



ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ. 2544

ISBN 974-665-295-8

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

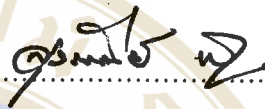
Copyright by Mahidol University

รับ
๙๘๙๘๙
๖๖๔๔
๑-๒

วิทยานิพนธ์

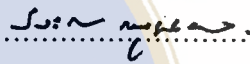
เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะ



นางสาวสุวรรณีชัย พัฒนาพงศ์ชัย

ผู้วิจัย



อาจารย์จรัสศักดิ์ พูนผล MS. in E.E.

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



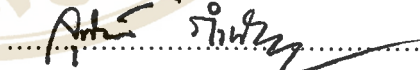
อาจารย์สมพงษ์ ชงไชย วท.ม.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



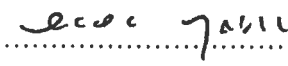
อาจารย์อาณัติ นิติธรรมชง Ph.D.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



อาจารย์จุฬารักษ์ กำเนิดเพชร วท.ม.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



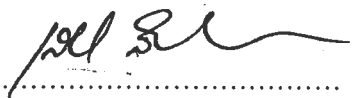
รองศาสตราจารย์รุ่งจรัส หูตะเจริญ วท.ม.

ประธานคณะกรรมการประจำหลักสูตร

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (สาขาเทคโนโลยี

ที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร)

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์



ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิมล่อมวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะ

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

วันที่ 12 มีนาคม พ.ศ. 2544



นางสาวสุวรรณีษ์ พัฒนาพงศ์ชัย

ผู้วิจัย



อาจารย์จระศักดิ์ พูนผล MS. in E.E.

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



อาจารย์สมพงษ์ ชงไชย วท.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



อาจารย์อาณัติ นิตีธรรมขง Ph.D.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



อาจารย์จุฬารักษ์ กำเนิดเพชร วท.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

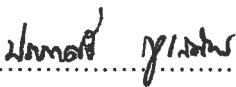


รองศาสตราจารย์อนุชาติ พวงสำลี Ph.D.

คณบดี

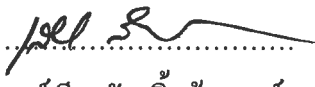
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประภาศรี ภูวเสถียร Ph.D.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ศาสตราจารย์เลียงชัย ล้อมล้อมวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย อาจารย์จรัสศักดิ์ พูนผล อาจารย์สมพงษ์ ธงไชย อาจารย์อานติ นิตธรรมยง อาจารย์จุฬารักษ์ กำเนิดเพชร และอาจารย์ประภาศรี ภูวเสถียร ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ คุณวิมลรัตน์ สุกรินทร์ และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร ที่ได้ให้คำแนะนำ ความรู้ ข้อคิดเห็น และอนุเคราะห์เมล็ดถั่วมะแฮะที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอขอบคุณ นายสมใจ เข้าวพานิช ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์ และผู้บริหารทุกฝ่าย นางอุทัยศรี ศรีพันธุ์ ตลอดจนเพื่อนร่วมงานครู อาจารย์และเจ้าหน้าที่ วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์ทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทำงานวิจัย รวมทั้งให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นไปได้ด้วยดี ด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ คณาจารย์และเจ้าหน้าที่สถาบันคั้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ปรึกษา และอนุเคราะห์สถานที่ที่ใช้ในการวิจัยตลอดมา

ขอขอบคุณ คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหาร สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวิจัยคุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดถั่วมะแฮะและผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มสูตรต่าง ๆ

ขอขอบคุณ โรงสีไฟสินอุดมสุรินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือในการทำงานวิจัย รวมทั้งให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นไปได้ด้วยดี ด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอขอบคุณ นายธงชัย พานู และครอบครัว รวมทั้งคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตสุรินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องข้อมูล และความช่วยเหลือในการวิจัย

ขอขอบคุณ คุณนวรรตน์ และครอบครัว คุณอาภรณ์และครอบครัว คุณทัศนภรณ์และครอบครัว คุณสุภรณ์ คุณสุทธาพันธ์ คุณมณฑนา และเพื่อน ๆ ชาว AT. ภาคพิเศษ รุ่นที่ 1 ที่ได้ให้กำลังใจและความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ตลอดมา

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้อง ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจอย่างคิมาตลอด

ประโยชน์อันใดที่พึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขออุทิศแก่สังคม และประเทศชาติในการที่จะได้มีส่วนสร้างสรรค์งานพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร

สุวรรณี พัฒนาพงศ์ชัย

3937729 ENAT/M : สาขาวิชา : เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร :

วท.ม. (เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร)

คำสำคัญ : ถั่วมะแฮะ / นมถั่วมะแฮะ / นมถั่ว

สุวรรณชัย พัฒนาพงษ์ชัย : ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะ (THE FEASIBILITY STUDY ON OF PIGEON PEA MILK) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : จิระศักดิ์ พูนผล , MS. in E.E. , สมพงษ์ ชงชัย , วท.ม. , อาณัติ นิธิธรรมยง , Ph.D. , จุฬารักษ์ กำเนิดเพชร , วท.ม. , 92 หน้า. ISBN 974-665-295-8

ถั่วมะแฮะเป็นพืชทนต่อความแห้งแล้ง สามารถเจริญได้ดีในดินที่อุดมสมบูรณ์ต่ำ มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง มีคุณค่าทางโภชนาการ ทำการทดลองศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะ 4 สูตร โดยใช้น้ำสกัด มีสัดส่วนถั่วต่อน้ำเท่ากับ 1:5 1:7.5 1:10 1:12.5 สำหรับสูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ นำไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส และต้นทุนการผลิตนมถั่วมะแฮะในระดับห้องปฏิบัติการ

ผลการวิจัย พบว่า ผลผลิตถั่วหมักนมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มที่ผลิตได้ มีปริมาณโปรตีนและพลังงานอยู่ในช่วงใกล้เคียงกับนมถั่วเหลืองแต่มีปริมาณไขมันต่ำกว่า จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม ทั้ง 4 สูตร ทั้งชนิดเย็นและร้อน ได้คะแนนการยอมรับต่ำกว่านมถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเมื่อนำมาทดสอบการยอมรับทางสถิติพบว่าผลผลิตถั่วหมักนมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มสูตรที่ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวมสูงสุด ผลผลิตถั่วหมักนมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มทั้งสูตร 4 สูตร มีต้นทุนการผลิต 10.25, 8.25, 7.25 และ 6.50 บาทต่อลิตร ตามลำดับ ดังนั้น ผลผลิตถั่วหมักนมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มสูตรที่ 3 จึงเป็นผลผลิตถั่วที่มีสัดส่วนระหว่างถั่วต่อน้ำ (ที่นำมาสกัด) ที่เหมาะสมสำหรับนำไปทำการวิจัยและพัฒนาให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคสูงขึ้น เพื่อนำไปสู่กระบวนการผลิตระดับครัวเรือน ทั้งนี้เพื่อเผยแพร่และส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกถั่วมะแฮะมากขึ้น ซึ่งนอกจากจะใช้เป็นพืชปรับปรุงดินแล้วยังอาจเป็นพืชเศรษฐกิจต่อไปในอนาคต

3937729 ENAT/M : MAJOR : APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCE

DEVELOPMENT ; M.Sc. (APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR
RESOURCE DEVELOPMENT)

KEY WORDS : PIGEON PEA / PIGEON PEA MILK / VEGETABLE MILK

SUWANNEE PHATTHANAPHONGCHAI : FEASIBILITY STUDY OF PIGEON PEA
MILK. THESIS ADVISOR : CHIRASAKDI POONPOL , MS. In E.E. , SOMPONG THONGCHAI ,
M.Sc. , ANADI NITTHAMYONG , Ph.D. , CHULAPORN KAMNERDPETCH , M.Sc. 92 pg.
ISBN 974-665-295-8

Pigeonpea is a type of plant which has a high resistance against dryness so it can be raised in parched conditions and can also be grown in places which have low fertility. In addition, the pigeon plant has a high potential yield. It is also valuable in terms of nutrition. This experiment involves the study of the possibility of producing 4 different recipes of pigeonpea milk by using the method of extraction with water. The ratios between the pea and water were 1:5, 1:7.5, 1:10, 1:12.5 for recipes 1, 2, 3 and 4 respectively. The products obtained were then tested and analyzed to determine the nutritional content of the pigeonpea milk. A test on the acceptability of the product to the sensory systems was also conducted. Finally, the investment cost of producing the milk at the laboratory level was also investigated.

From the results of the research, it has been found that the pigeonpea milk had protein and energy levels comparatively close to those of vegetable milk while the fat level of pigeonpea milk was somewhat lower than that of vegetable milk. From the test concerning the acceptability to the sensory systems, it was found that all 4 recipes of the pigeonpea milk, both cold and hot, were significantly less acceptable than those of the vegetable milk ($P < 0.05$). When the products were statistically tested for the acceptability, it was found that the recipes 2 and 3 of the pigeonpea milk were not significantly different ($P < 0.05$) but they had the highest overall acceptability to the sensory systems including colour odor and taste. The production costs of the 4 recipes of the pigeonpea milk were 10.25, 8.25, 7.25 and 6.50 baht per liter respectively.

Recipe number 3 of the pigeonpea milk had the most suitable proportion between the pea and water. Therefore further research should focus on improvement of this recipe to make it more acceptable to consumers. Production processes of pigeon pea milk at the family business level should be encouraged and farmers should be urged to raise more pigeonpea due to its many advantages. The pigeonpea plant can be used within a soil improvement plant and may become an economically valuable plant in the near future.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
สารบัญแผนภูมิ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 แนวคิดในการศึกษาวิจัย	2
1.3 วัตถุประสงค์	4
1.4 สมมุติฐาน	4
1.5 ขอบเขตการวิจัย	4
1.6 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย	5
1.7 นิยามคำศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	5
1.8 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	7
2.1 ถั่วมะแฮะ	7
2.2 กรรมวิธีการผลิตน้ำมันถั่วเหลือง	14
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	21
3.1 ขั้นตอนการเตรียมการวิจัย	22
3.2 ขั้นตอนการออกแบบการวิจัย	23
3.3 การประเมินผล วิเคราะห์ผล และอภิปรายผลการศึกษา	28
3.4 สถานที่ดำเนินการวิจัย	30

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย	31
4.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดถั่วมะแฮะ	31
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของนมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มทั้ง 4 สูตร	33
4.3 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อถั่วมะแฮะแห้ง	34
4.4 ผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส	34
4.5 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม	41
บทที่ 5 อภิปรายผล	45
5.1 ข้อมูลพื้นฐานเมล็ดถั่วมะแฮะ	45
5.2 ผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม	46
5.3 วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของกระบวนการผลิตและต้นทุนการผลิต	48
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	50
6.1 สรุปผลการวิจัย	50
6.2 ข้อเสนอแนะ	51
รายการอ้างอิง	52
ภาคผนวก ก ผลวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดถั่วมะแฮะและนมถั่วมะแฮะ	55
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	63
ภาคผนวก ค แบบฟอร์มทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส	73
ภาคผนวก ง ภาพประกอบ	76
ประวัติผู้วิจัย	80

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1-1 ปริมาณไนโตรเจนที่พืชตระกูลถั่วชนิดต่าง ๆ ตรึงได้โดยประมาณ ในสภาพไร่	1
ตารางที่ 2-1 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่วมะแฮะ 5 พันธุ์ และ ถั่วเขียว	10
ตารางที่ 2-2 ปริมาณกรดอะมิโนในถั่วบางชนิด (มิลลิกรัมต่อกรัมไนโตรเจน)	11
ตารางที่ 2-3 ปริมาณแร่ธาตุและวิตามินในถั่วมะแฮะ	12
ตารางที่ 2-4 เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลืองปรุงรส น้ำนมโค และน้ำนมมารดา	17
ตารางที่ 2-5 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ไวตามินบี 1 และไวตามินบี 2 ในน้ำนมถั่วเหลือง ผลิตประจำวัน (น้ำเต้าหู้)	19
ตารางที่ 2-6 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ไวตามินบี 1 และไวตามินบี 2 ในน้ำนมถั่วเหลือง ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท	19
ตารางที่ 2-7 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่วดำ ถั่วแดง ถั่วแดงหลวง ถั่วพุ่ม ถั่วเขียว ถั่วเหลือง	20
ตารางที่ 3-1 ส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองและนมถั่วมะแฮะสูตรต่างๆ	25
ตารางที่ 4-1 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วมะแฮะแยกเปลือก	32
ตารางที่ 4-2 คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม	33
ตารางที่ 4-3 ค่าทางโภชนาการของเนื้อถั่วมะแฮะที่เหลือจากการทำนม	34
ตารางที่ 4-4 การยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม ชนิดเย็น โดยมีนมถั่วเหลืองเป็นสูตรควบคุม (สูตร C)	35
ตารางที่ 4-5 การยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม ชนิดร้อน โดยมีนมถั่วเหลืองเป็นสูตรควบคุม (สูตร C)	36
ตารางที่ 4-6 ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มสูตรต่าง ๆ	44
ตารางที่ 5-1 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วมะแฮะพันธุ์พื้นเมือง ถั่วเขียว ถั่วเหลือง (ต่อ 100 กรัม)	46

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม ชนิดเย็น ด้านสี	65
ตารางผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม ชนิดเย็น ด้านกลิ่น	66
ตารางผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม ชนิดเย็น ด้านรสชาติ	67
ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม ชนิดเย็น ด้านการยอมรับโดยรวม	68
ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม ชนิดร้อน ด้านสี	69
ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม ชนิดร้อน ด้านกลิ่น	70
ตารางผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม ชนิดร้อน ด้านรสชาติ	71
ตารางผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม ชนิดร้อน ด้านการยอมรับโดยรวม	72

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 4-1 เมล็ดถั่วมะแฮะพันธุ์พื้นเมือง	31
ภาพที่ ผ-1 เครื่องขัดสีเปลือกเมล็ด	77
ภาพที่ ผ-2 เครื่องวัดค่าความชื้น Kett Model No. J999	77
ภาพที่ ผ-3 ลักษณะนมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม สูตรต่าง ๆ	78
ภาพที่ ผ-4 นมถั่วมะแฮะดิบและเนื้อถั่วมะแฮะที่เหลือจากการทำนม	79



สารบัญแผนภูมิ

	หน้า
แผนภูมิที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	3
แผนภูมิที่ 2-1 ขั้นตอนการทำน้ำมันถั่วเหลืองในครัวเรือน	16
แผนภูมิที่ 3-1 กรอบแนวทางการดำเนินการวิจัย	21
แผนภูมิที่ 3-2 เกณฑ์การเตรียมวัตถุดิบเมล็ดเมล็ดถั่วมะแฮะ	23
แผนภูมิที่ 3-3 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม	27
แผนภูมิที่ 3-4 วิธีการวิเคราะห์หาค่าประมวผล	29
แผนภูมิที่ 4-1 ค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม ชนิดเย็นและร้อน สูตรต่าง ๆ	38
แผนภูมิที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วมะแฮะ พร้อมดื่มชนิดเย็นและร้อน สูตรต่าง ๆ	38
แผนภูมิที่ 4-3 ค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วมะแฮะ พร้อมดื่ม ชนิดเย็นและร้อน สูตรต่าง ๆ	40
แผนภูมิที่ 4-4 ค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วมะแฮะ พร้อมดื่ม ชนิดเย็นและร้อน สูตรต่าง ๆ	40

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมีพื้นที่ทั้งหมด 320,696,887 ไร่ จากการสำรวจ จำแนก และวิเคราะห์ดินของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่าดินส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 70 ของเนื้อที่ทั้งหมดของประเทศ หรือประมาณ 225 ล้านไร่ มีความสมบูรณ์ต่ำ โดยเฉพาะทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณอินทรีย์วัตถุซึ่งเป็นอาหารหลักของพืชอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก ดินมีสมบัติหรือลักษณะที่ไม่เหมาะสมกับการปลูกพืชในระดับการใช้เทคโนโลยีที่เป็นอยู่ แนวทางการจัดการเพื่อพัฒนาศักยภาพดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ของเกษตรกรทำได้หลายวิธี การปลูกพืชตระกูลถั่วเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยปรับปรุงสภาพดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากบริเวณรากถั่วมีแบคทีเรีย ไรโซเบียม ซึ่งจะสร้างปมที่รากถั่ว โดยที่แบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถตรึงธาตุไนโตรเจนในอากาศเพื่อเป็นปุ๋ยในดินถั่วใช้ในการเจริญเติบโต มีผลทำให้ดินมีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น ความสามารถในการตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วชนิดต่าง ๆ ตรึงได้โดยประมาณในสภาพไร่ ดังตารางที่ 1-1 พร้อม ๆ กันนี้การปลูกพืชตระกูลถั่วช่วยสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรภายหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดถั่ว และเป็นแหล่งอาหารโปรตีนจากพืชที่สำคัญ นอกเหนือจากโปรตีนที่ได้จากเนื้อสัตว์

ตารางที่ 1-1 ปริมาณไนโตรเจนที่พืชตระกูลถั่วชนิดต่าง ๆ ตรึงได้โดยประมาณในสภาพไร่

ชื่อสามัญ	ไนโตรเจนที่ตรึงได้ (กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี)
1.ถั่วเหลือง	10 - 28
2.ถั่วลิสง	12 - 21
3.ถั่วเขียว	10 - 57
4.ถั่วพุ่ม	12 - 59
5.ถั่วมะแฮะ	28 - 46

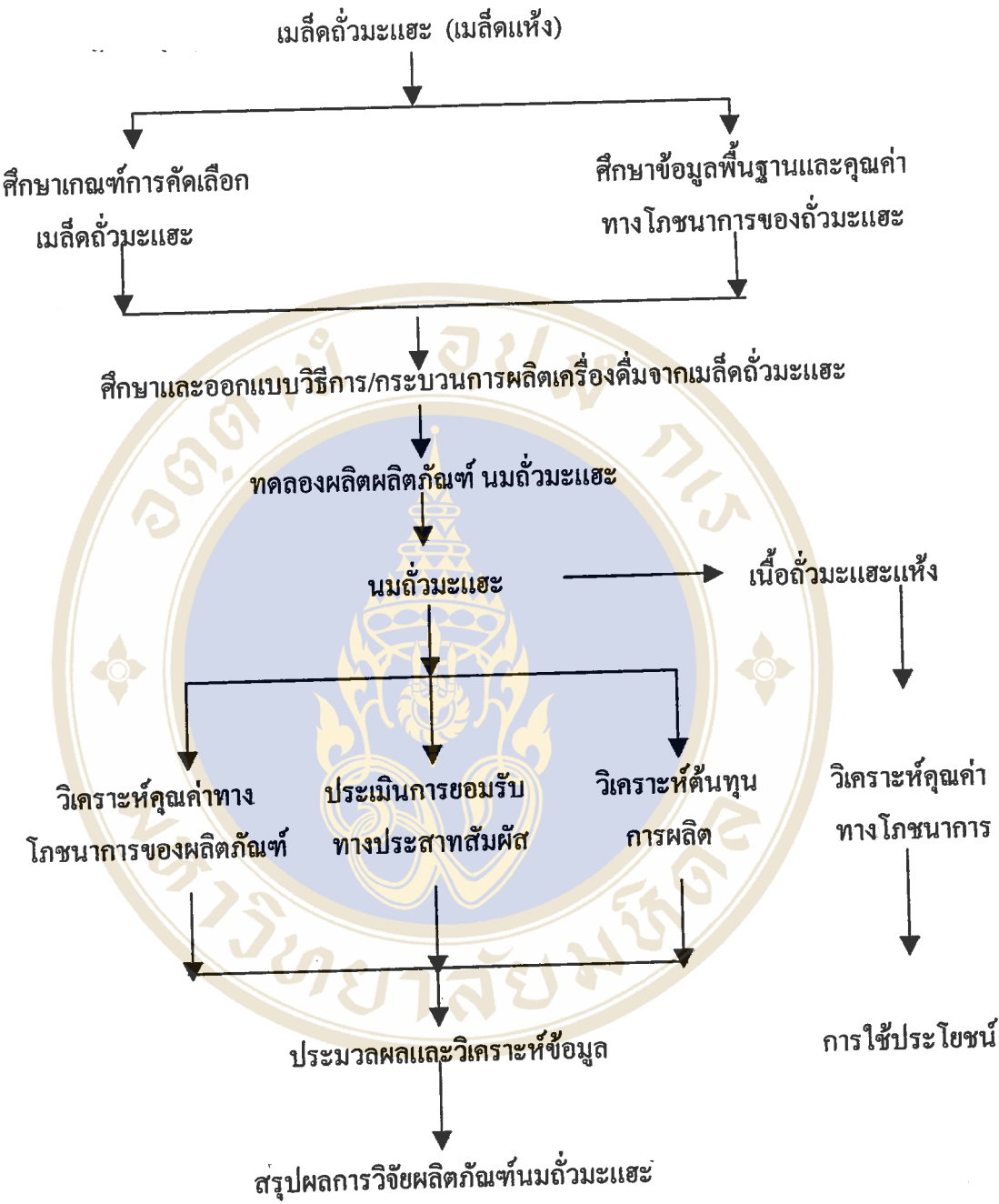
ที่มา: (1)

ถั่วมะแฮะ (Pigeon pea) เป็นพืชตระกูลถั่ว ที่สามารถทนทานต่อความแห้งแล้ง ปลูกได้ง่ายแม้ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีความต้านทานต่อการระบาดของโรคและแมลงสูง จึงเหมาะที่จะปลูกเป็นพืชช่วยปรับปรุงดิน เนื่องจากมีระบบรากลึกทำให้การหมุนเวียนธาตุอาหารในระดับที่ลึกขึ้นมาสู่ผิวดินได้ (2) และสามารถตรึงธาตุไนโตรเจนจากอากาศ นอกจากนี้ ส่วนต่าง ๆ ของต้นมะแฮะสามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นแหล่งอาหารแก่มนุษย์ และสัตว์ที่สำคัญคือเมล็ดถั่วมะแฮะ มีผลงานวิจัยพบว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูง คือมีโปรตีนถึงประมาณร้อยละ 19-28 รวมทั้งคุณค่าทางอาหารด้านอื่นๆ (3) จากคุณสมบัติของถั่วมะแฮะ แสดงให้เห็นว่าถั่วมะแฮะเป็นพืชที่มีศักยภาพสูงในด้านเพื่อเป็นพืชปรับปรุงดิน และเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่สำคัญ ปัจจุบันพบว่ามีการศึกษาวิจัยการปลูกต้นถั่วมะแฮะ การขยายพันธุ์ การคัดเลือก และการปรับปรุงพันธุ์ (4) การศึกษาวิจัยเพื่อใช้ประโยชน์จากใบ เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนและสีธรรมชาติในการเลี้ยงไก่ และโค (5) การศึกษาวิจัยการนำส่วนของเมล็ดมาแปรรูปเป็นอาหารเช่น อาหารโปรตีนเกษตร ลูกก๊วยเส้น บะหมี่ (6)

จากการศึกษางานวิจัยการใช้ประโยชน์จากเมล็ดถั่วมะแฮะ จึงเห็นว่าต้นมะแฮะเป็นพืชที่มีคุณค่าควรแก่การศึกษาการใช้ประโยชน์อย่างจริงจัง ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะศึกษาการแปรรูปเมล็ดถั่วมะแฮะเป็นผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ ด้วยวิธีการผลิตอย่างง่ายเช่นเดียวกับการผลิตนมถั่วเหลือง เนื่องจากปัจจุบันผลิตภัณฑ์นมจากพืช เป็นที่นิยมบริโภคอย่างกว้างขวาง และเพื่อเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของผู้บริโภค นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมให้การปลูกต้นถั่วมะแฮะเพื่อเป็นพืชเศรษฐกิจมีความเป็นไปได้มากขึ้น

1.2 แนวคิดในการศึกษาวิจัย

การศึกษาวิจัยเพื่อนำเมล็ดถั่วมะแฮะมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ เนื่องจากไม่พบว่ามีเคยมีการศึกษามาก่อน ผู้วิจัยจึงกำหนดศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะ โดยอ้างอิงวิธีการผลิตเช่นเดียวกับการผลิตนมถั่วเหลืองอย่างง่าย ดังแผนภูมิที่ 1-1



