0.96$^{b}$ | 6.67±0.80 | 6.37±1.07$^{b}$ | 6.83±1.12$^{b}$ | 6.90±1.06$^{b}$ | 6.83±1.02$^{b}$ |

**หมายเหตุ** : ตัวอักษร $^{a\ b\ c}$ ที่ต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
อักษร ns แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)
ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วดาวอินคาสูตรเพิ่มความหวานทั้ง 3 สูตร พบว่าน้ำนมถั่วดาวอินคาสูตรน้ำตาลร้อยละ 8 ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเกือบทุกลักษณะ คือ กลิ่น รสชาติ ความหวาน และความชอบรวม เนื่องจากน้ำนมถั่วดาวอินคา มีสีขาว มีกลิ่นของถั่วดาวอินคาลดน้อยลง และมีรสชาติหวานจากน้ำตาลทราย จึงส่งผลต่อคะแนนความชอบรวม จึงใช้สูตรดังกล่าวทำการทดสอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีในขั้นตอนต่อไป

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

**ภาพที่ 4.2** กรรมวิธีการผลิตน้ำนมถั่วดาวอินคาสูตรเพิ่มปริมาณน้ำตาล
(ก) น้ำนมถั่วดาวอินคาที่เพิ่มความหวานในอัตราส่วนร้อยละ 5 8 และ12
(ข) กวนเพื่อให้น้ำตาลละลายก่อนนำไปพาสเจอร์ไรซ์
(ค) ทำการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที
(ง) ผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วดาวอินคา

**4.2 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำนมถั่วดาวอินคา**

นำผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วดาวอินคา ที่ผลิตตามสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงสุดมาตรวจสอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วดาวอินคา ดังนี้

**4.2.1 คุณลักษณะทางกายภาพ**

คุณลักษณะทางกายภาพของน้ำนมถั่วดาวอินคา ได้แก่ ค่าสี และความหนืดเพื่อใช้บ่งชี้ถึงคุณสมบัติของน้ำนมถั่วดาวอินคา ดังตารางที่ 4.3

**ตารางที่ 4.3** ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพของน้ำนมถั่วดาวอินคา

| **คุณลักษณะทางกายภาพ** | **ค่าที่ได้** |
|---|---|
| ค่าสี | |
| L* | 78.79±0.58 |
| a* | -0.28±0.13 |
| b* | 8.38±0.16 |
| ความหนืด (cPs) | 5.46±0.00 |

**หมายเหตุ :** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยนเบนมาตรฐาน

**ค่าสี**

จากตารางที่ 4.3 พบว่าน้ำนมถั่วดาวอินคาที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ มีคุณภาพทางกายภาพค่าสี โดยค่าสี L* เป็นค่าความสว่างที่มีค่าอยู่ในช่วง 0-100 เมื่อ L* มีค่าใกล้ศูนย์ หมายถึง วัตถุมีสีคล้ำ เมื่อมีค่าเข้าใกล้ 100 วัตถุจะมีสีขาว ค่าสี a เป็นค่าสีแดง เมื่อมีค่าบวกและเป็นสีเขียวเมื่อมีค่าลบ ค่าสี b เป็นค่าสีเหลืองเมื่อมีค่าบวกและเป็นสีน้ำเงินเมื่อมีค่าลบ พบว่าน้ำนมถั่วดาวอินคามีค่าสี L เท่ากับ 78.79 แสดงว่าน้ำนมถั่วดาวอินคามีความสว่าง ค่าสี a* เท่ากับ -0.28 มีค่าเป็นสีเขียว และค่าสี b* เท่ากับ 8.38 มีค่าเป็นสีเหลือง

**ค่าความหนืด**

ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดของน้ำนมถั่วดาวอินคาโดยใช้เข็มเบอร์ 1 และความเร็วรอบ 100 RPM พบว่า น้ำนมถั่วดาวอินคามีค่าความหนืดอยู่ในช่วง 5.46 cPs (ตารางที่ 4.3) ซึ่งมากกว่าค่าความหนืดของน้ำนมถั่วดาวอินคาที่ผลิตโดยผ่านกระบวนการคั่วที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที จะมีค่าความหนืด เท่ากับ 12.60 cPs (Valles Ramirez, 2012)

**4.2.2 ศึกษาคุณลักษณะทางเคมี**

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีของน้ำนมถั่วดาวอินคา ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ปริมาณของแข็งทั้งหมด ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด (ซิตริก) ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.4

**ตารางที่ 4.4** ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีของน้ำนมถั่วดาวอินคา

| คุณลักษณะทางเคมี | น้ำนมถั่วดาวอินคา |
|---|---|
| **ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)** | 16.53±0.02 |
| **ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)** | 23.59±0.21 |
| **ปริมาณของแข็งทั้งหมด** | 17.45±0.01 |
| **ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH)** | 6.12±0.01 |
| **ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดซิตริก)** | 1.59±0.09 |

**หมายเหตุ** : ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยนเบนมาตรฐาน

**ปริมาณโปรตีน**

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วดาวอินคาที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที มีค่าปริมาณโปรตีนเท่ากับ 16.53 (ดังตารางที่ 4.4) ซึ่งมีค่ามากกว่าโปรตีนของน้ำนมถั่วดาวอินคาที่ผลิตโดยผ่านกระบวนการคั่วที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที จะมีค่าโปรตีน เท่ากับ 3.30 (Valles Ramírez, 2012)

**ปริมาณไขมัน**

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วดาวอินคาที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที มีค่าปริมาณไขมัน เท่ากับ 23.59 (ดังตารางที่ 4.4) ซึ่งมีค่ามากกว่าน้ำนมถั่วดาวอินคาที่ผลิตโดยผ่านกระบวนการคั่วอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที มีค่าไขมันเท่ากับ 7.13 (Valles Ramírez, 2012)

**ปริมาณของแข็งทั้งหมด**

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วดาวอินคาที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เท่ากับ 17.45 (°บริกซ์) (ดังตารางที่ 4.4) เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำนมถั่วดาวอินคาที่ผ่านการคั่วอุณหภูมิ 60 เป็นเวลา 6 นาที ซึ่งมีปริมาณของแข็งทั้งหมด เท่ากับ 11.6 (Valles Ramírez, 2012) สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Tanteeratarn *et al*., 1997) ที่ได้ศึกษาถึงองค์ประกอบของน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากการปั่น โดยใช้อัตราส่วนถั่วเหลืองต่อน้ำที่ระดับต่างกัน พบว่า การใช้อัตราส่วนถั่วเหลืองแห้งต่อน้ำที่ใช้ในขั้นตอนการสกัดในปริมาณน้อย มีผลทำให้น้ำนมถั่วเหลืองที่ได้มีปริมาณของแข็งทั้งหมด รวมถึงองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ สูงกว่าการใช้ถั่วเหลืองแห้งต่อน้ำที่ใช้ในขั้นตอนการสกัดน้ำนมถั่วเหลืองในปริมาณมาก (อ้างโดย สุรีย์ แถวเที่ยง, 2552)

