



รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว (Snack Food) เพื่อสุขภาพ
จากลำไย: การผลิตข้าวแตนผสมเนื้อมะขามแห้งและธัญพืช
PRODUCT DEVELOPMENT OF SNACK FOOD FOR HEALTH
FROM LONGAN: PRODUCTION OF PUFFED RICE SNACK
MIXED WITH DRIED LOGAN AND CEREAL

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ : การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากลำไย

PRODUCT DEVELOPMENT OF LONGAN

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2550

จำนวน 110,000 บาท

หัวหน้าโครงการ ธเนศ แก้วกำเนิด

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

30 ธันวาคม 2552

**การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว (Snack Food) เพื่อสุขภาพจากลำไย: การ
ผลิตข้าวแตนผสมเนื้อลำไยอบแห้งและธัญพืช**

**PRODUCT DEVELOPMENT OF SNACK FOOD FOR HEALTH FROM
LONGAN: PRODUCTION OF PUFFED RICE SNACK MIXED WITH
DRIED LOGAN AND CEREAL**

ธเนศ แก้วกำเนิด

THANES KEOKAMNERD

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

บทคัดย่อ

การทดลองนี้ได้มุ่งที่จะพัฒนาการใช้ประโยชน์จากลำไย ธัญพืช และพืชสวนครัว มาใช้
ในส่วนผสมของการผลิตข้าวแตน ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมบริโภคกันทั่ว ๆ ไปในท้องถิ่นภาคเหนือ
และทั่วประเทศ การทดลองนี้ได้เริ่มจากการพัฒนาปรับสัดส่วนการใช้ข้าวกล้อง ในส่วนผสมของ
ข้าวเหนียวปกติ และได้พยายามเสริมเมล็ดงา ถั่วเหลือง และพวักพืชผักสวนครัวต่าง ๆ เช่น
สาระแหน่ แครอท ในส่วนผสมของข้าวแตน ซึ่งได้ผสมลงไปในการปรุงรสข้าวแตน ได้นำข้าว
แตนไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส และวิเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐาน จากการ
ทดลองพบว่า สามารถเสริมข้าวกล้องในส่วนผสมของแผ่นข้าวแตนได้ในอัตราส่วนร้อยละ 16 และ
สามารถผสมส่วนผสมต่าง ๆ พวกถั่วเหลือง พืชผักสวนครัว ได้ในการปรุงรสด้านข้าวแตนซึ่งทำ
จากน้ำตาลอ้อยได้โดยที่ผู้บริโภคยังคงยอมรับผลิตภัณฑ์ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน เยื่อใย
และไขมัน ของแผ่นข้าวแตนสูตรพื้นฐานมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 2.52 เถ้าเฉลี่ยร้อยละ
1.08 โปรตีนเฉลี่ยร้อยละ 6.15 เยื่อใยเฉลี่ยร้อยละ 2.23 และไขมันเฉลี่ยร้อยละ 28.04 แผ่นข้าว
แตนที่เสริมข้าวกล้อง ร้อยละ 4 มีปริมาณความชื้นร้อยละ 0.81 เถ้าร้อยละ 1.52 โปรตีนร้อยละ
6.28 เยื่อใย ร้อยละ 2.02 และไขมันร้อยละ 30.76 แผ่นข้าวแตนที่เสริมข้าวกล้อง ร้อยละ 10 มี
ปริมาณความชื้นร้อยละ 1.00 เถ้าร้อยละ 1.46 โปรตีนร้อยละ 6.27 เยื่อใย ร้อยละ 1.47 และไขมัน

ร้อยละ 29.16 แผ่นข้าวแตงที่เสริมข้าวกล้อง ร้อยละ 16 มีปริมาณความชื้นร้อยละ 2.61 เถ้า ร้อยละ 1.36 โปรตีนร้อยละ 5.99 เยื่อใย ร้อยละ 1.77 และไขมันร้อยละ 30.70 ผลิตภัณฑ์ข้าวแตง เสริมข้าวกล้องร้อยละ 16 ที่โรยหน้าด้วยน้ำอ้อยและแต่งหน้าโดยสระระแหงอบแห้ง แครอทอบแห้ง ถั่วเขียวคั่ว ถั่วเหลืองคั่วและลำไยอบแห้ง วิเคราะห์ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เยื่อใย และ เถ้า ทำการทดลองทั้งหมดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ พบว่า ได้ผลดังนี้คือมีค่าเฉลี่ยของ ความชื้น เถ้า โปรตีน เยื่อใย และไขมัน ของข้าวแตงเสริมข้าวกล้องร้อยละ 16 ที่ราดหน้าด้วยน้ำอ้อยอย่างเดียวอยู่ใน ระดับร้อยละ 5.77 1.37 4.62 1.92 และ 19.65 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของ ความชื้น เถ้า โปรตีน เยื่อใย และไขมันของข้าวแตงเสริมข้าวกล้องร้อยละ 16 ที่ราดหน้าด้วยน้ำอ้อยคลุกกับใบ สระระแหงอบแห้งอยู่ในระดับร้อยละ 4.47 1.52 4.85 1.69 และ 19.47 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของ ความชื้น เถ้า โปรตีน เยื่อใย และไขมันของข้าวแตงเสริมข้าวกล้องร้อยละ 16 ที่ราดหน้าด้วย น้ำอ้อยคลุกกับแครอทอบแห้งอยู่ในระดับร้อยละ 4.41 1.51 6.57 1.3 และ 17.93 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของ ความชื้น เถ้า โปรตีน เยื่อใย และไขมันของข้าวแตงเสริมข้าวกล้องร้อยละ 16 ที่ ราดหน้าด้วยน้ำอ้อยคลุกกับถั่วเขียวคั่วอยู่ในระดับร้อยละ 4.84 1.68 9.08 2.93 และ 18.86 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของ ความชื้น เถ้า โปรตีน เยื่อใย และไขมัน ของข้าวแตงเสริมข้าวกล้อง ร้อยละ 16 ที่ราดหน้าด้วยน้ำอ้อยคลุกกับถั่วเหลืองคั่วอยู่ในระดับร้อยละ 6.73 1.45 4.31 1.8 และ 14.74 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของ ความชื้น เถ้า โปรตีน เยื่อใย และไขมัน ของข้าวแตง เสริมข้าวกล้องร้อยละ 16 ที่ราดหน้าด้วยน้ำอ้อยคลุกกับลำไยแห้งอยู่ในระดับร้อยละ 4.95 1.33 4.52 1.49 และ 18.38 ตามลำดับ

ABSTRACT

The research was aimed to study the utilization of longan, cereal, and culinary vegetable plant as ingredients for making kaotan, which is a popular product consumed widely in the northern region of Thailand and countrywide. The results indicated that brown rice can be fortified to the sticky rice as high as 16 percents. Others ingredients could be mixed with the topping of kaotan made from cane sugar, while the test panels still accept the products. Amount of moisture, ash, protein, fiber, and fat of the basic formula rice cracker was averagely 2.52, 1.08, 6.15, 2.23, and 28.04 percents respectively. Rice crackers fortified with brown rice for 4 percents by weight contained

0.81 percent of moisture, 1.52 percents of ash, 6.28 percents of protein, 2.02 percents of fibers, 30.76 percents of fat. Rice crackers fortified with brown rice for 10 percents by weight contained 1.00 percent of moisture, 1.46 percents of ash, 6.27 percents of protein, 1.47 percents of fibers, 29.16 percents of fat. Rice crackers fortified with brown rice for 16 percents by weight contained 2.61 percent of moisture, 1.36 percents of ash, 5.99 percents of protein, 1.77 percents of fibers, 30.70 percents of fat. Average contents of moisture, ash, protein, fiber, and fat of Rice crackers fortified with brown rice for 16 percents topped with sugar cane were 5.77, 1.37, 4.62, 1.92, and 19.65 percents respectively. Average contents of moisture, ash, protein, fiber, and fat of Rice crackers fortified with brown rice for 16 percents topped with sugar cane and dried mint leaves were 4.47, 1.52, 4.85, 1.69, and 19.47 percents respectively. Average contents of moisture, ash, protein, fiber, and fat of Rice crackers fortified with brown rice for 16 percents topped with sugar cane and dried carrot chopped were 4.41, 1.51, 6.57, 1.30, and 17.93 percents respectively. Average contents of moisture, ash, protein, fiber, and fat of Rice crackers fortified with brown rice for 16 percents topped with sugar cane and dried carrot chopped were 4.41, 1.51, 6.57, 1.30, and 17.93 percents respectively. Average contents of moisture, ash, protein, fiber, and fat of Rice crackers fortified with brown rice for 16 percents topped with sugar cane and dried mungbean were 4.84, 1.68, 9.08, 2.93, and 18.86 percents respectively. Average contents of moisture, ash, protein, fiber, and fat of Rice crackers fortified with brown rice for 16 percents topped with sugar cane and dried soybean were 6.73, 1.45, 4.31, 1.80, and 14.74 percents respectively. Average contents of moisture, ash, protein, fiber, and fat of Rice crackers fortified with brown rice for 16 percents topped with sugar cane and dried longan pulp were 4.95, 1.33, 4.52, 1.49, and 18.38 percents respectively.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัย จากสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีงบประมาณ 2550 ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณคุณวรยุทธ ถาตุ่ม คุณพุทธชาติ คอทอง และคุณสุภาพร สายวิวัฒน์ ที่ช่วยร่วมทำงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณบุคลากรจากภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ขอขอบคุณคุณวันเพ็ญ ดวงมาราช สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร ขอขอบคุณนักศึกษา และบุคคลอื่น ๆ ที่ได้กล่าวนามมาที่ได้มาช่วยเป็นกำลังใจและช่วยงานในด้านต่าง ๆ ระหว่างการทำงานวิจัยนี้

ธเนศ แก้วกำเนิด

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทคัดย่อ	i
ABSTRACT	ii
กิตติกรรมประกาศ	iv
สารบัญเรื่อง	v
สารบัญภาคผนวก	vi
สารบัญตาราง	vii
สารบัญภาพ	ix
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	10
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	14
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	26
บรรณานุกรม	28
ภาคผนวก	30
ประวัตินักวิจัย	81

สารบัญภาคผนวก

ภาคผนวกที่		หน้า
1	การตรวจสอบทางกายภาพและเคมี	31
2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ	45
3	แบบสอบถามเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ข้าวแตน	77

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อัตราส่วนของส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ข้าวแตนเสริมข้าวกล้อง	12
2	ผลการตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ข้าวแตน	14
3	ผลของการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยวิธีการใช้ตารางแบบ ทางเดียว	17
4	ผลของการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยวิธีการใช้การทดสอบ แบบไคว์สแคว	18
5	ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างผลรวมลำดับความชอบของ ข้าวแตนสูตรต่าง ๆ	21
6	ผลการทดสอบเปรียบเทียบความชอบของข้าวแตนสูตรต่าง ๆ ตามวิธี ของ Fisher's LSD	22
7	ผลการทดลองเปรียบเทียบความชอบของข้าวแตนสูตรต่าง ๆ ตามวิธี ของ Fisher and Yates	23
8	ตัวอย่างข้อมูลการจัดลำดับ	49
9	ตัวอย่างข้อมูลการจัดลำดับ	50
10	ตัวอย่างตารางที่วิเคราะห์ความแปรปรวน	51
11	ผลการทดสอบจัดลำดับความชอบของข้าวแตนทั้ง 6 สูตร	51
12	สรุปผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างผลรวมลำดับความชอบ ของข้าวแตนทั้ง 6 สูตร	54
13	สรุปผลการทดสอบเปรียบเทียบความชอบของข้าวแตนทั้ง 6 สูตร ตามวิธีของ Fisher's LSD	55
14	การเปลี่ยนค่าลำดับความชอบของข้าวแตนทั้ง 6 สูตรเป็นคะแนน	56
15	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความชอบของผลิตภัณฑ์ข้าวแตนทั้ง 6 สูตร	58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	สรุปผลการทดลองเปรียบเทียบความชอบของข้าวแตนทั้ง 6 สูตร ตามวิธีของ Fisher and Yates	59
17	จำนวนต่ำสุดที่ระดับนัยสำคัญต่างๆในการทดสอบแบบสามเหลี่ยม (triangle test)	60
18	ค่าวิกฤติของการแจกแจงแบบไคร์สแคว	62
19	ลำดับทั้งหมด (rank total) ที่ต้องการสำหรับความมีนัยสำคัญที่ระดับ 95% ($p < 0.05$) (Kramer's table)	65
20	ค่าวิกฤติของความแตกต่างผลรวมลำดับ (rank sum) ที่ระดับ นัยสำคัญ 95% (Basker's table)	69
21	ค่าวิกฤติของการแจกแจงแบบที่ Fisher's LSD	71
22	ค่าคะแนนของการจัดลำดับตามวิธีของ Fisher and Yates (1942)	72
23	ค่าวิกฤติของการแจกแจงแบบเอฟ ($\alpha = .050$)	74
24	ค่าความเป็นไปได้สำหรับวิธีการเปรียบเทียบแบบ Tukey's HSD ($\alpha = .050$)	76

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนภูมิขั้นตอนการผลิตข้าวแตน	4
2	ข้าวแตนเสริมข้าวกล้อง	17
3	ผลิตภัณฑ์ข้าวแตนโรยน้ำตาลทั้ง 6 สูตร	19
4	เครื่องวิเคราะห์ไขมันแบบ Soxhlet apparatus ยี่ห้อ Tecator รุ่น 1043	32
5	การนำ thimble ต่อเข้ากับ adapters	33
6	การใช้ thimbles handler จับ thimbles	34
7	การนำ thimbles ต่อกับ condensers	34
8	การปิด condensers valve โดยหมุนวนไป $\frac{1}{4}$ รอบ	35
9	การนำ extraction cup ออกจากเครื่องโดยใช้ cup holder	36
10	การนำ thimble support ที่มี thimble อยู่ออกมาจากเครื่อง	36
11	การเติมตัวทำละลายลงบนส่วนบนของ condensers	37
12	เครื่องวิเคราะห์โปรตีนแบบ Kjeltac system ยี่ห้อ Tecator Digestion System 12 Distillation Unit 1026	38
13	เครื่องเผาถ่านยี่ห้อ Lenton Thermal Design รุ่น AWF 130-12	42

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ลำไย (longan) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Euphoria longana* เป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากที่สุดชนิดหนึ่งของไทย สามารถปลูกได้ในหลายพื้นที่ของประเทศไทยโดยเฉพาะในเขตท้องที่ภาคเหนือเช่นบริเวณจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน ปัจจุบันเป็นที่นิยมบริโภคทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ โดยประเทศไทยสามารถส่งออกผลิตผลลำไยสดได้ในมูลค่าของผลิตภัณฑ์รวมมากกว่า 2,000 ล้านบาท ต่อปี แต่พบว่ามักมีปัญหาลำไยล้นตลาดหรือลำไยตกเกรดสำหรับการบริโภคสด เกษตรกรจึงได้นำลำไยส่วนหนึ่งมาอบแห้งเพื่อเป็นการแปรรูปและถนอมอาหารต่อไป และถึงแม้ว่าได้มีการบริโภคลำไยอบแห้งกันอย่างแพร่หลายในรูปของของขบเคี้ยวหรือการนำลำไยอบแห้งมาเป็นส่วนผสมของอาหารและขนมต่างๆ รวมไปถึงการนำมาชงเป็นน้ำลำไย โดยทั่วไปก็มักเห็นว่ามีลำไยอบแห้งที่ล้นตลาดหรือค้างเหลือขายจากปีก่อน ๆ ซึ่งก็เป็นผลเนื่องมาจากการปริมาณผลผลิตและการใช้งานของลำไยอบแห้งไม่สมดุลกัน ดังนั้นจึงควรหาทางส่งเสริมให้มีการใช้ลำไยอบแห้งในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ให้มากยิ่งขึ้น และเนื่องจากในประเทศไทยได้มีการผลิตข้าวแต่นบริโภคกันอยู่ทั่ว ๆ ไป รวมทั้งมีผู้ผลิตบางรายได้ทำข้าวแต่นส่งออกด้วย อีกทั้งยังพบว่าไม่ได้มีการพัฒนาการใช้ลำไยกับผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นมากนัก ในการทดลองนี้จึงได้วางแผนที่จะใช้การเสริมลำไยแห้งลงไปในการทำข้าวแต่น รวมทั้งการผสมส่วนประกอบซึ่งเป็นพวกธรรมชาติ ถั่ว และพืชผัก อื่น ๆ ลงไปในผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นเพื่อศึกษาการยอมรับ และการเสริมคุณค่าทางอาหารรวมไปถึงการได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ใหม่ต่อไป