แผนภูมิที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.3 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะ
2. ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อนมถั่วมะแฮะ
3. ศึกษาและวิเคราะห์ ต้นทุนการผลิตนมถั่วมะแฮะในระดับห้องปฏิบัติการ

1.4 สมมติฐาน

ต้นมะแฮะเป็นพืชตระกูลถั่ว ส่วนของเมล็ดถั่วมะแฮะจึงสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเครื่องดื่มที่มีคุณค่าทางอาหารได้

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1.5.1 วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการวิจัย วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะ กำหนดใช้เมล็ดแก่ของถั่วมะแฮะพันธุ์พื้นเมือง จากศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

1.5.2 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดถั่วมะแฮะ ที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ กำหนดศึกษาดังนี้

- 1) น้ำหนักเมล็ดถั่วมะแฮะ ต่อ 100 เมล็ด
- 2) ความชื้นของเมล็ดถั่วมะแฮะ
- 3) สีเมล็ดถั่วมะแฮะ

1.5.3 การศึกษาการผลิตนมถั่วมะแฮะในระดับห้องปฏิบัติการ กำหนดวิธีการผลิตอย่างง่ายในครัวเรือน (7) และมีการปรุงแต่งด้วยน้ำตาลทราย และเกลือ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ 1 อย่าง คือนมถั่วมะแฮะ ชนิดเย็น และชนิดร้อน และศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตนมถั่วมะแฮะในห้องปฏิบัติการ

1.5.4 การศึกษาและวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดถั่วมะแฮะ นมถั่วมะแฮะและเนื้อถั่วมะแฮะแห้ง ที่ผลิตในห้องปฏิบัติการ โดยส่งวิเคราะห์ ณ สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล พุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม เพื่อศึกษาดังนี้

- 1) พลังงาน (Energy ; kcal)
- 2) โปรตีน (Protein $\times 6.25$; g)

- 3) ไขมัน (Fat ; g)
- 4) คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate include dietary fiber ; g)
- 5) ไฟเบอร์อาหาร (Dietary fiber ; g)
- 6) เถ้า (Ash ; g)
- 7) แคลเซียม (Calcium ; mg)
- 8) เหล็ก (Iron ; mg)

1.5.5 การศึกษาและวิเคราะห์การยอมรับของกลุ่มประชากรผู้ทดสอบทั่วไป ทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะชนิดเย็น และชนิดร้อน แล้วตอบแบบสอบถาม โดยกลุ่มผู้ทดสอบสุ่มจากครู อาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษา วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์ จำนวน 120 คน

1.6 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 ตัวแปรอิสระ

- 1) ปริมาณถั่วมะแฮะ
- 2) อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ

1.6.2 ตัวแปรตาม

- 1) คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ
- 2) การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ

1.7 นิยามคำศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

การผลิตในครัวเรือน หมายถึง กิจกรรมที่ใช้ต้นทุนและแรงงานในการผลิต จากบุคคลภายในครอบครัว และมีการผลิตเพื่อจำหน่ายวันต่อวัน

นมถั่วมะแฮะ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวได้จากการสกัด โดยใช้น้ำจากเมล็ดถั่วมะแฮะที่มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Cajanus cajan* (L) แล้วสามารถผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเพื่อให้ปลอดภัยต่อการบริโภค

ผลิตภัณฑ์ชนิดร้อน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ นมถั่วมะแฮะที่อุณหภูมิ 60-66 องศาเซลเซียส

ผลิตภัณฑ์ชนิดเย็น หมายถึง ผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

ผู้ชิม หมายถึง ผู้ที่ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส คือครู อาจารย์ เจ้าหน้าที่ นักศึกษา วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์

คุณภาพของผลิตภัณฑ์ หมายถึง คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวม

การประเมินทางประสาทสัมผัส หมายถึง การประเมินคุณค่าของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ โดยใช้ความรู้สึกทางด้านจิตใจของผู้ประเมินเป็นเครื่องวัด ได้แก่ ด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวม

การยอมรับของผลิตภัณฑ์ หมายถึง การตกลงใจ การเห็นด้วย การยอมรับในผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ ในด้านการยอมรับโดยรวม

ต้นทุนการผลิต หมายถึง การลงทุนที่จ่ายเป็นจำนวนเงิน สามารถประเมินตัวเลขได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ วัตถุดิบ น้ำ ไฟฟ้า เชื้อเพลิง ค่าแรง

1.8 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะ เมื่อดำเนินการศึกษาเสร็จสิ้น ผลการศึกษาทดลองและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยครั้งนี้ อาจกล่าวได้ดังนี้

1. ได้รู้ว่ามีความเป็นไปได้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะ จากเมล็ดถั่วมะแฮะ
2. สามารถกำหนดได้ว่าผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ มีคุณค่าทางโภชนาการในระดับที่มีประโยชน์ต่อผู้บริโภค
3. ได้รู้ผลการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของตัวอย่างกลุ่มผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ เพื่อใช้เป็นข้อมูลส่งเสริมการผลิตผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ
4. ได้รู้ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะในระดับห้องปฏิบัติการ ที่สามารถใช้เป็นข้อมูลต้นทุนการผลิตได้จริงในครัวเรือน
5. เป็นแนวทางการศึกษาการใช้ประโยชน์จากเมล็ดถั่วมะแฮะ เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกต้นถั่วมะแฮะเป็นพืชปรับปรุงดิน

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะ เป็นการศึกษาการนำเมล็ดถั่วมะแฮะมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ถั่วมะแฮะ
2. กรรมวิธีการผลิตนมนมถั่วเหลือง
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ถั่วมะแฮะ

2.1.1 ประวัติและถิ่นกำเนิด

ถั่วมะแฮะเป็นพืชเมืองร้อนหรือกึ่งร้อน ที่ปลูกทั่วไปในทวีปแอฟริกาเขตร้อน หมู่เกาะอินเดียตะวันตก บางส่วนของอเมริกากลางและใต้ ตอนเหนือของประเทศออสเตรเลีย หมู่เกาะฮาวาย และแพร่หลายมากที่สุดในประเทศอินเดีย(8) ปัจจุบันยังเป็นที่สงสัยว่าถั่วมะแฮะมีถิ่นกำเนิดในอินเดีย หรือแอฟริกา อย่างไรก็ตาม Purselove เชื่อว่าถั่วมะแฮะน่าจะเป็นพืชพื้นเมืองของแอฟริกา เพราะมีพันธุ์ป่า และที่ขึ้นเองตามธรรมชาติอยู่ทั่วไป รวมทั้งมีผู้พบเมล็ดในหลุมฝังศพของชาวอียิปต์ และมีการปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ตั้งแต่สมัย 2000 ปีก่อนคริสตกาล(9) ซึ่งความเห็นนี้สอดคล้องกับบันทึกของนักพฤกษศาสตร์ในสมัยก่อน ๆ หลายคน คือ การพบถั่วมะแฮะขึ้นเป็นพืชป่าอยู่ทางแถบตอนเหนือของแม่น้ำไนล์ เป็นพืชปลูกและพืชป่าตามบริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศแองโกลา แอฟริกาตะวันตก จีน เวียดนาม ลาว และเขมร ระดับความสูงที่ถั่วมะแฮะสามารถเจริญเติบโต และให้ผลผลิตได้คือ สูงสุด 2,000 เมตร จากระดับน้ำทะเล ตามรายงานการพบถั่วมะแฮะที่ขึ้นอยู่บนภูเขามาเกลัง ในเกาะชวาตอนกลาง การแพร่กระจายโดยมนุษย์เท่าที่มีหลักฐานคือ การนำไปยังหมู่เกาะอินเดียตะวันตกในสมัยค้าทาส แล้วแพร่ไปจนถึงประเทศบราซิล บริติชกัวนา และอเมริกาแถบอบอุ่น ในเวลาต่อมา สำหรับอินเดียซึ่งเป็นศูนย์กลางการแพร่กระจาย และมีพันธุ์มากที่สุดในช่วงนี้นั้น สันนิษฐานว่าได้รับถั่วมะแฮะมาตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์ ส่วนการปลูกในออสเตรเลียเริ่มเมื่อ 80 กว่าปีที่ผ่านมา และสามารถขึ้นได้ดีในแถบอบอุ่น ส่วนใหญ่

ใช้เป็นอาหารสัตว์ แต่มีการปลูกเพื่อรับประทานเป็นผักอยู่บ้างทางแถบตะวันออกเฉียงเหนือของรัฐนิวเซาท์เวลส์

การปลูกถั่วมะแฮในประเทศไทยไม่ปรากฏหลักฐานว่ามีมาตั้งแต่เมื่อใด แต่พบว่าถั่วมะแฮปลูกอยู่ทั่วไปตามหัวไร่ปลายนาทุกภูมิภาคของประเทศ ส่วนใหญ่บริโภคสดเป็นผัก และระหว่างปี พ.ศ. 526 – 2531 กรมวิชาการเกษตรได้ร่วมมือกับ The Australian Centre for International Agriculture Research (ACIAR) ประเทศออสเตรเลีย ได้มีการนำถั่วมะแฮพันธุ์สำหรับใช้เมล็ดเข้ามาศึกษา เพื่อคัดเลือกหาพันธุ์ที่เหมาะสมกับท้องถิ่น และให้ผลผลิตสูง วิจัยการเพิ่มผลผลิตและการใช้ปุ๋ย และการอารักขาพืชที่เหมาะสม และจากปี พ.ศ. 2534-2536 ได้ร่วมมือกับสถาบันวิจัยพืชนาชาติในเขตร้อนกึ่งแห้งแล้ง (ICRISAT) ศึกษาความเป็นไปได้ในการปลูกถั่วมะแฮในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของประเทศไทย ทั้งด้านพันธุ์ เขตกรรม และการปลูกในสภาพไร่ เพื่อหาแนวทางพัฒนาเป็นพืชเศรษฐกิจต่อไป

2.1.2 ชนิดและลักษณะทั่วไป

ถั่วมะแฮเป็นพืชตระกูลถั่ว จัดอยู่ใน tribe Phaseoleae, sub-order Papilionaceae และ order Leguminosae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cajanus cajan* (L.) Millsp. (C. Indicus Spreng) ส่วนชื่อสามัญเรียกต่าง ๆ กันเช่น Redgram, Pigeon Pea, Arhar, Tur, Congo Pea, No-Eye Pea

จากการสำรวจของสถาบันการเกษตรแห่งรัฐปูนาประเทศอินเดียพบว่า ถั่วมะแฮมีมากถึง 107 ชนิด ซึ่งมีความแตกต่างกันในลักษณะทรงต้น ความสูง อายุเก็บเกี่ยว สีเมล็ด ขนาดเมล็ด และฝักถั่วมะแฮพันธุ์ป่าอยู่ใน Genus *Atylosia* ส่วนพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ที่ปลูกทั่วไปอยู่ใน Genus *Cajanus* ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ พืชยืนต้น ซึ่งมีอายุมากกว่า 1 ปี และพืชล้มลุก ซึ่งสามารถนำมาปลูกเป็นพืชไร่ได้ (10), Pathak (8) และ Purselove (9) แบ่งถั่วมะแฮออกเป็น 2 ประเภทเช่นกัน คือ Arhar (*C. cajan* var. *bicolor* D.C.) ได้แก่ พวกริ้นต้น ทรงพุ่มใหญ่ อายุยาว ดอกสีเหลือง ฝักสีเขียว มี 4-5 เมล็ดต่อฝัก และ Tur (*C. cajan* var. *flavus* D.C.) เป็นพวงต้นเล็ก อายุเก็บเกี่ยวสั้น ดอกสีเหลือง ฝักสีอ่อน มี 2-3 เมล็ดต่อฝัก

ถั่วมะแฮเป็นทั้งไม้พุ่มล้มลุก และยืนต้น มีมากมายหลายพันธุ์ ลักษณะจึงแตกต่างกันทั้ง ความสูง อายุเก็บเกี่ยว ตลอดจนสี ขนาด รูปร่างของฝัก และเมล็ดลักษณะต่าง ๆ ของต้นถั่วมะแฮนั้น Pathak (8) ได้บรรยายไว้อย่างละเอียดและสรุปได้ดังนี้

1) ลำต้น มีความสูงระหว่าง 0.6-3.6 เมตร ตั้งตรง ช่วงกว้างของทรงพุ่มขึ้นอยู่กับองศาของมุมระหว่างกิ่งแขนง (Secondary Branches) กับลำต้น (Main Stem) คือถ้าทำมุมกัน 60-70 องศา ทรงพุ่มจะมีลักษณะเป็นพุ่มแผ่ (Spreading Form) แต่ถ้าทำมุมแคบ 30-40 องศา ทรงพุ่มจะชะลูด (Erect Form) ส่วนของต้นจะรับน้ำหนักมากเนื่องจากฝักตกเพียงใด กิ่งของถั่วมะแฮะจะไม่เอนราบ ความสูงและรูปทรงของพุ่มจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต

2) ใบ เป็นใบประกอบ (Compound Leaves) แบบ Trifoliate มีใบย่อย 3 ใบ ลักษณะใบย่อยยาวรี เป็นรูปคล้ายใบหอก (Lanceolate) ปลายใบแหลม (Acute) ขอบใบเรียบ (Entire) มีขนละเอียดหนาแน่นใต้ใบ และมีจุดต่อมน้ำมันทั่วไปแต่มองเห็นไม่ชัด ความยาว ขนาด สี และรูปร่างใบของแต่ละพันธุ์แตกต่างกัน

3) ดอก เป็นช่อแบบ Corymbose Racemes เกิดตรงซอกระหว่างก้านใบกับกิ่ง หรือลำต้น ขนาดช่อดอกแตกต่างกันไปตามพันธุ์ ก้านช่อดอกมีความยาวตั้งแต่ 3-10 เซนติเมตร ดอกส่วนใหญ่มีสีเหลือง หรือเหลืองส้ม ด้านหลังมีเส้นสีเหลือง แดง ม่วงแก่ หรือมีสีม่วงกระจายอยู่ ความยาวของดอกประมาณ 2.8 - 2.9 เซนติเมตร

4) ฝัก มีลักษณะแตกต่างกันตามพันธุ์ทั้งความยาว ความกว้าง และสี มีความยาวตั้งแต่ 5.5-10 เซนติเมตร กว้าง 0.6-0.9 เซนติเมตร และก้านฝักยาว 1-1.5 เซนติเมตร ถั่วมะแฮะบางพันธุ์มีฝักกว้าง โค้งงอ ปลายชี้ลง แต่ส่วนใหญ่มีฝักตั้งตรง สีของฝักมีทั้งสีเขียว เขียวลาย น้ำตาล หรือม่วง และดำ หรือดำอมม่วง

5) เมล็ด แตกต่างกันไปตามพันธุ์ทั้ง ขนาด รูปร่าง และสีของเยื่อหุ้มเมล็ด ขนาดของเมล็ดแบ่งได้ 3 ขนาด คือ ใหญ่ กลางและเล็ก ส่วนรูปร่างอาจจำแนกได้คือ กลม รูปไข่ รูปไต หรือค่อนข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เยื่อหุ้มเมล็ดมีสีขาว ขาวหม่น น้ำตาลอ่อน น้ำตาลแก่ น้ำตาลจุดดำ และดำอมชมพู ขนาด รูปร่าง และสีเมล็ด เป็นลักษณะเฉพาะประจำพันธุ์ เมล็ดถั่วมะแฮะไม่มีการพักตัว (Dormancy) หลังเก็บเกี่ยวแล้วสามารถนำไปปลูกได้ทันที เมล็ดมีการงอกแบบ Hypogeal สามารถงอกได้ดีในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิระหว่าง 19-43 องศาเซลเซียส การเจริญเติบโตค่อนข้างช้าในระยะแรก และเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วหลังออก 4 สัปดาห์

6) ราก ระบบรากของถั่วมะแฮะ มีความสัมพันธ์กับลักษณะของทรงต้น เช่น พันธุ์ที่มีทรงต้นสูงชะลูด จะมีรากยาวและหยั่งลึก แตกต่างจากพันธุ์ที่มีทรงพุ่มแตกแขนงมาก จะมีระบบรากตื้น และแผ่ขยายออกไปรอบต้นมากกว่า ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมรากของถั่วมะแฮะทุกพันธุ์จะ

มีปมไรโซเบียม (Nodules) อยู่เป็นกระจุกจำนวนมากน้อยแตกต่างกันตามชนิดของพันธุ์ และดินที่ปลูก เพื่อทำหน้าที่ตรึงไนโตรเจนจากอากาศ

2.1.3 องค์ประกอบทางเคมีของถั่วมะแฮะ

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยกองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ FAO (11) พบว่า ถั่วมะแฮะมีปริมาณโปรตีน ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์

สมชาย และวิเชียร (12) ได้รายงานผลการวิเคราะห์เมล็ดถั่วมะแฮะทั้ง 5 พันธุ์ เปรียบเทียบกับถั่วเขียว ดังแสดงในตารางที่ 2-1 พบว่าถั่วมะแฮะทั้ง 5 พันธุ์ มีคุณค่าทางอาหารคล้ายคลึงกัน มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากที่สุด คือประมาณร้อยละ 58-66 ของน้ำหนักแห้ง และมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตใกล้เคียงกับถั่วเขียวคือเท่ากับร้อยละ 64.12 และมีปริมาณไขมันใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 2-1 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่วมะแฮะ 5 พันธุ์ และถั่วเขียว

ตัวอย่าง	องค์ประกอบทางเคมี (% น้ำหนักแห้ง)				
	โปรตีน	เถ้า	ใยอาหาร	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต (By Difference)
ถั่วมะแฮะ พันธุ์ 20-1	22.03	3.02	11.22	1.32	62.41
พันธุ์ 20-3	20.64	4.26	4.54	1.59	60.97
พันธุ์ 20-4	21.05	3.47	9.30	1.43	64.76
พันธุ์ 20-16	24.87	3.51	12.29	1.27	58.08
พันธุ์ E-327	20.44	3.87	8.20	1.36	66.10
ถั่วเขียว	25.98	3.80	4.79	1.30	64.12

ที่มา : (12)

ถั่วมะแฮะมีโปรตีนอยู่ในช่วงร้อยละ 15.5-28.8 ส่วนคาลของถั่วมะแฮะมีโปรตีนอยู่ในช่วงร้อยละ 18.8-34.5 (13) ชนิดของโปรตีนประกอบด้วย Globulin (โปรตีนที่ละลายในน้ำเกลือ) เป็นโปรตีนหลัก และมี Albumin (โปรตีนที่ละลายน้ำ) Grolamin (โปรตีนที่ละลายในแอลกอฮอล์) และ Glutenin (โปรตีนที่ละลายในกรดต่าง) และไนโตรเจนที่เหลือจะเป็นไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (Non Protein Nitrogen)

กรดอะมิโนในโปรตีนถั่วมะแฮะ เหมือนพืชตระกูลถั่วอื่นๆ คือ เมไทโอนีน, ซีสทีน และทริปโตเฟน จะมีไม่เพียงพอ จัดเป็นกรดอะมิโนจำกัด (Limiting Amino Acid) แต่ปริมาณไลซีน จะมีมากเกินพอ ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2 - 2 ปริมาณกรดอะมิโนในถั่วบางชนิด (มิลลิกรัมต่อกรัมในโตรเจน)

กรดอะมิโน	ถั่วมะแฮะ (Pigeonpea)	ถั่วเขียว (Chickpea)	ถั่วเหลือง (Soybean)	ถั่วแขก (Lentil)	ถั่วเขียว (Mungbean)	ถั่วดำ (Blackgram)	ถั่วลันเตา (Pea)
ไอโซลูซีน	380	360	340	330	350	270	350
ลูซีน	490	460	480	440	560	490	520
ไลซีน	450	430	400	380	430	460	460
เฟนิลอะลานีน	540	300	310	280	300	410	320
ไทโรซีน	210	210	200	170	100	210	250
กรดอะมิโนที่มี กำมะถันทั้งหมด	160	170	200	100	110	140	160
เมไทโอนีน	70	80	80	50	70	90	80
ซิสทีน	90	90	110	50	40	60	80
ธีรโอนีน	240	220	250	220	200	230	240
ทริปโตเฟน	30	50	90	50	50	-	70
วาเลีน	330	310	330	340	370	370	350
คะแนนโปรตีน	38	57	72	36	40	-	58

ที่มา: (14)

ถั่วมะแฮะมีปริมาณไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 0.6-3.8 ปริมาณกรดไขมันในถั่วมะแฮะจะประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวร้อยละ 71.80 มากกว่ากรดไขมันอิ่มตัวร้อยละ 28.2 กรดไขมันหลักของถั่วมะแฮะ คือ กรดลิโนเลอิก ซึ่งสูงถึงร้อยละ 56.3

ถั่วมะแฮะมีปริมาณใยอาหารอยู่ในช่วงร้อยละ 4.5-18.1 มีส่วนประกอบของเฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส นอกจากนั้นยังมีลิกนิน และสารเพคตินซึ่งเป็นสารที่มีผลต่อคุณสมบัติในการหุงต้ม

ถั่วมะแฮะมีแร่ธาตุเป็นองค์ประกอบเช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมงกานีส เหล็ก ซัลเฟอร์ และโปแตสเซียม ดังตารางที่ 2-3 ปริมาณโปแตสเซียมที่สูงถึง 1,104 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

ถั่วมะแฮะเป็นแหล่งวิตามินที่ละลายน้ำ และวิตามินที่จำเป็น เช่น ไบโอฟลาวัน โรอะมิน ไนอะซิน และโคลีน จากตารางที่ 2-3 แสดงปริมาณวิตามินในถั่วมะแฮะ

ตารางที่ 2 - 3 ปริมาณแร่ธาตุ และวิตามินในถั่วมะแฮะ

แร่ธาตุ/วิตามิน	ช่วง	ค่าเฉลี่ย
แร่ธาตุ (มิลลิกรัม/100 กรัม)		
แคลเซียม	57.0-276	166.50
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	131.8-600	365.90
ฟอสฟอรัสฟิติน	153.0-236	194.50
แมกนีเซียม	16.0-300	158.00
เหล็ก	3.5-16.6	10.10
โซเดียม	-	28.50
โปแตสเซียม	-	1,140.00
ทองแดง	-	1.25
ซัลเฟอร์	-	177.00
คลอรีน	-	5.00
วิตามิน (มิลลิกรัม/100 กรัม)		
ไรอะมิน	0.45-0.80	0.63
ไรโบฟลาวิน	0.13-0.19	0.16
ไนอะซิน	2.90-3.22	3.10
กรดโฟลิก	-	0.10
โคลีน	-	18.30
แคโรทีน (ไมโครกรัม/100 กรัม)	66.0-132	99.00

ที่มา : (15)

2.1.4 การใช้ประโยชน์จากถั่วมะแฮะ

ถั่วมะแฮะเป็นพืชตระกูลถั่วชนิดหนึ่ง ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของบางประเทศโดยเฉพาะประเทศอินเดีย ซึ่งใช้ถั่วมะแฮะบริโภคเป็นอาหารประจำวันของคนส่วนใหญ่ คือ ใช้บริโภคเป็นอาหารจำพวกผัก และนำเมล็ดแห้งมาทำให้แตกเป็นสองซีกเรียกว่า คาล ซึ่งสามารถใช้ในการเตรียมอาหารได้หลายชนิด เช่น ทำเป็นซूपถั่ว เป็นต้น กลุ่มประเทศในคาบสมุทรคาบิเบียน เช่น ประเทศเปอร์โตริโก, ประเทศตรินิแดด และ สาธารณรัฐโดมินิกัน ได้ผลิตถั่วมะแฮะเพื่อการส่งออกโดยทำการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป เช่น เมล็ดอ่อนบรรจุกระป๋อง และเมล็ด

สดแช่แข็ง เป็นต้น ในบางประเทศ เช่น ประเทศมาดากัสกา ได้นำเอาเมล็ดมาใช้ประโยชน์มากกว่าส่วนอื่น ๆ ซึ่งใช้ได้ทั้งเมล็ดอ่อนและเมล็ดแก่ เมล็ดอ่อนสีเขียวใช้รับประทานเป็นผัก ส่วนเมล็ดแก่ใช้ต้มรับประทาน และทำอาหารต่าง ๆ ได้