**ค่า pH**

จากผลการวิเคราะห์วัดค่า pH ในผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วดาวอินคาที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ ปรากฏว่ามีค่า pH เท่ากับ 6.12 (ดังตารางที่ 4.4) ค่าที่ได้บ่งชี้ว่าลักษณะถั่วดาวอินคามีลักษณะเป็นกรดอ่อน

**ปริมาณกรดทั้งหมด** (ร้อยละของกรดซิตริก)

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด ในรูปแบบกรดซิตริก ในผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วดาวอินคาที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ มีค่าร้อยละ 1.59

**ตารางที่ 4.5** ผลการวิเคราะห์กรดไขมันของน้ำนมถั่วดาวอินคา

| ชนิดของกรดไขมันของน้ำนมถั่วดาวอินคา | | ปริมาณของกรดไขมันชนิดต่างๆ (ร้อยละ) |
|---|---|---|
| Caprylic acid | (C10;0) | 0.05±0.00 |
| Lauric acid | (C12;0) | 0.08±0.02 |
| Myristic | (C14;0) | 4.50±0.02 |
| Palmitic acid | (C16;0) | 3.51±0.02 |
| Oleic acid | (ω9,C18;1) | 10.02±0.36 |
| Linolenic acid | (ω3,C18;3) | 38.69±0.16 |
| Arachidic acid | (C20;0) | 0.10±0.00 |
| γ-Linolenic acid | (ω3,C18;3) | 0.22±0.00 |
| α-Linolenic acid | (ω3,C18;3) | 42.82±0.13 |
| Total Saturated fat Acid | | 8.24 |
| Total Unsaturated fat Acid | | 91.75 |

**หมายเหตุ** : ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยนเบนมาตรฐาน

**ปริมาณกรดไขมัน**

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันในน้ำนมถั่วดาวอินคาที่ผลิตได้ตามสูตรพบปริมาณกรดไขมันชนิดกรดอัลฟาลิโนเลนิก มากที่สุด ร้อยละ 42.82 ซึ่งมีค่ามากกว่าปริมาณกรดไขมันในน้ำนมถั่วดาวอินคาที่ได้จากการรายงานของ Valles Ramirez (2012) โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 42.19 เช่นเดียวกับปริมาณกรดไขมันชนิดกรดโอเลอิก ซึ่งจากการทดลองพบว่ามีปริมาณสูงถึงร้อยละ 10.02 มากกว่ารายงานของ Valles Ramirez (2012) เช่นกัน โดยพบกรดไขมันชนิดนี้ที่ร้อยละ 9.85 ในขณะที่พบปริมาณกรดไขมันชนิดกรดลิโนเลนิก ในน้ำนมถั่วดาวอินคาที่ได้จากการผลิตที่ร้อยละ 38.69 ซึ่งน้อยกว่ารายงานของ Valles Ramirez (2012) ที่พบร้อยละ 41.03 ทั้งนี้กรดไขมันทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ กรดอัลฟาลิโนเลนิก, กรดลิโนเลนิก และกรดโอเลอิก เป็นที่รู้จักกันในรูปแบบของ กรดไขมันที่จำเป็น เนื่องจากมนุษย์ไม่สามารถผลิตได้เองและต้องได้รับจากอาหาร กรดอัลฟาลิโนเลนิก (ALA, 18: 3 n-3) และกรดลิโนเลนิก (LA, 18: 2 n-6) เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวสำคัญที่ได้จากน้ำมันพืช กรดไขมันเหล่านี้สามารถยืดตัว และอิ่มตัวไปเป็นอนุพันธ์ของกรดอะโครดิโดนิก และกรดอิโคซะเพนตะอิโนอิก (EPA, 20: 5 n-3) และกรดโดโคซะเฮกซะอิโนอิก (DHA, 22: 6 n-3) (Arana Paredes, 2008) นอกจากนี้การรับประทานกรดไขมันจำเป็นทั้ง 3 ชนิดดังกล่าว จะช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ ความดันโลหิตสูง การอักเสบ ภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง ป้องกันมะเร็ง โรคเบาหวาน และสภาวะบกพร่องของการควบคุมปริมาณไขมันในร่างกาย (Guilliams, 2000) ดังนั้นน้ำนมจากถั่วดาวอินคาจึงมีคุณสมบัติเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพได้เป็นอย่างดี

**4.3 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป**

**4.3.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้บริโภค**

จากการศึกษาการยอมรับน้ำนมถั่วดาวอินคา ไปทดสอบกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน พบว่าเป็นเพศชายร้อยละ 42 และเพศหญิงร้อยละ 58 อายุระหว่าง 21-30 ปี มากที่สุดร้อยละ 35 อาชีพนักเรียน/นักศึกษามากที่สุดร้อยละ 48 ระดับการศึกษาปริญญาตรีมากที่สุดร้อยละ 48 รายได้น้อยกว่า 3,000 บาท มากที่สุดร้อยละ 31 และภูมิลำเนาจังหวัดยะลา มากที่สุดร้อยละ 83 แสดงดังตารางที่ 4.6

**ตารางที่ 4.6** ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้บริโภคของน้ำนมถั่วดาวอินคา

| ข้อมูลทั่วไป | | | จำนวน (N) | ร้อยละ |
|---|---|---|---|---|
| เพศ | - | ชาย | 42 | 42 |
| | - | หญิง | 58 | 58 |
| อายุ | - | ต่ำกว่า 20 ปี | 22 | 22 |
| | - | 21-30 ปี | 35 | 35 |
| | - | 31-40 ปี | 20 | 20 |
| | - | 41-50 ปี | 13 | 13 |
| | - | 50-60 ปี | 7 | 7 |
| | - | 60 ปีขึ้นไป | 3 | 3 |
| อาชีพ | - | นักเรียน/นักศึกษา | 48 | 48 |
| | - | พนักงานราชการ/พนักงานบริษัท | 8 | 8 |
| | - | ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ | 15 | 15 |
| | - | ลูกจ้าง | 9 | 9 |
| | - | เกษตรกร | 15 | 15 |
| | - | อื่นๆ | 4 | 4 |
| ระดับการศึกษา | - | ประถมศึกษา | 14 | 14 |
| | - | มัธยมศึกษา/เทียบเท่า | 19 | 19 |
| | - | อนุปริญญา/ปวส. | 13 | 13 |
| | - | ปริญญาตรี | 48 | 48 |
| | - | ปริญญาโท | 1 | 1 |
| | - | ปริญญาเอก | 1 | 1 |
| | - | อื่นๆ | 4 | 4 |

| ข้อมูลทั่วไป | | จำนวน (N) | ร้อยละ |
|---|---|---|---|
| **รายได้** | - ต่ำว่ากว่า 3,000 บาท | 31 | 31 |
| | - 3.001-8.000 บาท | 18 | 18 |
| | - 8,001-13,000 บาท | 29 | 29 |
| | - 13,001-18,000 บาท | 13 | 13 |
| | - 18,001-23,000 บาท | 6 | 6 |
| | - มากกว่า 23,000 บาท | 3 | 3 |
| **ภูมิลำเนา** | - ปัตตานี | 13 | 13 |
| | - ยะลา | 83 | 83 |
| | - นราธิวาส | 3 | 3 |
| | - สงขลา | 1 | 1 |