ข้าวแต่น หรือ ข้าวแต่น หรือรังแต่น หรือนางเล็ด หมายถึง อาหารว่างที่ทำจากข้าวเหนียวเป็นส่วนประกอบหลัก โดยนำข้าวเหนียวมาแช่น้ำ แล้วนึ่งให้สุก นำมาขึ้นรูปซึ่งโดยมากมักจะเห็นเป็นรูปร่างกลม และจึงนำไปตากแห้งแล้วทอดให้พอง อาจปรุงแต่งหน้าด้วยเครื่องปรุงต่างๆ เช่น น้ำตาล มะพร้าวเคี้ยว หมูหยอง น้ำพริกเผา ในกรณีที่ทำข้าวแต่นจากข้าวเหนียวโดยไม่มีส่วนประกอบอื่นเป็นส่วนผสม และมีน้ำตาลเคี้ยวเป็นเครื่องปรุงแต่งหน้าเรียกว่า นางเล็ด (รัตนา, 2548 อ้างโดย ชัยรัตน์, 2549)

การผลิตข้าวแตนในปัจจุบันอาจมีส่วนผสมของน้ำผลไม้มาใช้เป็นส่วนประกอบ โดยเฉพาะ น้ำแตงโม และโรยหน้าด้วยน้ำอ้อย ในงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบขึ้นเพื่อการศึกษาถึงผล การใช้ส่วนผสมของธัญพืช ผักหรือผลไม้ มาใช้เป็นส่วนประกอบของวัตถุดิบ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหาร และเพื่อปรับปรุงให้เกิดความหลากหลายของผลิตภัณฑ์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษากรรมวิธีการผลิตข้าวแตนเสริมธัญพืช ผักหรือผลไม้
2. เพื่อศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวแตนที่ได้จากการเสริมธัญพืช ผักหรือผลไม้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการผลิตข้าวแตนเสริมธัญพืช ผักหรือผลไม้
2. ส่งเสริมการใช้ทรัพยากรทางการเกษตร ได้แก่ ธัญพืช ผักหรือผลไม้ธรรมชาติ
3. เป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวแตน ให้คุ้มค่าและหลากหลายมากยิ่งขึ้น

วัน เวลา และสถานที่ทำการวิจัย

วัน เวลา: ปี พ.ศ. 2549 - 2552

สถานที่ทำการวิจัย: ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรม
เกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

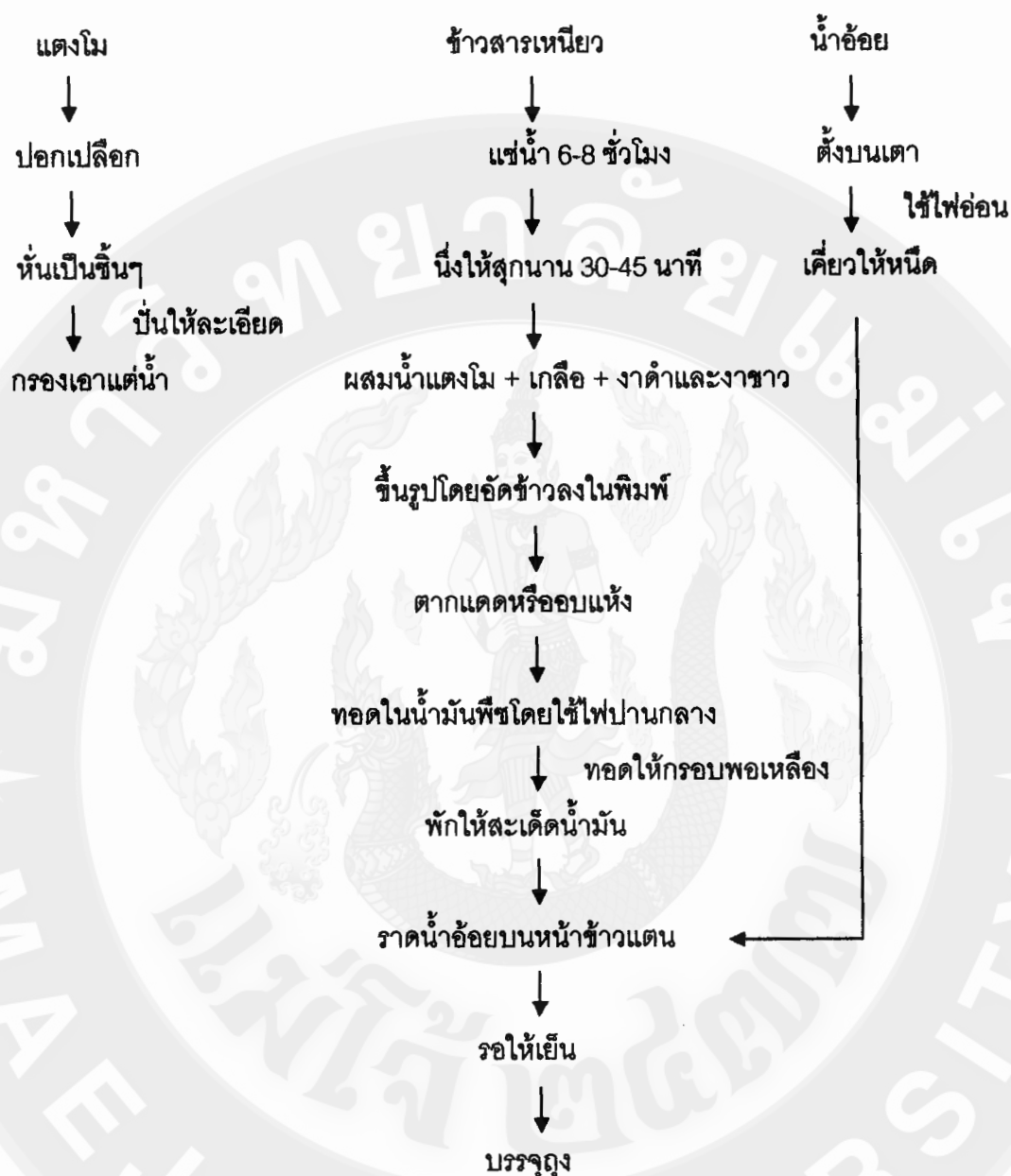
บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ข้าวแต่น เป็นผลิตภัณฑ์อาหารว่างที่ทำจากข้าวเหนียว นึ่ง ผ่านการตากแห้ง และมีการนำมาทอดให้พองและแต่งหน้าต่าง ๆ ด้วยน้ำตาลเคี้ยว หรืออื่นๆ ซึ่งหากอ้างตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนที่ 36/2546 แล้ว ได้ให้ความหมายของข้าวแต่นดังนี้คือ “ข้าวแต่น หรือข้าวแต่นหรือรังแต่น หมายถึง อาหารว่างที่ทำจากข้าวเหนียวเป็นส่วนประกอบหลัก โดยนำข้าวเหนียวมาแช่น้ำ นึ่งสุก คลุก อาจผสมกับส่วนประกอบอื่น เช่น น้ำแดงโมหรือน้ำผลไม้อื่น เกลือ น้ำอ้อย งา น้ำกะทิ แล้วทำให้เป็นแผ่นหรือรูปแบบอื่น ทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ หรือจากแหล่งพลังงานอื่น ทอดให้พอง อาจปรุงแต่งหน้าด้วยเครื่องปรุงต่าง ๆ เช่นน้ำตาลมะพร้าว เคี้ยว หมูหยอง น้ำพริกเผา ในกรณีที่แผ่นข้าวทำจากข้าวเหนียว โดยไม่มีส่วนประกอบอื่นเป็นส่วนผสม และมีน้ำตาลเคี้ยวเป็นเครื่องปรุงแต่งหน้า เรียกว่านางเล็ด” (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ,2546)

กระบวนการผลิตข้าวแต่น

วาริณี (2550) ได้สัมภาษณ์กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรสันทรายหลวงถึงวิธีการทำข้าวแต่น โดยเริ่มจากการนำข้าวสารเหนียวมาแช่น้ำ 1 คืน หรือ 6-8 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมานึ่งให้สุก แล้วราดด้วยส่วนผสมของน้ำแดงโม เกลือ งาดำและงาขาว ที่คลุกเคล้าให้เข้ากัน ก่อนการนำมาขึ้นรูปด้วยการกดลงพิมพ์ที่เตรียมไว้ จากนั้นจึงนำข้าวแต่นมาวางลงบนถาดตะแกรงไปร่งกรด้วยมุ้งลวดและนำไปผึ่งแดดประมาณ 1-2 วัน หรืออบแห้งเพื่อให้ข้าวแห้งสนิท แล้วจึงนำข้าวแต่นแห้งไปทอดในน้ำมันพืช โดยต้องกดข้าวแต่นแห้งให้จมในน้ำมัน ในขณะที่ทอดข้าวแต่นทำการเคลื่อนที่กระชอนไปมาเพื่อให้ข้าวพองและมีสีที่สม่ำเสมอ ข้าวแต่นที่ได้จะมีลักษณะพองกรอบและมีสีน้ำตาล เมื่อทอดเสร็จแล้วนำมาพักไว้สักครู่ และแต่งหน้าข้าวแต่นด้วยการนำน้ำอ้อยที่ผ่านการเคี้ยวแล้วมาราดลงบนข้าวแต่น (ในกรณีทำข้าวแต่นหน้าปลาแห้งและหน้าหมูหยองจะนำข้าวแต่นที่ราดน้ำอ้อยแล้วมาคลุกปลาแห้งและหมูหยองอีกครั้งหนึ่ง) แล้วนำมาวางเรียงกันทิ้งไว้สักครู่รอให้เย็นแล้วจึงนำมาบรรจุถุง ผนึกปากถุงด้วยความร้อน และรอการจำหน่ายต่อไป ซึ่งอาจสามารถสรุปวิธีการทำข้าวแต่นได้ในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภูมิขั้นตอนการผลิตข้าวแต่น
ที่มา: วาธิณี อินทรพจน์วัฒน์ (2550)

ส่วนประกอบสำคัญในข้าวแต่น

การผลิตข้าวแต่นได้ใช้ข้าวซึ่งเป็นพืชสำคัญของประเทศไทย เพราะเป็นทั้งอาหารหลักของคนทั่วประเทศ และเป็นสินค้าส่งออก สามารถนำเงินเข้าจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ประเทศ

ไทยมีเนื้อที่ทำนาประมาณ 65 ล้านไร่ ผลผลิตข้าวปีละประมาณ 20 ล้านตัน (ข้าวเปลือก) ซึ่งใช้บริโภคภายในประเทศประมาณปีละ 13 - 14 ล้านตัน (ข้าวเปลือก) และส่งออกต่างประเทศประมาณปีละ 3 - 4 ล้านตัน (ข้าวสาร) โดยเฉลี่ยคนไทยบริโภคข้าวประมาณปีละ 250 - 300 กิโลกรัม (ถนอมจิตร, 2551) ข้าวใช้ทำเป็นวัตถุดิบของการทำผลิตภัณฑ์ข้าวแทนได้แก่ข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต

ข้าวเหนียว เป็นข้าวที่มีลักษณะเด่นคือการติดกันเหมือนกาวของเมล็ดข้าวที่สูงแล้ว ปลูกมากทางภาคอีสานของประเทศไทยและ ประเทศลาว ข้าวเหนียวเป็นข้าวที่เมื่อหุงสุกแล้วจะได้เป็นเนื้อของข้าวที่มีความเหนียว เนื่องจากมีปริมาณแป้งอะมิโลเพกทินทำให้เมล็ดข้าวมีความเหนียวเมื่อหุงต้มสุกแล้ว (เครือข่ายกาญจนาภิเษก, 2552) ข้าวเหนียวที่ปลูกในประเทศไทยมีหลายพันธุ์คือพันธุ์สันป่าตอง 1 มีสมบัติสำคัญคือต้านทานโรคไหม้ และโรคขอบใบแห้งดี ให้ผลผลิตสูงสามารถปลูกได้ทั้งปี พันธุ์สกลนครเป็นข้าวเหนียวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง สามารถปรับตัวได้หลายสภาพ นาดอน นาชลประทาน และสภาพไร่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พันธุ์หางยี 71 เป็นพันธุ์ทนแล้งปลูกเป็นข้าวไร่ได้ อายุเบา ต้านทานโรคไหม้และโรคใบจุดสีน้ำตาล ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและแมลงบั่ว พันธุ์กข 2 เป็นพันธุ์ที่สามารถต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล ต้านทานเพลี้ยจักจั่นสีเขียวปานกลาง แต่ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง โรคไหม้ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและแมลงบั่ว พันธุ์กข 4 เป็นพันธุ์ที่สามารถปลูกได้ทุกฤดูกาล ต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล แมลงบั่ว เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และเพลี้ยจักจั่น สีเขียว ไม่ต้านทานโรคไหม้และโรคขอบใบแห้ง พันธุ์กข 6 เป็นพันธุ์ที่ทนแล้ง ต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและแมลงบั่ว พันธุ์กข 8 เป็นพันธุ์ที่ทนแล้ง ต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และแมลงบั่ว (คลังปัญญาไทย, 2552)

นอกจากการใช้ข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตข้าวแทนในการศึกษาแล้วยังได้มีความพยายามใช้วัตถุดิบอื่น ๆ เสริมเพื่อปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเหนียวอีกเช่น ข้าวกล้อง งา ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และผักต่างๆ เช่นแครอท สาระแหน่ เป็นต้น รวมไปถึงการใช้ลำไยแห้งเป็นส่วนประกอบด้วย

ข้าวกล้อง หมายถึง ข้าวที่ผ่านการกะเทาะเปลือกโดยการตำหรือสีเพียงครั้งเดียว เพื่อเอาเปลือกสีน้ำตาล(แกลบ)ออก ดังนั้นเมล็ดข้าวที่ได้จึงมีสีคล้ำหรือน้ำตาลอ่อน เพราะยังมีเยื่อหุ้มเมล็ด(รำ) ซึ่งมีวิตามินเกลือแร่อยู่รวมทั้งจมูกข้าวซึ่งมีสารสีเข้มอยู่บริเวณหัวข้าว ทั้งสองส่วนนี้พบว่า

เป็นบริเวณที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงมาก เนื่องจากบริเวณเยื่อหุ้มเมล็ดอุดมไปด้วยสารอาหารที่สำคัญ คือ โยอาหารและกรดไขมันที่จำเป็นรวมทั้งแร่ธาตุหลายชนิด ในขณะที่วิตามินจะพบทั้งในส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดและจมูกข้าว

การบริโภคข้าวกล้องจึงได้คุณค่าทางอาหารหลายอย่างได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ชนิดไม่อิ่มตัว นอกจากนี้ยังได้รับประโยชน์จากสารอาหารอื่นคือ วิตามินต่างๆ ได้แก่ วิตามินบี 1 (Thiamin) วิตามินบี 2 (Riboflavin) ในอาซิน (Niacin) นอกจากนี้ได้วิตามินแล้วข้าวกล้องยังอุดมไปด้วยแร่ธาตุที่สำคัญแก่ร่างกาย คือ แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก ส่วนในจมูกข้าวยังมีวิตามินอี เซเลเนียมและแมกนีเซียมเส้นใยอาหารซึ่งเป็นสารประกอบน้ำตาลโมเลกุลใหญ่เชิงซ้อน (polysaccharides) ที่มีอยู่ในผนังเซลล์ของพืช ซึ่งน้ำย่อยในร่างกายไม่สามารถย่อยได้และถูกขับออกมาทางลำไส้เป็นกากอาหาร ช่วยป้องกันอาการท้องผูกและการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ ทั้งยังมีการพัฒนานำไปทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ขนมขบเคี้ยว ขนมไทยอีกด้วย (วคินี และ อรุณ, 2547)

งา (sesame) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Sesame indicum* อยู่ในวงศ์ *Pedaliaceae* งาในปัจจุบันมีหลายพันธุ์ แตกต่างกันตามขนาดรูปร่าง ลำ ต้น สีดอกและเมล็ด ระยะเวลาการปลูกการตกผลึกและอื่นๆ บางชนิดมีสีขาว ดำ เหลือง บางชนิดมีสีน้ำตาล (วิทย์, 2536)