การใช้ใบถั่วมะแฮะเป็นแหล่งโปรตีนและสิทธรมชาติในการเลี้ยงไก่ ในไก่ไข่สามารถใช้ใบถั่วมะแฮะผสมอาหารได้ 10 เปอร์เซ็นต์ และไก่เนื้อ 5 เปอร์เซ็นต์ ถ้าผสมมากเกินไปจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตและการออกไข่ลดลง เนื่องจากใบถั่วมะแฮะมีใยอาหารและค่าพลังงานการใช้ประโยชน์สูงและมีสารยับยั้งการใช้ประโยชน์จากโปรตีนซึ่งมีผลต่อการไข่เลี้ยงสัตว์ปีก(18) นอกจากนี้ยังได้นำมาทดลองเลี้ยงโค โดยใช้ใบถั่วมะแฮะสดเสริมให้โคที่เลี้ยงด้วยฟางข้าว เปรียบเทียบกับโคที่กินหญ้าปกติ พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของโคไม่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงว่าใบถั่วมะแฮะสดเสริมอาหารเลี้ยงโคจะช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำหนักโคได้ในฤดูแล้งซึ่งเป็นฤดูที่หญ้าขาดแคลน (5)

นอกจากนี้ฝ่ายวิจัยป่า กองวิจัยผลิตผลป่า กรมป่าไม้ ได้ทดลองเลี้ยงครั้งบนต้นถั่วมะแฮะพันธุ์พื้นเมือง โดยปลูกถั่วมะแฮะให้เจริญเติบโตพอสมควร แล้วปล่อยตัวอ่อนของครั้งในช่วงฤดูแล้ง ระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตของครั้งได้ในปีถัดไป

การใช้ประโยชน์จากถั่วมะแฮะในประเทศไทย ได้มีการค้นคว้าทดลองนำถั่วมะแฮะมาแปรรูปเป็นอาหารมนุษย์ เนื่องจากโปรตีนสูงถึง 20 เปอร์เซ็นต์ และคุณค่าทางอาหารอื่นๆ ใกล้เคียงกับถั่วเขียว (17) แม้ค่าปริมาณโปรตีนจะต่ำกว่าถั่วชนิดอื่นๆแต่มีกรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบสูงกว่าถั่วชนิดอื่นๆ มีค่า Biological Value 46-74 ซึ่งสูงกว่าถั่วเขียว ที่มีค่านี้เพียง 39-66 (18) ด้วยคุณสมบัติดังกล่าว ถั่วมะแฮะจึงเป็นพืชที่น่าสนใจในการนำมาประกอบอาหาร และทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

สมชาย และคณะ(19) ได้ทดลองใช้แป้งถั่วมะแฮะ (Pigeon Pea Flour) ทำลูกกึ่ง ผลการศึกษาพบว่าต้องใช้แป้งถั่วมะแฮะผสมกับแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 10 จึงจะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในด้านสี, กลิ่น, รส และความกรอบ แม้จะเก็บได้นานถึง 45 วัน

วิเชียร (20) ได้ทดลองนำแป้งถั่วมะแฮะมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ขำหริ่ม ผลการศึกษาพบว่าขำหริ่มจากแป้งถั่วมะแฮะพันธุ์ต่าง ๆ เป็นที่พอใจ และยอมรับได้เช่นเดียวกับขำหริ่มที่ทำจากแป้งถั่วเขียว

สมชาย (21) ศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการสกัดแป้งจากถั่วมะแฮะพันธุ์ต่างๆ เปรียบเทียบกับถั่วเขียวพบว่า วิธีที่เหมาะสมคือวิธีไม่เปียก (Wet Milling) คุณสมบัติแป้งถั่วมะแฮะมีอุณหภูมิแป้งสุก(Gelatinization Temperature) สูงกว่าถั่วเขียว ในด้านความหนืดของแป้งเมื่อได้รับ

การต้มแป้งถั่วเขียวจะหนืดสูงกว่า และการพองตัวของแป้งถั่วมะแฮะเป็นแบบ Restricted Swelling เช่นเดียวกับแป้งถั่วเขียว

วิเชียร (22) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของถั่วมะแฮะ และทดลองผลิต วุ้นเส้นจากถั่วมะแฮะ และเปรียบเทียบการยอมรับทางประสาทสัมผัสกับวุ้นเส้นจากแป้งถั่วเขียว จากผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า คุณภาพทั่วไปของวุ้นเส้นจากแป้งถั่วมะแฮะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับวุ้นเส้นจากแป้งถั่วเขียว

นิรมล (23) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเข้าสำเร็จรูปชนิดแผ่น รสโกโก้จากแป้ง ถั่วมะแฮะ โดยมีส่วนผสมของแป้งถั่วมะแฮะ 54.07 เปอร์เซ็นต์ และสามารถเก็บรักษาในอุณหภูมิเย็น 4 องศาเซลเซียสได้เป็นระยะเวลานาน 10 สัปดาห์ ได้ผลการทดลองออกมาว่า เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

อภิรดี และอัครวุฒิ (6) ได้ทำการทดลองนำแป้งถั่วมะแฮะไปผสมในการทำเส้นบะหมี่ โดยในส่วนผสมของเส้นบะหมี่มีแป้งถั่วมะแฮะอยู่ 20 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลการทดลองออกมาว่า คุณภาพของเส้นบะหมี่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2.2 กรรมวิธีการผลิตนํ้านมถั่วเหลือง

ปัจจุบันการใช้ถั่วเหลืองมาผลิตเป็นนํ้านมถั่วเหลือง หรือโดยทั่วไปเรียกกันว่า นํ้าเต้าหู้ มีมากขึ้นเป็นลำดับ ทั้งนี้ก็เพราะประชาชนเกิดความรู้ ความเข้าใจในคุณค่าทางโภชนาการของนํ้านมถั่วเหลืองมากขึ้น ประกอบกับนํ้านมถั่วเหลืองสามารถใช้เป็นอาหารเสริมดื่มแทนนมวัวได้ดีพอสมควร ซึ่งนมวัวนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ส่วนใหญ่แล้ว ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ฉะนั้นทำให้ราคานมถั่วเหลืองเมื่อเทียบกับนํ้านมวัวแล้ว นมถั่วเหลืองมีข้อได้เปรียบด้านราคาค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตาม ถึงแม้คุณค่าทางโภชนาการของนํ้านมถั่วเหลืองล้วน ๆ อาจด้อยกว่านํ้านมวัว แต่การที่ได้นำมาปรับคุณภาพแล้วก็สามารถเป็นไปได้อาจจะทำให้คุณภาพของนํ้านมถั่วเหลืองมีคุณภาพใกล้เคียงกับนํ้านมวัวทั่ว ๆ ไป โดยที่ยังอยู่ในฐานะที่ได้เปรียบในด้านราคาเช่นเดิม (24)

สำหรับกรรมวิธีในการทำนํ้านมถั่วเหลือง ได้มีผู้ค้นคว้าวิจัย และทดลองกันมากมาย ทั้งนี้ก็เพื่อจุดประสงค์ของการที่จะให้ได้มาซึ่งนํ้านมถั่วเหลืองที่มีคุณภาพทั้งทางรสชาติ และทางกายภาพ เป็นไปตามความยอมรับของผู้บริโภคในแต่ละท้องถิ่น กรรมวิธีการทำนํ้านมถั่วเหลืองมีอยู่หลายแบบ และวิธีด้วยกัน โดยเริ่มตั้งแต่แบบง่าย ๆ ที่ทำกันในบ้าน จนถึงสมัยใหม่ ซึ่งมีกระบวนการที่ซับซ้อนในอุตสาหกรรม กรรมวิธีที่ทำอยู่อาจแบ่งออกเป็น 4 แบบด้วยกัน คือ

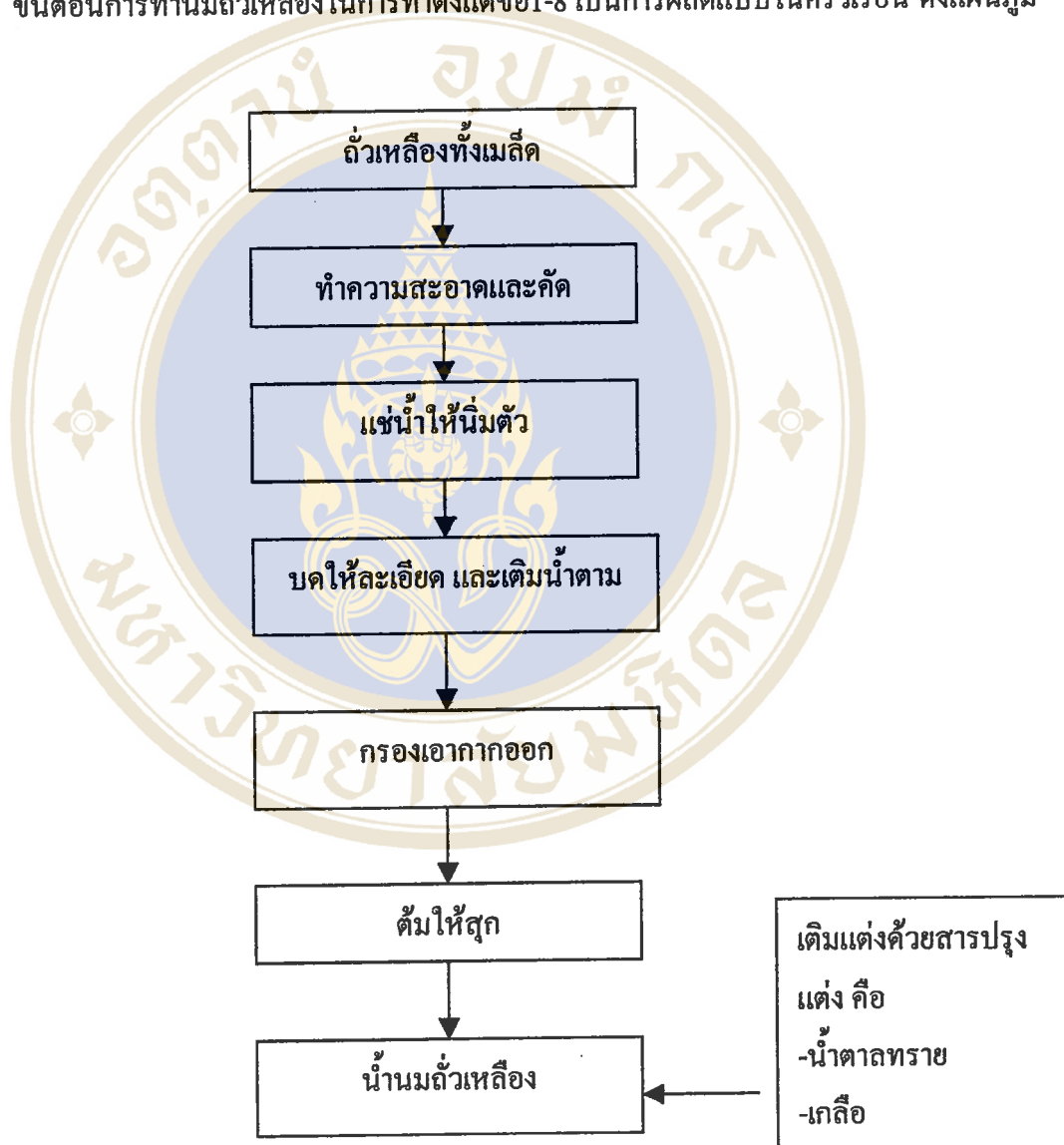
1. การใช้น้ำสกัด (Water Extraction Process)
2. วิธีการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ (Water Emulsion Process)
3. การใช้โปรตีนบริสุทธิ์ (Protein Isolation Process)
4. การใช้แป้งถั่วเหลืองในไขมันเต็ม (Full Fat Soy Flour Process)

ในการทำการวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดใช้วิธีการใช้น้ำสกัด (Water Extraction Process) และได้
อ้างอิงวิธีการผลิตนมถั่วเหลือง ของสถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ (25) กล่าวโดยสรุปเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) ถั่วเหลืองนำมาผ่านการคัดเลือกเอาเมล็ดเสีย ล้าง เน่า และดำออกทิ้งไป รวมทั้งการคัด
เลือกเอาสิ่งที่ไม่ต้องการอื่น ๆ ออกไปด้วย เช่น ดิน หิน โลหะ และฝุ่น เป็นต้น จากนั้นจึงนำมาไม่
เพื่อแยกเอาเปลือกออก
- 2) ล้างน้ำให้สะอาด เพื่อเอาฝุ่นละอองออกไป
- 3) แช่น้ำให้นิ่มตัว อุณหภูมิในการแช่ถั่วขึ้นอยู่กับความต้องการในการกำจัดกลิ่นถั่ว กล่าว
คือการแช่ที่อุณหภูมิสูงกลิ่นถั่วจะลดลง และถ้าแช่ที่อุณหภูมิต่ำกลิ่นถั่วจะมีมากกว่า หรือในช่วงนี้
อาจใช้สารเคมีร่วมด้วย เช่น Sodium Bicarbonate หรือ Sodium Carbonate ในอัตราส่วนไม่เกิน
ร้อยละ 0.5 ของน้ำ เพื่อกำจัดสีของถั่วให้มีความขาวขึ้น รวมทั้งมีผลในการลดความเข้มข้นของกลิ่น
ถั่ว ขณะเดียวกันก็จะช่วยกำจัดรสขมที่อาจมีในถั่วให้ลดลงออกไปจากถั่วด้วย การแช่ถั่วนี้จะใช้
อัตราส่วนของถั่วต่อน้ำไม่น้อยกว่า 1 ต่อ 3
- 4) ล้างให้สะอาด และเป็นการกำจัดเอาเปลือกถั่วที่หลุดออกมาจากใบเลี้ยง ทั้งนี้ เพราะ
ส่วนนี้ถือเป็นส่วนที่ไม่ต้องการ เพราะไม่ให้สารอาหารที่มีคุณค่าต่อร่างกาย
- 5) การบดให้ละเอียด ซึ่งอาจทำได้โดยการใช้โม่หิน หรืออาจเป็นเครื่องบดโดยใช้แรงดูด
จากมอเตอร์ไฟฟ้า และมีประสิทธิภาพในการบดให้ละเอียด การบดจะใช้น้ำบางส่วนร่วมด้วย เพื่อ
ทำให้การบดเป็นไปได้อย่างสะดวกและต่อเนื่อง (อัตราส่วนของถั่วเหลืองต่อน้ำ หลังจากบดแล้ว
อาจเป็น 1 ต่อ 10)
- 6) การกรองเอาส่วนที่ไม่ละลายน้ำออก (กาก) การทำในปริมาณน้อย อาจใช้สิ่งที่ง่ายที่สุด
คือ ผ้าขาวบางกรองซึ่งก็สามารถทำได้ ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ขึ้นไป ก็มีเครื่องกรองอยู่หลาย
แบบให้เลือกใช้ อาจเป็นชนิดที่ไม่ต่อเนื่อง (Batch) หรือชนิดต่อเนื่อง (Continuous) เช่นแบบเป็น
Batch ได้แก่ Filter Press แบบต่อเนื่อง ได้แก่ Decantor หรือ Saporator เป็นต้น
- 7) การต้มให้สุก นำนมถั่วเหลืองที่ได้จากการสกัดออกมาแล้วจะนำมาต้มให้สุกก่อน เพื่อ
ทำลาย และหยุดยั้งปฏิกิริยาทางเคมีที่จะมีขึ้นตามมาอีกมากมาย เช่น กลิ่น รส ที่จะเปลี่ยนแปลงไป

8) การเติมแต่ง เนื่องจากน้ำมันถั่วเหลืองที่ได้ยังมีรสชาติ และกลิ่น รวมทั้งคุณค่าทางโภชนาการยังไม่เป็นที่ยอมรับและดีเท่าที่ควร ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องนำมาปรับปรุงให้มีคุณภาพใกล้เคียงกับน้ำมันวัวให้มากที่สุด ก็จะเกิดประโยชน์ต่อผู้ดื่มมากขึ้น การเติมแต่งนี้จะใช้น้ำตาลทราย เพื่อให้รสหวานขึ้น การใช้ไขมันพืช เพื่อให้มีน้ำมันมีคุณค่าทางโภชนาการด้านไขมัน มีปริมาณเท่าเทียมกับน้ำมันวัว และการปรุงแต่งกลิ่น รสด้วยเกลือแกง เป็นต้น

ขั้นตอนการทําน้ำมันถั่วเหลืองในการทำตั้งแต่ข้อ1-8 เป็นการผลิตแบบในครัวเรือน ดังแผนภูมิที่ 2-1



แผนภูมิที่ 2-1 ขั้นตอนการทําน้ำมันถั่วเหลืองในครัวเรือน
ที่มา: (25)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองปรุงรส ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

อารีและพิพัฒน์ (26) ได้ทดลองผลิตน้ำมันถั่วเหลืองปรุงรส ปรากฏว่ากลิ่นรสบางกลิ่นเมื่อเติมลงไปแล้วยังมีกลิ่นถั่วเหลืองอยู่เล็กน้อย เช่น รสกาแฟ กลิ่นบางกลิ่นสามารถดับกลิ่นถั่วได้หมด เช่น รสสตอเบอรี่ จากการประเมินผลความชอบปรากฏว่า มีคะแนนการยอมรับดีพอควร คะแนนการยอมรับสูงสุดคือรสสตอเบอรี่ กาแฟได้คะแนนการยอมรับของกลิ่นต่ำที่สุด โกโก้ได้คะแนนการยอมรับของรสต่ำสุด ปริมาณไขมันเมื่อเติมน้ำมันปาล์มลงไปแล้วมีปริมาณอยู่ระหว่างน้ำมันโคและน้ำมันมარดา คือได้ร้อยละ 3.4 ส่วนปริมาณโปรตีนยังน้อยกว่าน้ำมันโค แต่สูงกว่าน้ำมันมารดา ดังแสดงในตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันถั่วเหลืองปรุงรส น้ำมันโค และน้ำมันมารดา

องค์ประกอบทางเคมี		น้ำมันถั่วเหลือง ปรุงรส	น้ำมันโค*	น้ำมันมารดา
ความชื้น	ร้อยละ	81.45	87.7	88.1
ไขมัน	ร้อยละ	3.4	3.50	3.20
โปรตีน	ร้อยละ	1.90	3.10	1.50
เถ้า	ร้อยละ	0.25	0.70	0.20
กากเชื้อไข	ร้อยละ	0	0	0
คาร์โบไฮเดรต(โดยการคำนวณ)	ร้อยละ	13.0	5.0	7.0
ค่าพลังงานความร้อน	Kcal ต่อ 100กรัม	82.6	63	62

ที่มา: (26)

หมายเหตุ * FAO (1972) Food Composition Table for use in East Asia

ค่าโปรตีน : น้ำมันถั่วเหลือง $N \times 6.57$

: น้ำมันโคและน้ำมันมารดา $N \times 6.38$

มัทนา วิภา และทัศนีย์ (27) ได้ทำการศึกษาผลของวิธีการผลิตต่อคุณภาพของนํ้านมถั่วเหลือง พบว่า อุณหภูมิและเวลาของการแช่ถั่วในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบมีผลต่อปริมาณการดูดซึมนํ้าของถั่วและความสะดวกในการทำนํ้านม อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม คือ การแช่ถั่วในนํ้าที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 8 ชั่วโมง หรือการแช่ในนํ้าร้อน (80 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ถั่วสามารถดูดซึมนํ้าได้เท่ากับนํ้าหนักของถั่วเอง คือถั่ว 1 กรัมจะดูดซึมนํ้าได้ถึง 1.1 กรัม ใกล้เคียงกับปริมาณที่ถั่วสามารถดูดซึมนํ้าได้มากที่สุด (นํ้า 1.2 กรัม / ถั่ว 1 กรัม) ถั่วที่ได้จะมีเปลือกนุ่ม และพองตัวทำให้ลอกออกจากเมล็ดได้ง่าย เนื้อถั่วจะนุ่มสะดวกต่อการตีปั่น และกรองเพื่อสกัดนํ้านมถั่วเหลือง การแช่ถั่วไม่เพียงพอจะทำให้เสียเวลาในการทำนํ้านมถั่วเหลือง ส่วนการแช่ถั่วนานเกินไป จะทำให้เกิดการสูญเสียคุณค่าอาหารบางอย่างมากขึ้น

ยุภา สุวรรณิ และบุญสุรพ (28) ได้ทำการศึกษาปริมาณโปรตีน ไขมัน ไวตามินบี 1 และ ไวตามินบี 2 ในนํ้านมถั่วเหลืองผลิตประจำวัน เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของสารดังกล่าวในนํ้านมถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท โดยทำการสุ่มซื้อตัวอย่างนํ้านมถั่วเหลืองผลิตประจำวันจากร้านค้าหาบเร่ในเขตกรุงเทพมหานคร 4 เขต และจังหวัดนนทบุรี จำนวน 54 ตัวอย่าง และซื้อนํ้านมถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตจากโรงงาน 5 แห่ง จากร้านค้า จำนวน 6 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตารางที่ 2-5 และตารางที่ 2-6 ซึ่งพบว่า นํ้านมถั่วเหลืองทั้งสองชนิดมีค่าเฉลี่ยปริมาณโปรตีน และไขมันอยู่ในมาตรฐานประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 70 (พ.ศ.2525) คือ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 2 และ 1 โดยนํ้าหนักตามลำดับ นํ้านมถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุปิดสนิทมีปริมาณไขมันมันและไวตามินบี 2 มากกว่านํ้านมถั่วเหลืองผลิตประจำวันประมาณ 2.5 และ 3 เท่า ตามลำดับ แต่ปริมาณไวตามินบี 1 ในนํ้านมถั่วเหลืองผลิตประจำวันมีมากกว่านํ้านมถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุปิดสนิทประมาณเท่าตัว ปริมาณโปรตีนในนํ้านมถั่วเหลืองผลิตประจำวันและนํ้านมถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุปิดสนิทมีค่าใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 2-5 ปริมาณโปรตีน ไขมัน วิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 ในน้ำมันถั่วเหลืองผลิตประจำวัน (น้ำเต้าหู้)

สถานที่เก็บ ตัวอย่าง	จำนวน ตัว อย่าง	โปรตีน (กรัม/100กรัม)		ไขมัน (กรัม/100กรัม)		วิตามินบี 1 (กรัม/100กรัม)		วิตามินบี 2 (กรัม/100กรัม)	
		ต่ำสุด-สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด-สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด-สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด-สูงสุด	เฉลี่ย
เขตป้อมปราบฯ	12	2.14-3.56	2.82	0.89-2.06	1.45	0.02-0.10	0.05	0.01-0.03	0.02
เขตบางกอกน้อย ภาษีเจริญ	11	1.57-3.72	2.75	0.91-2.17	1.33	0.03-0.08	0.05	0.01-0.03	0.01
เขตพระโขนง	14	1.74-3.64	2.42	0.58-1.88	1.21	0.02-0.09	0.04	0.01-0.03	0.01
เขตลาดพร้าว	9	1.91-3.53	2.56	1.02-1.89	1.36	0.04-0.07	0.05	0.01-0.02	0.01
จ.นนทบุรี	8	2.11-3.40	2.76	1.02-1.41	1.20	0.03-0.06	0.04	0.01-0.02	0.01
ช่วง/เฉลี่ย	54	1.57-3.72	2.66	0.58-2.17	1.31	0.02-0.10	0.05	0.01-0.03	0.01

ที่มา: (28)

ตารางที่ 2-6 ปริมาณโปรตีน ไขมัน วิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 ในน้ำมันถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

สถานที่ผลิต	โปรตีน (ก./100ก.)	ไขมัน (ก./100ก.)	วิตามินบี 1 (มก./100ก.)	วิตามินบี 2 (มก./100ก.)
โรงงานที่ 1	2.25	2.03	0.01	0.01
โรงงานที่ 2	2.60	4.90	0.04	0.08
โรงงานที่ 3	2.34	2.70	0.03	0.02
โรงงานที่ 4				
นมถั่วเหลืองธรรมดา	2.03	4.60	0.03	0.05
นมถั่วเหลืองกลั่นช็อกโกแลต	1.84	2.91	0.02	0.05
โรงงานที่ 5	1.80	2.30	0.01	0.01
ค่าเฉลี่ย	2.14	3.24	0.02	0.03
ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด	1.80-2.60	2.03-4.90	0.01-0.04	0.01-0.08