**ตารางที่ 4.6** ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้บริโภคของน้ำนมถั่วดาวอินคา (ต่อ)

**4.3.2 พฤติกรรมการบริโภคน้ำนมถั่วดาวอินคา**

จากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคน้ำนมถั่วดาวอินคาทั่วไปจำนวน 100 คน พบว่าไม่รู้จักถั่วดาวอินคา มากที่สุดร้อยละ 75 รับประทานน้ำนมจากถั่วน้อยกว่า สัปดาห์ละ 2 ครั้ง มากที่สุดร้อยละ 56 รับประทานแบบยูเอชที มากที่สุด ร้อยละ 76 สามารถเลือกซื้อน้ำนมจากถั่วมารับประทานร้านค้าสะดวกซื้อใกล้บ้าน มากที่สุดร้อยละ 47 เหตุผลที่ใช้ในการเลือกซื้อน้ำนมจากถั่วมารับประทาน เพราะประโยชน์มากที่สุดร้อยละ 57 คุณลักษณะที่สำคัญในการเลือกรับประทานน้ำนมจากถั่ว เพราะ รสชาติมากที่สุด ร้อยละ 75 (แสดงดังตารางที่ 4.7)

**ตารางที่ 4.7** ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคน้ำนมถั่วดาวอินคา

| ข้อมูลทั่วไป | จำนวน (N) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ท่านรู้จักผลิตภัณฑ์ถั่วดาวอินคาหรือไม่ | | |
| - **รู้จัก** | 25 | 25 |
| - **ไม่รู้จัก** | 75 | 27 |
| ท่านรับประทานน้ำนมจากถั่วบ่อยแค่ไหนต่อสัปดาห์ | | |
| - **น้อยกว่า 2 ครั้ง** | 56 | 56 |
| - **2-4 ครั้ง** | 39 | 39 |
| - **5-6 ครั้ง** | 4 | 4 |
| - **มากกว่า 6 ครั้ง** | 1 | 1 |
| ท่านดื่มนมจากถั่วในรูปแบบใดมากที่สุด | 76 | 76 |
| - **แบบจากถั่วยูเอชที** | 8 | 8 |
| - **แบบจากถั่วที่ทำเอง** | 13 | 13 |
| - **แบบพาสเจอร์ไรส์** | 3 | 3 |
| - **แบบสเตอรี่ไรส์** | | |
| ท่านเลือกซื้อน้ำนมถั่วเหลืองจากสถานที่ใดบ้าง | | |
| - **ตลาดสด** | 27 | 27 |
| - **สถานศึกษา** | 9 | 9 |
| - **ร้านสะดวกซื้อใกล้บ้าน** | 47 | 47 |
| - **ซุปเปอร์มาร์เก็ต** | 14 | 14 |
| - **อื่นๆ (โปรดระบุ).....** | 3 | 3 |
| เหตุผลที่สำคัญในการซื้อน้ำนมจากถั่วของท่าน | | |
| - **มีประโยชน์ต่อสุขภาพ** | 57 | 57 |
| - **หาซื้อได้ง่าย** | 14 | 14 |
| - **ราคาถูก** | 5 | 5 |
| - **รสชาติอร่อย** | 23 | 23 |
| **อื่นๆ (โปรดระบุ).....** | 1 | 1 |
| คุณลักษณะสำคัญที่ส่งผลต่อท่านสำหรับการรับประทานน้ำนมถั่วดาวอินคา | | |
| - **รสชาติ** | 75 | 75 |
| - **กลิ่น** | 22 | 22 |
| - **สี** | 2 | 2 |
| - **ลักษณะปรากฏ** | - | - |
| - **อื่นๆ (โปรดระบุ).....** | 1 | 1 |

**4.3.3 การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วดาวอินคา**

การศึกษาความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วดาวอินคา จำนวน 100 คน โดยใช้แบบทดสอบ (9 point Hedonic scale) กำหนดให้ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย และ 5 เฉยๆ 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย 7 หมายถึง ชอบปานกลาง 8 หมายถึง ชอบมาก 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนด้านลักษณะปรากฏ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 6.30±1.68 ด้านสี มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 6.62±1.58 ด้านกลิ่น มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 6.08±2.10 ด้านรสชาติ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 6.53±1.92 และความชอบรวม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 6.99±1.53 คะแนน เฉลี่ยทุกคุณลักษณะ เท่ากับ 6.50±0.25 คะแนน แสดงดังตารางที่ 4.8

**ตารางที่ 4.8** ข้อมูลความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วดาวอินคา

| **ลักษณะ/ลำดับ** | **ผู้ทดสอบ(N=100)** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **ค่าเฉลี่ย** |
| ลักษณะปรากฏ | 1 | 1 | 4 | 8 | 19 | 13 | 27 | 22 | 5 | 6.30±1.68 |
| สี | 0 | 0 | 3 | 5 | 20 | 15 | 25 | 20 | 12 | 6.62±1.58 |
| กลิ่น | 1 | 5 | 8 | 14 | 6 | 15 | 25 | 12 | 14 | 6.08±2.10 |
| รสชาติ | 1 | 4 | 4 | 4 | 14 | 14 | 26 | 17 | 16 | 6.53±1.92 |
| ความชอบรวม | 0 | 1 | 2 | 5 | 9 | 10 | 32 | 27 | 14 | 6.99±1.53 |