เมล็ดงามีขนาดเล็กมีรสหวานเล็กน้อย มีผิวมัน เมล็ดงามีน้ำมันสูงประมาณ ร้อยละ 35-60 นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันที่สกัดได้จากเมล็ดงาเป็นน้ำมันพืชที่มีคุณภาพสูงและมีความคงทนต่อการเหม็นหืนเนื่องจากน้ำมันงามีสาร sesamin และ sesamololn อยู่ตามธรรมชาติ ประมาณร้อยละ 0.5-1 ตามลำดับ สารทั้งสองชนิดเป็นสารกันหืนธรรมชาติ ทำให้มีความต้านทานต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ดังนั้นน้ำมันงาจึงไม่จำเป็นที่จะต้องใส่สารกันหืนก็สามารถเก็บไว้ใช้ตามปกติ นอกจากนี้น้ำมันงายังประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) ถึงร้อยละ 85 โดยมีกรดลิโนเลอิก (Linoleic acid) ประมาณร้อยละ 42-48 การมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยเฉพาะกรดลิโนเลอิกจะช่วยควบคุมระดับคอเลสเตอรอลในเลือดไม่ให้มีมากเกินไป ป้องกันไม่ให้หลอดเลือดแข็งป้องกันการเกิดโรคหัวใจและโรคที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือดบางชนิด รวมทั้งการให้ความชุ่มชื้นแก่ผิวหนัง

งามีโปรตีนประมาณร้อยละ 20-27 ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่สำคัญ (Essential amino acid) เช่น Lysine ประมาณร้อยละ 2.9 Methionine ประมาณร้อยละ 3.3 ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าโปรตีนจากธัญพืชและถั่วต่างๆ (วีระศักดิ์ และ วิไลศรี, 2539)

ถั่วเขียวเป็นพืชล้มลุก ประเภทใบเลี้ยงคู่ อยู่ในวงศ์ Leguminosea มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Vigna radiata* (L.) Witzek (ทรงเขาวัว, 2531) เป็นพืชตระกูลถั่วที่คนไทยนิยมบริโภคเป็นอาหารคาว อาหารหวาน และสามารถผลิตได้มากเป็นอันดับสองรองจากประเทศอินเดีย แหล่งปลูกถั่วเขียวในประเทศไทย ส่วนใหญ่อยู่ภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (อภิพรธน, 2533) ถั่วเขียวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญและนิยมปลูกกันแพร่หลายในประเทศไทยเพราะเป็นพืชที่ปลูกง่าย ปลูกได้ดีในดินแทบทุกชนิด มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้นปลูกได้ตลอดปี การปฏิบัติดูแลรักษาน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับพืชชนิดอื่น เกษตรกรนิยมปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียนกับข้าวและพืชไร่ต่างๆ ผลผลิตถั่วเขียวที่ได้ทั้งหมดมาจากถั่วเขียวผิวมันและถั่วเขียวผิวดำประมาณร้อยละ 80 ส่วนอีกร้อยละ 20 เป็นถั่วเขียวผิวดำ ส่วนของต้นอ่อนมีปริมาณโปรตีนและไขมันมากที่สุด ในขณะที่ส่วนของใบเลี้ยงจะมีแป้งมากที่สุด และในส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดมีกากใยประเภทเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินมากที่สุด (Adsule et al., 1989)

ถั่วเหลืองมีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Glycine Max* (L) Merrill. เป็นพืชพื้นเมืองของคนแถบเอเชีย และเป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจของคนไทย เมล็ดถั่วเหลืองที่ผลิตได้จะถูกนำมาผลิตน้ำมันเพื่อใช้บริโภค และกากถั่วเหลืองที่เป็นผลพลอยได้ถูกนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ แต่ในระยะหลังเริ่มมีการนำเอาเมล็ดถั่วเหลืองยังไม่สกัดน้ำมันหรือถั่วเหลืองไขมันเต็มมาใช้เป็นอาหารสัตว์กันมากขึ้น เพราะเมล็ดถั่วเหลืองที่ยังไม่สกัดน้ำมันนอกจากจะมีโปรตีนสูงแล้ว ยังมีไขมันซึ่งเป็นประโยชน์แก่สัตว์ในปริมาณที่ค่อนข้างสูงด้วย ดังนั้นนอกจากถั่วเหลืองจะจัดเป็นพืชที่มีปริมาณโปรตีนสูงแล้ว ยังมีราคาถูก และใช้เวลาในการผลิตเร็ว เมื่อเทียบกับโปรตีนที่ได้

แครอท (Carrot) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Daucus carota* var *sativar* ชื่อไทยคือ หัวผักกาดแดง อยู่ในตระกูลพาสเลย์ (Parsley) หรือ อัมเบลลิเฟอริ (Umbeliferae) เช่นเดียวกับคื่นช่าย บัวบก ผักชี และผักชีฝรั่ง เป็นต้น มีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียกลางถึงเอเชียตะวันตก จากนั้นจึงแพร่เข้าไปในกลุ่มประเทศยุโรปและประเทศจีนในระยะแรกแครอทถูกนำมาใช้เป็นพืชสมุนไพรเพื่อรักษาโรค ต่อมาช่วงต้นทศวรรษที่ 20 ได้เริ่มรู้จักนำมาใช้ประกอบอาหาร ส่วนของรากที่

นำมาใช้ประกอบอาหารมีเนื้อค่อนข้างแข็ง มีรสหวานและมีหลายสี ตั้งแต่สีส้ม สีแดง ไปจนถึง สีเหลือง ทั้งนี้เนื่องจากมีรงควัตถุพวกแคโรทีนอยด์ (Carotenoid) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ ปริมาณมาก (นพวรรณ และ ณัฏฐา, 2532)

การใช้ประโยชน์ของแครอทในประเทศไทย เพื่อการบริโภคสด ประกอบอาหารคาวหวาน ต่างๆ รูปแบบการบริโภคเช่น สลัด เป็นเครื่องจิ้มโดยบริโภคสดหรือต้มเป็นส่วนประกอบ อาหารผัด ต้ม แกง ต่างๆ เป็นส่วนประกอบในการทำ ขนมเค้ก ข้าวเกรียบ เป็นต้น (สรจักร, 2539)

สะระแหน่ หรือ Kitchen Mint มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Mentha cordifolia* Opiz อยู่ในวงศ์ *Labiatae* มีลักษณะต้น คือ ลำต้นทอดเลื้อยแผ่ไปตามดิน ลำต้นเป็นเหลี่ยม สีเขียวแกม ม่วงน้ำตาล แตกกิ่งก้านมาก ใบเดี่ยวมีสีเขียว ขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อย พื้นใบขรุขระ มีกลิ่น หอมฉุน ดอกช่อ ออกเป็นกระจุกที่ซอกใบ (ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2543)

สะระแหน่เป็นพืชผักพื้นเมืองชนิดหนึ่งที่บรรดาคนไทย ต่างรู้จักกันดีในแง่ของพืชผักสวนครัว ซึ่งคนไทยนิยมนำมาปรุงรสชาติดกับอาหารเพื่อให้ได้กลิ่นหอม ใบอ่อนยอดอ่อนของสะระแหน่ ใช้เป็นผักสามารถรับประทานได้ การปรุงอาหารใช้ยอดและใบสะระแหน่รับประทานเป็นผักสด แกลั่มกับน้ำพริก ปลา ยำ ช่วยดับกลิ่นคาว แต่งกลิ่นให้หอมรับประทาน และนอกจากนั้น สะระแหน่ ยังเป็นพืชสมุนไพรที่มีคุณค่าทางยาสมุนไพร คือ มีสรรพคุณในการบำบัดอาการเกี่ยวกับระบบการย่อย อาทิ รักษาอาการ ท้องอืด ท้องเฟ้อ อาหารไม่ย่อย จุกเสียด คลื่นไส้ อาเจียน และ ยังนำมาใช้เป็นยาทาภายนอก แก้ปวดบวมเป็นผื่นคันได้ด้วย (วุฒิ, 2540) และ นอกจากนำมาใช้เพื่อปรุงอาหารแล้ว สะระแหน่ยังนำมาทำเป็นเครื่องดื่มบางชนิดอีกด้วย

ลำไย (Longan) จัดเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล *Sapindaceae* มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในหลายชื่อ คือ *Euphoria longan* Lam.; *Euphoria longan* Strend.; *Nephelium longan* Camb. และ *Dimocarpus longan* Lour. (มงคล, 2543) ลำไยเป็นผลไม้ที่ต้องเก็บเกี่ยวเมื่อสุกพร้อมบริโภคได้ (non-climacteric) เป็นพืชที่มีระยะการเจริญเติบโตของผลค่อนข้างนานเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของผลลำไยกับผลไม้ชนิดอื่น คือ ตั้งแต่เริ่มแทงช่อดอกจนถึงเก็บเกี่ยวผลใช้เวลาประมาณ 5 เดือน ลำไยเป็นพืชที่ต้องการดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงถึงปานกลางตั้งแต่ดินร่วนปนเหนียว หรือ อาจจะเป็นดินเหนียวก็ได้ ถ้าระบบระบายน้ำดีพอ (เก่งศักดิ์, 2542) โดยทั่วไปลำไยมีความหวาน

16-20 องศาบริกซ์ มีค่า pH ระหว่าง 6.7-6.9 และในเนื้อลำไยสดมีน้ำตาล 3 ชนิด คือ กลูโคส ฟรุคโตส และซูโครส รวมไปถึงเส้นใยอาหาร วิตามิน และแร่ธาตุต่างๆ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียมและวิตามินซี (รัตนา และ อัจฉรา, 2542)

น้ำมันปาล์ม (Palm oil) สกัดจาก ปาล์มน้ำมัน เป็นพืชน้ำมันที่ให้ปริมาณน้ำมันสูงถึง 0.6-0.8 ตัน/ไร่/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์อาหารและใช้ในการประกอบอาหารเนื่องจากมีคุณสมบัติทนความร้อนได้สูง ไม่ทำให้เกิดสารก่อมะเร็ง น้ำมันปาล์มมีราคาถูกกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น นอกจากนี้ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ปลอดจากสารตัดแต่งพันธุกรรม (GMOs) น้ำมันปาล์มผลิตได้เองในประเทศการใช้ประโยชน์จากปาล์มน้ำมันจะก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มและรายได้โดยรวมของประเทศ น้ำมันปาล์มแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ น้ำมันปาล์มดิบ (Crude Palm Oil) สกัดได้จากส่วนเปลือกสดของผลปาล์มน้ำมัน และน้ำมันเมล็ดในปาล์ม (Crude Palm Kernel Oil) สกัดได้จากเมล็ดในของผลปาล์มน้ำมัน

ประโยชน์ของน้ำมันปาล์มทางอาหารคือการทอดและใช้ปรุงอาหาร รวมทั้งการให้ทำมาการีน วานิลลาปาดิ ไอศกรีม ครีมเทียม นมเทียม เนยขาว เนยโกโก้ ชนมนเค้ก ชนมนปัง ฯลฯ รวมถึงผลิตภัณฑ์อาหารเสริมเพื่อสุขภาพ เช่น วิตามินอี วิตามินเอ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

วัตถุประสงค์ อุปกรณ์ และสารเคมี

1. วัตถุประสงค์

- 1.1 ข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 (ห้างสรรพสินค้า โลตัส อ.เมือง จ.เชียงใหม่)
- 1.2 ข้าวกล้องหอมมะลิ ตราเกษตร (ห้างสรรพสินค้า โลตัส อ.เมือง จ.เชียงใหม่)
- 1.3 เกลือเครื่องหมายการค้าปฐพี (ห้างสรรพสินค้า โลตัส อ.เมือง จ.เชียงใหม่)
- 1.4 น้ำตาลทราย ตรามิตรผล(ห้างสรรพสินค้า โลตัส อ.เมือง จ.เชียงใหม่)
- 1.5 น้ำมันปาล์มโอเลอิน ตรามรกต(ห้างสรรพสินค้า โลตัส อ.เมือง จ.เชียงใหม่)
- 1.6 งา (ตลาดวโรรส อ.เมือง จ.เชียงใหม่)
- 1.7 ถั่วเขียวผ่าซีกแกะเปลือก (ตลาดวโรรส อ.เมือง จ.เชียงใหม่)
- 1.8 ถั่วเหลืองผ่าซีก (ตลาดวโรรส อ.เมือง จ.เชียงใหม่)
- 1.9 ลำไยอบแห้งเกรด A (ตลาดวโรรส อ.เมือง จ.เชียงใหม่)
- 1.10 แครอท (ตลาดแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่)
- 1.11 สาระแหน่ (ตลาดแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่)

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตข้าวแตน

- 2.1 อุปกรณ์งานครัว
- 2.2 ตู้อบลมร้อนที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ (Termark : RS 8000 model, Norway)
- 2.3 เครื่องชั่งน้ำหนักได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม (Sartorius: BP 610 model, Germany)
- 2.4 ถาดอะลูมิเนียม
- 2.5 แม่พิมพ์แผ่นพลาสติกอะคริลิคขนาด 26X11X0.8 เซนติเมตร ฉุกเฉิน 10 ช่อง โดยแต่ละช่องมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.0 เซนติเมตร
- 2.6 นาฬิกาจับเวลา

2.7 เทอร์โมคอปเปิล (Thermocouple: Yokogawa 2544 model, Japan)

2.8 เครื่องชั่งขนาด 1 กิโลกรัม และ 15 กิโลกรัม

3. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพข้าวแตน

3.1 Hexane Analytical Reagent Grade

3.2 Sodium hydroxide, NaOH

3.3 Boric acid, H_3BO_3

3.4 Anhydrous sodium carbonate, Na_2CO_3

3.5 Bromocresol green

3.6 Methyl red

3.7 95% Ethanol, C_2H_5OH

3.8 Concentrated sulfuric acid, H_2SO_4

3.9 Concentrated hydrochloric acid, HCl

3.10 Kjeldahl Catalysts ($CuSO_4$, HgO หรือ Se)

3.11 Distilled water หรือ Deionized water

3.12 Acetone, CH_3COCH_3

3.13 Sulfuric acid, H_2SO_4

วิธีการทดลอง

1. ศึกษาความต้องการผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแตนโดยใช้แบบสอบถาม

ศึกษาความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแตน โดยทดสอบผู้บริโภคทั้งหมด 50 คน โดยลักษณะของการทดสอบแบ่งเป็น เพศ อายุ การรับประทาน ความชอบ ความถี่ของการรับประทานข้าวแตน เหตุผลในการรับประทาน ลักษณะของผลิตภัณฑ์ข้าวแตนตามความชอบของผู้บริโภค (ความกรอบ ความหวาน ความเค็ม และสีของผลิตภัณฑ์) ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวแตนสุตรปกติโดย Proximate analysis ด้วยการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เยื่อใย และเถ้าด้วยวิธีการของ AOAC (1998)

2. ศึกษากรรมวิธีการผลิตข้าวแตนและปริมาณที่เหมาะสมของข้าวกล้องที่เสริมลงในผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค

ศึกษาปริมาณข้าวกล้องที่เหมาะสมโดยแปรปริมาณเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 4 10 และ 16 โดยน้ำหนัก โดยข้าวกล้องที่นำมาเสริมเป็นข้าวกล้องหอมมะลิ ที่ได้จากการนำข้าวกล้องมาหุงสุกโดยวิธีปกติตามระยะเวลาที่กำหนด จากนั้นนำข้าวกล้องที่หุงสุกมาเป็นส่วนผสมของข้าวแตนแต่ละระดับที่ต่างกัน และในการผลิตข้าวแตน มีวิธีการดังนี้

ตารางที่ 1 อัตราส่วนของส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ข้าวแตนเสริมข้าวกล้อง

สูตรที่	ข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 (กรัม)	ข้าวกล้อง (กรัม)	งา (กรัม)	น้ำตาลทราย (กรัม)	เกลือ (ช้อนโต๊ะ)
1	240	10	15	20	$\frac{1}{4}$
2	225	25	15	20	$\frac{1}{4}$
3	210	40	15	20	$\frac{1}{4}$

ตรวจสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการทดสอบแบบสามเหลี่ยม (triangle test) ทดสอบความแตกต่างโดยรวมของผลิตภัณฑ์ข้าวแตนเสริมข้าวกล้อง โดยนักศึกษาทั่วไปในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้รับการแนะนำในการทดสอบจำนวน 15 คน เป็นผู้ชิม ซึ่งใช้รหัสแทนตัวอย่างแต่ละตัวอย่าง โดยให้ตัวอย่างที่เหมือนกัน 2 ตัวอย่าง(ตัวอย่างควบคุม) และตัวอย่างที่แตกต่าง 1 ตัวอย่าง(ตัวอย่างที่เสริมข้าวกล้อง) ทำการเลือกตัวอย่างที่แตกต่างออกมา 1 ตัวอย่าง โดยทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์และแปลผลโดยวิธีการใช้ตารางที่แบบทางเดียว (one-tailed test) และจากการคำนวณโดยวิธีของไคว์สแคว (χ^2 Test) ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวแตนเสริมข้าวกล้องโดย Proximate analysis โดยการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เยื่อใย และเถ้าด้วยวิธีการของ AOAC (1998)

4. ศึกษาความชอบของน้ำอ้อยโรยหน้าข้าวแตนทั้ง 6 สูตร โดยนำสูตรข้าวกล้องที่ได้จากการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมมาเป็นผลิตภัณฑ์

นำสูตรข้าวกล้องที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ข้าวแตนจากการทดลองข้างต้น มาทำการโรยหน้าด้วยน้ำอ้อย และเตรียมน้ำผลิตภัณฑ์ข้าวแตนทั้ง 6 สูตร ได้แก่ ข้าวแตนโรยน้ำอ้อยปกติ (Control) ข้าวแตนโรยน้ำอ้อยเตรียมน้ำด้วยสระแหน่อบแห้ง ข้าวแตนโรยน้ำอ้อยเตรียมน้ำด้วยแครอทอบแห้ง ข้าวแตนโรยน้ำอ้อยเตรียมน้ำด้วยถั่วเขียวคั่ว ข้าวแตนโรยน้ำอ้อยเตรียมน้ำด้วยถั่วเหลืองคั่ว ข้าวแตนโรยน้ำอ้อยเตรียมน้ำด้วยลำไยอบแห้ง น้ำอ้อยทำจากการนำน้ำตาลอ้อยจำนวน 100 กรัม มาเคี่ยวกับน้ำสะอาด 10 มิลลิลิตร ทักไว้ให้เย็นแล้วจึง นำมาผสมกับส่วนผสมอื่น ๆ

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแตนโรยหน้าทั้ง 6 สูตร ทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการทดสอบการจัดลำดับ ความพึงพอใจ (rank preference test) ทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ข้าวแตนที่โรยหน้าด้วยน้ำอ้อยและเตรียมน้ำด้วยสูตรต่างๆโดยนักศึกษาทั่วไปในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้รับการแนะนำในการทดสอบจำนวน 30 คน เป็นผู้ชิม ซึ่งใช้รหัสแทนตัวอย่างแต่ละตัวอย่าง ให้คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์โดยรวม โดยที่ 1 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 6 หมายถึง ชอบน้อยที่สุด โดยใช้วิธีการวิเคราะห์และแปลผล 4 วิธี คือ Kramer's test, Basker's test, Friedman, Fisher and Yates และทำการคัดเลือกสูตรน้ำอ้อยโรยหน้าที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุดออกมาเพียง 1 สูตร จากนั้นให้ผู้ทดสอบชิมให้เหตุผลสำหรับตัวอย่างที่ชอบมากที่สุดในด้านต่างๆดังนี้ คือ ความกรอบ ความหวาน ความเค็ม สีของผลิตภัณฑ์โดยรวม กลิ่นของธัญพืชหรือผลไม้ ตรวจจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวแตนโรยหน้าทั้ง 6 สูตร โดย Proximate analysis โดยวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เยื่อใย และเถ้าด้วยวิธีการของ AOAC (1998)

บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลการศึกษาความต้องการผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแตนโดยใช้แบบสอบถาม

จากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภคจำนวน 50 คนโดยใช้แบบสอบถามได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ข้าวแตน

ลักษณะของการทดสอบ		จำนวน (คน)
เพศ	ชาย	11
	หญิง	39
อายุ (ปี)	ต่ำกว่า 15	0
	15-19	9
	20-29	40
	30 ปีขึ้นไป	1
การรับประทานข้าวแตน	เคยรับประทาน	50
	ไม่เคยรับประทาน	0
ความชอบในการรับประทานข้าวแตน	ชอบ	26
	ไม่ชอบ	1
	เฉยๆ	23
ความถี่ในการรับประทานข้าวแตน	สัปดาห์ละ 1 ครั้ง	1
	เดือนละ 1 ครั้ง	0
	มากกว่า 2 ครั้ง/เดือน	20
	มากกว่า 3 เดือน/ครั้ง	5
	มากกว่า 6 เดือน/ครั้ง	6
	ปีละ 1 ครั้ง	9
	อื่นๆ (แล้วแต่โอกาส, มีคนนำมาฝาก)	9

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ลักษณะของการทดสอบ		(ร้อยละ)
เหตุผลในการรับประทานข้าวแตน	รับประทานง่ายสะดวก	76
	คุณค่าทางอาหาร	8
	รสชาติ	50
	เนื้อสัมผัส	26
	อื่นๆ (ทานเป็นขนมขบเคี้ยว	
	ยามว่าง, ความรู้สึกต้องการทานในบางครั้ง)	30
ลักษณะของข้าวแตนตามความต้องการของผู้บริโภค		
ความกรอบ	มาก	82
	ปานกลาง	18
	น้อย	0
ความหวาน	มาก	4
	ปานกลาง	92
	น้อย	4
ความเค็ม	มาก	0
	ปานกลาง	38
	น้อย	62
สี	เหลือง	8
	เหลืองอมน้ำตาล	82
	น้ำตาล	10

จากการศึกษาข้อเสนอแนะของผู้บริโภคจำนวน 50 คนโดยใช้แบบสอบถาม พบว่า ผู้บริโภคมีความต้องการให้มีส่วนผสมของผักหรือผลไม้และเนื้อวัตถุดิบผสมในผลิตภัณฑ์โดยผสมธัญพืชหรือมีธัญพืชมากกว่า 2 ชนิด นอกจากนี้ต้องการให้มีส่วนผสมของพริกเผาหรือ

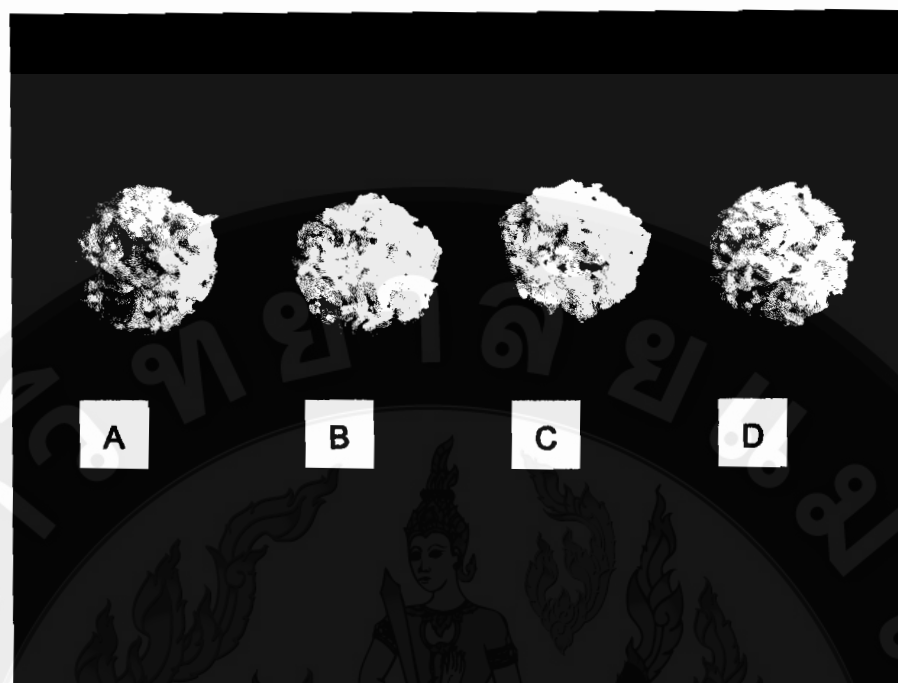
หมูหยอง ส่วนผสมของงาขาวและงาดำในน้ำอ้อยที่ใช้โรยหน้าผลิตภัณฑ์ และยังเสนอให้เพิ่มส่วนผสมของสมุนไพร โดยให้เหตุผลว่าต้องการเพิ่มสี กลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์ และผู้บริโภคต้องการให้มีการแต่งหน้าผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นที่หลากหลาย และมีขนาดของชิ้นหรือรูปร่างของผลิตภัณฑ์ที่แปลกใหม่ โดยยังต้องการเนื้อสัมผัสที่มีความกรอบเคี้ยว

จากตารางที่ 2 ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงที่มีอายุระหว่าง 20-29 ปี และเคยรับประทานข้าวแต่นทั้งหมด 50 คน มีความชอบในการรับประทานข้าวแต่นและความรู้สึกเฉยๆ ใกล้เคียงกันแต่จะมีความชอบทานมากกว่า ความถี่ของการรับประทานส่วนใหญ่จะมากกว่า 2 ครั้ง/เดือน เหตุผลหลักในการรับประทานเพราะรับประทานง่ายสะดวกและในเรื่องของรสชาติ ส่วนลักษณะของผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นตามความชอบของผู้บริโภค (ความกรอบ ความหวาน ความเค็ม และสีของผลิตภัณฑ์) คือ ต้องการความกรอบมาก ความหวานปานกลาง ความเค็มเล็กน้อย และมีสีเหลืองอมน้ำตาลของข้าวแต่น

จากผลการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นสูตรปกติที่มีส่วนผสมของข้าวเหนียว งาขาว น้ำ เกลือและน้ำตาล โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ ได้ผลดังนี้คือมีค่าเฉลี่ยของความชื้น เถ้า โปรตีน เยื่อใย และไขมัน ในระดับร้อยละ 2.52 1.08 6.15 2.23 และ 28.04 ตามลำดับ

ผลการศึกษากรรมวิธีการผลิตข้าวแต่นและปริมาณที่เหมาะสมของข้าวกล้องที่เสริมลงในผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค

จากผลการศึกษาปริมาณข้าวกล้องที่เหมาะสมโดยแปรปริมาณเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 4 10 และ 16 โดยน้ำหนัก ดังภาพที่ 4 และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยวิธีทดสอบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์แบบสามเหลี่ยม (triangle test) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน แปลผลโดยใช้ตารางที่แบบทางเดียว (one-tailed test) และจากการคำนวณโดยวิธีของไคว์สแคว (χ^2 Test) ผลดังตารางที่ 3 และ 4



ภาพที่ 2 ข้าวแตนเสริมข้าวกล้อง

A : Control

B : ข้าวกล้องร้อยละ 4

C : ข้าวกล้องร้อยละ 10

D : ข้าวกล้องร้อยละ 16

ตารางที่ 3 ผลของการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยวิธีการใช้ตารางที่แบบทางเดียว

สูตรที่	ซ้ำที่	จำนวนผู้ที่ตอบถูก	ผลการทดสอบ
1	1	5	Ac
	2	5	Ac
2	1	5	Ac
	2	8	Ac
3	1	7	Ac
	2	7	Ac

Ac : ไม่มีความแตกต่างกันของตัวอย่างที่นำมาทดสอบ

จากตารางที่ 4 ตัวอย่างข้าวแตนเสริมข้าวกล้องทั้ง 3 สูตร ที่นำมาทดสอบความแตกต่างของผู้บริโภคสูตรละ 2 ซ้ำ โดยการวิเคราะห์ผลและใช้ตารางที่แบบทางเดียว พบว่า ผู้บริโภคไม่สามารถแยกความแตกต่างของข้าวแตนที่ไม่ใส่ข้าวกล้องกับข้าวแตนที่เสริมข้าวกล้องได้

ตารางที่ 4 ผลของการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยวิธีการใช้การทดสอบแบบไคร์สแคว (χ^2 Test)

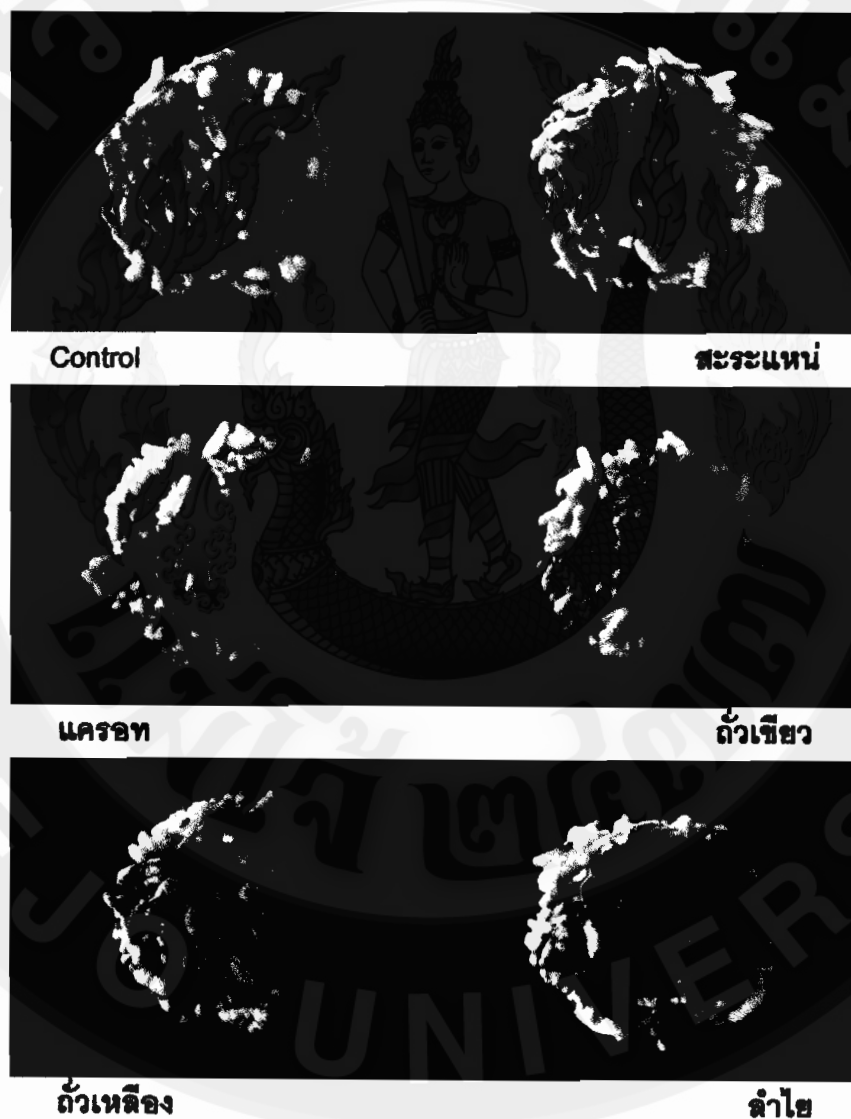
สูตรที่	ซ้ำที่	ค่าที่คำนวณได้	ผลการทดสอบ
1	1	0	Ac
	2	0	Ac
2	1	0	Ac
	2	2.7	Ac
3	1	1.2	Ac
	2	1.2	Ac

Ac : ไม่มีความแตกต่างกันของตัวอย่างที่นำมาทดสอบ

จากตารางที่ 4 ตัวอย่างข้าวแตนเสริมข้าวกล้องทั้ง 3 สูตร ทดสอบความแตกต่างของผู้บริโภคสูตรละ 2 ซ้ำ โดยการทดสอบไคร์สแคว (χ^2 Test) พบว่า ผู้บริโภคไม่สามารถแยกความแตกต่างของข้าวแตนที่ไม่ใส่ข้าวกล้องกับข้าวแตนที่เสริมข้าวกล้องได้เช่นเดียวกับวิธีการเปิดตาราง