ที่มา: (28)

S.H. Brough, S.N. Azam-Ali และ A.J. Taylor (29) ได้ทำการศึกษาเรื่องประสิทธิภาพของเมล็ดถั่ว Bambara Groundnut ในการผลิตเป็นน้ำมันและระบบพื้นฐานของหน้าที่ของโปรตีนซึ่งถั่ว Bambara Groundnut (*Vigna subterranea*) เป็นถั่วพื้นเมืองของทวีปแอฟริกาที่ทนต่อความแห้งแล้งได้มีการทดลองศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตนมพืช (Vegetable Milk Production) เพื่อบริโภคในท้องถิ่น และสกัดโปรตีนที่จำเป็นมาผลิตเป็นอาหาร การผลิตน้ำมันจากถั่วทำได้โดยแช่ถั่วไว้ทั้งคืน แล้วนำถั่วไปปั่นให้ละเอียดกับน้ำให้เป็นของเหลว ถัดจากการอีกรสชาติหนึ่งก็ทำได้อีกวิธี คือหลังจากแช่ถั่วแล้วให้ถั่วให้แห้ง แล้วจึงนำไปกวนให้เป็นเนื้อเดียวกัน น้ำมันที่ได้จากการผลิตโดยวิธีนี้ ได้รับการยอมรับจากกลุ่มทดสอบชิมชาวแอฟริกัน การเปรียบเทียบน้ำมันที่ได้จากถั่ว Bambara Groundnut กับนมที่ได้จาก Cowpea Pigeonpea และ Soybean ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ จากการวิเคราะห์พบว่า นมที่ได้จากถั่ว Bambara Groundnut ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากกว่า แต่จากการวิเคราะห์ทางสถิติแล้วไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ประภาศรี และคณะ (30) ได้ศึกษาวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของเมล็ดถั่วต่าง ๆ ดังตาราง 2-7 ซึ่งให้เห็นว่าถั่วดำ ถั่วแดง ถั่วแดงหลวง ถั่วพุ่ม ถั่วเขียว มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงกว่าถั่วเหลืองต้มไขมันและโปรตีนต่ำกว่าถั่วเหลือง

ตารางที่ 2-7 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่วดำ ถั่วแดง ถั่วแดงหลวง ถั่วพุ่ม ถั่วเขียว ถั่วเหลือง (ต่อ 100 กรัม)

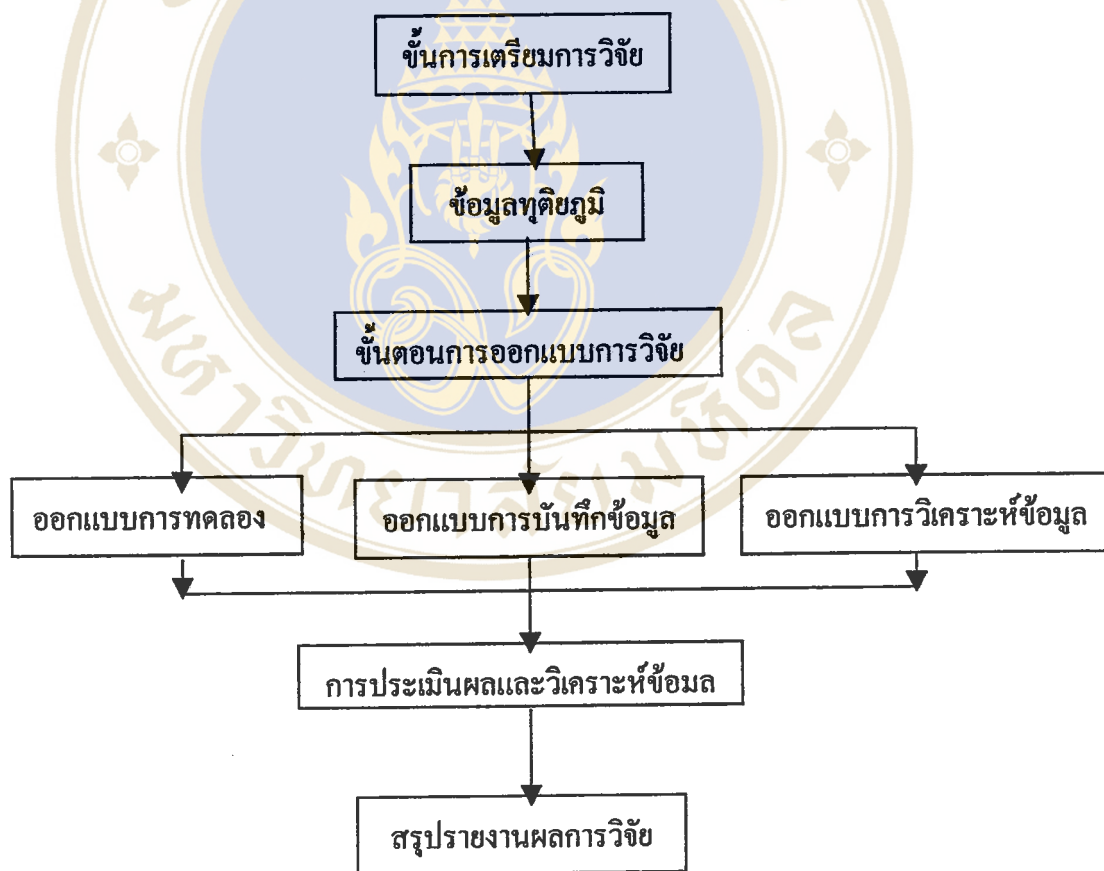
องค์ประกอบทางเคมี	ถั่วดำ	ถั่วแดง	ถั่วแดงหลวง	ถั่วพุ่ม	ถั่วเขียว	ถั่วเหลือง
ความชื้น (กรัม)	9.8	9.7	11.5	8.7	10.2	9.3
พลังงาน (กรัม)	355	356	346	357	351	423
โปรตีน (กรัม)	22.9	22.5	19.8	23.8	21.7	34.2
ไขมัน (กรัม)	2.2	2.1	1.9	2.0	1.5	16.7
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	60.9	61.7	62.5	21.1	62.7	33.9
ใยอาหาร (กรัม)	19.7	27.8	25.4	-	26.1	21.9
เถ้า (กรัม)	4.2	40.0	4.3	4.5	3.6	5.9
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	73	68	103	66	76	343
เหล็ก (มิลลิกรัม)	17.0	6.4	6.4	10.0	7.4	8.9

ที่มา: (30)

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะ เป็นการดำเนินงานวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) กำหนดวิธีการ เครื่องมือในการวิจัย (Methodology) และขั้นตอนการดำเนินการ ดังแผนภูมิที่ 3-1



แผนภูมิที่ 3-1 กรอบแนวทางการดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการเตรียมการวิจัย

3.1.1 การเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิตนมถั่วมะแฮะ

จากการศึกษาเอกสารด้านการผลิตนมถั่วเหลือง การสอบถามข้อมูลจากผู้ที่มีอาชีพขาย นำนมถั่วเหลือง และงานการวิจัยเกี่ยวกับการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารจากเมล็ดถั่วชนิดต่าง ๆ ไม่พบว่าเคยมีการศึกษาวิจัยเพื่อผลิตนมถั่วมะแฮะมาก่อน ดังนั้นการศึกษาวิจัยเพื่อใช้เมล็ดถั่วมะแฮะ เป็นวัตถุดิบในการผลิตนมถั่วมะแฮะ จึงเป็นการศึกษาวิจัยขั้นต้น เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการ ผลิตนมถั่วมะแฮะ และจากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านการผลิตนมถั่ว เหลือง พบว่าวิธีการผลิตนมถั่วเหลืองแบบใช้น้ำสกัด ของสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์ อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นงานวิจัยที่ได้มีการพัฒนาไปสู่การผลิตในครัวเรือน ด้วยเหตุ นี้ผู้วิจัยจึงอ้างอิงวิธีการผลิตนมถั่วเหลืองแบบใช้น้ำสกัด เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาความเป็น ไปได้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะ

3.1.2 การเตรียมวัตถุดิบเพื่อการศึกษาวิจัย

- 1) การเตรียมเมล็ดถั่วมะแฮะเพื่อเป็นวัตถุดิบ ในการผลิตนมถั่วมะแฮะกำหนดให้เมล็ด ถั่วของถั่วมะแฮะ พันธุ์พื้นเมือง จากศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
- 2) น้ำสะอาด
- 3) น้ำตาลทราย และเกลือ

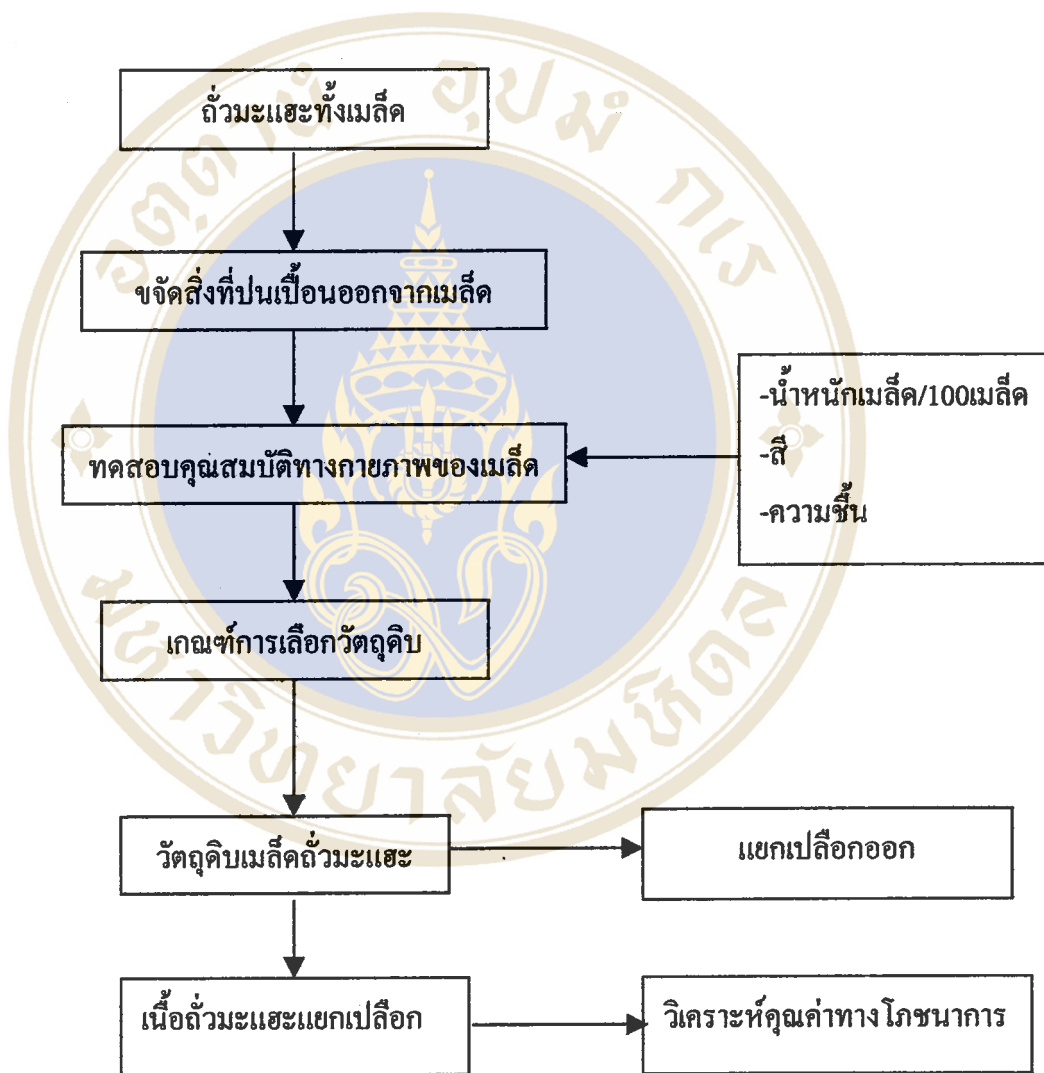
3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมนมถั่วมะแฮะ

- 1) เครื่องบดไฟฟ้ามูลินกซ์ รุ่น X13 ขนาด 300 วัตต์
- 2) เครื่องสีเปลือกถั่วไฟฟ้า ขนาด 746 วัตต์
- 3) อุปกรณ์ครัวและภาชนะที่มีในครัว
- 4) เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ
- 5) ผ้าขาวบาง
- 6) เครื่องชั่งน้ำหนัก
- 7) เตาแก๊ส

3.1.4 เตรียมการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้แบบประเมินผลแบบ 7-points Hedonic Scale

3.2 ขั้นตอนการออกแบบการวิจัย

3.2.1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดถั่วมะแฮะ มีขั้นตอนดำเนินการดังแผนภูมิที่ 3-2



แผนภูมิที่ 3-2 เกณฑ์การเตรียมวัตถุดิบเมล็ดถั่วมะแฮะ

3.2.1.1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดถั่วมะแฮะ ที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตนมถั่วมะแฮะ กำหนดศึกษาดังนี้

1. น้ำหนักเมล็ดถั่วมะแฮะต่อ 100 เมล็ด
2. ความชื้นของเมล็ดถั่วมะแฮะ ด้วยเครื่องวัดความชื้น Kett Model No J999
3. สีเมล็ดถั่วมะแฮะ โดยการตรวจวัดสีของเปลือกเมล็ด โดยใช้ Munsell Book

การวิเคราะห์ผลการศึกษาค้นสมบัติทางกายภาพเมล็ดถั่วมะแฮะ ด้วยค่าสถิติที่ใช้วิเคราะห์ คือค่าเฉลี่ย (Mean) และอภิปรายเชิงพรรณนา เพื่อชี้ให้เห็นถึงคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดถั่วมะแฮะ เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตนมถั่วมะแฮะ

3.2.1.2 การศึกษาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดถั่วมะแฮะ ที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตนมถั่วมะแฮะ

โดยนำเมล็ดถั่วมะแฮะที่แยกเปลือกแล้ว 0.5 กิโลกรัม ส่งวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ณ สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อศึกษา

- 1) พลังงาน (Energy ; kcal)
- 2) โปรตีน (Protein $\times 6.25$; g)
- 3) ไขมัน (Fat ; g)
- 4) คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate include dietary fiber ; g)
- 5) ใยอาหาร (Dietary fiber ; g)
- 6) เถ้า (Ash ; g)
- 7) แคลเซียม (Calcium ; mg)
- 8) เหล็ก (Iron ; mg)

3.2.2 การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะ

การกำหนดวิธีการศึกษาทดลอง เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะโดยอ้างอิงผลการศึกษา วิธีการผลิตนมถั่วเหลืองแบบใช้น้ำสกัด ของสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยทำการทดลองผลิตนมถั่วมะแฮะ 4 สูตร เพื่อหาการยอมรับในด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวมทางประสาทสัมผัสเพื่อพัฒนานมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม การทดลองในขั้นตอนนี้ได้ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ซึ่งในแต่ละครั้งมีนมถั่วเหลืองเป็นสูตรควบคุม ใช้การออกแบบการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยกำหนดศึกษาดังนี้

1. การศึกษาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของนมถั่วมะแฮะ
2. การศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติและการยอมรับโดยรวม
3. การศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตนมถั่วมะแฮะ ในระดับห้องปฏิบัติการ

3.2.2.1 การศึกษาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของนมถั่วมะแฮะวิธีปฏิบัติตามลำดับดังนี้

1) การเตรียมผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะในห้องปฏิบัติการ ดังแผนภูมิที่ 3-3 เพื่อส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ตามลำดับดังนี้

1.1 นำถั่วมะแฮะที่แยกเปลือกออกหมดแล้วจากข้อ 1.1 ปริมาณ 4 กิโลกรัม ล้างน้ำให้สะอาด แล้วแช่น้ำในสัดส่วน 1 ต่อ 4 โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 8 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง

1.2 นำถั่วจากข้อ 1.2 มาบดให้ละเอียดกับน้ำในสัดส่วน ถั่ว 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 5 ลิตร ด้วยเครื่องบดไฟฟ้ามูลินี่รุ่น X13 กำลัง 300 วัตต์ กดเครื่องบดไฟฟ้าครั้งละ 1 นาที รวมเวลาที่ใช้ 6 นาทีต่อถั่ว 1 กิโลกรัม จากนั้นนำถั่วที่บดได้ในแต่ละครั้งมาเทรวมกัน แล้วใช้ผ้าขาวบางกรองเอาเนื้อถั่วมะแฮะแห้งออก โดยใช้มือบีบ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ เรียกว่า นมดิบ ถ้าใช้ถั่ว 1 กิโลกรัม ต่อน้ำ 5 ลิตร จะได้ปริมาณนมดิบเฉลี่ย 5.7 ลิตร

1.4 นำนมถั่วมะแฮะดิบที่กรองได้จากข้อ 1.3 มาผสมรวมกันอีกครั้ง จากนั้นแบ่งนํ้านมออกเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กัน แล้วนำไปผสมกับน้ำสะอาด โดยเติมนํ้าให้ได้สัดส่วนเป็น 4 สูตรดังตารางที่ 3-1 ดังนี้

ตารางที่ 3-1 ส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองและนมถั่วมะแฮะสูตรต่าง ๆ

ส่วนประกอบ	นมถั่วเหลือง สูตรควบคุม	ผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ			
		สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
ถั่วเหลือง(กิโลกรัม)	1	-	-	-	-
ถั่วมะแฮะ(กิโลกรัม)	-	1	1	1	1
น้ำสะอาด(ลิตร)	10	5	7.5	10	12.5
น้ำตาลทราย(ร้อยละ)	12	12	12	12	12
เกลือ(ร้อยละ)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

1.5 นำนมถั่วมะแฮะดิบแต่ละสูตรจากข้อ 1.4 ไปต้มที่อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที โดยต้องคนตลอดเวลาเพื่อไม่ให้นมถั่วมะแฮะไหม้ติดก้นหม้อ แล้วเติมน้ำตาลทราย 12 % และเกลือ 0.15 % ผลึกภัณฑ์ที่ได้เรียกว่า นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม

นำนมถั่วมะแฮะสูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 ที่เตรียมได้อย่างละ 500 มิลลิลิตร และเนื้อถั่วมะแฮะแห้ง ส่งไปวิเคราะห์ที่สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

1.6 เตรียมนมถั่วเหลืองเพื่อเป็นสูตรควบคุม(สูตร C) ในการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้สัดส่วน ถั่วเหลืองต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 10 (น้ำหนักต่อปริมาตร) วิธีการผลิตเช่นเดียวกับนมถั่วมะแฮะสูตรที่ 3 ดังตารางที่ 3-1

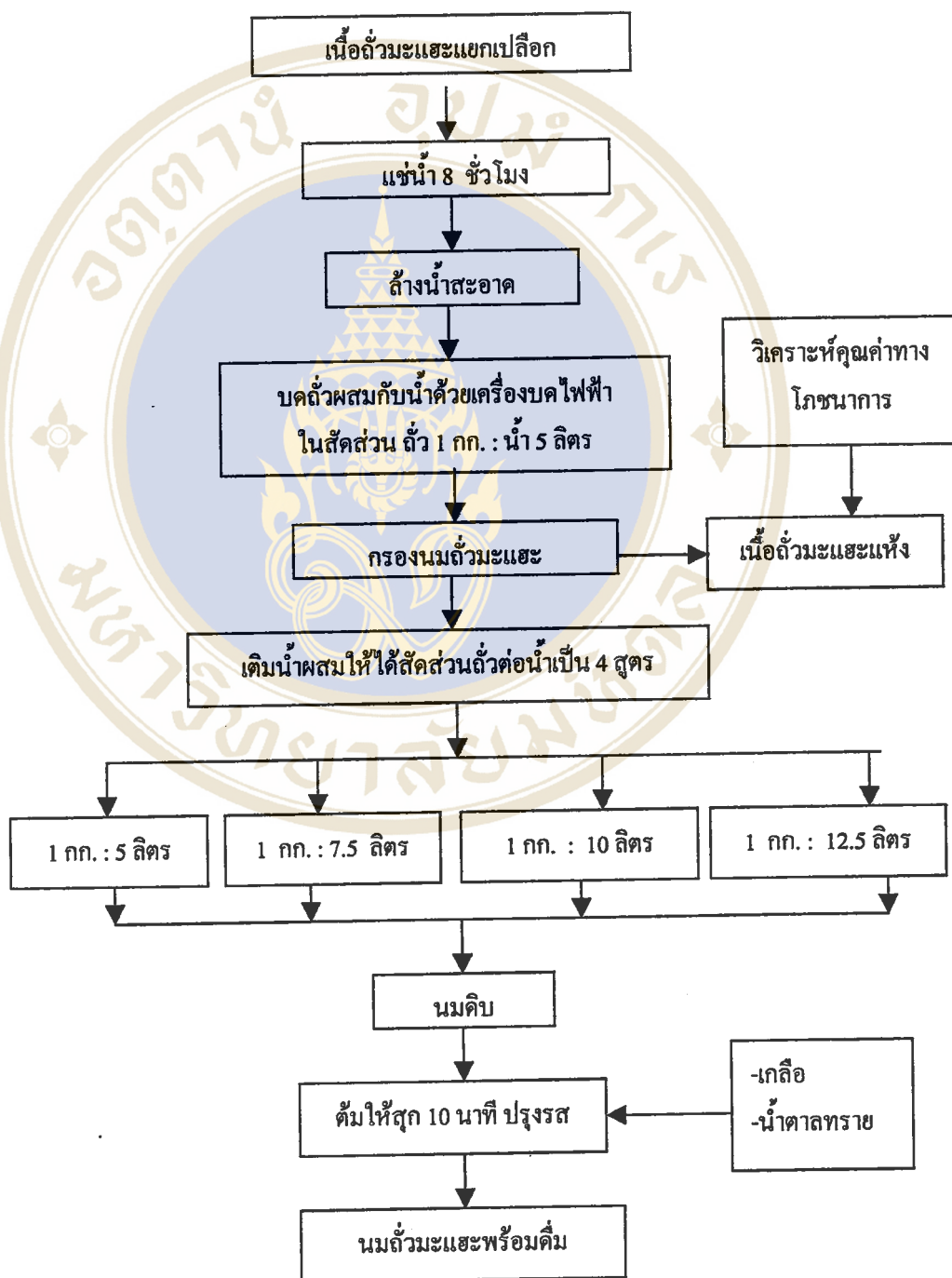
1.7 นำผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม สูตรที่ 1, 2, 3, 4 และนมถั่วเหลืองสูตรควบคุม ไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยแบ่งผลิตภัณฑ์ออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ คือส่วนหนึ่งนำไปแช่เย็น เพื่อให้อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 4 – 10 องศาเซลเซียส เรียกว่านมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มชนิดเย็น และอีกส่วนหนึ่งรักษาให้อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 60 – 66 องศาเซลเซียส เรียกว่านมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มชนิดร้อน(31)

3.2.2.2 การศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติและการยอมรับโดยรวม

การศึกษาการยอมรับหรือความชอบทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ใช้แบบสอบถามการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส ดังภาคผนวก ค โดยเลือกผู้ทดสอบชิมแบบผู้บริโภครandom ได้แก่ ครู อาจารย์ นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์ จำนวน 120 คน โดยทำการทดสอบชิมวันที่ 7 พฤศจิกายน พ.ศ. 2543 วันที่ 13 พฤศจิกายน พ.ศ. 2543 และวันที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ. 2543

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม สูตรที่ 1 (1:5), สูตรที่ 2 (1:7.5), สูตรที่ 3 (1:10), และสูตรที่ 4 (1:12.5), โดยมีนมถั่วเหลือง(1:10)เป็นตัวควบคุม แบ่งกลุ่มผู้ทดสอบชิมออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 จำนวน 60 คน ทำการทดสอบชิมนมถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มชนิดร้อน และกลุ่มที่ 2 จำนวน 60 คน ทำการทดสอบชิมนมถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มชนิดเย็น

สเกลที่ใช้ในการประเมินผลและวิเคราะห์ผล ใช้สเกลแบบความชอบ 7 คะแนน (7 – point hedonic scale) โดย 7 หมายถึง ชอบมาก 4 หมายถึง เฉย ๆ และ 1 หมายถึง ไม่ชอบมาก นำค่าที่ได้มาหาค่า Mean วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้วย ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างตัวอย่างทุกคู่โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)