# บทที่ 5
## สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาสูตรเพื่อผลิตเป็นน้ำนมถั่วดาวอินคา พบว่า สูตรพื้นฐานในการผลิตทั้ง 3 สูตร คือ อัตราส่วนระหว่างถั่วดาวอินคาต่อน้ำ 1:3 1:4 และ 1:5 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนทางประสาทสัมผัสของทั้ง 3 สูตร ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยสูตรที่ 1 ได้รับคะแนนเฉลี่ยในด้านความชอบรวม มากที่สุด คือ 7.03 และคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เท่ากับ 6.53 6.77 5.80 และ 6.10 คะแนน ตามลำดับ จึงนำสูตรที่ 1 ไปศึกษาปริมาณน้ำตาลในสูตรเพิ่มความหวาน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 5 8 และ 12 พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนทางประสาทสัมผัสของทั้ง 3 สูตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ 2 ได้รับคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความหวาน และความชอบรวม 6.47 6.63 6.50 6.83 6.97 และ 7.50 คะแนนตามลำดับ จึงนำสูตรดังกล่าวไปตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี L* a* b* และความหนืด พบว่า มีค่าเท่ากับ 78.79 -0.28 8.38 และ 5.46 เซนติพอยด์ ตามลำดับ ส่วนคุณลักษณะทางเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน ของแข็งทั้งหมด ค่าความเป็นกรดด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปแบบของกรดซิตริก มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 16.53 23.59 17.45 6.13 และ 1.59 ตามลำดับ การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของกรดไขมันในน้ำนมถั่วดาวอินคา พบว่า มีปริมาณของกรดแอลฟาลิโนเลอิกมากที่สุด ร้อยละ 42.82 รองลงมา คือ กรดลิโนเลนิก และ กรดโอเลอิก ร้อยละ 38.69 และ 10.02 ตามลำดับ การสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป 100 คน โดยวิธี 9 point Hedonic scale พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ ร้อยละ 73 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วดาวอินคา ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมากที่สุด ผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วดาวอินคาที่ได้จากงานวิจัย ยังคงมีคุณลักษณะที่ไม่พึงประสงค์บางประการ เช่น กลิ่นถั่ว และการตกตะกอนของน้ำนม ดังนั้น จึงมีแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ต่อไป เช่น การใช้สารเคมีบางชนิดเพื่อลดกลิ่นถั่ว ได้แก่ โซเดียมไบคาบอเนต หรือ แคลเซียมคาบอเนต การลดการตกตะกอนของน้ำนมโดยใช้วัตถุเจือปนอาหารบางชนิด เช่น เลซิทิน เป็นต้น เพื่อปรับปรุงคุณลักษณะบางประการให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น

# เอกสารอ้างอิง


บังอร บุญชู. (เมษายน, 2547). **น้ำตาลและความหวานที่ไร้น้ำตาล**. สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2557). **น้ำตาลซูโครส.** [Online]. Available: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0978/sucrose. [2559, กันยายน 22].

ศิริพร แก้วมั่นคง และสุจารีย์ อินทร์ชะมาต สุธาทิพย์ เค้พวง. (2545) **ผลิตภัณฑ์เลียนแบบน้ำนมพาสเจอร์ ไรส์จากนมข้าวโพดผสมนมถั่วเหลือง.** ปัญหาพิเศษวิทยาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์.

เศรษฐพงศ์ เลขะวัฒนะ (2558). **ค้นหาคำตอบ “ถั่วดาวอินคา” น่าปลูกจริงหรือ???** [On-line]. Available :http://www.sachainchiall.com/article/ค้นหาคำตอบ-“ถั่วดาวอินคา”-น่าปลูกจริงหรือ-โดย-ดร-เศรษฐพงศ์-เลขะวัฒนะ. [2559, เมษายน 10 ].

ส่วนวิจัยเกษตรกรรม ฝ่ายวิชาการ ธนาคารกสิกรไทย (2014). **กรรมวิธีการผลิตนมถั่วเหลือง.** [On-line]. Available: http://www.thaikasetsart.com/การผลิตน้ำนมถั่วเหลือง. [2560, มิถุนายน 10].

สุรายฟาร์ ยือโร๊ะ และกัสนีญา แวกะจิ. (2559). **ผลิตภัณฑ์มาร์มาเลดจากส้มแขก.** ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

สุรีย์ แถวเที่ยง. (2552). **งานวิจัยเรื่องเครื่องดื่มน้ำนมถั่วเหลืองผสมน้ำและแครอท**. กรุงเทพ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ (2558). **โครงสร้างการนำเข้าสินค้าของไทย** [On-line]. Available: http://www2.ops3.moc.go.th/ [2559, เมษายน 10].

เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล. 2553. **เคมีอาหาร.** ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อรพิณ เกิดชูชื่น ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ พร้อมลักษณ์ สรรพ่อค้า และสุภัทร์ จันทร์วรชัยกุล. (2545)**.** การผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากธัญพืช. **บทความอาหาร, 32** (3), 200-212.

อรวรรณ ปานศิริ. (2545). **งานวิจัยเรื่องการศึกษากระบวนการแปรรูปเครื่องดื่มจากน้ำนมข้าวกล้องน้ำนมถั่วเหลือง และรำข้าวบรรจุกระป๋อง.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อรสา จงวรกุล ธิดา กันสุวีโร และสุฌานี หวันดาหลา (2551). **งานวิจัยเรื่องการศึกษาสถานการณ์การผลิตและคุณภาพความปลอดภัยของนมแพะพาสเจอร์ไรส์**. กรุงเทพฯ : กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.

AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17 $^{th}$ed. The United States of America.

Arana, A. and Paredes, D. (2008). **Estabilidad oxidativa y capacidad antioxidante del aceite de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis L.)** extraído de semillas tostadas a condiciones. Tesis USIL, Lima- Perú**.**

Carreau, J.P. and Dubacq, J.P. (1978). Adaptation of a macroTscale method to the microTscale for fatty acid methyl transesterification of biological lipid extracts. **Journal of chromatography,151**, 384-390.

Dodson, C. and Gentry, A. (1978). **Flora of the Rio Palenque Science Center**. **Selbyana 4**: 1-628.

Dostert, N., Roque, J., Brokamp, G., Cano, A. and La Torre, M. (2009). **Inca Peanut Botanical Data Sustainable Rural Development Programme**. Lima: Deutscha GTZ GmbH.

Fernández, Y., Obregón, A., Medina, M., Martíaez, E. and Navarro, E. (2015). Obtaining Cheese with milk mixture and Inca Peanut (Plukenetia Volubilis), **Journal of Cheincal Engineening, 9**, 537-553.

Garcia, M. C., Torre, M., Marina, M.L. and Laborda, F. (1997). Composition and. Characterization of soyhean and Related Product. **Crit Rer Food Sci Hutr, 37** (4), 361-391.

Gillespie, L. (1993). Synopsis of NeotropicalPlukenetia(Enphorbiaceas) Including Two New Bibliografia Species.En. **Systematic Botany, 18** (4), 75-92.

Guilliams, G.T. (2000). FATTY ACIDS: Essential Therapeutic. **The Standard, 3** (2), 1-8

Hall, R. (1998). **"Nutrition:Corn,Sweet,Yellow,Row"** [Online].Available : http://www. Nutrition.about.com/library/foodfind/blcorn.html (2015 August 25).

Hamaker, P. (1992). **Perfiles de aminoácidos y ÁcidosGrasosdelManí del Inca, (Plukenetiavolubilis L.)**, Universidad Arkansas, EstadosUnidos.

Hazen, Duclos. (1980). **Guidelnies for the establisment and operation of vegetable oil factors**. Cornell University. E.E.U.U.