ผลการศึกษากิจกรรมวิธีการผลิตข้าวแตนและปริมาณที่เหมาะสมของข้าวกล้องที่เสริมลงในผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า จากการทดสอบโดยทั้ง 2 วิธี ข้างต้น ผู้บริโภคไม่สามารถแยกความแตกต่างของข้าวกล้องที่เติมลงในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ได้ และจากการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวแตนโดยการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เยื่อใย และ เถ้า โดยทำการทดลองทั้งหมดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ได้ผลดังนี้คือมีค่าเฉลี่ยของ ความชื้น เถ้า โปรตีน เยื่อใย และไขมัน ของข้าวแตนที่เสริมข้าวกล้องร้อยละ 4 อยู่ ในระดับร้อยละ 0.81 1.52 6.28 2.02 และ 30.76 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของ ความชื้น เถ้า โปรตีน เยื่อใย และไขมัน ของข้าวแตนที่เสริมข้าวกล้องร้อยละ 10 อยู่ ในระดับร้อยละ 1.00 1.46 6.27 1.47 และ 29.16 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของ ความชื้น เถ้า โปรตีน เยื่อใย และไขมัน ของข้าวแตนที่เสริมข้าวกล้อง

ร้อยละ 16 อยู่ในระดับร้อยละ 2.61 1.36 5.99 1.77 และ 30.70 ตามลำดับ และผู้ทดสอบไม่พบความแตกต่างกันระหว่างการทดสอบทางประสาทสัมผัสระหว่างข้าวแตนสูตรควบคุม (ไม่ได้ผสมข้าวกล้อง) กับข้าวแตนสูตรที่เติมข้าวกล้อง ร้อยละ 16 จึงเลือกข้าวแตนเสริมข้าวกล้องร้อยละ 16 ทำการทดลองต่อไป โดยการนำมาทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์ที่ใช้โรยหน้าทั้ง 6 สูตร ดังภาพที่ 3 และผลจากการทดสอบโดยวิธี Kramer's test, Basker's test, Friedman และ Fisher and Yates ได้ผลดังนี้ คือ



ภาพที่ 3 ผลิตภัณฑ์ข้าวแตนโรยหน้าทั้ง 6 สูตร

จาก Kramer's test ผลการทดสอบนำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยเปรียบเทียบผลรวมของลำดับของแต่ละตัวอย่างกับตัวเลขที่จัดไว้ในตารางที่พบว่าตัวอย่างทั้งหมด 6 ตัวอย่างและผู้ทดสอบจำนวน 30 คน สรุปได้ว่ามีความแตกต่างระหว่างตัวอย่างข้าวแตนเสริมธัญพืช 3 สูตร คือ ลำไย สาระแหน่ และ control ส่วนตัวอย่างที่ไม่มีความแตกต่างกัน 3 สูตร คือ แครอท ถั่วเขียว และถั่วเหลือง และจากการแบ่งกลุ่มของตัวอย่างที่แสดงถึงความชอบของตัวอย่างดังนี้

- ตัวอย่าง ลำไย และ control มีค่าผลรวมลำดับที่แสดงว่าลำไยเป็นตัวอย่างที่มีความชอบมากที่สุด รองลงมาคือ control อย่างมีนัยสำคัญ
- ตัวอย่าง ถั่วเขียว ถั่วเหลือง และ แครอท มีค่าผลรวมลำดับที่แสดงว่ามีความชอบไม่แตกต่างกันและมีความชอบอยู่ในระดับปานกลาง
- ตัวอย่าง สาระแหน่ มีค่าผลรวมลำดับที่แสดงว่าสาระแหน่เป็นตัวอย่างที่ไม่ชอบมากที่สุด

จาก Basker's test ผลจากการเปิดตารางที่ค่าวิกฤติของความแตกต่างระหว่างผลรวมลำดับที่ $p \leq 0.05$ ตัวอย่างทั้งหมด 6 ตัวอย่าง จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน พบว่ามีค่าวิกฤติเท่ากับ 41.3 ดังนั้นจึงสรุปได้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างผลรวมลำดับความชอบของข้าวแตนสูตรต่าง ๆ

ตัวอย่าง	ความแตกต่างของผลรวม จัดลำดับ	แตกต่าง/ไม่แตกต่าง
Control – สະระແໜ່	52	แตกต่าง
Control – ແຄຣອທ	37	ไม่แตกต่าง
Control – ຄົວເຮືອ	26	ไม่แตกต่าง
Control – ຄົວເລືອ	37	ไม่แตกต่าง
Control – ລຳໄຍ	8	ไม่แตกต่าง
ສະຣະແໜ່ – ແຄຣອທ	15	ไม่แตกต่าง
ສະຣະແໜ່ – ຄົວເຮືອ	26	ไม่แตกต่าง
ສະຣະແໜ່ – ຄົວເລືອ	15	ไม่แตกต่าง
ສະຣະແໜ່ – ລຳໄຍ	60	แตกต่าง
ແຄຣອທ – ຄົວເຮືອ	11	ไม่แตกต่าง
ແຄຣອທ – ຄົວເລືອ	0	ไม่แตกต่าง
ແຄຣອທ – ລຳໄຍ	45	แตกต่าง
ຄົວເຮືອ – ຄົວເລືອ	11	ไม่แตกต่าง
ຄົວເຮືອ – ລຳໄຍ	34	ไม่แตกต่าง
ຄົວເລືອ – ລຳໄຍ	45	แตกต่าง

จากตารางจะเห็นได้ว่า ตัวอย่างมีความแตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน จากการจับคู่ความแตกต่างของตัวอย่างทั้งหมด และการเปรียบเทียบผลรวมจัดลำดับกับค่าวิกฤตที่ได้จากการเปิดตารางที่ ซึ่งสอดคล้องกับวิธีของ Kramer's test ที่พบว่า ตัวอย่าง Control-ສະຣະແໜ່ และ ສະຣະແໜ່-ລຳໄຍ มีความแตกต่างกันทางสถิติ

นำผลจากการทดสอบมาคำนวณค่ารวมของลำดับ (total rank) โดยการใช้ค่าสถิติของ Friedman สำหรับข้อมูลจัดลำดับความชอบของแต่ละตัวอย่าง แล้วนำไปคำนวณค่าไคร์สแคว์ สำหรับลำดับตามสูตร และเปรียบเทียบกับค่าเปิดตารางที่ไคร์สแคว์ two-tailed test ที่ $\alpha = 0.05$, $df = 5$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 11.07 พบว่า ค่าที่ได้จากการคำนวณเท่ากับ 24.3 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากตารางที่ แสดงว่า มีความแตกต่างระหว่างตัวอย่างข้าวแตนทั้ง 6 สูตร

เมื่อตัวอย่างมีความแตกต่างกัน นำมาทดสอบความแตกต่างใช้สูตร LSD สำหรับการจัดลำดับ โดยได้ผลจากการคำนวณ คือ 28.4 และนำค่าผลต่างของผลรวมแต่ละคู่เปรียบเทียบกับค่า LSD_{rank} ได้ผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบเปรียบเทียบความชอบของข้าวแตนสูตรต่าง ๆ ตามวิธีของ Fisher's LSD

ตัวอย่าง	ความแตกต่างของผลรวม จัดลำดับ	แตกต่าง/ไม่แตกต่าง
Control – สะระแหน่	52	แตกต่าง
Control – แครอท	37	แตกต่าง
Control – ถั่วเขียว	26	ไม่แตกต่าง
Control – ถั่วเหลือง	37	แตกต่าง
Control – ลำไย	8	ไม่แตกต่าง
สะระแหน่ – แครอท	15	ไม่แตกต่าง
สะระแหน่ – ถั่วเขียว	26	ไม่แตกต่าง
สะระแหน่ – ถั่วเหลือง	15	ไม่แตกต่าง
สะระแหน่ – ลำไย	60	แตกต่าง
แครอท – ถั่วเขียว	11	ไม่แตกต่าง
แครอท – ถั่วเหลือง	0	ไม่แตกต่าง
แครอท – ลำไย	45	แตกต่าง
ถั่วเขียว – ถั่วเหลือง	11	ไม่แตกต่าง
ถั่วเขียว – ลำไย	34	แตกต่าง
ถั่วเหลือง – ลำไย	45	แตกต่าง

จากตารางจะเห็นได้ว่า ตัวอย่างมีความแตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน จากการจับคู่ความแตกต่างของตัวอย่างทั้งหมด และการเปรียบเทียบผลรวมจัดลำดับกับค่าวิกฤตที่ได้จากการคำนวณ ซึ่งสอดคล้องกับวิธีของ Kramer's test และ Basker's test ที่พบว่า ตัวอย่าง Control-สะระแหน่ และ สะระแหน่-ลำไย มีความแตกต่างกันทางสถิติ

นำค่าลำดับความชอบของข้าวแตนทั้ง 6 สูตร มาเปลี่ยนเป็นคะแนน และนำมาวิเคราะห์โดยใช้ตารางที่ ANOVA ตามวิธีของ Fisher and Yates พบว่า ค่า F ที่ได้จากการคำนวณเท่ากับ 5.91 มีค่ามากกว่าค่า F ที่ได้จากตารางที่ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.31 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าตัวอย่างข้าวแตนทั้ง 6 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เมื่อตัวอย่างมีความแตกต่างกัน จึงนำมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเพื่อหาความแตกต่างของตัวอย่างด้วยวิธี Tukey's test (HSD) โดย เรียงคะแนนเฉลี่ยจากสูงไปหาต่ำของตัวอย่างทั้ง 6 สูตร จากนั้นคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวอย่าง และคำนวณค่าที่ใช้เปรียบเทียบ HSD ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.095 ได้ผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการทดลองเปรียบเทียบความชอบของข้าวแตนสูตรต่างๆ ตามวิธีของ Fisher and Yates

ตัวอย่าง	ความแตกต่างของผลรวม จัดลำดับ	แตกต่าง/ไม่แตกต่าง
Control – สະระແໜ່	0.817	แตกต่าง
Control – ແຄຣອທ	0.563	แตกต่าง
Control – ຄົວເຮື້ຍາວ	0.384	แตกต่าง
Control – ຄົວເລືອ່ງ	0.585	แตกต่าง
Control – ລຳໄຍ	0.155	แตกต่าง
ສະຣະແໜ່ – ແຄຣອທ	0.254	แตกต่าง
ສະຣະແໜ່ – ຄົວເຮື້ຍາວ	0.433	แตกต่าง
ສະຣະແໜ່ – ຄົວເລືອ່ງ	0.232	แตกต่าง
ສະຣະແໜ່ – ລຳໄຍ	0.972	แตกต่าง
ແຄຣອທ – ຄົວເຮື້ຍາວ	0.179	แตกต่าง
ແຄຣອທ – ຄົວເລືອ່ງ	0.022	ไม่แตกต่าง
ແຄຣອທ – ລຳໄຍ	0.718	แตกต่าง
ຄົວເຮື້ຍາວ – ຄົວເລືອ່ງ	0.201	แตกต่าง
ຄົວເຮື້ຍາວ – ລຳໄຍ	0.539	แตกต่าง
ຄົວເລືອ່ງ – ລຳໄຍ	0.740	แตกต่าง

จากตารางจะเห็นได้ว่า ตัวอย่างมีความแตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน จากการจับคู่ ความแตกต่างของตัวอย่างทั้งหมด และการเปรียบเทียบผลรวมจัดลำดับกับค่าวิกฤตที่ได้ จากการคำนวณ ซึ่งสอดคล้องกับวิธีของ Kramer's test Basker's test และ Friedman ที่พบว่า ตัวอย่างเกือบทั้งหมดมีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้น แครอท – ถั่วเหลือง ที่ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งผลจากการทดสอบโดยวิธีของ Fisher and Yates เป็นค่าที่ละเอียดบ่งบอกถึงค่าคะแนนของ ตัวอย่างจากการทดสอบที่พบว่า ค่าคะแนนความชอบของแครอทกับถั่วเหลืองมีค่าคะแนนที่ เท่ากัน แต่ในสำหรับตัวอย่าง Control สาระแหน่ ถั่วเขียวและลำไย มีค่าคะแนนความชอบที่ ต่างกัน

และจากการทดสอบความชอบของตัวอย่างข้าวแต่นโรยหน้าทั้ง 6 สูตร พบว่า แต่ละสูตรมี ความแตกต่างกันทางสถิติ ผู้บริโภคมีความชอบตัวอย่างข้าวแต่นโรยหน้าแต่ละสูตรโดยเรียงลำดับ ความชอบมากที่สุดจนกระทั่งน้อยที่สุด เรียงตามลำดับดังนี้คือ สูตรลำไยอบแห้ง control ถั่วเขียว คั่ว ถั่วเหลืองคั่ว แครอทอบแห้งและสาระแหน่อบแห้ง โดยผู้ทดสอบให้เหตุผลของความชอบ ผลิตรภัณฑ์ข้าวแต่นโรยหน้าสูตรลำไยอบแห้ง ในด้านต่างๆดังนี้คือ

ความกรอบ : ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้เหตุผลในด้านความกรอบของผลิตรภัณฑ์ว่า มีความ กรอบพอดี ไม่แข็งจนเกินไป

ความหวาน : ความหวานของผลิตรภัณฑ์โดยรวมของน้ำอ้อยและลำไยอบแห้งมีความ หวานโดยรวมของผลิตรภัณฑ์ดี ไม่หวานจนเกินไป แต่ควรลดปริมาณน้ำอ้อยลงเล็กน้อยเนื่องจาก ได้รับความหวานจากเนื้อลำไยอบแห้งบางส่วน ซึ่งทำให้ผลิตรภัณฑ์โดยรวมมีความหวานอยู่แล้ว

ความเค็ม : ผลิตรภัณฑ์มีความเค็มอยู่ในเกณฑ์พอดี

สีของผลิตรภัณฑ์โดยรวม : มีสีเหลืองทองของผลิตรภัณฑ์ข้าวแต่นเสริมข้าวกลิ้ง และสีของ น้ำอ้อยที่ใช้โรยหน้ามีความเข้ม ควรลดความเข้มของน้ำอ้อยลงเล็กน้อยและสีของลำไยอบแห้งมี ระดับการยอมรับที่เหมาะสม

กลิ่นของธัญพืชหรือผลไม้ : มีกลิ่นหอมของเนื้อลำไยอบแห้ง เมื่อเคี้ยวจะได้กลิ่นของลำไย อบแห้งกับกลิ่นของน้ำอ้อยรวมเข้าด้วยกัน มีกลิ่นของงาขาวที่อยู่ในผลิตรภัณฑ์เล็กน้อย

จากการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวแตนเสริมข้าวกล้องร้อยละ 16 ที่โรยหน้าด้วยน้ำอ้อยอย่างเดียวและแต่งหน้าโดยสระระแห่นอบแห้ง แครอทอบแห้ง ถั่วเขียวคั่ว ถั่วเหลืองคั่ว และลำไยอบแห้ง วิเคราะห์ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เยื่อใย และ เถ้า ทำการทดลองทั้งหมดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ พบว่า ได้ผลดังนี้คือมีค่าเฉลี่ยของ ความชื้น เถ้า โปรตีน เยื่อใย และไขมัน ของข้าวแตนที่ราดหน้าด้วยน้ำอ้อยอย่างเดียวอยู่ในระดับร้อยละ 5.77 1.37 4.62 1.92 และ 19.65 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของ ความชื้น เถ้า โปรตีน เยื่อใย และไขมันของข้าวแตนที่ราดหน้าด้วยน้ำอ้อยคลุกกับใบสระระแห่นอบแห้งอยู่ในระดับร้อยละ 4.47 1.52 4.85 1.69 และ 19.47 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของ ความชื้น เถ้า โปรตีน เยื่อใย และไขมันของข้าวแตนที่ราดหน้าด้วยน้ำอ้อยคลุกกับแครอทอบแห้งอยู่ในระดับร้อยละ 4.41 1.51 6.57 1.3 และ 17.93 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของ ความชื้น เถ้า โปรตีน เยื่อใย และไขมันของข้าวแตนที่ราดหน้าด้วยน้ำอ้อยคลุกกับถั่วเขียวคั่วอยู่ในระดับร้อยละ 4.84 1.68 9.08 2.93 และ 18.86 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของ ความชื้น เถ้า โปรตีน เยื่อใย และไขมัน ของข้าวแตนที่ราดหน้าด้วยน้ำอ้อยคลุกกับถั่วเหลืองคั่วอยู่ในระดับร้อยละ 6.73 1.45 4.31 1.80 และ 14.74 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของ ความชื้น เถ้า โปรตีน เยื่อใย และไขมัน ของข้าวแตนที่ราดหน้าด้วยน้ำอ้อยคลุกกับลำไยแห้งอยู่ในระดับร้อยละ 4.95 1.33 4.52 1.49 และ 18.38 ตามลำดับ

จากผลการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวแตนโรยหน้าทั้ง 6 สูตร โดย Proximate analysis ที่โรยหน้าด้วยน้ำอ้อยอย่างเดียวและแต่งหน้าโดยใช้น้ำราดหน้าที่แตกต่างกัน จะเห็นว่าปริมาณของไขมันรวมในข้าวแตนที่ราดหน้าด้วยน้ำอ้อยอย่างเดียวหรือร่วมกับส่วนประกอบอื่น ๆ มีค่าปริมาณไขมันรวมในผลิตภัณฑ์ต่ำกว่าข้าวแตนที่ไม่ได้ผ่านการราดหน้า อาจจะเป็นผลของการเพิ่มสัดส่วนของน้ำราดหน้าลงไปในส่วนผสม ทำให้สัดส่วนของไขมันรวมของข้าวแตนที่ผ่านการราดหน้ามีน้อยกว่าสัดส่วนของไขมันรวมในข้าวแตนที่ไม่ผ่านการราดหน้า ในขณะที่เดียวกันการเติมถั่วเหลืองลงไปในการราดหน้าข้าวแตนอาจมีส่วนช่วยเสริมให้ปริมาณโปรตีนในข้าวแตนสูงขึ้นได้ด้วย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

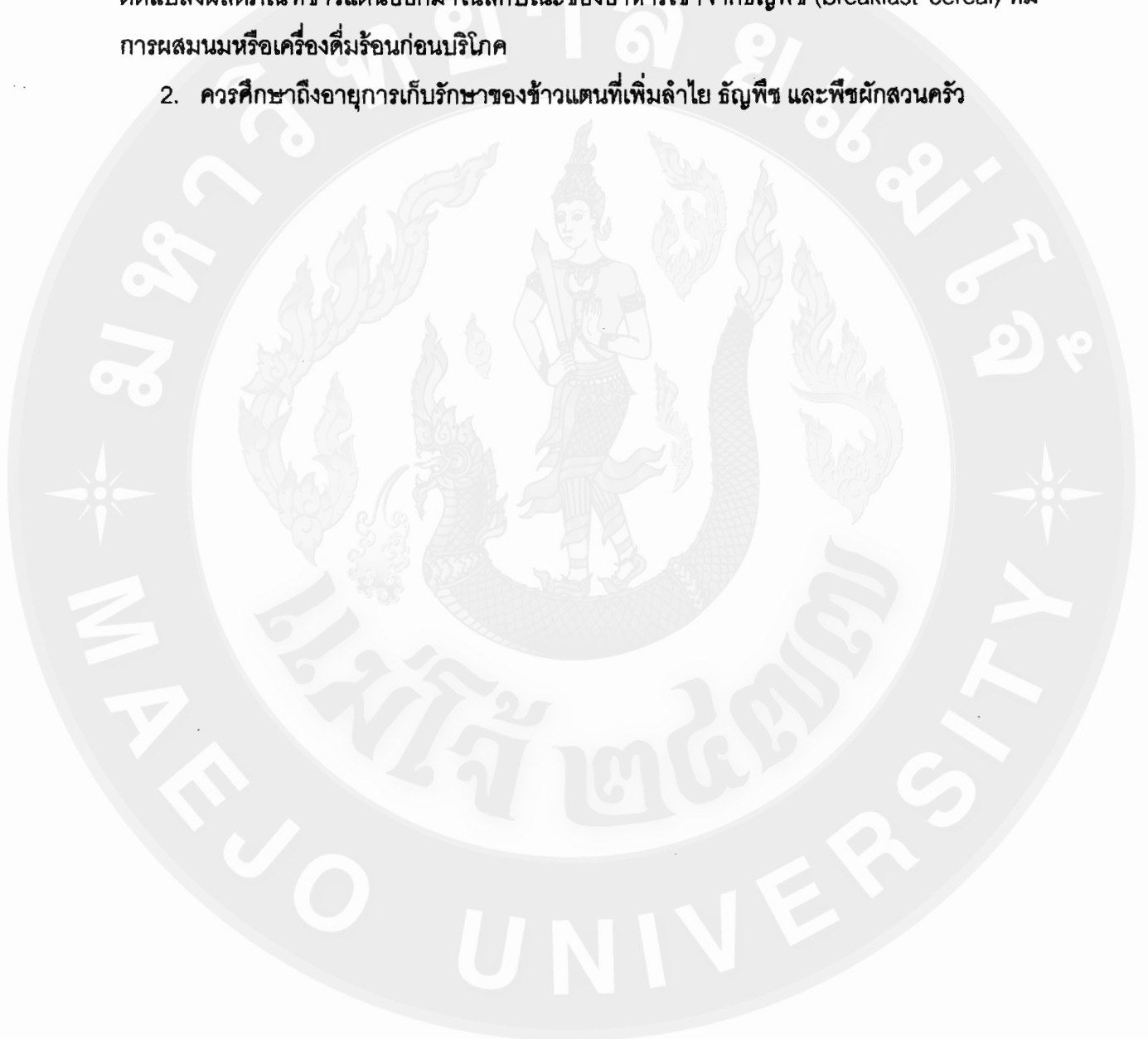
1. ผลการศึกษาความต้องการผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแตนโดยการใช้แบบสอบถามผู้บริโภคจำนวน 50 คน จากผู้บริโภคซึ่งส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ที่มีอายุระหว่าง 20-29 ปี และเคยรับประทานข้าวแตนทั้งหมด 50 คน มีความชอบในการรับประทานข้าวแตนและความรู้สึกเฉยๆ ใกล้เคียงกันแต่จะมีความชอบทานมากกว่า ความถี่ของการรับประทานส่วนใหญ่จะมากกว่า 2 ครั้ง/เดือน เหตุผลหลักในการรับประทานเพราะรับประทานง่ายสะดวกและมีความชอบในเรื่องรสชาติ ส่วนลักษณะของผลิตภัณฑ์ข้าวแตนตามความชอบของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคต้องการข้าวแตนที่มีลักษณะความกรอบมาก ความหวานปานกลาง ความเค็มเล็กน้อยและมีสีเหลืองอมน้ำตาล รวมไปถึงข้อเสนอแนะที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแตนของผู้บริโภค จึงใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแตนโดยการเสริมธัญพืช สมุนไพร รสชาติ มีการแต่งหน้าของผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย และยังสามารถนำมาพัฒนาขนาดของชิ้นหรือรูปร่างของผลิตภัณฑ์ที่แปลกใหม่เพื่อสนองความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น

2. ผลการศึกษากิจกรรมวิธีการผลิตข้าวแตนและปริมาณที่เหมาะสมของข้าวกล้องที่เสริมลงในผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคโดยแปรปริมาณเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 4 10 และ 16 โดยน้ำหนักและทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคไม่สามารถแยกความแตกต่างของข้าวแตนที่ไม่ใส่ข้าวกล้องกับข้าวแตนที่เสริมข้าวกล้องได้ ปริมาณที่เหมาะสมของข้าวกล้องที่เสริมลงในผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค คือ ข้าวแตนเสริมข้าวกล้องร้อยละ 16

3. ศึกษาความชอบของการโรยหน้าน้ำอ้อยโรยหน้าข้าวแตนทั้ง 6 สูตร โดยนำสูตรข้าวแตนที่เสริมข้าวกล้องร้อยละ 16 มาทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์ที่ใช้โรยหน้าทั้ง 6 สูตร ทดสอบโดยวิธี Kramer's test, Basker's test, Friedman และ Fisher and Yates พบว่าผู้บริโภคมีความชอบตัวอย่างข้าวแตนโรยหน้าแต่ละสูตรโดยเรียงลำดับความชอบมากที่สุดจนกระทั่งน้อยที่สุด เรียงตามลำดับดังนี้คือ สูตรลำไยอบแห้ง control ถั่วเขียวคั่ว ถั่วเหลืองคั่ว แครอทอบแห้งและสะระแหน่อบแห้ง

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาหาข้อมูลทางการตลาดของข้าวแตนให้เหมาะสมสำหรับผู้คนที่สภาวะต่าง ๆ เช่น การศึกษาขนาด รูปร่าง ที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคแต่ละกลุ่ม และอาจจะศึกษาถึงการดัดแปลงผลิตภัณฑ์ข้าวแตนออกมาในลักษณะของอาหารเช้าจากธัญพืช (breakfast cereal) ที่มีการผสมนมหรือเครื่องดื่มร้อนก่อนบริโภค
2. ควรศึกษาถึงอายุการเก็บรักษาของข้าวแตนที่เพิ่มลำไย ธัญพืช และพืชผักสวนครัว



บรรณานุกรม

- กองโภชนาการ. 2535. **ตารางที่แสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย**. กรุงเทพฯ: กระทรวงสาธารณสุข.
- เก่งศักดิ์ มงคล. 2542. **การศึกษาภาวะการผลิตลำไยและการส่งออกลำไยของจังหวัด ลำพูน ปี 2536-2542**. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- คลังปัญญาไทย. 2552. **ข้าวเหนียว**. (Available online at : <http://www.panyathai.or.th/wiki/index.php/ข้าวเหนียว>)
- เครือข่ายกาญจนาภิเษก. 2552. **สารานุกรมสำหรับเยาวชนไทย เล่มที่ 3 “ข้าว”**. (Available online at : <http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK3/chapter1/t3-1-11.htm#sect3>)
- ณอมจิตร พันธุ์รัก. 2551. **การจัดการองค์ความรู้เรื่องการทำข้าวแตนภายใต้โครงการ พัฒนาองค์กรเกษตร.นครราชสีมา. สำนักงานเกษตรอำเภอโนนไทย**
- ทรงเชาว์ อินสมพันธ์. 2531. **พืชไร่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย**. เชียงใหม่: ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นพวรรณ สมิตินันท์ และ ญัฎฐา โคกเกษม. 2532. **ผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากแครอท**. กรุงเทพฯ: โครงการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมประสบการณ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิธยา รัตนพานนท์. 2548. **วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน**. กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พรีนติ้ง เฮาส์. 256 น.
- ประเสริฐ สายสิทธิ์ และคณะ. 2535. **ถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย**. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 77 น.
- ภาควิชาเกษตรพืชฤกษ์ศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2543. **สมุนไพรไทย**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล. 118 น.
- มงคล อิก้าเหน็ด. 2543. **ผลของซิลิเฟอรัสต่อสีผิวและคุณภาพของลำไยพันธุ์อีดอ**. ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตร์บัณฑิต. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ยุวดี จอมพิทักษ์. 2545. **ผักสวนครัว**. กรุงเทพฯ.
- รัตนา อัดตปัญญา. 2548. **ข้าว-การแปรรูป**. อ้างโดย ชัยรัตน์ ยุ่งแก้ว และคณะ. 2549. **ปัญหาพิเศษ เรื่องการลดการหม็นหืนในข้าวแตนโดยการเติมสมุนไพร**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- รัตนา อัดตปัญญา และ อัจฉรา เทียมภักดี. 2542. **วิธีการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสดเพื่อ**

- การแปรรูปเป็นเนื้อลำโพงแห้งในเชิงพาณิชย์.** รายงานฉบับสมบูรณ์ สำนักงาน
กองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- วศินี จงจิตวิมล และ อรุณฯ สอนน้อย. 2547. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากข้าว
กล้อง.** ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 55 น.
- วาทินี อินทรพงษ์วัฒน์. 2550. **การปรับปรุงกระบวนการผลิตหลักของการผลิตข้าวแตน
ของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรสันทรายหลวง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่
โจ้. 173 น.
- วิทย์ เทียงบุญธรรม. 2536. **พจนานุกรมสมุนไพรไทย.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สุริยบรรณ.
- วิระศักดิ์ อนันมบุตร และ วิไลศรี ลิ้มปะยอม. 2539. **คุณลักษณะและการใช้ประโยชน์ของงา.**
กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี สถาบันพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตร
และสหกรณ์.
- วิไล รังสาดทอง. 2543. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร.** เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น,
กรุงเทพฯ.
- วุฒิ วุฒิธรรมเวช. 2540. **อาหารธรรมชาติผักพื้นเมืองโภชนาการสูงเหลือเชื่อ.** กรุงเทพฯ:
โอเรียลเตีลการพิมพ์. 383 น.
- สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2542. **Thai Food Composition Tables.**
นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สรจักร ศิริบริรักษ์. 2539. **แครอทหวานกรอบ.** พลอยแถมเพชร 4(96): 26.
- สุภาณี จงดี. 2546. **ข้าวกล้องข้าวไม่สวยแต่มากด้วยคุณภาพ.** ข้าวจิต 5(115): 80.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2546. **มผช. 36/2546 มาตรฐานผลิตภัณฑ์
ชุมชนข้าวแตน.** สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม.
กรุงเทพฯ.
- อภิพรรณ พุกภักดี. 2533. **วิทยาศาสตร์การผลิตพืชตระกูลถั่ว.** กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Adsule, R.N., S.S. Kadam and D.K. Salunkhe. 1989. Green Gram, pp. 65-89. *In* D.K.
Salunkhe and S.S. Kadam (eds.). **CRC Handbook of World Food Legumes :**
Nutritional Chemistry, Processing Technology, and Utilization Vol.II. CRC Press
Inc., Boca Raton, Florida.



ภาคผนวกที่ 1

การตรวจสอบทางกายภาพและเคมี

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นตามวิธีของ AOAC (1998)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน
2. กระป๋องอะลูมิเนียม
3. โถดูดความชื้น (Desiccator)
4. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
5. คีม

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 3 กรัมใส่ใน Moisture can ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนซึ่งผ่านการอบแห้งและทำให้เย็นใน Desiccator แล้ว
2. อบตัวอย่างในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ทำให้เย็นใน Desiccator ชั่งน้ำหนักและจดบันทึกน้ำหนักไว้
3. ปฏิบัติตามข้อ 2 จนได้น้ำหนักที่คงที่
4. คำนวณปริมาณความชื้นโดยใช้สูตร

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ(กรัม)} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ(กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

2. การวิเคราะห์ไขมันตามวิธีของ AOAC (1998)

สารเคมี

1. Hexane Analytical Reagent Grade

อุปกรณ์

1. Soxhlet apparatus ยี่ห้อ Tecator รุ่น 1043
2. ตู้อบ
3. โถดูดความชื้น (Desicator)
4. ขวดกลั่นชนิดก้นแบนขนาด 250 มิลลิลิตร
5. คีมชนิดจับขวดก้นแบน
6. สำลี
7. ขาดังพร้อมที่ยึด



ภาพที่ 4 เครื่องวิเคราะห์ไขมันแบบ Soxhlet apparatus ยี่ห้อ Tecator รุ่น 1043

วิธีการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ไขมัน (Soxtec)

- ตรวจดูในถังน้ำหล่อเย็นก่อน ถ้าไม่มีให้น้ำกลั่นมาใส่ให้ได้ระดับท่วมท่อให้ความเย็น
- เช็ควัดการไหลของน้ำให้ได้ 2 ลิตร/วินาที โดยเปิดก๊อกและจับเวลาวัดปริมาณ แล้วเปิดสวิตช์ cool และ breaker ของคอนเดนเซอร์
- ตั้งอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นปกติ ตั้งที่ 15°C จากนั้นปิดสวิตช์ปั๊ม

1. การเปิดเครื่อง

1.1 ตรวจระดับของน้ำมันใน service unit ถ้ามีระดับน้อยกว่าที่กำหนด ให้เติมน้ำมันซิลิโคน (silicone oil)

1.2 เปิดสวิตช์เครื่องแล้วกดปุ่ม read set จะมีไฟออก จากนั้นตั้งอุณหภูมิของตัวทำละลาย (ดูอุณหภูมิของตัวทำละลายในคู่มือ) โดยหมุนปุ่ม set ถ้าต่ำไปกด reset ถ้าสูงไปปิดเครื่องทิ้งไว้สักพัก