แผนภูมิที่ 3-3 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นมกล้วยและพร้อมดื่ม

3.2.2.3 การศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตนมถั่วมะแฮะ ในระดับห้องปฏิบัติการ

การศึกษาต้นทุนการผลิต โดยวิเคราะห์หาต้นทุนที่ใช้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะ พร้อมคัมทุกสูตรดังนี้

1) การหาค่าวัตถุดิบจากวัตถุดิบที่ใช้เป็นหลัก โดยใช้เกณฑ์ราคาในท้องตลาด ณ วันทำการทดลอง ได้แก่ ถั่วเหลือง กิโลกรัมละ 25 บาท (ราคาจากไร่ เดือนพฤศจิกายน 2543 กิโลกรัมละ 12 บาท) ถั่วมะแฮะ กิโลกรัมละ 5 บาท (เป็นราคาจากไร่ เนื่องจากถั่วมะแฮะยังไม่เป็นพืชเศรษฐกิจ จึงไม่มีราคาในตลาด) น้ำตาลทราย กิโลกรัมละ 15 บาท เหลือ กิโลกรัม ราคา 10 บาท น้ำสะอาด ใช้น้ำประปาโดยคิดค่าน้ำประปาจากปริมาณการใช้สำหรับล้างและเป็นส่วนประกอบใน นำนมถั่วมะแฮะ โดยใช้อัตราค่าน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ประเภทที่อยู่อาศัย หน่วยละ 8.08 บาท ประจำเดือนพฤศจิกายน 2543

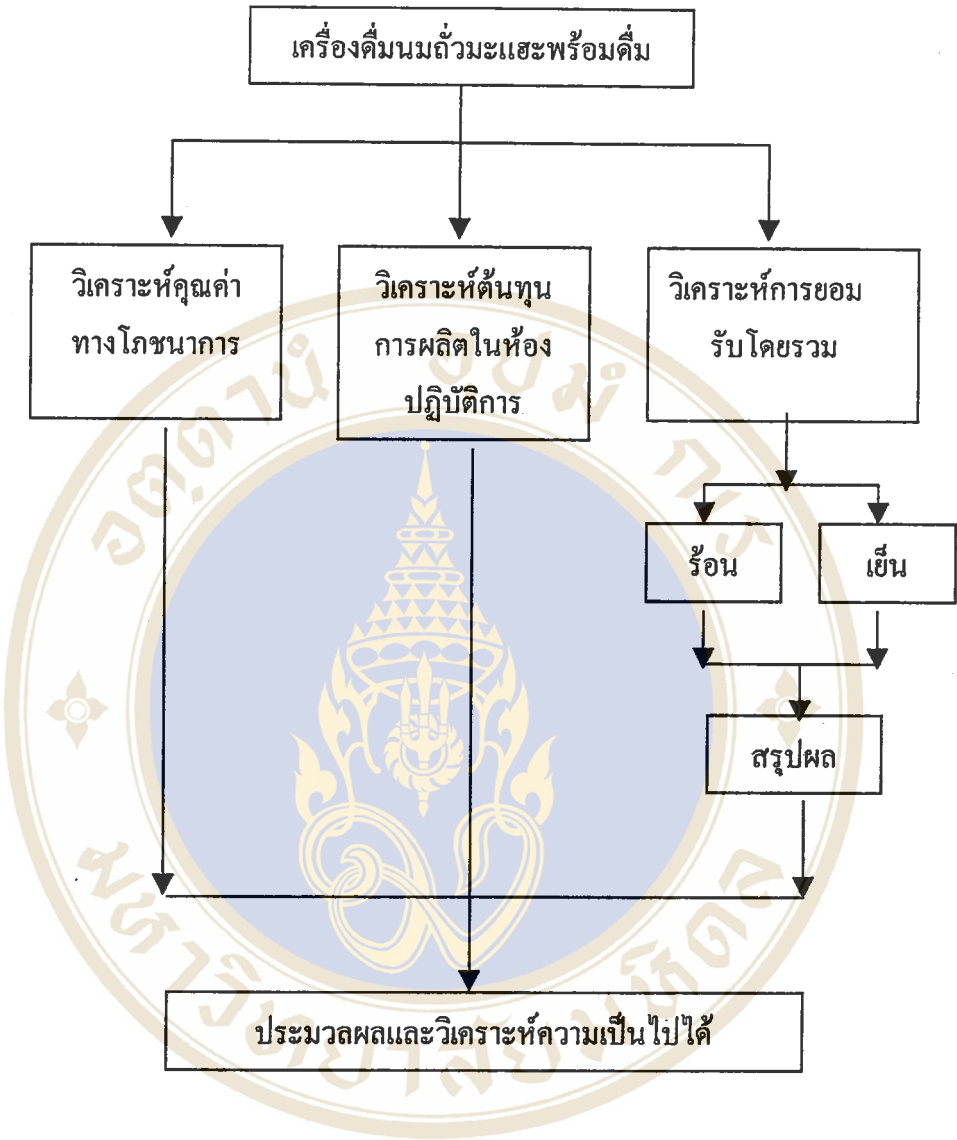
2) การคิดค่าไฟฟ้า การผลิตผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า 2 ชนิด คือ เครื่องสีเปลือกเมล็ดถั่วไฟฟ้าขนาด 746 วัตต์ และเครื่องบดไฟฟ้าขนาด 300 วัตต์ การคิดค่าไฟฟ้า คิดจากปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะพร้อมคัมแต่ละสูตร ในห้องปฏิบัติการ โดยใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 1 (ที่อยู่อาศัย) ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 2.15 บาทต่อหน่วย ประจำ เดือนพฤศจิกายน 2543

3) การคิดค่าเชื้อเพลิง คิดค่าแก๊สรวมตลอดการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละสูตร โดยใช้ เกณฑ์ราคาในท้องตลาด ณ วันทดลอง แก๊สถังละ 170 บาท/15กิโลกรัม หรือกิโลกรัมละ 11.33 บาท

4) การคิดค่าแรง คิดตามค่าแรงขั้นต่ำของกรมแรงงาน พ.ศ. 2540 เขตจังหวัดสุรินทร์ คือ 130 บาทต่อวัน หรือ 16.25 บาทต่อชั่วโมง นำมาคิดค่าแรงในการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละสูตร รวมเวลาใช้ในกระบวนการผลิต จากการใช้แรงงาน 1 คน

3.3 ขั้นตอนการประมวลผล วิเคราะห์ผล และอภิปรายผลการศึกษา

โดยนำผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของเมล็ดถั่วมะแฮะ การศึกษากระบวนการผลิตนมถั่ว มะแฮะ ผลการศึกษาการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของนมถั่วมะแฮะ ผลการศึกษาการยอมรับ ทางประสาทสัมผัส ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตในระดับห้องปฏิบัติการ มาทำการประมวลผล วิเคราะห์ผล และอภิปรายผล เพื่อสรุปผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะ ดัง แผนภูมิที่ 3-4



แผนภูมิที่ 3-4 วิธีการวิเคราะห์ประมวลผล

3.4 สถานที่ดำเนินการทดลอง

สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง วิเคราะห์สมบัติทางเคมี ตลอดจนการทำงานมั่วเหลืออง และนมถั่ว
มะสะพร้อมดื่มทุกสูตรการทดลองและการประเมินวิเคราะห์ผลในด้านต่าง ๆ ใช้สถานที่ดังต่อไปนี้

3.5.1 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัย
มหิดล

3.5.2 ห้องปฏิบัติการทางอาหารและเคมีอาหาร สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

3.5.3 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์



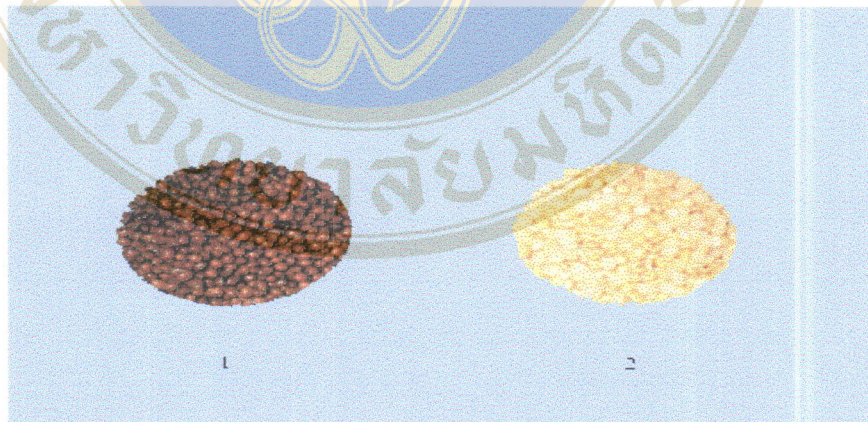
บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดถั่วมะแฮะ

4.1.1 ผลการศึกษาเมล็ดถั่วมะแฮะ พบว่า เมล็ดเรียบค่อนข้างกลมและแข็งมาก ขนาดเมล็ดถั่วมะแฮะโดยการนับเมล็ด 100 เมล็ด แล้วนำไปชั่งน้ำหนักได้น้ำหนักเฉลี่ย 8.9 กรัม เชื้อหุ้มเมล็ดมีสีน้ำตาลแดงคล้ำ เมื่อเทียบกับ Munsell Book มีค่าสีเท่ากับ 10R 2/14 (ดังภาพที่ 4-1) และมีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 11

4.1.2 เมล็ดถั่วมะแฮะที่แยกเปลือกแล้ว จะมีสีออกเหลืองไม่เข้มมาก เมื่อเทียบกับ Munsell book พบว่า เนื้อถั่วมะแฮะ มีค่าสีเท่ากับ 5Y 9/4 (ดังภาพที่ 4-1) และมีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 10.9



ภาพที่ 4-1 เมล็ดถั่วมะแฮะพันธุ์พื้นเมือง

หมายเลข 1 หมายถึง เมล็ดถั่วมะแฮะที่ยังไม่แยกเปลือก

หมายเลข 2 หมายถึง เมล็ดถั่วมะแฮะที่แยกเปลือกแล้ว

4.1.3 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดถั่วมะแฮะที่แยกเปลือกออก ทำการวิเคราะห์ที่สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่าเนื้อถั่วมะแฮะแยกเปลือกมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนสูง คือมีค่า 61.5 และ 22.5 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ แต่มีปริมาณไขมันต่ำ คือ 2.1 กรัมต่อ 100 กรัม ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วมะแฮะแยกเปลือก (ต่อ 100 กรัม)

องค์ประกอบ	ปริมาณร้อยละ
Energy (Kcal)	355
Protein (NX 6.25) (g)	22.5
Fat (g)	2.1
Carbohydrate (include dietary fiber) (g)	61.5
Dietary fiber (g)	11.8
Ash (g)	3.9
Calcium (mg)	36
Iron (mg)	3.2
Moisture (g)	10

ที่มา : วิเคราะห์โดย สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล



4.2. ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของนมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม ทั้ง 4 สูตร ตามวิธี AOAC (1990) พบว่า คุณค่าทางโภชนาการของนมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม สูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 มีแนวโน้มลดลง เมื่อผลิตภัณฑ์มีส่วนส่วนของปริมาณน้ำที่ใส่ผสมเพิ่มมากขึ้น ดังตารางที่ 4-2 โดยที่ปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม สูตรที่ 1 มีมากกว่า สูตรที่ 2, สูตรที่ 3 และ สูตรที่ 4 เป็น 1.5 , 1.9 และ 2.4 เท่า ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณแคลเซียม ของผลิตภัณฑ์ สูตรที่ 1 มีปริมาณเป็น 1.7 เท่าของผลิตภัณฑ์ สูตรที่ 2 และเป็น 2 เท่าของผลิตภัณฑ์สูตรที่ 3

ตารางที่ 4-2 คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม(ต่อ 100 กรัม)

องค์ประกอบ	ผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม			
	สูตรที่1 (1: 5)	สูตรที่2 (1: 7.5)	สูตรที่3 (1: 10)	สูตรที่4 (1: 12.5)
Energy (Kcal)	97.0	77.0	71.8	68.9
Protein (NX 6.25) (g)	2.9	1.9	1.5	1.2
Fat (g)	0.2	0.1	0.1	0.1
Carbohydrate (include dietary fiber) (g)	20.8	17.0	16.4	15.8
Dietary fiber (g)	2.3	2.4	1.1	1.04
Ash (g)	0.7	0.5	0.4	0.4
Calcium (mg)	12.0	7.0	5.7	4.7
Iron (mg)	0.4	0.3	0.2	0.2
Moisture	75.4	80.5	81.6	82.5

ที่มา : วิเคราะห์โดย สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

4.3 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อถั่วมะแฮะแห้ง ที่ได้จากการกรองแยกเอานมดิบออกแล้ว ดังภาพ ผ-4 พบว่ายังมีคุณค่าทางโภชนาการเหลืออยู่ โดยเฉพาะปริมาณโปรตีนแลพลังงานเมื่อเปรียบเทียบกับนมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม ดังแสดงในตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อถั่วมะแฮะแห้ง (ต่อ 100 กรัม)

องค์ประกอบ	ปริมาณร้อยละ
Energy (Kcal)	107
Protein (NX 6.25) (g)	3.5
Fat (g)	0.3
Carbohydrate (include dietary fiber) (g)	22.5
Dietary fiber (g)	6.3
Ash (g)	0.6
Calcium (mg)	26
Iron (mg)	0.6
Moisture (g)	73.1

ที่มา : วิเคราะห์โดย สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

4.4 ผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มทั้ง 4 สูตร โดยมีนมถั่วเหลืองที่ผลิตด้วยกรรมวิธีเดียวกันกับนมถั่วมะแฮะสูตรที่ 3 เป็นสูตรควบคุม จัดให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ทั้งชนิดเย็น และชนิดร้อน แล้วให้ผู้ทดสอบทำการประเมินการยอมรับคุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวม สเกลความชอบที่ใช้คือ สเกลความชอบ 7 จุด (7 – point Hedonic Scale) คำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส แล้ววิเคราะห์ค่าความแปรปรวนโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) และวิเคราะห์ค่าความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ได้ผลดังนี้

4.4.1 ผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มชนิดเย็น (ที่อุณหภูมิ 4 – 10 องศาเซลเซียส) จากการนำผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มชนิดเย็นไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวม พบว่า ผลการประเมินมีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มชนิดเย็น โดยนิมนถั่วเหลืองเป็นสูตรควบคุม(สูตร C)

ตัวอย่าง	การประเมิน			
	สี	กลิ่น	รสชาติ	การยอมรับโดยรวม
สูตร C (1:10)	6.22 ^a	5.63 ^a	5.9 ^a	6.02 ^a
สูตรที่ 1 (1:5)	4.87 ^{bc}	4.58 ^{bc}	3.98 ^b	4.47 ^{bc}
สูตรที่ 2 (1:7.5)	5.33 ^b	4.85 ^b	4.48 ^b	4.85 ^b
สูตรที่ 3 (1:10)	5.07 ^{bc}	4.50 ^{bc}	4.55 ^b	4.75 ^b
สูตรที่ 4 (1:12.5)	4.67 ^c	4.13 ^c	3.9 ^b	4.18 ^c

หมายเหตุ :- ออกแบบการทดลองแบบ RCBD นำค่าเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ ANOVA แล้วหา

ความแตกต่างด้วย DMRT

- a, b, c, bc ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

4.4.2 ผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มชนิดร้อน (อุณหภูมิ 60-66 องศาเซลเซียส) จากการนำผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มชนิดร้อนไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ดังแสดงในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 การยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อนมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มชนิดร้อน
โดยมีนมถั่วเหลืองเป็นสูตรควบคุม (สูตร C)

ตัวอย่าง	การประเมิน			
	สี	กลิ่น	รสชาติ	การยอมรับ โดยรวม
สูตร C (1:10)	5.97 ^a	5.55 ^a	5.65 ^a	5.83 ^a
สูตรที่ 1 (1:5)	4.28 ^{bc}	4.10 ^c	4.35 ^b	4.42 ^{bc}
สูตรที่ 2 (1:7.5)	4.48 ^{bc}	4.27 ^{bc}	4.37 ^b	4.43 ^{bc}
สูตรที่ 3 (1:10)	4.80 ^b	4.58 ^b	4.27 ^b	4.60 ^b
สูตรที่ 4 (1:12.5)	3.97 ^c	4.28 ^{bc}	3.83 ^b	3.92 ^c

หมายเหตุ :- ออกแบบการทดลองแบบ RCBD นำค่าเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ ANOVA หาความ

แตกต่างด้วย DMRT

- a, b, c, bc ตัวอักษรต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านสี ของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ ชนิดเย็น สูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 กับนมถั่วเหลือง และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่านมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มทั้ง 4 สูตร มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับต่ำกว่านมถั่วเหลือง และนมถั่วมะแฮะชนิดเย็น สูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับต่ำกว่านมถั่วมะแฮะชนิดเย็น สูตรที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่อย่างไรก็ตาม นมถั่วมะแฮะ สูตรที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$) โดยที่นมถั่วมะแฮะ สูตรที่ 2 ได้รับการยอมรับสูงกว่าสูตรอื่น ๆ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.33 คืออยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย และ สูตรที่ 4 มีคะแนนการยอมรับต่ำที่สุด (4.67) คือมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ระดับเฉย ๆ จนถึงชอบเล็กน้อย ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4-1

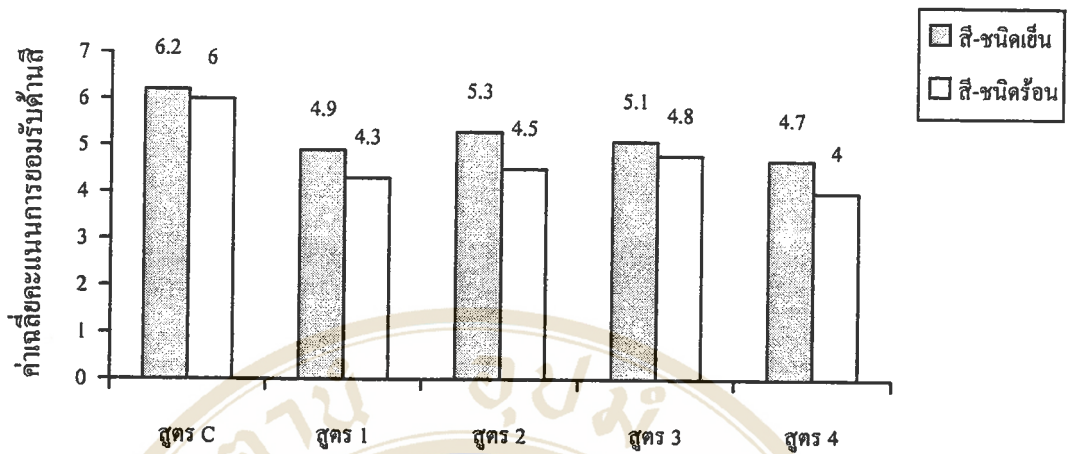
จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ ชนิดร้อน สูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 กับนมถั่วเหลือง และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่านมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มทั้ง 4 สูตร มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับต่ำกว่านมถั่วเหลืองเช่นเดียวกันกับชนิดเย็น และนมถั่วมะแฮะชนิดร้อน สูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับต่ำกว่านมถั่วมะแฮะชนิดร้อน สูตรที่ 3

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่นมถั่วมะแฮะ สูตรที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$) โดยที่นมถั่วมะแฮะ สูตรที่ 3 ได้รับการยอมรับสูงกว่าสูตรอื่นๆ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 คืออยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย และ สูตรที่ 4 มีคะแนนการยอมรับต่ำที่สุด (3.97) คือมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ระดับเฉยๆ ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4-1

จากคุณลักษณะทางด้านสีของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะที่มีสีเหลืองออกคล้ำกว่านมถั่วเหลืองตราวัดสีของผลิตภัณฑ์โดยใช้ Munsell book มีค่าสีเท่ากับ 7.5Y 8/4 (ดังภาพที่ ผ-3) พบว่าผู้บริโภคมีความชอบสีของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มต่ำกว่านมถั่วเหลือง ซึ่งใช้เป็นสูตรควบคุมทั้งชนิดเย็นและร้อน อาจเป็นเพราะสีของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะไม่มีลักษณะขาวนวลคล้ายสีของน้ำนมทั่วไป ดังเช่นสีของนมถั่วเหลือง แต่อย่างไรก็ตามในผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มด้วยกันเอง ผู้บริโภคมีความชอบสีของผลิตภัณฑ์ สูตรที่ 3 ทั้งชนิดเย็นและร้อนเช่นเดียวกัน โดยที่ผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะสูตรที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกับ สูตรที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

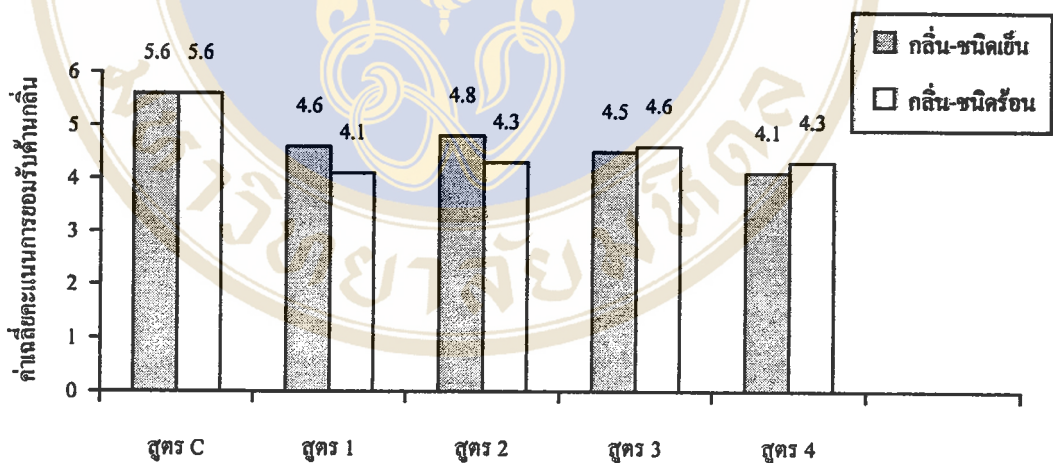
จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับ ด้านกลิ่น ของผลิตภัณฑ์ชนิดเย็นทั้ง 4 สูตร และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มทั้ง 4 สูตร มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับ ด้านกลิ่นต่ำกว่านมถั่วเหลือง และนมถั่วมะแฮะ สูตรที่ 4 ได้รับการยอมรับต่ำกว่าสูตรที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนสูตรที่ 1, 2, 3 มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$) โดยที่นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม สูตรที่ 2 ได้รับคะแนนการยอมรับมากกว่าสูตรอื่นๆ คือมีค่าเฉลี่ย 4.85 และสูตรที่ 4 มีคะแนนการยอมรับต่ำสุด คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 ดังแผนภูมิที่ 4-2

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านกลิ่น ของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะชนิดร้อน สูตรที่ 1, 2, 3, 4 และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า นมถั่วมะแฮะทั้ง 4 สูตร มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับต่ำกว่านมถั่วเหลืองเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ชนิดเย็น และผลิตภัณฑ์สูตรที่ 4 ได้รับคะแนนการยอมรับต่ำกว่าสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะชนิดร้อน สูตรที่ 2, 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$) โดยที่นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม สูตรที่ 3 ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุด คือมีค่าเฉลี่ย 4.58 และสูตรที่ 1 มีคะแนนการยอมรับต่ำสุด คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 ดังแผนภูมิที่ 4-2



ตัวอย่าง

แผนภูมิที่ 4 - 1 ค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลิ้นของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ พร้อมดื่ม ชนิดเย็นและร้อน สูตรต่าง ๆ