Lepage, G. and Roy. C.C. (1986). Direct transesterification of all classes of lipids in a one step reaction. **Journal of Lipid Research, 27,** 114-120**.**

Lin, T.C., Shao, Y.Y and Chaiang. W. (1988). Investigatian of the Processing and the Guality of Rice Milk**, Abst, FSTA, 26**: 89-01.

Lovon, C. and Echegaray, P. (2006)**. Elaboración de mantequilla de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis L.) y su caracterización**. Tesis USIL, Lima-Perú.

Niu, L.; Li, J., Chen, M.S. and Xu, Z.F. (2014). Determination of oil contents in Sacha inchi (Plukenetia volubilis) seeds at different developmental stages by two methods: Soxhlet extraction and time-domain nuclear magnetic resonance. **Industrial Crops and Products, 56**: 187–190

Maurer, N. E., Hatta-Sakoda, b., Pascual-Chagman, G, Rodriguez-Saona, L.E. (2012). **Characterization and authentication of a novel vegetable source of omega-3 fatty acids, sacha inchi (Plukenetia volubilis L.) oil**. **Food Chemistry, 134**, 1173– 1180.

Obregón, A. (1996). **Obtención de SachaInchi (Plukeneteiavolubilis) en polvosecado poratomización**. Tesis UNALM Lima – Perú.

Chirinos, R., Zuloeta, G., Pedreschi, R., Mignolet, E., Larondelle, Y. and Campos, D. (2013). Sacha inchi (Plukenetia volubilis): A seed source of polyunsaturated fatty acids, tocopherols, phytosterols, phenolic compounds and antioxidant capacity**, 141**(3), 1732-1739.

Sánchez, V. (2008). **Influencia de la temperatura y empaque en la calidad del aceite de Sacha Inchi *Plukenetia volubilis Linneo*, en capsulas y semillas ecotipo Apangura en la provincia de Lamas durante el almacenamiento**. Tesis UNSM, Tarapoto-Perú.

Smith. A.K and Circle. S.O. (1978). **Soybean: Chemistry and Technology**. Vol 1: Protein Westport Connect AVI Publishing.

Tanteeratarn, K., Nalson, A.I. and Wei, L.S. (1997). Processing of Soymilk Free From Beany and Other Off-flavors. **In Proceedings World Soybean Research Conferene.** 412-424.

Valles Ramírez, S.M. (2012). **Obtención de "LECHE" de Sachainchi (PlukenetiaVolubilisLinneo)**. Universidad Nacional de San Martin – Tarapoto.

Vela, L. (1995). **Ensayospara la extracción y Caracterización de Aceite de Sacha Inchi (Plukenetiavolubilis L.)en el departamento de San Martin**. Tesis UNSM, Tarapoto -Perú.

Watkins, B. (1994). **Perfil de ácidos grasos de Sacha Inchi, Departamento de Ciencias de Alimentos**, Universidad Purdue- EEUU.

# ภาคผนวก

**ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ**

**การวัดค่าสี**

**วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์**

1. วัดค่าสี ด้วยเครื่อง Color Flex รุ่น Hunter Lab : 1471

**วิธีการ**

1. เปิดเครื่อง และเลือกโปรแกรม STANDARDIZE โดยกดปุ่มสัญญาลักษณ์
2. ทำการ calibration
 - วางแผ่นสีดำมาตรฐาน (Black Glass) ในที่สำคัญวางตัวอย่าง แล้วกดสัญลักษณ์
 - ว่างแผ่นสีขาวมาตรฐาน (White Glass) ในที่สำคัญวางตัวอย่าง แล้วกดสัญลักษณ์
 - หน้าจอเครื่องจะปรากฏ L* a* และ b*
3. วางตัวอย่างในที่สำหรับวางตัวอย่าง แล้วกดปุ่มสัญลักษณ์
4. อ่านผลที่ได้จากเครื่อง พร้อมบันทึกผลการทดลอง

**การวัดความหนืด**

**วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์**

**1.** เครื่องวัดความหนืด (Viscometer) ตรา Model DV1 MLVT “Brookfield”

2. บีกเกอร์ ขนาด 750 ml

**วิธีการ**

1. วัดปริมาตรของตัวอย่างอาหารปริมาณ 700 มิลลิลิตร ใส่ใน บีกเกอร์ ขนาด 750 มิลลิลิตร
2. นำตัวอย่างอาหารมาวัดค่าความหนืด โดยทำตามขั้นตอนดังนี้

- ประกอบเครื่องกับอุปกรณ์ต่างๆให้เรียบร้อย
- ตั้ง ปรับระดับลูกน้ำให้อยู่ในวงกลม โดยการปรับที่ขาตั้งของฐาน
- เปิดสวิทช์ Power On ด้านหลังเครื่อง
- สเตปที่หนึ่ง หน้าจอค้างที่ Remove Spindle and Level หากใส่เข็มอยู่ ให้ถอนเข็มออกก่อน
- ตรวจเช็คระดับน้ำให้อยู่ในวงกลมสีดำ กดปุ่ม NEXT
- หน้าจอค้างที่ Replace Spindle
- หากทราบเบอร์เข็มอยู่แล้ว สามารถใส่เข็มที่ต้องการใช้วัดได้เลย หรือ กด NEXT
- หน้าจอค้างที่ Replace Spindle
- หากทราบเบอร์เข็มอยู่แล้ว สามารถใส่เข็มที่ต้องการใช้วัดได้เลย หรือ กด NEXT

- เข้าสู่หน้าจอการใช้งานหลัก
- ใส่เข็ม (Spindle) โดยยกแกนที่อยู่กับเครื่องขึ้น นำเข็มใส่หมุนตามเข็มนาฬิกา จุ่มเข็มลงในสารตัวอย่างจนถึงรอย Mark ถ้าเข็มเป็น Disc Spindle ให้เอียงเข็มทำมุม 45 องศา จุ่มลงในสารตัวอย่าง แล้วใส่เข็มติดกับเครื่อง ระวัง อย่างให้มีฟองอากาศอยู่ใต้ Disc Spindle
- กดปุ่ม SPINDLE เลือกเลขรหัสของเข็มกด SELECT เพื่อยืนยัน
- กดปุ่ม SPEED เลือกรอบโดยใช้ลูกศรกดเลือกกด SELECT เพื่อยืนยัน
- กดปุ่ม MOTOR เพื่อให้เครื่องเริ่มทำงาน

**ภาคผนวก ข. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี**

**การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000)**

**สารเคมี**

1. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น
2. คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$)
3. โพแทสเซียมซัลเฟต ($K_2SO_4$) หรือ โซเดียมซัลเฟต ($Na_2SO_4$)
4. สารละลาย NaOH ความเข้มข้นอย่างน้อยร้อยละ 32
5. สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก 0.1 N (0.05M)
6. สารละลายกรดบอริกความเข้มข้นร้อยละ 2 (เตรียมโดยใช้น้ำร้อน)
7. Indicator (Methyl red 0.02 กรัม + Bromocresol Green 0.1 กรัม ใน Ethanol 100 มิลลิลิตร)