2. การสกัด

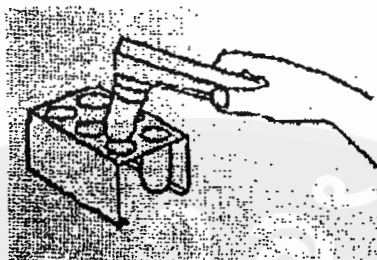
2.1 นำ thimble ต่อเข้ากับ adapters มือต่อโดยใส่ถุงมือยาง ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 5 การนำ thimble ต่อเข้ากับ adapters

2.2 ชั่งตัวอย่าง 3 กรัม (W_1) บนกระดาษกรองที่ไม่มีไขมัน ห่อให้มิดชิดและใส่ใน thimbles หรือชั่งตัวอย่างใน thimbles โดยใช้ thimble support 1 อัน (อีก 6 อันติดอยู่ที่คลิป์ holder) และใช้ stand ระบบแม่เหล็กของ thimbles handler ช่วยดึง

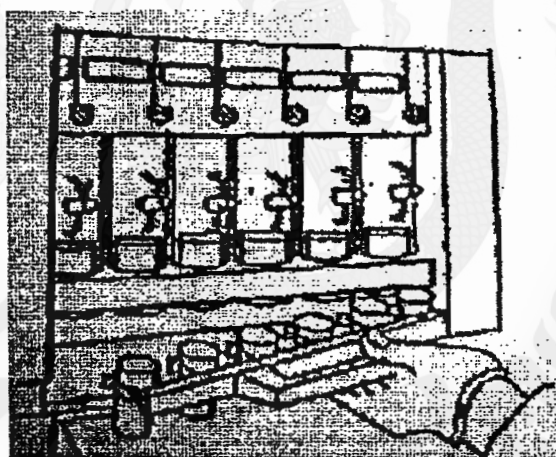
2.3 นำ thimbles มาวางไว้ที่ thimble stand โดยใช้ thimbles handler จับ (เป็นระบบแม่เหล็ก) ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 6 การใช้ thimbles handler จับ thimbles

2.4 ย้าย thimbles จาก stand ใส่ใน thimble support ที่ติดอยู่กับคลิบ holder

2.5 นำ thimbles ต่อกับ condensers ดังภาพที่ 9 และคั่นโยกทั้ง 6 ของเครื่อง extraction ต้องอยู่ตำแหน่ง rinsing



ภาพที่ 7 การนำ thimbles ต่อกับ condensers

2.6 เลื่อนคั่นโยกมาที่ตำแหน่งของ boiling แม่เหล็กจะจับกับ adapter ของ thimble ให้ออกจากนั้น เลื่อนคั่นโยกมาที่ตำแหน่ง rinsing จะพบว่า thimbles จะมาอยู่ในตำแหน่งที่ต่ำกว่า condensers valve เล็กน้อย

2.7 นำ extraction cups ไปอบให้แห้ง นานประมาณ 30 นาที นำมาใส่ desiccator รอให้เย็น ชั่งน้ำหนัก extraction cups (W_2)

2.8 นำ extraction cups ที่มีตัวทำละลายประมาณ 40-50 ml ใส่ในเครื่อง soxtec system HT โดยใช้ cups holder สอดได้คอนเดนเซอร์แล้วโยกคั่นโยกลง เป็นคั่นโยกอันใหญ่อยู่ด้านซ้ายมือ

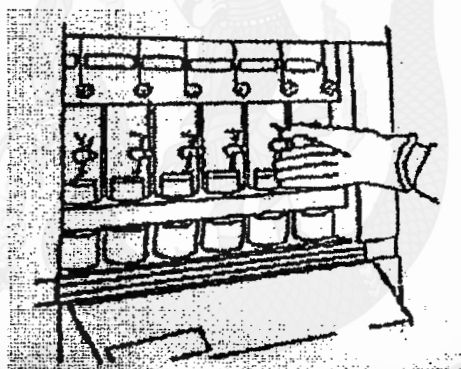
ด้านล่าง การจะโยกได้ต้องกดปุ่มก่อน เมื่อโยกเสร็จแล้วให้ปล่อยปุ่ม โดยคันโยกของอากาศ ต้องอยู่ในตำแหน่งปิด

2.9 เปิดวาล์วของคอนเดนเซอร์ทั้ง 6

2.10 เลื่อนมาที่ตำแหน่ง rinsing และทำการ rinsing เป็นเวลา 45-60 นาที (หรือ 2 เท่าของเวลาสกัด) ขณะนี้ thimble จะอยู่ในตำแหน่งเหนือผิวตัวทำละลาย

3. การนำตัวทำละลายกลับคืนมา (recovery) และการนำ thimble และ extraction cups ออกจากเครื่อง

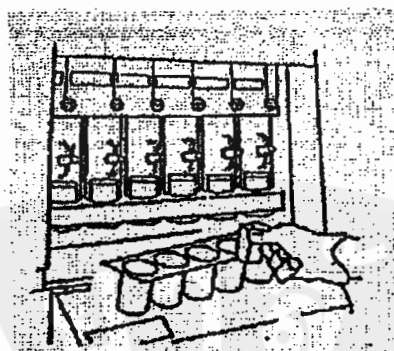
3.1 หลังจาก rinsing เสร็จแล้ว ให้ปิด condensers valve โดยหมุนไป $\frac{1}{4}$ รอบจะพบว่า solvent ระเหยจะไม่ไหลกลับไปสู่ตัวอย่างอีกจะค้างอยู่ด้านบนจนได้ระดับ solvent คงที่ (ทั่วไปใช้เวลา 10 นาที) ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 8 การปิด condensers valve โดยหมุนไป $\frac{1}{4}$ รอบ

3.2 เมื่อตัวทำละลายระเหยมารวมกันใน condensers จนเกือบหมดแล้ว ให้เปิดสวิตช์ air service unit และเปิด evaporation unit เพื่อให้ตัวทำละลายส่วนที่เหลือขึ้นไปรวมกันใน condensers จนหมด

3.3 ปิด evaporation valve นำ extraction cup ออกจากเครื่องโดยใช้ cup holder ดังภาพที่ 11 เพื่อนำไปอบนานประมาณ 30 นาที นำมาไว้ใน desiccator ชั่งน้ำหนัก extraction cup (W_3)

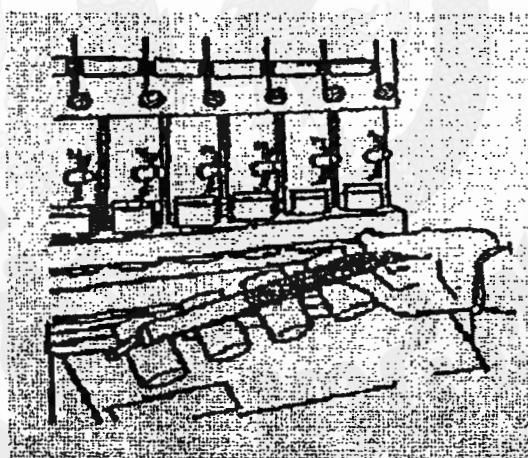


ภาพที่ 9 การนำ extraction cup ออกจากเครื่องโดยใช้ cup holder

3.4 ตั้ง thimble support บน hot plate

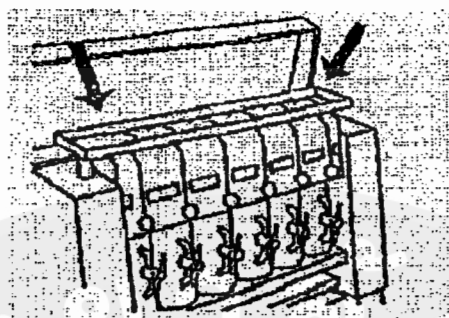
3.5 เลื่อน thimble ลงมาใน thimble support โดยเลื่อนคันโยกจากตำแหน่ง rinsing ไปตำแหน่ง boiling

3.6 นำ thimble support ที่มี thimble อยู่ออกจากเครื่อง ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 10 การนำ thimble support ที่มี thimble อยู่ออกจากเครื่อง

3.7 ถ้าต้องการสกัดต่อไปให้น้ำ thimble และ extraction cup ชุดใหม่ใส่เข้าเครื่อง soxtec system HT แล้วเช็คปริมาณ solvent ก่อน ถ้าไม่พอใช้ สามารถปรับได้โดยเติมตัวทำละลายลงส่วนบน ของ condensers ดังภาพที่ 13 ถ้าไม่สกัดต่อเอาบีกเกอร์รองด้านล่าง condensers แล้วเอา solvent ใส่บีกเกอร์แล้วมาใส่ขวด โดยทำที่ละ condensers



ภาพที่ 11 การเติมตัวทำละลายลงบนส่วนบนของ condensers

4. การเลิกใช้งาน

4.1 ปิดสวิตช์เครื่องและสวิตช์ของอากาศ

4.2 ปิดก๊อกน้ำเย็น

4.3 ตรวจสอบ condensers ไม่ให้มีตัวทำละลายเหลืออยู่ และเลื่อนคันโยกตรงกลางของ soxtec มาอยู่ที่ evaporation

$$\% \text{ไขมัน} = \frac{(W_3 - W_2) \times 100}{W_1}$$

3. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนตามวิธีของ AOAC (1998)



ภาพที่ 12 เครื่องวิเคราะห์โปรตีนแบบ Kjeltac system ยี่ห้อ Tecator Digestion System 12 Distillation Unit 1026

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องวิเคราะห์โปรตีนแบบ Kjeltac system ยี่ห้อ Tecator Digestion System 12 Distillation Unit 1026
2. Sodium hydroxide, NaOH
3. Boric acid, H_3BO_3
4. Anhydrous sodium carbonate, Na_2CO_3
5. Bromocresol green
6. Methyl red
7. 95% Ethanol, C_2H_5OH
8. Concentrated sulfuric acid, H_2SO_4

9. Concentrated hydrochloric acid, HCl
10. Kjeltebs Catalysts (CuSO_4 , HgO หรือ Se)
11. Distilled water หรือ Deionized water
12. digestion tube ขนาด 100 มิลลิลิตร

การเตรียมสารละลาย

1. สารละลาย NaOH เข้มข้น 40% ใช้ Technical grade (ราคาถูกชนิดเป็นแผ่นหรือเป็นเม็ด)
 - เตรียมโดยละลาย NaOH 400 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร
2. สารละลาย NaOH เข้มข้น 1 mol/L ชนิด Analyse grade (ชนิดเป็นผงความบริสุทธิ์สูง)
 - เตรียมโดยชั่ง NaOH มาเตรียมให้มีความเข้มข้น 1 mol/L ปริมาตร 250 cm^3 โดยชั่ง NaOH 10 กรัมละลายในน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร และปรับให้ได้ปริมาตร 250 cm^3
3. สารละลาย NaOH เข้มข้น 0.1 mol/L
 - เตรียมโดยปิเปตสารละลาย NaOH เข้มข้น 1 mol/L (จากในข้อ 2) มา 25 มิลลิลิตร แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 250 มิลลิลิตร
4. สารละลาย Bromocresol green
 - เตรียมโดยละลาย Bromocresol green 0.1 กรัม ใน EtOH 95% จำนวน 100 ml
5. สารละลาย mixed indicator
 - เตรียมโดยละลาย Bromocresol green และ Methyl red อย่างละ 0.1 กรัม ใน EtOH 95% จำนวน 1000 ml
7. สารละลาย Boric acid เข้มข้น 4%
 - เตรียมโดยละลาย Boric acid 40 กรัม ในน้ำกลั่น 600 ml แล้วนำไปตั้งบน hot plate ต้มและคนจนละลายหมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นที่ร้อนจนได้ปริมาตร 900 ml ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วเติมสารละลาย Bromocresol green (ในข้อ 4) และสารละลาย Methyl red (ในข้อ 5) ลงไป 10 และ 7 ml ตามลำดับ ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่นและเขย่าและละลายให้เป็นเนื้อเดียวกัน
8. สารละลายมาตรฐาน 1 mol/L HCl
 - เตรียมโดยตวงสารละลาย Conc.HCl มา 8.2 ml แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 ลิตร
9. สารละลายมาตรฐาน 0.2 M HCl เตรียมโดยใช้สัดส่วนในข้อ 8 แต่ใช้กรด 2 เท่า

วิธีการวิเคราะห์สารตัวอย่าง

การย่อย

1. ชั่งสารตัวอย่างมาอย่างละ 0.2-0.5 กรัม ใส่ลงใน digestion tube (ตัวอย่างต้องทำให้มีขนาดเล็กก่อนโดยการบดหรือปั่น)
2. ใส่ Kjeltabs ลงไป 1 เม็ด
3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น ลงไปประมาณ 5 ml เขย่าเบาๆ เพื่อให้ได้ตัวอย่างเปียก ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที
4. ทำ blank เช่นเดียวกับตัวอย่างเพียงแต่ไม่ใส่ตัวอย่าง
5. ตั้ง digestion tube ของตัวอย่างและ blank ใน stand ให้ครบทุกช่องของรวม exhaust manifold
6. ยก digestion tube และ exhaust ใส่ในเครื่องย่อย (digestion ที่เปิดไว้จนร้อนที่ 420°C โดยไม่ให้มีบลิ๊กร่วงเลย)
7. ย่อยพร้อมตั้งอัตราการไหลของอากาศของ exhaust manifold เดิมที่เป็นเวลา 5 นาที โดยหมุนวาล์วการดูดอากาศของเครื่อง exhaust manifold ไปที่ open จากนั้นลดอัตราการไหลของอากาศลงโดยหมุนวาล์วไปอยู่กึ่งกลางของ open กับ close เพื่อให้ไอกรดหมุนเวียนอยู่ในระบบ
8. ย่อยต่อไปประมาณ 30-40 นาที จนได้สารละลายไม่มีสี
9. ยก digestion tube มาวางบน stand ตั้งไว้ข้างๆ แล้วทิ้งไว้ให้เย็นในขณะที่ยังเปิดฝาอยู่ เมื่อเย็นแล้ว จึงเปิดฝาวางบนถาดที่ใส่รองรับฝ้า (drip pan) การกลั่นและการวิเคราะห์ปริมาณโดยใช้เครื่องกลั่นรุ่น 1026
10. กดปุ่มต่าง (ALKALI) ประมาณ 2-3 ครั้ง จนแน่ใจว่าในท่อต่างไม่มีฟองอากาศหลงเหลืออยู่ โดยมีหลอดรองรับต่าง เพื่อปริมาณต่างและน้ำให้ได้คือ

ระบบ	รูปของ kit
semi-micro (ml/stroke)	ปรับปริมาตรน้ำ
เปิด	ปรับด้านหลังเครื่อง
20	20

หมายเหตุ ปริมาณต่างที่ใช้เป็น 4 เท่า ของกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการย่อย

11. เปิดก๊อกน้ำเพื่อหล่อเย็นเครื่องควบแน่น และปิด power ของ distillation unit โดยกดปุ่ม power

12. Warm เครื่องโดยใช้ flask เปลา และ digestion tube ที่บรรจุน้ำกลั่น ปริมาณครึ่งหลอดใส่เข้าประจำที่ใน digestion unit แล้วกดปุ่ม STEAM จะมีน้ำกลั่นจากแท่งก๊โหลลงในหลอด(ในปริมาณที่ตั้งไว้โดยอัตโนมัติ) เพื่อกลั่นเป็นเวลา 5 นาที (ขณะนี้ไฟ STEAM จะสว่าง)

13. ปิด STEAM โดยกดปุ่ม STEAM อีกครั้งหนึ่ง (ไฟที่ STEAM จะดับ) นำ distillation unit และ flask ออกจาก distillation unit (สิ้นสุดการ Warm)

14. กดปุ่มเพื่อกำหนดปริมาณของ ALKALI DELAY และเวลาที่ใช้ในการกลั่น (STEAM) ตามต้องการ

ค่าที่สามารถตั้งได้คือ ALKALI หรือ 1 หรือ 2 หรือ 3 strokes

DELAY 0.0 ถึง 9.9 นาที (ปกติใช้ 0.5 นาที)

STEAM 0.0 ถึง 9.9 นาที (ปกติใช้ 4 นาที สำหรับระบบ semi-micro และ 5 นาที สำหรับระบบ macro)

15. นำ flask ซึ่งบรรจุกรดบอริกเข้มข้น 4% จำนวน 25 ml ไปตั้งไว้บน platform ของเครื่อง และยก platform และให้ปลายแท่งแก้วจุ่มอยู่ใต้กรดบอริก