ตัวอย่าง

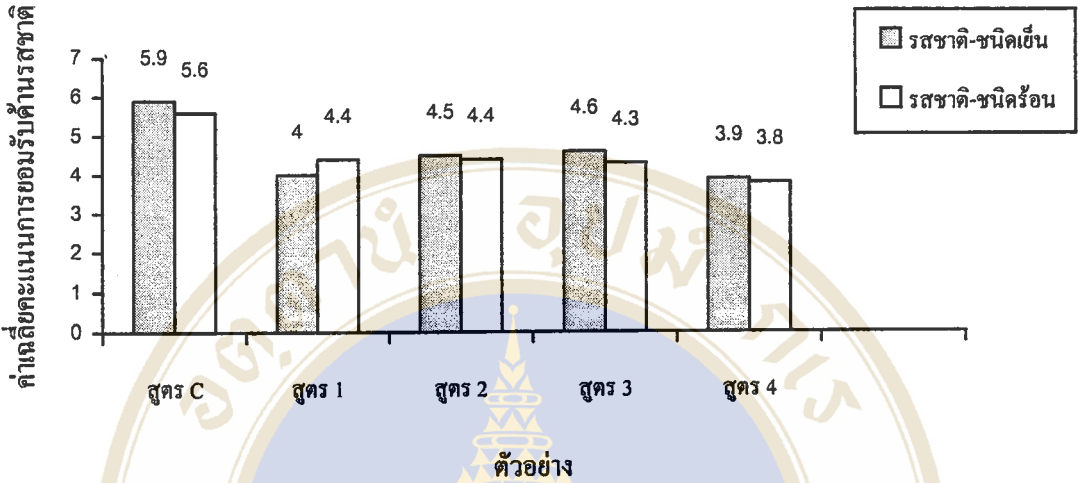
แผนภูมิที่ 4 - 2 ค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านกลิ่น ของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ พร้อมดื่ม ชนิดเย็นและชนิดร้อน สูตรต่าง ๆ

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านรสชาติ ของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ ชนิดเย็น สูตรที่ 1, 2, 3, 4 และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม ทั้ง 4 สูตร มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับต่ำกว่านมถั่วเหลือง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ นมถั่วมะแฮะทั้ง 4 สูตร มีคะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$) โดยที่ นมถั่วมะแฮะชนิดเย็นสูตรที่ 3 ได้รับการยอมรับสูงสุด คือมี ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.55 และสูตรที่ 4 ได้รับการยอมรับต่ำสุด คือมีค่าเฉลี่ยคะแนน 3.9 ดังแสดงใน แผนภูมิที่ 4-3

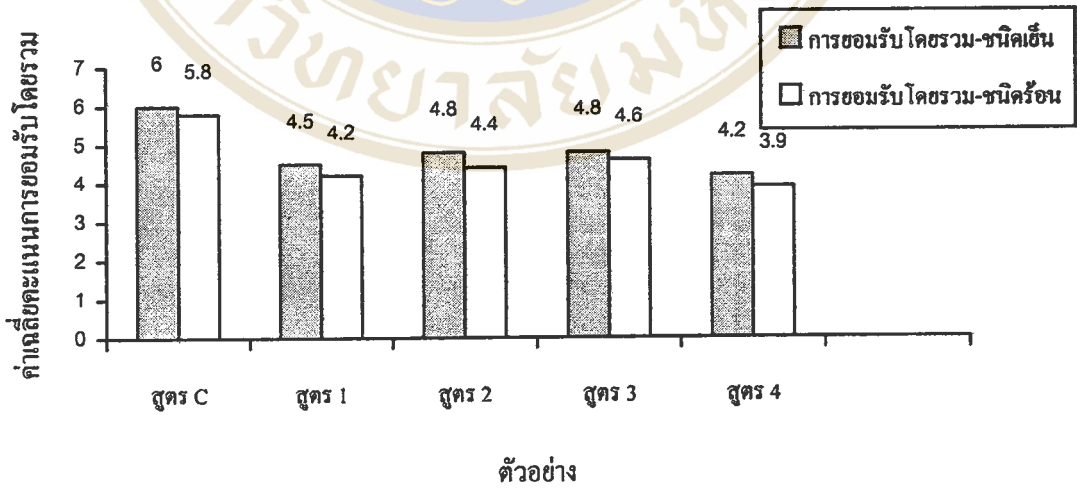
จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านรสชาติ ของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ ชนิดร้อน ทั้ง 4 สูตร และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มทั้ง 4 สูตร มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับต่ำกว่านมถั่วเหลือง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และผลิตภัณฑ์ นมถั่วมะแฮะทั้ง 4 สูตร มีคะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$) เช่นเดียวกับชนิดเย็น แต่นมถั่วมะแฮะชนิดร้อน สูตรที่ 2 ได้รับการยอมรับสูงสุด คือมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.37 และสูตรที่ 4 ได้รับการยอมรับต่ำสุด ดังแสดงใน แผนภูมิที่ 4-3

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับโดยรวม ของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ พร้อมดื่มชนิดเย็น ทั้ง 4 สูตร และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม ทุกสูตรมีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับต่ำกว่านมถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ สูตรที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$) โดยที่นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม สูตรที่ 2 ได้รับการยอมรับสูงสุด (4.85) และ สูตรที่ 4 ได้รับการยอมรับต่ำที่สุด (4.18) ดังแผนภูมิที่ 4-4

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับโดยรวม ของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ พร้อมดื่มชนิดร้อน ทั้ง 4 สูตร และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม ทุกสูตรมีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับต่ำกว่านมถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ สูตรที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$) เช่นเดียวกันกับผลิตภัณฑ์ชนิดเย็น แต่นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม สูตรที่ 3 ได้รับการยอมรับสูงสุด (4.60) และ สูตรที่ 4 ได้รับการยอมรับต่ำที่สุด (3.92) ดังแสดงใน แผนภูมิที่ 4-4



แผนภูมิที่ 4 - 3 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์มะแฮะพร้อมดื่ม ชนิดเย็นและชนิดร้อน สูตรต่างๆ



แผนภูมิที่ 4 - 4 ค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับโดยรวมทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์มะแฮะพร้อมดื่มชนิดเย็น และ ชนิดร้อน สูตรต่างๆ

จากผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะสูตรต่าง ๆ โดยมีสัดส่วนถั่ว 1 กิโลกรัม ต่อน้ำ 5 ลิตร, 7.5 ลิตร, 10 ลิตร และ 12.5 ลิตร ตามลำดับ พบว่า ผู้บริโภคมีการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะความเข้มข้นปานกลาง คือผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ สูตรที่ 2 และ 3 ใกล้เคียงกันทั้งชนิดเย็นและร้อน ส่วนสูตรที่ 1 มีลักษณะข้นมาก ไม่คล้ายเครื่องดื่มทั่วไป มีผู้ชิมบางท่านให้ข้อเสนอแนะว่า มีลักษณะคล้ายโยเกิร์ต และสังขยา (ดังภาพ ผ-3) สูตรที่ 4 มีลักษณะใสเกินไป ดังนั้น สูตรที่ 1 และ 4 จึงได้รับคะแนนการยอมรับต่ำ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม สูตรที่ 3 เนื่องจากเป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงทั้งชนิดเย็นและร้อน

4.5 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม ทั้ง 4 สูตร ดังตารางที่ 4-6 โดยพิจารณาจากค่าแรงงาน ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ ค่าแก๊ส และค่าวัสดุดิบ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ค่าแรงงาน คิดจากค่าแรงขั้นต่ำตามประกาศของกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคมในท้องที่จังหวัดสุรินทร์ ประกาศ ณ เดือนกันยายน 2540 โดยมีอัตราค่าแรงงานวันละ 130 บาทหรือเฉลี่ยชั่วโมงละ 16.25 บาท โดยใช้แรงงาน 1 คน

- จัดตั้งปนเปื้อน ล้างถั่ว แช่ถั่ว ใช้เวลา 1 ชั่วโมงทำกันทุกสูตร

- ล้างถั่วที่แช่แล้ว บดถั่ว 1 กิโลกรัม กรองถั่ว ต้ม และเก็บล้าง ใช้เวลาแตกต่างกัน ซึ่งอยู่ที่เวลาในการต้มให้เดือด โดยเวลาที่ใช้ในสูตรควบคุม สูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 2, 1.30, 1.45, 2 และ 2.15 ชั่วโมง ตามลำดับ

ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการทำนมถั่วเหลืองสูตรควบคุม และผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม สูตรที่ 1, 2, 3, และ 4 เท่ากับ 3, 2.30, 2.45, 3 และ 3.15 ชั่วโมง ตามลำดับ

ดังนั้นค่าแรงงานที่ใช้ในการทำ นมถั่วเหลืองสูตรควบคุม และผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม สูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 48.75 40.75 44.75 48.75 และ 53 บาท ตามลำดับ

2. ค่าไฟฟ้า ค่าไฟฟ้าที่คำนวณประกอบด้วย ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการสีเปลือกเมล็ดและบด ซึ่งคิดตามอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ประเภทที่อยู่อาศัย ในอัตรา 2.15 บาท ต่อหน่วยไฟฟ้า พบว่า

ค่าสีเปลือกถั่ว ใช้เครื่องสีเปลือกถั่วไฟฟ้าขนาด 746 วัตต์

- ใช้เวลาในการสี 10 นาที ต่อถั่ว 1 กิโลกรัม
- คิดเป็นเงิน 0.25 บาทต่อสูตร

ค่าบด ใช้เครื่องบดไฟฟ้าขนาด 300 วัตต์

- ใช้เวลาในการบด 6 นาที ต่อถั่ว 1 กิโลกรัม
- คิดเป็นเงิน 0.07 บาทต่อสูตร

ดังนั้นค่าไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด เท่ากับ 0.32 บาท

3. ค่าน้ำ ค่าน้ำที่คำนวณ ประกอบด้วย ค่าน้ำในส่วนผสม ค่าน้ำสำหรับแช่ถั่ว ล้างถั่ว และล้างอุปกรณ์ ซึ่งคิดตามอัตราค่าน้ำประปาส่วนภูมิภาค ประเภทที่อยู่อาศัยในอัตรา 8.08 บาท ต่อหน่วยพบว่า

- ปริมาณน้ำในส่วนผสม สูตรที่ 1, 2, 3, 4 เท่ากับ 5, 7.5, 10, 12.5 ลิตร ตามลำดับ
- ปริมาณน้ำสำหรับล้างถั่ว แช่ถั่ว และล้างอุปกรณ์ 30 ลิตร เท่ากันทุกสูตร
- ปริมาณน้ำที่ใช้ในสูตรควบคุม และผลิตภัณฑ์ สูตรที่ 1, 2, 3, และ 4 เท่ากับ 40, 35, 37.5, 40 และ 42.5 ลิตรตามลำดับ
- ดังนั้นค่าน้ำทั้งหมดที่ใช้ในสูตรควบคุม และผลิตภัณฑ์สูตรที่ 1, 2, 3, และ 4 เท่ากับ 0.32, 0.28, 0.31, 0.32 และ 0.35 บาท ตามลำดับ

4. ค่าแก๊ส คิดตามราคา ณ จังหวัดสุรินทร์ เดือนพฤศจิกายน 2543 ราคา 11.33 บาทต่อ กิโลกรัม ซึ่งการเตรียมผลิตภัณฑ์แต่ละสูตร ใช้ค่าแก๊สต่าง ๆ กัน ดังนี้

- สูตรควบคุม นมถั่วเหลือง ใช้แก๊ส 0.17 กิโลกรัม คิดเป็นเงินเท่ากับ 1.93 บาท
- ผลิตภัณฑ์ นมถั่วมะพร้าว สูตรที่ 1 ใช้แก๊ส 0.10 กิโลกรัม คิดเป็นเงินเท่ากับ 1.13 บาท
- ผลิตภัณฑ์ นมถั่วมะพร้าว สูตรที่ 2 ใช้แก๊ส 0.13 กิโลกรัม คิดเป็นเงินเท่ากับ 1.47 บาท
- ผลิตภัณฑ์ นมถั่วมะพร้าว สูตรที่ 3 ใช้แก๊ส 0.16 กิโลกรัม คิดเป็นเงินเท่ากับ 1.81 บาท
- ผลิตภัณฑ์ นมถั่วมะพร้าว สูตรที่ 4 ใช้แก๊ส 0.20 กิโลกรัม คิดเป็นเงินเท่ากับ 2.26 บาท

5. คำวัดดูดิบ วัดดูดิบที่นำมาคำนวณค่าใช้จ่าย ได้แก่ ถั่วเหลือง, ถั่วมะแฮะ, น้ำตาลทราย และเกลือ ซึ่งคิดค่าใช้จ่ายดังนี้ ถั่วเหลือง ราคา กิโลกรัมละ 12 บาท จากแหล่งผลิต ประจำเดือน พฤศจิกายน 2543 (ราคาจากร้านค้าในตลาด กิโลกรัมละ 25 บาท) ถั่วมะแฮะ กิโลกรัมละ 5 บาท จากแหล่งผลิต (ไม่มีราคาซื้อขายในตลาดทั่วไป เนื่องจากถั่วมะแฮะยังไม่มีมีการส่งเสริมให้เกษตรกร ปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจ) น้ำตาลทราย กิโลกรัมละ 15 บาท และ เกลือ กิโลกรัมละ 10 บาท

ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4-6 จากตาราง พบว่าต้นทุนการผลิตนมถั่วเหลืองสูตรควบคุม มีค่าเท่ากับ 7.75 บาทต่อลิตร สำหรับ นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มทั้ง 4 สูตร มีราคาใกล้เคียงกันคือสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 มีราคาต้นทุนการผลิตต่อลิตรโดยประมาณ คือ 10.25 8.25 7.25 และ 6.50 บาท ตามลำดับ

ตาราง 4-6 ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มสูตรต่าง ๆ

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)				
	สูตร C (1:10)	สูตรที่ 1 (1:5)	สูตรที่ 2 (1:7.5)	สูตรที่ 3 (1:10)	สูตรที่ 4 (1:12.5)
ค่าแรง	48.75	40.75	44.75	48.75	53
ค่าไฟฟ้า	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
ค่าน้ำ	0.32	0.28	0.31	0.32	0.35
ค่าแก๊ส	1.93	1.13	1.47	1.81	2.26
วัตถุดิบ					
ถั่วเหลือง	12	-	-	-	-
ถั่วมะแฮะ	-	5	5	5	5
น้ำตาลทราย	19.80	10.20	14.70	19.20	23.70
เกลือ	0.17	0.09	0.12	0.16	0.20
ต้นทุนรวม	83.29	57.77	66.67	75.56	84.83
ผลิตภัณฑ์ที่ได้ (ลิตร)	11.00	5.70	8.20	10.70	13.20
ต้นทุนการผลิต/ ลิตร	7.57	10.14	8.13	7.06	6.43
ต้นทุนโดยประมาณ/ลิตร	7.75	10.25	8.25	7.25	6.50

หมายเหตุ ต้นทุนการผลิตนมถั่วเหลืองสูตรควบคุม 8.75 บาทต่อลิตร เมื่อคิดราคาถั่วเหลืองจากร้านค้าในตลาด กิโลกรัมละ 25 บาท และถั่วมะแฮะ กิโลกรัมละ 5 บาท เป็นราคาจากรั้ว ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีราคาในท้องตลาดของถั่วมะแฮะ

บทที่ 5

อภิปรายผล

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะ ผลการศึกษาพบว่า ส่วนสำคัญที่เป็นข้อบ่งชี้ถึงความเป็นไปได้ในการศึกษา คือ ข้อมูลพื้นฐานของเมล็ดถั่วมะแฮะ คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ การยอมรับทางประสาทสัมผัส และต้นทุนการผลิตนมถั่วมะแฮะในระดับห้องปฏิบัติการ จากการประมวลผล และวิเคราะห์ผลการศึกษาดังกล่าว นำมาอภิปรายผลเป็นประเด็นหลักดังนี้

5.1 ข้อมูลพื้นฐานเมล็ดถั่วมะแฮะ

5.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

จากผลการวิจัยถั่วมะแฮะพันธุ์พื้นเมือง พบว่า ถั่วมะแฮะ มีขนาดใกล้เคียงถั่วเขียวแต่เล็กกว่าถั่วเหลือง มีค่าความชื้นอยู่ในเกณฑ์ที่ใกล้เคียงกับเมล็ดถั่วเหลืองที่คัดเลือกมาเพื่อบริโภค ซึ่งค่าความชื้นของถั่วที่นำมาบริโภคมีกำหนดเกณฑ์ไว้ว่า ถั่วที่เหมาะสมในการใช้งานควรมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 ซึ่งเป็นถั่วที่จัดว่าแห้งพอเหมาะ (25) เพราะเมล็ดถั่วที่อ่อนจะมีความชื้นสูง เมล็ดเจริญเติบโตไม่เต็มที่ จึงมีขนาดเล็ก เทียบกับ เมล็ดที่แก่แล้ว เมล็ดที่แก่แล้วจะทำให้ถั่วเน่าได้ง่าย ไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์ และเมื่อนำถั่วมะแฮะไปแช่น้ำ 8 ชั่วโมง พบว่า ถั่วมะแฮะสามารถดูดน้ำได้ใกล้เคียงกับถั่วเหลือง ดังรายงานของมณฑนา วิภา และทัศนีย์ (26) ถั่วที่ได้จะมีเปลือกนุ่มและพองตัว ทำให้ลอกออกจากเมล็ดได้ง่าย เนื้อถั่วจะนุ่มสะดวกต่อการตีปั่นและการกรองเพื่อสกัดน้ำนม การแช่ถั่วไม่เพียงพอก็จะทำให้เสียเวลาในการทำน้ำนม ส่วนการแช่ถั่วนานเกินไป จะทำให้เกิดการสูญเสียคุณค่าทางอาหารบางอย่างมากขึ้น

5.1.2 คุณค่าทางโภชนาการ

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดถั่วมะแฮะพบว่า มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต (61.5) และโปรตีน(22.5) สูง แต่มีปริมาณไขมันต่ำ(2.1) เมื่อเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์เมล็ดถั่วมะแฮะ 5 พันธุ์จากการศึกษาของสมชายและวิเชียร ดังตารางที่ 2-1 ถ้าคิดที่ความชื้นเท่ากัน จะมี

ปริมาณโปรตีนและไขมันน้อยกว่าเมล็ดถั่วมะแฮะที่เป็นวัตถุดิบ และจากการเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของถั่วต่าง ๆ ของประภาศรีและคณะ (30) ดังตารางที่ 2-7 พบว่า ถั่วมะแฮะเป็นถั่วประเภทที่มีคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนสูงเช่นเดียวกับถั่วดำ ถั่วแดง ถั่วแดงหลวง ถั่วพุ่ม ถั่วเขียว แต่มีปริมาณโปรตีนและไขมันต่ำกว่าถั่วเหลือง ดังตารางที่ 5-1 เปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดถั่วมะแฮะที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการวิจัย กับถั่วเขียวและถั่วเหลือง

ตารางที่ 5-1 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วมะแฮะพันธุ์พื้นเมือง ถั่วเขียว ถั่วเหลือง (ต่อ 100 กรัม)

องค์ประกอบ	เมล็ดถั่ว (ปริมาณร้อยละ)		
	ถั่วมะแฮะ	ถั่วเขียว*	ถั่วเหลือง*
Energy (Kcal)	355	351	423
Protein (N× 6.25) (g)	22.5	21.7	34.2
Fat (g)	2.1	1.5	16.7
Carbohydrate (include dietary fiber) (g)	61.5	62.7	33.9
Dietary fiber (g)	11.8	26.1	21.9
Ash (g)	3.9	3.9	5.9
Calcium (mg)	36.0	76.0	343.0
Iron (mg)	3.2	7.4	8.9
Moisture (g)	10.0	10.2	9.3

หมายเหตุ * หมายถึง ข้อมูลจาก Thai Food Composition Tables 1999 (30)

5.2 ผลิตกัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม

5.2.1 คุณค่าทางโภชนาการของผลิตกัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม สูตรต่าง ๆ

จากการเปรียบเทียบผลิตกัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มสูตรที่ 3 (ถั่ว 1 กิโลกรัม : น้ำ 10 ลิตร)ซึ่งเป็นสูตรที่ยอมรับของผู้บริโภคมาก กับนมถั่วเหลือง ผลิตจำหน่ายประจำวัน (ดังตารางที่ 2-6) และนมถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ดังตารางที่ 2-7) พบว่า ปริมาณโปรตีน

ต่ำสุด – สูงสุด มีค่าเท่ากับ 1.57 – 3.72 และ 1.80 – 2.60 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณโปรตีนของนมถั่วมะแฮะสูตรที่ 3 (1.5 กรัมต่อ 100 กรัม) ก็อยู่ในช่วงที่ไม่แตกต่างกัน

อารีย์ และพิพัฒน์ (26) ได้รายงานผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันถั่วเหลืองปรุงรส น้ำมันโค และน้ำมันมารถา (ดังตารางที่ 2-4) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีนในนมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มสูตรที่ 3 พบว่า นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม มีปริมาณโปรตีน(1.50) เท่ากับน้ำมันมารถา แต่ต่ำกว่านมถั่วเหลือง และน้ำมันโค ส่วนปริมาณไขมันของนมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มมีค่าต่ำกว่าน้ำมันถั่วเหลืองปรุงรส (มีการเติมน้ำมันปาล์ม) น้ำมันโค และน้ำมันมารถา

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมและเหล็กของนมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มกับนมถั่วเหลืองและนมวัว ดังตารางที่ 2-4 พบว่า นมถั่วมะแฮะมีปริมาณแคลเซียมต่ำกว่านมถั่วเหลือง และนมวัว ประมาณ 3.5 และ 20 เท่าตามลำดับ แต่มีปริมาณเหล็กสูงกว่านมวัวเป็นเท่าตัว และต่ำกว่านมถั่วเหลือง 6 เท่าตัว

ผู้บริโภคส่วนมากนิยมดื่มนมถั่วเหลือง หรือนมสดร้อน ๆ เป็นส่วนหนึ่งของอาหารเช้า ดังนั้น ถ้าผู้บริโภครับประทานผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มหนึ่งหน่วยบริโภค (ประมาณ 200 มิลลิลิตร) ก็จะได้รับปริมาณโปรตีน 3.0 กรัมต่อหน่วยบริโภค ปริมาณแคลเซียม 11.4 มิลลิกรัมต่อหน่วยบริโภค ปริมาณเหล็ก 0.4 มิลลิกรัมต่อหน่วยบริโภค ตามที่คณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดสารอาหารประจำวันที่ร่างกายควรได้รับของประชาชนไทย(32) กล่าวว่า ผู้ใหญ่มีความต้องการโปรตีนเท่ากับ 0.75 กรัมต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัม เมื่อปรับค่าความสามารถในการย่อยร้อยละ 85 จะเป็นโปรตีนเท่ากับ 0.88 กรัมต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่กำหนดให้บริโภคของผู้ใหญ่ชายและหญิงทุกกลุ่มอายุ กลุ่มที่ต้องการโปรตีนสูงสุดคือ กลุ่มชายอายุ 16-19 ปี มีปริมาณโปรตีนที่กำหนด 57 กรัมต่อวัน ปริมาณแคลเซียม 800 มิลลิกรัมต่อคนต่อวัน และปริมาณเหล็ก 10 มิลลิกรัมต่อวัน ดังนั้นในการรับประทานผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะหนึ่งหน่วยบริโภค จะได้รับปริมาณโปรตีนและเหล็ก ร้อยละ 5.3 และ 4 ของปริมาณความต้องการตามข้อกำหนดดังกล่าวข้างต้นต่อวัน

5.2.2 ผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

จากผลการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อนมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มทั้ง 4 สูตร กับนมถั่วเหลืองสูตรควบคุม(1:10) โดยใช้คุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวมเป็นปัจจัยในการพิจารณาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ พบว่า

ผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มได้รับการยอมรับต่ำกว่านมถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพราะ เมล็ดถั่วมะแฮะเป็นถั่วประเภทที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูง แต่มีปริมาณไขมันต่ำกว่าถั่วเหลือง จึงมีผลต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ ทำให้ผู้ทดสอบชิมนมถั่วมะแฮะมีความรู้สึกว่าสาากลิ่นเล็กน้อย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานผลการทดลองของ อารี และ พิพัฒน์ (31) ได้รายงานว่าการเติมน้ำมันปาล์มทำให้นมถั่วเหลืองมีกลิ่น รสดีขึ้น ผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มมีคุณลักษณะด้านสีออกเหลืองอมเขียว ไม่คล้ายลักษณะนมทั่วไปดังเช่นนมถั่วเหลือง จึงอาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผู้บริโภคให้การยอมรับโดยรวมต่ำกว่านมถั่วเหลือง (สูตรควบคุม)