**วิธีการ**

1. พับกระดาษกรองเป็นรูปซองจดหมาย ชั่งตัวอย่างลงในกระดาษกรองให้ได้น้ำหนักที่คงที่แน่นอนประมาณ 0.5-1.0 กรัม
2. ใส่ตัวอย่างที่เตรียมได้จากข้อที่ 1) ลงในหลอดย่อยโดยไม่ให้เปื้อนข้างหลอด เติม ($K_2SO_4$) 10 กรัม และ ($CuSO_4$) 0.5 กรัม และใส่ glass bead 2-3 เม็ด
3. เติมกรดซัลฟิวริก เข้มข้น 20-25 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอดย่อย ยกไปใส่บนเตาย่อย ต่อสายชุดจับไอกรดกับฝาหลอดย่อย
4. เปิดสวิทซ์เครื่องย่อยและชุดจับไอกรด พร้อมทั้งหมุนตั้งอุณหภูมิเตาย่อยไว้ที่ระดับ 8-10 เมื่อเริ่มต้นการย่อย จากนั้นปรับลดอุณหภูมิลงให้เหลือระดับ 6-7 ทำการย่อยจนได้สารละลาย
5. ปิดสวิทซ์เครื่องย่อย ห้ามปิดสวิทซ์ชุดจับไอกรด จนกว่าไอกรดหมด
6. นำหลอดย่อยมาตั้งไว้บน rack ข้างเครื่องย่อย ทิ้งไว้ให้เย็น
7. เติมน้ำกลั่น 60-70 มิลลิลิตร (เติมเป็น 3 เท่าของกรด) นำไปกลั่น
8. เปิดสวิทซ์เครื่องกลั่น เปิดน้ำเข้าคอนเดนเซอร์ ทำการอุ่นเครื่องกลั่นโดยใช้ flash เปล่ารองรับ และใส่หลอดที่มีน้ำกลั่นอยู่ประมาณครึ่งหลอด โดยกลั่นเป็นเวลา 2 นาที
9. ทำการกลั่นตัวอย่างโดยนำ flash ที่บรรจุกรดบอริกความเข้มข้นร้อยละ 2 ปริมาตร 60 มิลลิลิตร ซึ่งหยดอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด มารองรับสิ่งที่กลั่นได้โดยนำหลอดย่อยที่เตรียมไว้จากข้อ 7 ใส่ในเครื่องกลั่น
10. กดปุ่มเติม NaOH ที่เครื่องกลั่น โดยเติม NaOH เป็น 3 เท่าของกรด ซึ่งสามารถดูปริมาตร NaOH ได้จากสเกลบริเวณเครื่องกลั่น (หลังเติม NaOH สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

11. ตั้งเวลาที่ใช้ในการกลั่น ประมาณ 3 นาที (เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่จะทำให้ปริมาตรใน flash ที่รองรับเพิ่มเป็น 100 มิลลิลิตร พอดี
12. กดปุ่ม start เครื่องจะทำการกลั่น เมื่อครบเวลา หรือปริมาตรของสารละลายใน flash flash เพิ่มขึ้นเป็น 100 มิลลิลิตร ให้นำไปไทเทรต กับ 0.1 N $K_2SO_4$ จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเทา บันทึกปริมาตรกรดที่ใช้ในการไทเทรตนำไปคำนวณตามสูตร
13. หมุนปุ่ม Aspiration ไปที่ yes ถอดหลอดย่อยออกจากเครื่องกลั่น
14. ก่อนกลั่นตัวอย่างต่อไปต้องล้างระบบก่อนทุกครั้ง โดยใส่หลอดที่มีน้ำกลั่นครึ่งหลอดและรองรับสิ่งที่กลั่นได้ด้วย flash ทำการกลั่น 1-2 ครั้ง
15. เมื่อกลั่นครบทุกตัวอย่างแล้วทำการกลั่นล้างระบบดังเช่นในข้อ 14) จากนั้นนำถาดรองรับ (drip tray) ไปล้าง สวมหลอดเปล่า flash รองรับเข้าที่
16. ปิดสวิทซ์ ปิดก๊อกน้ำ เช็ดทำความสะอาดเครื่องทั้งหมด

สูตรคำนวณ : ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (ร้อยละ) = $\frac{(V_1-V_2) \times N \times f \times 1,400 \times 100}{E}$

**การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (AOAC, 2000)**

**วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์**

1. เปิดเครื่องทำน้ำเย็น ควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส เปิดสวิทซ์ให้น้ำ Flow เข้าเครื่อง Extractor
2. ตั้งอุณหภูมิที่เครื่อง thermostatic Cut-Out (สำหรับ solvent ที่เป็น petroleum Ether ให้ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 100 องศาเซลเซียส) (ยังไม่ต้องเปิด Switch Main)
3. ชั่งตัวอย่างใส่ Thimble ($W_1$) (ตัวอย่างต้องแห้งและเป็นเนื้อเดียวกัน) ประมาณ 5 กรัม โดยรู้น้ำหนักที่แน่นอน
4. นำ Thimble ไปใส่ไว้ใน Thimble Holder แล้วไปใส่ในเครื่องดังกล่าว
   - ปุ่มบังคับ Thimble อยู่ที่ตำแหน่ง Boiling
   - นำ Thimble ไปใส่ไว้ในช่อง Extraction แล้วเอา Thimble Holder ออก
   - เลื่อนปุ่มบังคับ Thimble มาอยู่ในตำแหน่ง Rinsing
5. ชั่งน้ำหนัก Extraction Cups ที่มี Glass Bead ($W_2$) ผ่านการอบแห้งแล้ว
6. เติม Petroleum Ether ลงใน Extraction Cups ปริมาณ 50 cc. แล้วนำ Extraction Cups ไปใส่ไว้ใน Extraction Cups Holder
7. นำ Extraction Cups Holder ไปใส่ในช่อง Extraction แล้วเคลื่อนคันโยกทางด้านซ้ายมือของเครื่อง Extraction ลง
8. เริ่มทำการสกัดโดยขั้นตอนดังนี้

- ปุ่มบังคับ Thimble อยู่ตำแหน่ง Boiling
- ก๊อกต้องอยู่ในลักษณะเปิด
- เปิด Switch Main ที่เครื่อง Thermostatic Cut-Out
- ตั้งเวลาที่เครื่อง Extractor ไว้ 10 นาที

9. เมื่อครบ 20 นาที ทำการ Rinsing โดยขั้นตอนต่อไปนี้
   - เลื่อนปุ่มบังคับ Thimble ไปที่ Rinsing
   - ตั้งเวลาที่เครื่อง Extractor ไว้ 10 นาที
10. เมื่อครบเวลา 10 นาที จะทำการ Evaporation (Solvent Recover) ดังต่อไปนี้
    - ปิดก๊อก
    - เลื่อนปุ่ม Evaporation ลง
    - เปิดไว้ประมาณครึ่งนาที
    - เลื่อนปุ่ม Switch Air และ Switch Main
11. เลื่อนคันโยกทางซ้ายมือของเครื่อง Extractor ขึ้น นำ Extraction Cups Holder ออกจากช่อง Extraction
12. นำ Thimble Holder ไปใส่ในช่อง Extraction แล้วเลื่อนปุ่มบังคับ Thimble ไป Boiling นำ Thimble Holder ที่มี Thimble อยู่ภายในออกจากช่อง Extractor
13. ปิด Switch เครื่องทำน้ำเย็น
14. นำภาชนะไปใส่ Solvent โดยไปวางไว้ในช่อง Extraction แล้วเปิดก๊อกให้ Solvent ไหลออกมา (นำ Solvent กลับมาใช้ใหม่ได้)
15. นำ Extraction Cups ไปใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ครึ่งชั่วโมงแล้วนำออกมาชั่งน้ำหนัก ($W_3$)

ปริมาณไขมัน (ร้อยละ) = $\frac{W_3 - W_2 \times 100}{W_1}$

**การวิเคราะห์หาค่าความเป็น กรด-ด่าง (pH) โดยวิธีของ A. O.A.C (2000)**

**วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์**

1. กระบอกตวง (cylinder) ขนาด 100 มิลลิลิตร
2. บีกเกอร์ (beaker) ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. เครื่องวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

**วิธีการ**

1. ชั่งตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน
2. วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter
3. อ่านค่าแล้วบันทึกผล

**การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดในรูปของกรดซิตริก โดยวิธีการไทเทรต**

**วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์**

1. ปิเปตต์
2. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร
3. ชุดอุปกรณ์ไตเตรท
4. Phenolphthalein 1 %
5. Standard Sodium hydroxide 0.1 %

**วิธีการ**

โดยดูดตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่น้ำกลั่นจำนวน 20 มิลลิลิตร ลงในขวดฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร หยดฟีนอลทาลีน indicater ลงไป 2-3 หยด ไทเทรตด้วยสารละลาย NaOH 0.1 N มาตรฐาน จนถึงจุดยุติเกิดสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาณของด่างมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรต คำนวณปริมาณกรดเป็นเปอร์เซ็นต์กรดซิตริก กรดมาลิก และกรดทาร์ทาริก โดยใช้สูตร

**วิธีการคำนวณ**

$$\text{เปอร์เซ็นกรด} = \frac{(N)\,(V)\,(MW)\,(100)}{(10)\,(100)}$$

โดยที่ N = นอร์มอลของด่างที่ใช้
V = ปริมาณด่างที่ใช้ในการไตเตรท (มิลลิลิตร)
10 = ปริมาณตัวอย่างที่ใช้ (มิลลิลิตร)
100 = คิดเป็นร้อยละ
MW 191 = น้ำหนักโมเลกุลของกรดซิตริก
134 = น้ำหนักโมเลกุลของกรดมาลิก
75 = น้ำหนักโมเลกุลของกรดทาร์ทาริก
1000 = การเปลี่ยน mg Equivalent เป็นกรัม Equivalent

**ชนิดละปริมาณกรดไขมันด้วยเทคนิค Gas Chromatography**

**วิธีสกัดไขมัน** (ดัดแปลงจาก Lepage and roy,1986)

1. ชั่งตัวอย่างนมปริมาณ 2 กรัมใส่ใน screw tube
2. แยกไขมันโดยเติม Chloroform : Methanol ในอัตราส่วน 2:1 (v/v) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร
3. ทำการ vortex นาน 1 นาที แล้วเติม BHA เข้มข้น 10 % ในสารละลาย 98 % ethanol 1 หยด เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่อาจเกิดขึ้น แล้วผสมให้เข้ากันโดย vortex
4. กรองผ่านกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 ลงใน screw tube
5. เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 0.88% ปริมาตร 5 มิลลิลิตร แล้วทำการปั่นเหวี่ยงที่ 3000 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที (สารอื่นๆ ที่ไม่ใช่ไขมันจะทำละลายอยู่ในชั้นสารละลาย NaCl มีเฉพาะไขมันเท่านั้นที่ทำละลายอยู่ในชั้น chloroform)

6. ดูดสารละลายชั้นบนทิ้ง และนำสาระลายชั้นล่างมาทำเมธิลเลชั่นต่อ

**วิธีการเมธิลเลชั่น** (ดัดแปลงจาก Carreau and Dubacq, 1978 ; Yu *et al*., 2002)
**วิธีการ** Combined base and acid catalyzed methylation method
1. ใส่ตัวอย่าง1 มิลลิลิตร ในหลอดเซนตริฟิวส์ ค่อยๆเติม 0.5 N NaOH-MeOH 0.2 มิลลิลิตร พร้อมกับ vortex ตลอดเวลาเพื่อลดปฏิกิริยารุนแรง แล้ววางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที
2. เติม 4% HCl-MeOH 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยการ vortex แล้ววางไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 5 นาที
3. เติมน้ำกลั่นลงไป 3 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยการ vortex แล้วเติม Hexane 5 มิลลิตร
4. ปั่นเหวี่ยงให้ตกตะกอนด้วยความเร็วรอบ 2000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เพื่อให้เกิดการแยกชั้น
5. กำจัดน้ำด้วยการเติม $Na_2SO_4$ ลงไปจนกระทั่งตะกอนของ $Na_2SO_4$ เคลื่อนที่ไปมาในสารละลายได้อย่างอิสระ ไม่เกาะตัวกัน
6. ดูดสารละลายเก็บไว้ใน vial
7. ฉีดตัวอย่างปริมาตร 1 ไมโครลิตร เข้าเครื่อง gas chromatography

**วิธีการคำนวณ**

คำนวณปริมาณกรดไขมันตามสมการ

$$\text{Fatty acid (\%)} = \frac{A_1}{A_2} \times 100$$

$A_1$ = area ของกรดไขมันที่ต้องการวิเคราะห์

$A_2$ = area ของกรดไขมันทั้งหมด

**ภาคผนวก ค. แบบสอบถามทางประสาทสัมผัส**

**แบบสอบถามทางประสาทสัมผัสแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีให้คะแนนความชอบ แต่ละคุณลักษณะของน้ำนมถั่วดาวอินคา**

**( 9-point hedonic scale)**

ชื่อ.....วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่าง โดยให้คะแนนความชอบในแต่คุณลักษณะของน้ำนมถั่วดาวอินคา ตามคำอธิบายคะแนนต่อไปนี้ และกรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่าง

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

| คุณลักษณะ | รหัสตัวอย่าง | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| ลักษณะที่ปรากฏ | | | |
| สี | | | |
| กลิ่น (ถั่วดาวอินคา) | | | |
| รสชาติ | | | |
| ความหวาน | | | |
| ความชอบรวม | | | |