การทดลองหาสูตรที่เหมาะสมที่ผู้บริโภคให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวมที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มทั้งชนิดเย็นและชนิดร้อน ในสูตรต่าง ๆ พบว่าผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มสูตรที่ 2 (1:7.5) และสูตรที่ 3 (1:10) ได้รับการยอมรับมากที่สุด โดยที่ สูตรที่ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่สูตรที่ 1 มีลักษณะข้นมากไม่คล้ายเครื่องดื่มทั่วไป ส่วนผลิตภัณฑ์สูตรที่ 4 มีลักษณะใสมากเกินไป ได้รับค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของมัทนา และคณะ (27) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มสูตรที่ 3 ซึ่งผู้บริโภคให้การยอมรับอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะ

5.3 วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของกระบวนการผลิตและต้นทุนการผลิต

จากการคำนวณต้นทุนการผลิตนมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม ทั้ง 4 สูตร ในระดับห้องปฏิบัติการ พบว่า ผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม สูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 10.25 8.25 7.25 และ 6.50 บาท ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าแต่ละสูตรมีต้นทุนการผลิตแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากสัดส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ และปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่ได้ทั้งหมด และการทดลองผลิตในระดับห้องปฏิบัติการ มีปริมาณการผลิตน้อย ทำให้ราคาซื้อเป็นราคาขายปลีก จึงส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูง นอกจากนี้ กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มก็ไม่ยุ่งยากซับซ้อน กระบวนการผลิตส่วนใหญ่อยู่ที่การคัดเลือก-ล้าง-บด-ต้ม-เก็บล้างเมล็ด และภาชนะเท่านั้น

เมื่อเปรียบเทียบราคาดัชนีต้นทุนการผลิตนมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม สูตรที่ 3 (1:10) ซึ่งเป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงสุด กับนมถั่วเหลือง(1:10)สูตรควบคุม และมีกรรมวิธีการผลิตเช่นเดียวกัน พบว่า ผลิตภัณฑ์ นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มสูตรที่ 3 มีต้นทุน(7.25 บาทต่อลิตร) ต่ำกว่านมถั่วเหลือง(7.75 บาทต่อลิตร) ประมาณร้อยละ 6.5 (เป็นราคาถั่วเหลืองที่คิดจากไร่) อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยยังไม่ได้คิดราคาเงา (Shadow cost) ซึ่งประกอบด้วยค่าเพิ่มมูลค่าเมล็ดและต้นถั่วมะแฮะ ลดต้นทุนการ

ปรับปรุงดิน การใช้ปริมาณน้ำลดลง และเนื้อถั่วมะแฮะที่เหลือจากการทำนํายังสามารถนำไปใช้ประโยชน์โดยการเลี้ยงสัตว์ เป็นอาหารสำหรับมนุษย์ และทำปุ๋ยสดได้โดยไม่ก่อให้เกิดผลเสียแก่สภาพแวดล้อม รวมทั้งยังประหยัดเงินตราได้ส่วนหนึ่งโดยลดการนำเข้ากากถั่วเหลืองจากต่างประเทศ เนื่องจากผลิตภัณฑ์นํถั่วมะแฮะหนึ่งหน่วยบริโภคมีปริมาณคุณค่าทางโภชนาการ คือ ปริมาณโปรตีนและ เหล็ก ร้อยละ 5.3 และ 4 ของปริมาณความต้องการตามข้อกำหนดสารอาหารประจำวันที่ร่างกายควรได้รับของประชาชนไทย ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะทำการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์นํถั่วมะแฮะพร้อมดื่มให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคให้มากขึ้น



บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการศึกษาทดลอง สรุปได้ว่า มีความเป็นไปได้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะ และพบว่า มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการศึกษาด้านความเป็นไปได้ คือ ด้านวัตถุดิบเพื่อผลิตนมถั่วมะแฮะ ด้านกระบวนการผลิต คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ การยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวม และต้นทุนการผลิตนมถั่วมะแฮะ ในระดับห้องปฏิบัติการ

6.1.1 จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของเมล็ดถั่วมะแฮะ พบว่า เมล็ดถั่วมะแฮะเป็นถั่วเมล็ดแห้งที่มีโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตสูงพอ ๆ กับถั่วเขียว ถั่วแดงหลวง แต่มีไขมันต่ำ สามารถนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะที่ได้รับการยอมรับปานกลาง (น้อยกว่านมถั่วเหลือง)

6.1.2 สรุปผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตนมถั่วมะแฮะที่มีสัดส่วนถั่วมะแฮะต่อน้ำที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้เลือกผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มสูตรที่ 3 โดยมีสัดส่วนถั่วต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 10 (น้ำหนักต่อปริมาตร) โดยมีเหตุผลประกอบดังนี้

- 1) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความขึ้นปานกลาง และมีลักษณะคล้ายเครื่องดื่มทั่วไป ประกอบกับกลิ่นถั่วไม่เด่นชัดมากนัก
- 2) มีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม สูตรที่ 2 (1:7.5)
- 3) ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวมสูงกว่าผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มสูตรอื่น และไม่มีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม สูตรที่ 2
- 4) มีต้นทุนการผลิตในระดับห้องปฏิบัติการต่ำกว่าผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม สูตรที่ 2 และนมถั่วเหลืองสูตรควบคุม

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 เมล็ดถั่วมะแฮะมีคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะปริมาณคาร์โบไฮเดรต และโปรตีน จึงควรที่จะนำไปพัฒนาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์อื่น อาทิเช่น ไปผลิตเป็นอาหารเสริม สำหรับผู้ที่เป็นโรคขาดสารอาหาร โปรตีนและพลังงานได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังมีราคาถูกเหมาะสม กับผู้ที่มิรายได้น้อย

6.2.2 ผลิตภัณฑ์ถั่วมะแฮะพร้อมดื่มมีปริมาณไขมันต่ำ จึงเหมาะสำหรับผู้บริโภค ที่มีภาวะ โภชนาการเกินหรือต้องการควบคุมน้ำหนักแต่ยังต้องการโปรตีน หรือถ้าต้องการให้ผลิตภัณฑ์นม ถั่วมะแฮะมีปริมาณไขมันใกล้เคียงกับนมโค(ร้อยละ 3.2-3.5) ต้องมีการเพิ่มปริมาณไขมัน เพื่อ เพิ่มการยอมรับจากกลุ่มผู้บริโภค

6.2.3 เนื้อถั่วมะแฮะแห้งยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ จึง ควรมีการศึกษาวิจัยนำเนื้อถั่วมะแฮะแห้งไปใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงสัตว์ หรือทำอาหารมนุษย์ เช่น ผลิตเป็นขนม หรือ อาหารว่าง เพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบำบัด และลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ได้มาก

6.2.4 สามารถนำขั้นตอนการผลิตนมถั่วมะแฮะในระดับห้องปฏิบัติการ ไปพัฒนาสู่ระดับ ครัวเรือนได้ หรือเพิ่มปริมาณการผลิตให้สูงขึ้น และทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง

6.2.5 ควรมีการนำผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มไปทำการพัฒนาปรับปรุงเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ ได้รับการยอมรับเพิ่มมากขึ้น โดยอาจมีการปรับแต่งกลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์ให้ชวนลิ้ม ด้วยการเติมแต่งกลิ่น รสชาติเพิ่มเข้าไป

รายการอ้างอิง

1. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. ถั่วมะแฮะ. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. 2540.
2. สนั่น เพือกไร่, พัทธ์ชัย อินทะพันธ์. ถั่วมะแฮะ. กรมพัฒนาที่ดิน. รายงานประจำปี 2534.
3. สุวิทย์ เลหาศิริวงศ์. ถั่วมะแฮะพืชที่น่าสนใจในอีสาน. แก่นเกษตร 5 (1) : , 2520. 33-40.
4. วิมลรัตน์ ศุภรินทร์ และมนต์เชียร โสมภีร์. การเปรียบเทียบพันธุ์ถั่วมะแฮะ(อายุสั้น). รายการผลการวิจัยปี 2530 พืชเศรษฐกิจ. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการ
5. ปราโมทย์ ศิตะโกเศศ, สมปอง สรวมศิริ, กริสน์ เสือรา. รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 28 เรื่อง การใช้ประโยชน์จากใบถั่วมะแฮะและเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์;2533.
6. . อภิรดี สัจจมงคล, อัครวุฒิ งามเกษมทรัพย์. เรื่องมะขามถั่วมะแฮะ [ปัญหาพิเศษทางเทคโนโลยีอาหาร สาขาภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร]. ขอนแก่น:มหาวิทยาลัย ขอนแก่น;2538.
7. เทียรทอง ชัยศิริ และจินตภา เฉยพ่วง. ถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์. เทคโนโลยี มีนาคม 2537; 15(1) : 7-31
8. Pathak, G.N. Red Grum Pluse Crop in India. Indian Council of Agriculture Res. New Delhi. 1970.
9. Purseglove, J.W. Tropical Crops Dicotyledone. Longmans Green and Co.Ltd. London. 1968.
10. Johnson, R.M. , and W.D. Raymond, The chemical composition of some tropical food plants II Pigeonpea and Cowpea. Trop. Sci. 6 (2) : 1964; 67-73 .
11. Paichit Chandrawong, Verasuk Anumbuthr, Wilaisri Limpagpayom, Supruya Sukhasem. Processing on Pigeonpea as Food Products chemistry of oilplants and Natural Products. Agricultural chemistry, Division Dept. of Agri. Thailand. Presented paper in Pigeonpea Workshop, 1986; 11 p.
12. สมชาย ประภาวัต และ วิเชียร วรพทุฑพร. ศึกษาการทำชาหริ่มจากถั่วมะแฮะพันธุ์ต่าง ๆ เปรียบเทียบกับถั่วเขียว. อาหาร ม.ค.-มี.ค. 2528;15(1):30-40.

รายการอ้างอิง(ต่อ)

13. ICRISAT. Legume Pigeonpea. Annual Report. Patancheeru, A.P. , India. 1987; 87 p.
14. Zaumeyer , M. Legume Pigeonpea. Annual Reports. Patancheeru, A.P. ,India. 1968;103p
15. Chaven, J.K. , S.S. Kadam , D.K. Salunkhe. Pigeonpea, In World Legume Nutrition Chemistry Processing Technology and Utilization, Vol 2 . CRC Press, Inc. , USA. 1989; 68-85.
16. สุชน ตั้งทวีวัฒน์, บุญล้อม ชีวอิสสระกุล. การใช้ถั่วมะแฮะเป็นอาหารสัตว์ 1. ใบถั่วมะแฮะในอาหารไก่เนื้อ. วารสารเกษตร 2534;7:118-33
17. พันธ์ นุรณศิริปิน. การศึกษาเรื่องถั่วมะแฮะ. สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2520.
18. สมชาย ประภาวัต. การใช้ประโยชน์ของถั่วมะแฮะในการทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ. เอกสารเผยแพร่งานวันเกษตรแห่งชาติ ประจำปี 2531 สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. . กรุงเทพฯ. 2531.
19. สมชาย ประภาวัต, อนุกุล พลศิริ อุดม กาญจนปริญชัย. การใช้ประโยชน์ของถั่วมะแฮะในการทำคุกกี้. อาหาร 2522;11(2): 136-44.
20. วิเชียร วรพุทธพร. ศึกษาการทำวันเส้นและข้าหรือมจากแป้งถั่วมะแฮะพันธุ์ต่าง ๆ และถั่วเขียว [วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตร]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; กรุงเทพฯ:2525.
21. สมชาย ประภาวัต. ศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการสกัดแป้งจากถั่วมะแฮะพันธุ์ต่าง ๆ และถั่วเขียว. อาหาร 2528; 15(4):255-84.
22. วิเชียร วรพุทธพร. การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งถั่วมะแฮะและการนำไปใช้ทำวันเส้นอาหาร. 2531;18(4) : 255-8 .
23. นิรมล ล้อสุริยนต์. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปชนิดแผ่นจากถั่วมะแฮะ [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร].กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2536.
24. สถาบันวิจัยพืชไร่ . การผลิตถั่วเหลืองที่ถูกต้องและเหมาะสม. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2542.

รายการอ้างอิง(ต่อ)

25. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. ถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527.
26. อารี ชูวิสิฐกุล, พิพัฒน์ พันพาไพร. การศึกษาทดลองผลิตนํ้านมถั่วเหลืองปรุงรส.
กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ, กรมวิทยาศาสตร์บริการ, กระทรวงวิทยาศาสตร์; 2521.
27. มณฑนา ร่วมรักย์, วิภา คำดา, ทศนีย์ ลิ้มสุวรรณ. ผลของวิธีการผลิตต่อคุณภาพของนํ้านม
ถั่วเหลือง. อาหาร 2529; 16(2): 59-71.
28. ยูพา ฉันทปัญญารัตน์, สุวรรณิธีร์ภาพธรรมกุล, บุญสรพ์ บุญชินันท์. คุณค่าทางอาหาร
ของนํ้านมถั่วเหลืองผลิตประจำวัน. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, มกราคม-
มีนาคม 2531; 41-5.
29. S.H. Brough, S.N. Azam-Ali, A.J. Taylor. The potential of bambara groundnut (*Vigna
subterranea*) in vegetable milk production and basic protein functionality
systems. Food Chemistry .England:Britain.1993;47:277-83.
30. Prapasri Puwastien, Monthip Raroengwichit, Pongtorn Sungpuag, Kunchit Judprasong.
Thai Food Composition Tables 1999. Institute of Nutrition Mahidol
University.
31. อติศักดิ์ เอกโสวรรณ. การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพอาหาร เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร:
สาขาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย; 2539.
32. กรมอนามัย. ข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวัน และ แนวทางบริโภคอาหารสำหรับ
คนไทย. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ. 2532.





FOOD AND NUTRITION TECHNICAL SERVICES
INSTITUTE OF NUTRITION, MAHIDOL UNIVERSITY
 Salaya, Pathamonthon, Nakhonpathom 73170, Thailand

ตัวอย่างอาหาร : นำนมถั่วมะแขว่ สูตร 1, สูตร 2, สูตร 3, สูตร 4, เมล็ดถั่วมะแขว่

เลขที่บริการ : SST 77-81/2544

รายละเอียดของตัวอย่างอาหาร : บรรจุถุงพลาสติก จำนวน 5 ตัวอย่าง ละ 1 ถุง (ไม่มีฉลาก)

ผู้ขอรับบริการ : คุณสุวรรณีย์ พัฒนาพงศ์ชัย

วันที่รับตัวอย่าง : ๒๐ ตุลาคม ๒๕๔๓

ผลการตรวจสอบ/วิเคราะห์ :

เลขที่บริการ	ตัวอย่าง	เทียบสี
SST 77/2544	นํ้านมถั่วมะแขว่ สูตร 1	7.5Y 8/4
SST 78/2544	นํ้านมถั่วมะแขว่ สูตร 2	7.5Y 8/4
SST 79/2544	นํ้านมถั่วมะแขว่ สูตร 3	7.5Y 8/4
SST 80/2544	นํ้านมถั่วมะแขว่ สูตร 4	7.5Y 8/4
SST 81/2544	เมล็ดถั่วมะแขว่	5Y 9/4

(อาจารย์จิตติมา สิงหณชัย)

หัวหน้าฝ่ายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหาร

(รองศาสตราจารย์วิสิฐ จระสิทธิ์)

รองผู้อำนวยการ รักษาการแทน
 ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยโภชนาการ

รายงานผลการวิเคราะห์ตามหนังสือเลขที่ ทม ๐๔๒๑/๒๐๒๕๔๓ ลงวันที่ ๒๓ พฤศจิกายน ๒๕๔๓

The analytical results reported in this document are valid for the submitted sample only.
 This document is prohibited for use in any type of advertising without written permission.

ผลการตรวจสอบ/วิเคราะห์ ไซได้กับตัวอย่างนี้เท่านั้น ห้ามนำเอกสารนี้ไปประกาศโฆษณาจนได้รับอนุญาต

บริการวิชาการ * สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา พุทธมณฑล นครปฐม 73170
 Tel. 4419346; 4419036-8, 8893820, 8893920 ext. 406 : Fax. 4419344, 4419345



FOOD AND NUTRITION TECHNICAL SERVICES
INSTITUTE OF NUTRITION, MAHIDOL UNIVERSITY
 Salaya, Putthamonthon, Nakhonpathom 73170, Thailand

ตัวอย่างอาหาร : เมล็ดถั่วมะเอะ

เลขที่บริการ : SFC 75/2544

รายละเอียดของตัวอย่างอาหาร : บวรจุยพลาญผัก จำนวน 1 ถู (ไม่มีผลาก)

ผู้ขอรับบริการ : คุณสุวรรณี พัฒนาพงศ์ชัย

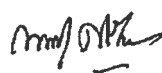
381 383 ถนนจิตรบำรุง ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 32000

วันที่รับตัวอย่าง : 20 ตุลาคม 2543

ผลการตรวจสอบ/วิเคราะห์ : (ต่อ 100 กรัม)

Energy (kcal)	355
Protein (N x 6.25) (g)	22.5
Fat (g)	2.1
Carbohydrate (include dietary fiber) (g)	61.5
Dietary fiber (g)	11.8
Ash (g)	3.9
Calcium (mg)	36
Iron (mg)	3.2


 (รองศาสตราจารย์พงษ์ธร สรรค์เมือง)
 วิชาการอาหาร
 หัวหน้าฝ่ายเคมีทางอาหาร


 (รองศาสตราจารย์พงษ์ธร สรรค์เมือง)
 ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยโภชนาการ

รายงานผลการวิเคราะห์ตามหนังสือเลขที่ ทม 0821/ 2488 ลงวันที่ 30 พฤศจิกายน 2543

The analytical results reported in this document are valid for the submitted sample only.
 This document is prohibited for use in any type of advertising without written permission.
 ผลการตรวจสอบ/วิเคราะห์ ใช้ได้กับตัวอย่างนี้เท่านั้น ห้ามนำเอกสารนี้ไปประกาศโฆษณาจนได้รับอนุญาต

บริการวิชาการ * สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา พุทธมณฑล นครปฐม 73170
 Tel. 4419346; 4419036-8, 8893820, 8893920 ext. 406; Fax. 4419344, 4419345



FOOD AND NUTRITION TECHNICAL SERVICES
INSTITUTE OF NUTRITION, MAHIDOL UNIVERSITY
 Salaya, Putthamonthon, Nakhonpathom 73170, Thailand

ตัวอย่างอาหาร : นำนมถั่วมะเยะ สูตร 1

เลขที่บริการ : SFC 71/2544

รายละเอียดของตัวอย่างอาหาร : บวรจุฬพลสดก จำนวน 1 ถู (ไม่มีผลาก)

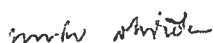
ผู้ขอรับบริการ : คุณสุวรรณีย์ พัฒนพงศ์ชัย

381-383 ถนนจิตรบำรุง ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 32000

วันที่รับตัวอย่าง : 20 ตุลาคม 2543

ผลการตรวจสอบ/วิเคราะห์ : (ต่อ 100 กรัม)

Energy (kcal)	97
Protein (N x 6.25) (g)	2.9
Fat (g)	0.2
Carbohydrate (include dietary fiber) (g)	20.8
Dietary fiber (g)	2.3
Ash (g)	0.7
Calcium (mg)	12
Iron (mg)	0.4


 (รองศาสตราจารย์พตธ สว่างเผือก)
 วิชาการอาหารแทน
 หัวหน้าฝ่ายเคมีทางอาหาร


 (รองศาสตราจารย์พตธ สว่างเผือก)
 ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยโภชนาการ

รายงานผลการวิเคราะห์ต่อเมตริกซ์เลขที่ ทม 0821/ 2488 ลงวันที่ 30 พฤศจิกายน 2543

The analytical results reported in this document are valid for the submitted sample only.
 This document is prohibited for use in any type of advertising without written permission.
 ผลการตรวจสอบ/วิเคราะห์ ใช้ได้กับตัวอย่างเท่านั้น หากนำเอกสารนี้ไปประกาศโฆษณาโดยไม่ได้รับอนุญาต

บริการวิชาการ * สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา พุทธมณฑล นครปฐม 73170
 Tel. 4419346; 4419036-8, 8893820, 8893920 ext. 406 : Fax. 4419344, 4419345



FOOD AND NUTRITION TECHNICAL SERVICES
INSTITUTE OF NUTRITION, MAHIDOL UNIVERSITY
 Salaya, Putthamonthon, Nakhonpathom 73170, Thailand

ตัวอย่างอาหาร : น้ำนมถั่วมะเนะ สูตร 2

เลขที่บริการ : SFC 72/2544

รายละเอียดของตัวอย่างอาหาร : บรเวอร์ผงพลาสติก จำนวน 1 ถุง (ไม่มีกลิ่น)

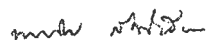
ผู้ขอรับบริการ : คุณสุวรรณี พัฒนาพงษ์ชัย

381-383 ถนนจิตรบำรุง ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 32000

วันที่รับตัวอย่าง : 20 ตุลาคม 2543

ผลการตรวจสอบ/วิเคราะห์ : (ต่อ 100 กรัม)

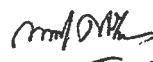
Energy (kcal)	77
Protein (N x 6.25) (g)	1.9
Fat (g)	0.1
Carbohydrate (include dietary fiber) (g)	17.0
Dietary fiber (g)	2.4
Ash (g)	0.5
Calcium (mg)	7
Iron (mg)	0.3



(รองศาสตราจารย์พวงศกร สฤษดิ์เสถียร)

รักษาวิชาการแทน

หัวหน้าฝ่ายเคมีทางอาหาร



(รองศาสตราจารย์พวงศกร สฤษดิ์เสถียร)

ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยโภชนาการ

รายงานผลการวิเคราะห์ตามหนังสือเลขที่ ทม 0821/2498 ลงวันที่ 30 พฤศจิกายน 2543

The analytical results reported in this document are valid for the submitted sample only.
 This document is prohibited for use in any type of advertising without written permission.
 ผลการตรวจสอบ/วิเคราะห์ ใช้ได้กับตัวอย่างนี้เท่านั้น ห้ามนำเอกสารนี้ไปประกาศโฆษณาโดยไม่ได้รับอนุญาต

บริการวิชาการ * สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา พุทธมณฑล นครปฐม 73170
 Tel. 4419346; 4419036-8, 8893820, 8893920 ext. 406 : Fax. 4419344, 4419345



FOOD AND NUTRITION TECHNICAL SERVICES
INSTITUTE OF NUTRITION, MAHIDOL UNIVERSITY
 Salaya, Putthamonthon, Nakhonpathom 73170, Thailand

ตัวอย่างอาหาร : น้มนมแก้วมะเยะ สูตร 3

เลขที่บริการ : SFC 73/2544

รายละเอียดของตัวอย่างอาหาร : บรรจุถุงพลาสติก จำนวน 1 ถุง (ไม่มีฉลาก)

ผู้ขอรับบริการ : คุณสุวรรณีย์ พัฒนาพงศ์ชัย

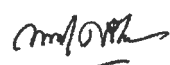
381-383 ถนนจิตรบำรุง ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 32000

วันที่รับตัวอย่าง : 20 ตุลาคม 2543

ผลการตรวจสอบ/วิเคราะห์ : (ต่อ 100 มิลลิลิตร = 105.8 กรัม)

Energy (kcal)	76
Protein (N x 6.25) (g)	1.6
Fat (g)	0.1
Carbohydrate (include dietary fiber) (g)	17.3
Dietary fiber (g)	1.2
Ash (g)	0.4
Calcium (mg)	6
Iron (mg)	0.2


 (รองศาสตราจารย์พงษ์ศร สิงห์เผือก)
 วิชาการอาหารและโภชนาการ
 หัวหน้าฝ่ายเคมีทางอาหาร


 (รองศาสตราจารย์นันทน์ นวนรัตน์)
 ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยโภชนาการ

รายงานผลการวิเคราะห์ตามหนังสือเลขที่ ทม 0821/ 2488 ลงวันที่ 30 พฤศจิกายน 2543

The analytical results reported in this document are valid for the submitted sample only.
 This document is prohibited for use in any type of advertising without written permission.
 ผลการตรวจสอบ/วิเคราะห์ ไม่ได้นำตัวอย่างนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