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

**แบบสอบถามทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วดาวอินคา**

**แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปที่มีผลต่อน้ำนมถั่วดาวอินคา**

**คำอธิบาย** ผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วดาวอินคา คือ ผลิตภัณฑ์ของเหลวที่ต้มถั่วดาวอินคาและน้ำ ปั่น ผสม กรอง และฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการพาสเจอร์ไรส์

**คำชี้แจ้ง**

กรุณาทำเครื่องหมาย √ ในวงเล็บ ( ) หน้าคำตอบที่ท่านเห็นตรงกับตัวท่าน และความรู้สึกของท่าน

**ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป**

1.1 เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

1.2 อายุ

( ) ต่ำกว่า 20 ปี ( ) 21-30 ปี

( ) 31-40 ปี ( ) 41-50 ปี

( ) 51-60 ปี ( ) มากกว่า 60 ปี

1.3 อาชีพ

( ) นักเรียน/นักศึกษา ( ) พนักงานราชการ/พนักงานบริษัท

( ) ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ ( ) ลูกจ้าง

( ) เกษตรกร ( ) อื่นๆ (โปรดระบุ).....

1.4 ระดับการศึกษา

( ) ประถมศึกษา ( ) มัธยมศึกษา/เทียบเท่า

( ) อนุปริญญา/ปวส. ( ) ปริญญาตรี

( ) ปริญญาโท ( ) ปริญญาเอก

( ) อื่นๆ (โปรดระบุ).....

1.5 รายได้ต่อเดือน

( ) ต่ำกว่า 3,000 บาท ( ) 3,001-8,000 บาท

( ) 8,001-13,000 บาท ( ) 13,001-18,000 บาท

( ) 18,001-23,000 บาท ( ) มากกว่า 23,000 บาท

1.6 ภูมิลำเนา

( ) ปัตตานี ( ) ยะลา

( ) นราธิวาส ( ) สงขลา

**ส่วนที่ 2 ข้องมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภค**

2.1 ท่านรู้จักถั่วดาวอินคาหรือไม่

( ) รู้จัก ( ) ไม่รู้จัก

2.2 ท่านรับประทานน้ำนมจากถั่วบ่อยแค่ไหนต่อสัปดาห์

( ) น้อยกว่า 2 ครั้ง ( ) 2-4 ครั้ง

( ) 5-6 ครั้ง ( ) มากกว่า 6 ครั้ง

2.3 ท่านดื่มนมจากถั่วในรูปแบบใดมากที่สุด

( ) แบบนมจากถั่วยูเอชที ( ) แบบนมจากถั่วที่ทำเอง

( ) แบบพาสเจอร์ไรส์ ( ) แบบสเตอรี่ไรส์

2.4 ท่านเลือกซื้อน้ำนมถั่วเหลืองจากสถานที่ใดบ้าง

( ) ตลาดสด ( ) สถานศึกษา

( ) ร้านสะดวกซื้อใกล้บ้าน ( ) ซุปเปอร์มาเก็ต

( ) อื่นๆ (โปรดระบุ).....

2.5 เหตุผลที่สำคัญในการซื้อน้ำนมจากถั่วของท่าน

( ) มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ( ) หาซื้อได้ง่าย

( ) ราคาถูก ( ) รสชาติอร่อย

( ) อื่นๆ (โปรดระบุ).....

2.6 คุณลักษณะสำคัญที่ส่งต่อท่านสำหรับการรับประทานน้ำนมถั่วดาวอินคา

( ) รสชาติ ( ) กลิ่น

( ) สี ( ) ลักษณะปรากฏ

( ) อื่นๆ (โปรดระบุ).....

**คำชี้แจง** กรุณาทดสอบตัวอย่างต่อไปนี้โดยให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะ และกรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่างทุกครั้ง โดยกำหนดให้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก 5 = เฉย ๆ 8 = ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง 6 = ชอบเล็กน้อย 9 = ชอบมากที่สุด

| ลักษณะ | ระดับความพอใจ |
|---|---|
| ลักษณะปรากฏ | |
| สี | |
| กลิ่น | |
| รสชาติ | |
| ความชอบรวม | |

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

**1.ประวัติผู้วิจัย**

1. **ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)** นางสาว นุชเนตร ตาเย๊ะ
   **ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)** Ms. Nutchanet Tayeh
1. **เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน** 1-9598-00037-49-7
2. **ตำแหน่งปัจจุบัน** อาจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัย)
3. **หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)**

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
โทรศัพท์ (073) 227151, 299-628
โทรสาร (073) 299629
E-mail: nutchanet.t@yru.ac.th

4. **ประวัติการศึกษา**

พ.ศ. 2552 วิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
พ.ศ. 2555 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ)
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

5. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ** Food science and Techology (Halal Science)
6. **ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย**

6.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ไม่มี
6.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการ
6.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

**ผลงานตีพิมพ์**

Nutchanet Tayeh, Thamarat Summawattana and Patcharin *Pakdeechanuan.* (2012). Chemical Composition of Goat Milk and Effect of Spray Drying Conditions on Qualities of Goat Milk Powder. **KKU Sci. J. 40(3)**: 937-950.

สุธีรา ศรีสุข, กูรอซียะห์ ยามิรูเด็ง, นุชเนตร ตาเย๊ะ และพรสวรรค์ เพชรรัตน์. (2559). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ โยเกิร์ตนมแพะรสแยมกล้วยหินผสมส้มโชกุน. ใน**รายงานการประชุมงานประชุมวิชาการเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 14** “**เกษตรและสุขภาพ**” **(Agriculture and Health) ประจำปี 2559 วันที่ 1-2 พฤศจิกายน 2559** (หน้า 359-364)**.** พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.

**ผลงานวิจัย**

นุชเนตร ตาเย๊ะ (2555) ผลของสภาวะการทำแห้งแบบพ่นฝอยและวัตถุเจือปนในอาหารต่อคุณภาพของนมแพะผง. วิทยานิพนธ์ (วท.ม.วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ได้รับทุนจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

นุชเนตร ตาเย๊ะ, กูรอซียะห์ ยามิรูเด็ง และรอมลี เจ๊ะดอเลาะ. (2560). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เฉาก๊วยในน้ำนมแพะฮาลาลพร้อมบริโภค.** ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตรมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

กูรอซียะห์ ยามิรูเด็ง, จริยา สุขจันทรา และนุชเนตร ตาเย๊ะ. (2560). **การปรับปรุงคุณภาพของโรตีกรอบโดยใช้แป้งข้าวและรำข้าว.** ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

จริยา สุขจันทรา และนุชเนตร ตาเย๊ะ. (2560). **การพัฒนาข้าวเกรียบปลาเสริมฟักทอง.** ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.