บริการวิชาการ * สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา พุทธมณฑล นครปฐม 73170
 Tel. 4419346; 4419036-8, 8893820, 8893920 ext. 406 : Fax. 4419344, 4419345



FOOD AND NUTRITION TECHNICAL SERVICES
INSTITUTE OF NUTRITION, MAHIDOL UNIVERSITY
 Salaya, Putthamonthon, Nakhonpathom 73170, Thailand

ตัวอย่างอาหาร : น้ำนมถั่วมะพร้าว สูตร 4

เลขที่บริการ : SFC 74/2544

รายละเอียดของตัวอย่างอาหาร : บรรจุถุงพลาสติก จำนวน 1 ถุง (ไม่มีฉลาก)

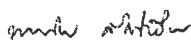
ผู้ขอรับบริการ : คุณสุวรรณี พัฒนาพงศ์ชัย

381-383 ถนนจิตรบำรุง ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 32000

วันที่รับตัวอย่าง : 20 ตุลาคม 2543

ผลการตรวจสอบ/วิเคราะห์ : (ต่อ 100 มิลลิลิตร = 106.0 กรัม)

Energy (kcal)	73
Protein (N x 6.25) (g)	1.3
Fat (g)	0.1
Carbohydrate (include dietary fiber) (g)	16.7
Dietary fiber (g)	1.1
Ash (g)	0.4
Calcium (mg)	5
Iron (mg)	0.2


 (รองศาสตราจารย์พงษ์ชัย สังข์เผือก)

รักษาการแทน
 หัวหน้าฝ่ายเคมีทางอาหาร


 (รองศาสตราจารย์พงษ์ชัย สังข์เผือก)
 ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยโภชนาการ

รายงานผลการวิเคราะห์ตามหนังสือเลขที่ ทม 0821/ 2488 ลงวันที่ 30 พฤศจิกายน 2543

The analytical results reported in this document are valid for the submitted sample only.
 This document is prohibited for use in any type of advertising without written permission.
 ผลการตรวจสอบ/วิเคราะห์ ใช้ได้กับตัวอย่างเท่านั้น ห้ามนำเอกสารนี้ไปประกาศโฆษณาโดยไม่ขออนุญาต

บริการวิชาการ * สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา พุทธมณฑล นครปฐม 73170
 Tel. 4419346; 4419036-8, 8893820, 8893920 ext. 406 : Fax. 4419344, 4419345



FOOD AND NUTRITION TECHNICAL SERVICES
INSTITUTE OF NUTRITION, MAHIDOL UNIVERSITY
 Salaya, Putthamonthon, Nakhonpathom 73170, Thailand

ตัวอย่างอาหาร : กากถั่วมะแฮะ

เลขที่บริการ : SFC 76/2544

รายละเอียดของตัวอย่างอาหาร : บรรจุถุงพลาสติก จำนวน 1 ถุง (ไม่มีถั่ว)

ผู้ขอรับบริการ : คุณสุวรรณี พัฒนาพงศ์ชัย

381-383 ถนนจิตรบำรุง ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 32000

วันที่รับตัวอย่าง : 20 ตุลาคม 2543

ผลการตรวจสอบ/วิเคราะห์ : (ต่อ 100 กรัม)

Energy (kcal)	107
Protein (N x 6.25) (g)	3.5
Fat (g)	0.3
Carbohydrate (include dietary fiber) (g)	22.5
Dietary fiber (g)	6.3
Ash (g)	0.6
Calcium (mg)	26
Iron (mg)	0.6

ห้ามนำรายงานนี้ไปประกาศ

PROHIBITED FOR ADVERTISING

(Signature)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมศรี เจริญเกียรติกุล)
 หัวหน้าฝ่ายเคมีทางอาหาร

(Signature)

(รองศาสตราจารย์ทรงศักดิ์ ศรีอนุชาต)
 ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยโภชนาการ

รายงานผลการวิเคราะห์ตามหนังสือเลขที่ ทม 0821/ ๕๕๘๖ ลงวันที่ ๒1 ธันวาคม 2543

The analytical results reported in this document are valid for the submitted sample only.
 This document is prohibited for use in any type of advertising without written permission.
 ผลการตรวจสอบ/วิเคราะห์ ใช้ได้กับตัวอย่างเท่านั้น ห้ามนำเอกสารนี้ไปประกาศโฆษณาโดยไม่ได้รับอนุญาต

บริการวิชาการ * สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา พุทธมณฑล นครปฐม 73170
 Tel. 4419346; 4419036-8, 8893820, 8893920 ext. 406 : Fax. 4419344, 4419345



ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำนมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม

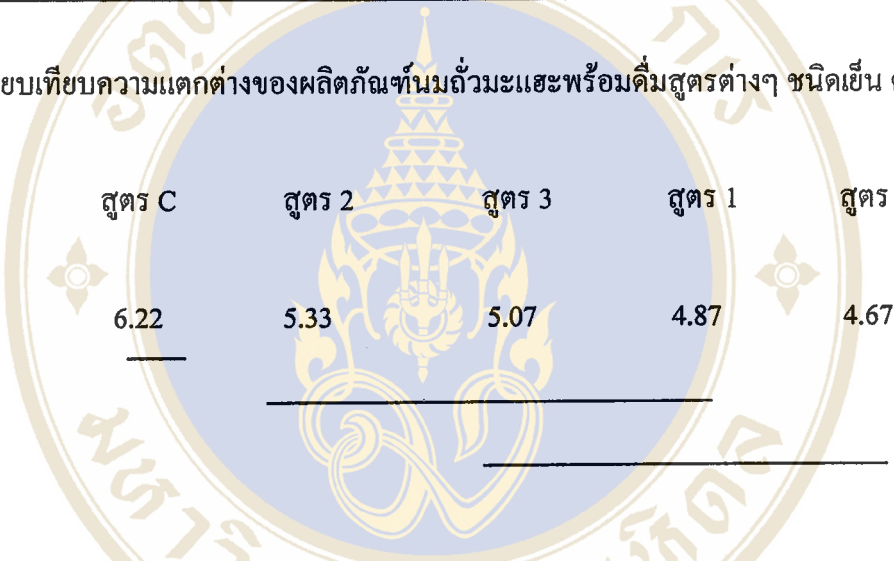
df	หมายถึง	Degree of freedom
SS	หมายถึง	Sum of Square
MS	หมายถึง	Mean Square
F	หมายถึง	Variance Ratio หรือ F value



ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่ม ชนิดเย็นด้านสี

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	0.313	0.156	1.658	4.46	8.64
Treatment	4	4.381	1.095	11.599	3.84	7.01
Ex.Error	8	0.755	0.094			
Total	14	5.449	0.389	-	-	-

การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มสูตรต่างๆ ชนิดเย็น ด้านสี



หมายเหตุ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้วิธี Duncan’s New Multiple Range Test ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ อยู่ บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่า เฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตกันชนมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มชนิดเย็น ด้านกลิ่น

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	0.327	0.163	1.847	4.46	8.64
Treatment	4	3.781	0.945	10.681	3.84	7.01
Ex.Error	8	0.708	0.088			
Total	14	4.816	0.344	-	-	-

การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลผลิตกันชนมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มสูตรต่าง ๆ ชนิดเย็นพร้อมดื่ม ด้านกลิ่น

สูตร C

5.63

สูตร 2

4.85

สูตร 1

4.58

สูตร 3

4.50

สูตร 4

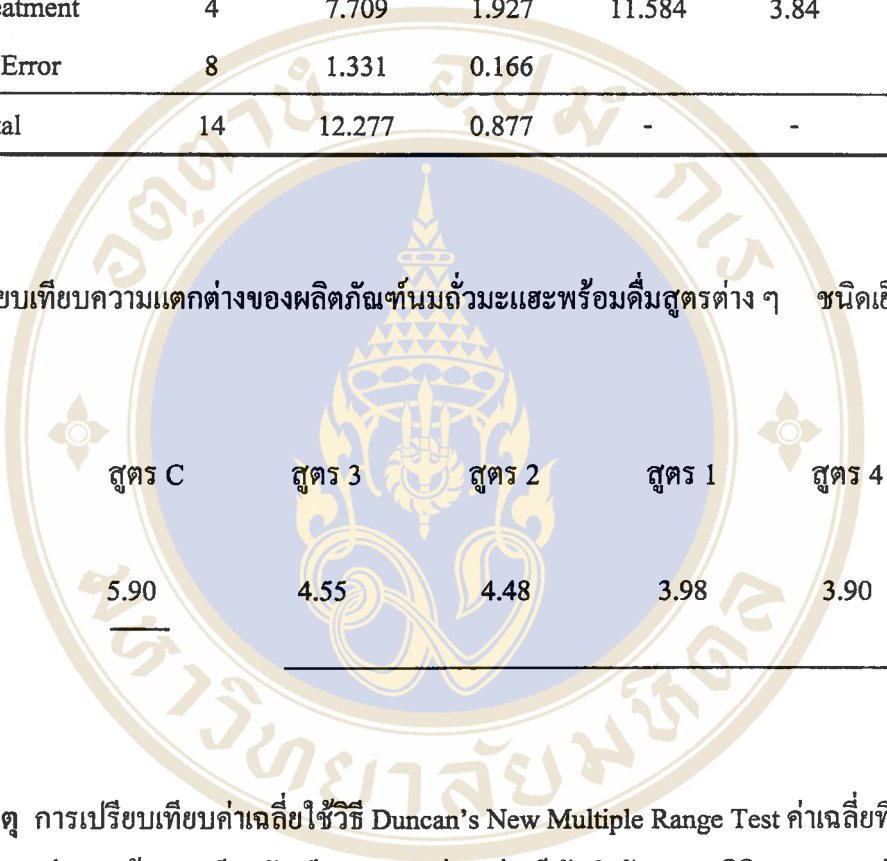
4.13

หมายเหตุ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะชนิดเย็น
ด้านรสชาติ

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	3.237	1.619	9.729	4.46	8.64
Treatment	4	7.709	1.927	11.584	3.84	7.01
Ex.Error	8	1.331	0.166			
Total	14	12.277	0.877	-	-	-

การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มสูตรต่าง ๆ ชนิดเย็น ด้านรสชาติ



หมายเหตุ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะชนิดเย็น ด้านการยอมรับโดยรวม

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	0.904	0.452	6.753	4.46	8.64
Treatment	4	5.887	1.472	21.981	3.84	7.01
Ex.Error	8	0.536	0.067			
Total	14	7.327	0.523	-	-	-

การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มสูตรต่างๆ ชนิดเย็น ด้านการยอมรับโดยรวม

สูตร C

สูตร 2

สูตร 3

สูตร 1

สูตร 4

6.02

4.85

4.75

4.47

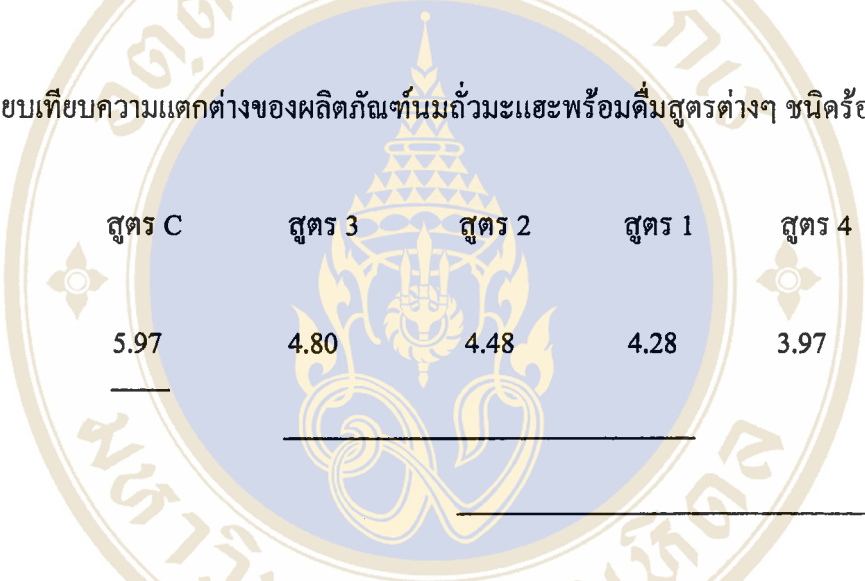
4.18

หมายเหตุ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะชนิดร่อน ค้านสี

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	2.037	1.019	7.181	4.46	8.64
Treatment	4	7.118	1.780	12.547	3.84	7.01
Ex.Error	8	1.135	0.142			
Total	14	10.290	0.735	-	-	-

การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มสูตรต่างๆ ชนิดร่อน ค้านสี

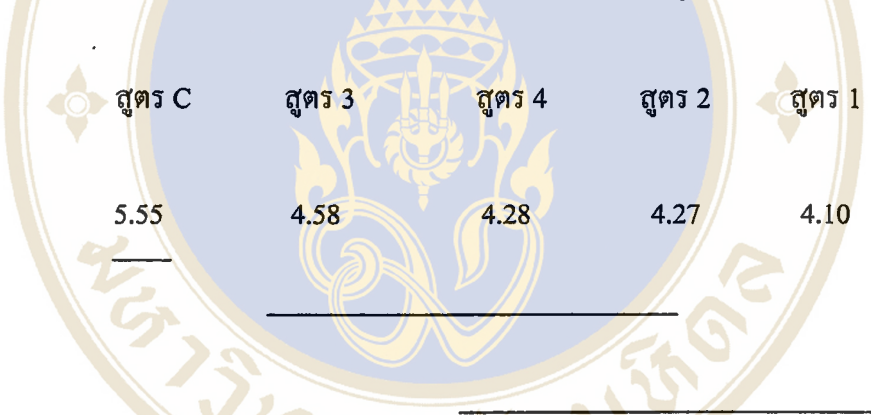


หมายเหตุ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บน เส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยอยู่ บนเส้น ตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ ชนิดร่อน
ด้านกลิ่น

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	0.497	0.249	6.071	4.46	8.64
Treatment	4	4.064	1.016	24.808	3.84	7.01
Ex.Error	8	0.328	0.041			
Total	14	4.889	0.349	-	-	-

การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มสูตร ชนิดร่อน ด้านกลิ่น



หมายเหตุ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะ ชนิดร่อน
ด้านรสชาติ

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	0.472	0.236	1.632	4.46	8.64
Treatment	4	5.584	1.396	9.648	3.84	7.01
Ex.Error	8	1.158	0.145			
Total	14	7.214	0.515	-	-	-

การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มสูตรต่าง ๆ ชนิดร่อนด้านรสชาติ

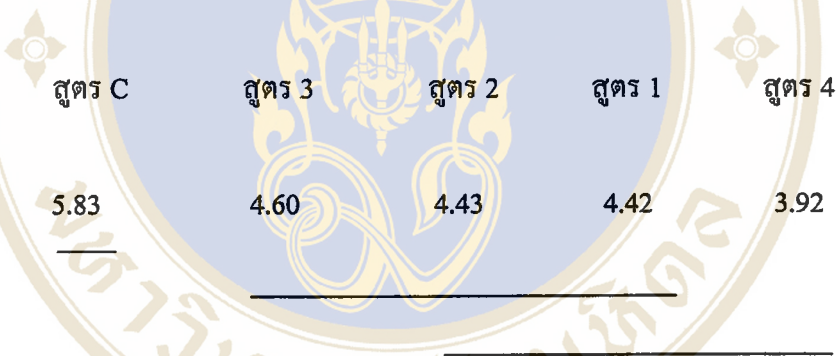
สูตร C	สูตร 2	สูตร 1	สูตร 3	สูตร 4
5.65	4.37	4.35	4.27	3.83

หมายเหตุ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้วิธี Duncan’s New Multiple Range Test ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะชนิดร่อน ด้าน
การยอมรับโดยรวม

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	0.508	0.254	2.827	4.46	8.64
Treatment	4	6.124	1.531	17.044	3.84	7.01
Ex.Error	8	0.719	0.090			
Total	14	7.351	0.525	-	-	-

การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์นมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มสูตรต่างๆ ชนิดร่อน ด้านการยอมรับโดยรวม



หมายเหตุ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้วิธี Duncan’s New Multiple Range Test ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)



แบบฟอร์มการรายงานการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส

ชนิดของผลิตภัณฑ์.....วันที่.....เวลา.....
ชื่อผู้ทำการทดสอบ.....เพศ.....อายุ ปี

คำแนะนำก่อนการทดสอบ

จากตัวอย่างที่นำเสนอต่อไปนี้ โปรดทำการทดสอบชิมตามลำดับหมายเลขที่เรียงให้ และ
แสดงความชอบของท่าน โดยให้คะแนนดังนี้

- 7 เท่ากับ ชอบมาก
- 6 เท่ากับ ชอบ
- 5 เท่ากับ ชอบเล็กน้อย
- 4 เท่ากับ เฉย ๆ
- 3 เท่ากับ ไม่ชอบเล็กน้อย
- 2 เท่ากับ ไม่ชอบ
- 1 เท่ากับ ไม่ชอบมาก

โปรดบ้วนปากทุกครั้งเมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบชิมในแต่ละตัวอย่าง

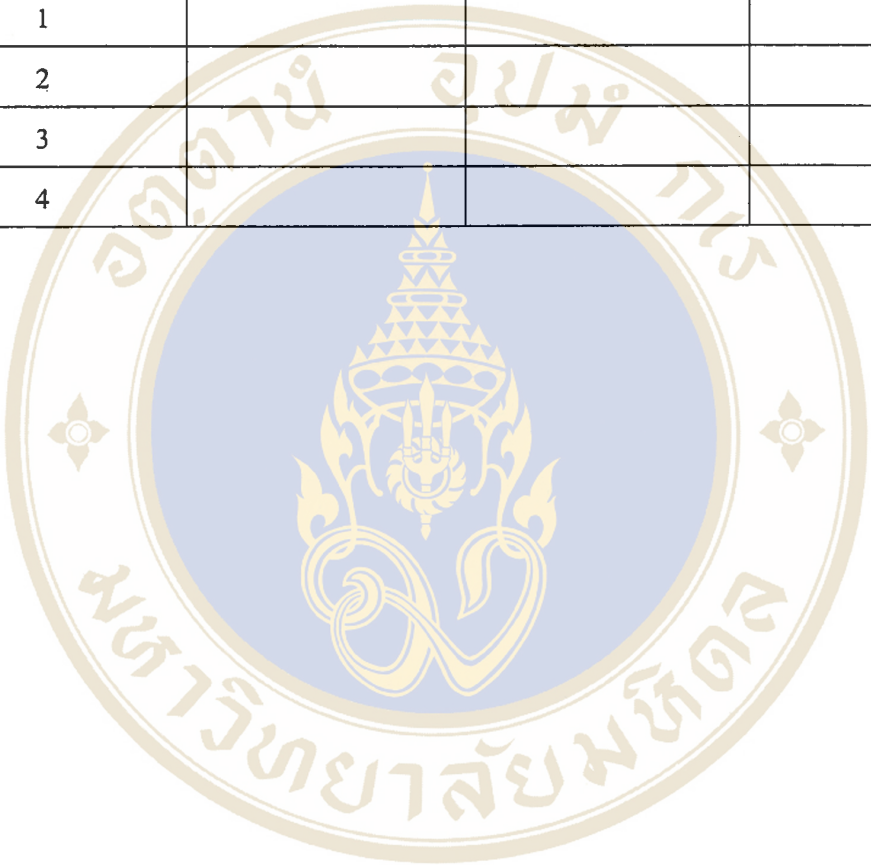
รหัสตัวอย่างผลิตภัณฑ์					
ลักษณะปรากฏ	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
การยอมรับโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ

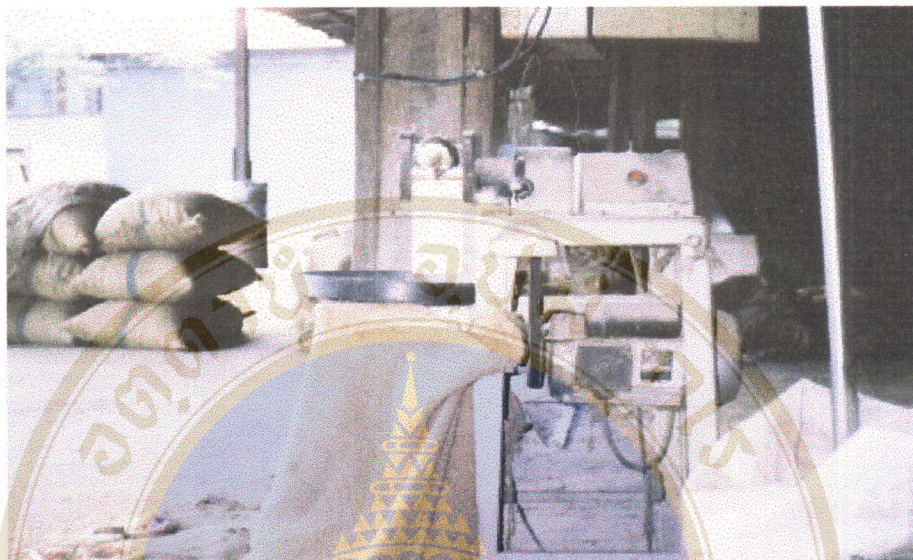
.....
.....
.....
.....
.....

ตัวอย่าง การจัดชั้นผลิตภัณฑ์แต่ละสูตร

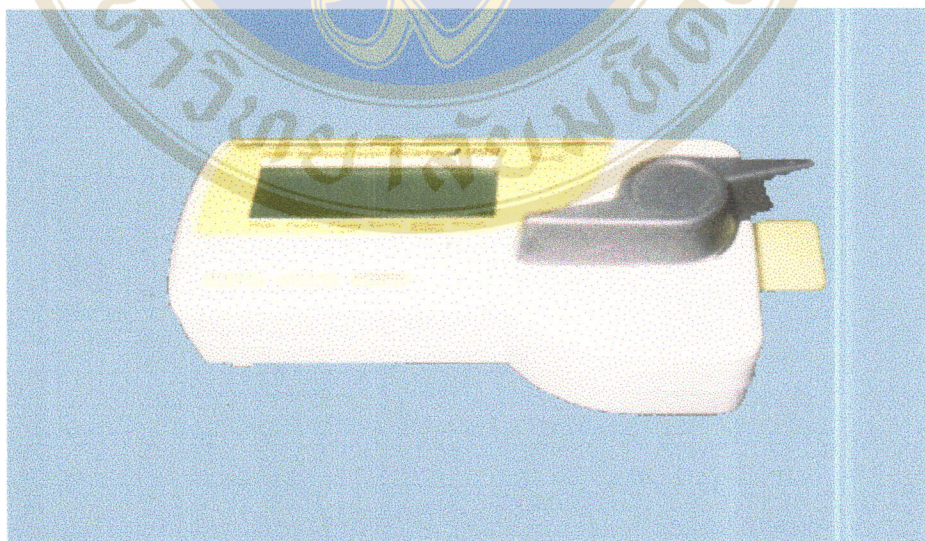
ผลิตภัณฑ์ (สูตร)	จำนวนผู้ทดสอบชิม		
	1/12คน	2/20 คน	3/20 คน
C			
1			
2			
3			
4			







ภาพที่ ผ-1 เครื่องจัดสีเปลือกเมล็ด



ภาพที่ ผ-2 เครื่องวัดค่าความชื้น Kett Model No. J999



ภาพที่ ผ-3 ลักษณะนมถั่วมะแฮะพร้อมดื่มสูตรต่าง ๆ



ภาพที่ ผ-4 หมายเลข 1 หมายถึง นมถั่วมะแฮะดิบ

หมายเลข 1 หมายถึง เนื้อถั่วมะแฮะที่เหลือจากการทำนม

ประวัติผู้วิจัย



ชื่อ

นางสาวสุวรรณีย์ พัฒนาพงศ์ชัย

วัน เดือน ปีเกิด

23 เมษายน พ.ศ. 2497

สถานที่เกิด

จังหวัดสุรินทร์ ประเทศไทย

ประวัติการศึกษา

มหาวิทยาลัยขอนแก่น , พ.ศ. 2517 – 2521

วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาฟิสิกส์

มหาวิทยาลัยมหิดล , พ.ศ. 2539 – 2544

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขา เทคโนโลยีที่เหมาะสม

เพื่อการพัฒนาทรัพยากร

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

อาจารย์ 2 ระดับ 7

วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์

สุรินทร์