16. ใส่ digestion tube ที่ผ่านการย่อยมาแล้วใน distillation unit ควรเริ่มจากหลอดที่เป็น blank ก่อนแล้วจึงตามด้วย หลอดที่ใส่สารตัวอย่าง

17. กดปุ่ม AUTO ขณะเปิดประตูพลาสติกใส เพื่อเลือกการทำงานแบบอัตโนมัติ (ไฟที่ AUTO จะสว่าง)

18. ปิด safety door น้ำและค้างจะไหลเข้าไปยังหลอดย่อยโดยอัตโนมัติแล้วจะมีการกลั่นเกิดขึ้น

19. เมื่อกลั่นเสร็จ 90% ของเวลาแล้ว platform จะเลื่อนลงมาเอง พยายามอย่าให้หลอดแท่งแก้วจุ่มของเหลวใน flask เมื่อ flask เลื่อนลงมาแล้วเอา flask และ distillation tube ออกจาก distillation unit โดยห้ามใช้มือจับหลอดที่จุ่มในหลอดย่อย (สารละลายดังกล่าวมีสารละลายของแอมโมเนียอยู่)

20. นำ flask ไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน HCl เข้มข้น 0.1 หรือ 0.2 N ซึ่งบรรจุอยู่ใน titration unit จนได้สารละลายสีเทอมน้ำเงิน

21. คำนวณผลการวิเคราะห์ดังนี้

$$\%N = \frac{14.007 \times (\text{volume of HCl with sample} - \text{volume of HCl with blank}) \times \text{concentration HCl (M)}}{\text{Weight of sample (g)}}$$

Weight of sample (g)

$$\% \text{protein} = \%N \times f : \text{กรณีการวิเคราะห์ตัวอย่างทั่วไปให้ใช้ } f = 6.25$$

4. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าตามวิธีของ AOAC (1998)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ถ้วยกระเบื้องซิลิกา (ครุชเบิล)
2. เตาเผาหยีห่อ Lenton Thermal Design รุ่น AWF 130-12
3. โถดูดความชื้น (desiccator)
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่าง 2-5 กรัม ใส่ในครุชเบิล ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนซึ่งผ่านการอบแห้งและทำให้ในโถดูดความชื้น

2. นำครุชเบิล ที่ได้มาเผาโดยตะเกียงบุนเสนจนหมดควัน

3. หลังจากนั้นนำใส่ในเตาเผา

4. เผาที่อุณหภูมิ 550°C จนกระทั่งตัวอย่างเป็นสีขาวหมด

5. นำไปทำให้เย็นในโถดูดความชื้น

6. คำนวณหาปริมาณเถ้า

การคำนวณ

$$\% \text{เถ้า} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$



ภาพที่ 13 เครื่องเผาหยีห่อ Lenton Thermal Design รุ่น AWF 130-12

5. การวิเคราะห์ปริมาณไขมันอาหารทั้งหมดตามวิธีของ AOAC (1998)

สารเคมี

1. Sulfuric acid, H_2SO_4
2. Acetone, CH_3COCH_3
3. Sodium hydroxide, NaOH

เครื่องมืออุปกรณ์

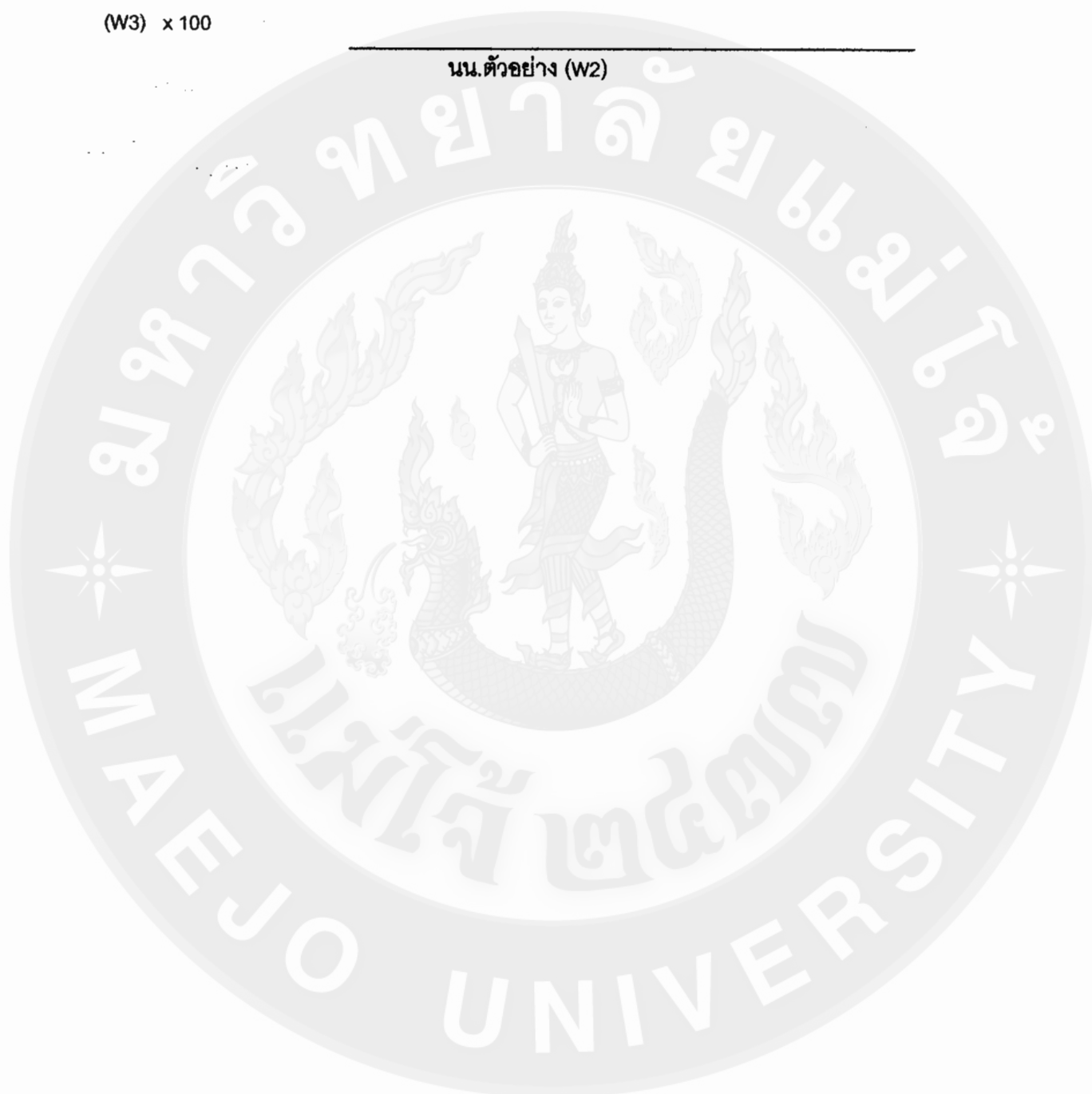
1. ครุชีเบิ้ล
2. ตู้อบลมร้อน
3. Desicator
4. ปีกเกอร์
5. pH meter

ขั้นตอนการหาไขมันอาหารทั้งหมด

1. อบด้วย crucible เบอร์ 2 ในตู้อบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชม. นำออกจากตู้อบ และปล่อยให้เย็นในโถอบแห้ง ชั่งน้ำหนัก (W1)
2. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมันแล้ว 1.02 กรัม บันทึกน้ำหนัก (W 2)
3. นำด้วย crucible ที่มีตัวอย่างเข้าเครื่อง Hot Extraction Unit 1020
4. ใส่สารละลายกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 1.25 % ลงใน column ปริมาตร 150 ml. ใช้เวลาในการย่อยตัวอย่าง 30 นาที
5. เมื่อครบระยะเวลาย่อย ให้ล้างตัวอย่างด้วยน้ำร้อน จนหมดฟอง (เช็ค pH เป็นกลาง)
6. นำด้วย crucible ที่มีตัวอย่าง ล้างด้วย Acetone ประมาณ 3 ครั้ง ครั้งละ 25 ml.
7. อบตัวอย่างที่ผ่านการย่อยในตู้อบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5 ชม. นำออกจากตู้อบ และปล่อยให้เย็นในโถอบแห้ง ชั่งน้ำหนัก (W3)
8. เผาตัวอย่างที่ผ่านการอบในเครื่องเผาอุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชม. นำออกจากตู้อบ และปล่อยให้เย็นในโถอบแห้ง ชั่งน้ำหนัก (W4)
9. คำนวณหาปริมาณเยื่อใยหยาบ

สูตรคำนวณหาใยอาหารทั้งหมด

$$\% \text{เยื่อใยหยาบ (Crude fiber)} = \frac{\text{น้ำหนักถ้วยพร้อมตัวอย่างหลังเผา (W4) - น้ำหนักถ้วยพร้อมตัวอย่างหลังอบ (W3)} \times 100}{\text{นน.ตัวอย่าง (W2)}}$$



ภาคผนวกที่ 2

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

1 การทดสอบแบบสามเหลี่ยม (triangle test)

1.1 การใช้ตารางที่สำเร็จรูป เริ่มต้นโดยการตั้งสมมติฐาน H_0 (null hypothesis) : ไม่มีความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง และ H_a (alternative hypothesis) : ตัวอย่างมีความแตกต่าง แล้วทำการนับจำนวนผู้ที่ตอบถูกและจำนวนผู้ทดสอบทั้งหมด นำตัวเลขของจำนวนผู้ที่ตอบถูกไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติที่ได้จากการเปิดตารางที่ (ตารางที่ 24) แบบทางเดียว (one-tailed test) ถ้าผลการทดสอบพบว่ามีจำนวนผู้ที่ตอบถูกมากกว่าหรือเท่ากับจำนวนวิกฤติที่ได้จากตารางที่จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 (ไม่มีความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง) และยอมรับ H_a (ตัวอย่างมีความแตกต่าง) ซึ่งก็หมายความว่าตัวอย่างนั้นมีความแตกต่างกัน

1.2 การทดสอบไครสแคว (χ^2 Test) ที่ $df = 1$ แบบทางเดียว โดยตั้งสมมติฐาน H_0 : ไม่มีความแตกต่างระหว่างตัวอย่างหรือไม่มีความแตกต่างในจำนวนผู้ที่ตอบถูกและจำนวนผู้ที่ตอบผิด คำนวณตามสูตรแล้วนำที่ได้จากการคำนวณเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการเปิดตารางที่ (ตารางที่ 25) ถ้าค่า χ^2 ที่ได้จากคำนวณมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าวิกฤติที่ได้จากการเปิดตารางที่ หรือถ้าค่าความน่าจะเป็นที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยกว่าค่าที่ตั้งไว้ (α) จะปฏิเสธสมมติฐาน หรือสรุปได้ว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกัน

$$\text{สูตรในการคำนวณ } \chi^2 = \sum (O-E)^2 / E$$

N = จำนวนครั้งที่ทดสอบ (total number of observation)

O_1 = จำนวนครั้งที่ตอบถูก (correct number)

O_2 = จำนวนครั้งที่ตอบผิด (incorrect number)

E_1 = ค่าคาดหวังที่ตอบถูก (expected correct response) = $(1/3)N$

E_2 = ค่าคาดหวังที่ตอบผิด (expected incorrect response) = $(2/3)N$

การเปิดตารางที่ $df = 1$, $\alpha = 0.05$ มีค่าเท่ากับ 3.84

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวแตนเสริมข้าวกล้อง สูตรที่ 1 (ข้าวกล้องร้อยละ 4)

การตั้งสมมติฐาน H_0 (null hypothesis) : ไม่มีความแตกต่างระหว่างตัวอย่างข้าวแตน

H_a (alternative hypothesis) : ตัวอย่างข้าวแตนมีความแตกต่าง

1. วิเคราะห์ผลโดยใช้ตารางที่สำเร็จรูป

จากการทดสอบตัวอย่างข้าวแตนเสริมข้าวกล้องสูตรที่ 1 (ข้าวกล้องร้อยละ 4) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน ทดสอบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์แบบสามเหลี่ยม (triangle test) ทั้งหมด 2 ซ้ำ พบจำนวนผู้ที่ตอบถูกและผิดเท่ากันทั้งสองซ้ำ คือ 5 และ 10 คน ตามลำดับ และจากการเปิดตารางที่แบบทางเดียว (one-tailed test) พบว่า มีจำนวนผู้ที่ตอบถูกน้อยกว่าค่าวิกฤติที่ได้จากการเปิดตารางที่ $n = 15$ และ $\alpha = 0.05$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9 ดังนั้น จะยอมรับสมมติฐาน H_0 (ไม่มีความแตกต่างระหว่างตัวอย่างข้าวแตน) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าตัวอย่างข้าวแตนที่นำมาทดสอบ ไม่มีความแตกต่างกัน

2. การทดสอบไคสแคว (χ^2 Test) ที่ $df = 1$ แบบทางเดียว

จากผลการทดสอบตัวอย่างข้าวแตนเสริมข้าวกล้องร้อยละ 4 พบว่า จำนวนผู้ที่ตอบถูกและผิดทั้งสองซ้ำเท่ากัน คือ 5 และ 10 คน นำมาคำนวณโดยใช้สูตรดังนี้

$$N = 15, \text{ ที่ } df = 1$$

$$O_1 = 5, E_1 = 1/3(15) = 5$$

$$O_2 = 10, E_2 = 2/3(15) = 10$$

$$\begin{aligned}\chi^2 &= (5-5)^2/5 + (10-10)^2/10 \\ &= 0\end{aligned}$$

จากการเปิดตารางที่ $df = 1$, $\alpha = 0.05$ พบว่ามีค่าเท่ากับ 3.84 จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 (ไม่มีความแตกต่างระหว่างตัวอย่างข้าวแตน) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าตัวอย่างข้าวแตนที่นำมาทดสอบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวแตนเสริมข้าวกล้อง สูตรที่ 2 (ข้าวกล้องร้อยละ 10)

1. วิเคราะห์ผลโดยใช้ตารางที่สำเร็จรูป

จากการทดสอบตัวอย่างข้าวแตนเสริมข้าวกล้องสูตรที่ 2 (ข้าวกล้องร้อยละ 10) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน ทดสอบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์แบบสามเหลี่ยม (triangle test) ทั้งหมด 2 ซ้ำ พบว่า มีจำนวนผู้ที่ตอบถูกซ้ำที่ 1 และ 2 คือ 5 และ 8 คน ตามลำดับ และจำนวนผู้ที่ตอบผิดซ้ำที่ 1 และ 2 จำนวน 10 และ 7 คน ตามลำดับ และจากการเปิดตารางที่แบบทางเดียว (one-tailed test) พบว่า มีจำนวนผู้ที่ตอบถูกทั้งสองซ้ำน้อยกว่าค่าวิกฤติที่ได้จากการเปิดตารางที่ $n = 15$ และ $\alpha = 0.05$ มีค่าเท่ากับ 9 ดังนั้น จะยอมรับสมมติฐาน H_0 (ไม่มีความแตกต่างระหว่างตัวอย่างข้าวแตน) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าตัวอย่างข้าวแตนที่นำมาทดสอบไม่มีความแตกต่างกัน

2. การทดสอบไคสแคว (χ^2 Test) ที่ $df = 1$ แบบทางเดียว

จากผลการทดสอบตัวอย่างข้าวแตนเสริมข้าวกล้องร้อยละ 10 พบว่า ผลการทดสอบพบจำนวนผู้ที่ตอบถูกซ้ำที่ 1 และ 2 คือ 5 และ 8 คน ตามลำดับ และจำนวนผู้ที่ตอบผิดซ้ำที่ 1 และ 2 จำนวน 10 และ 7 คน ตามลำดับนำมาคำนวณโดยใช้สูตรดังนี้

การคำนวณซ้ำที่ 1	การคำนวณซ้ำที่ 2
$N = 15$, ที่ $df = 1$	$N = 15$, ที่ $df = 1$
$O_1 = 5$, $E_1 = 1/3(15) = 5$	$O_1 = 8$, $E_1 = 1/3(15) = 5$
$O_2 = 10$, $E_2 = 2/3(15) = 10$	$O_2 = 7$, $E_2 = 2/3(15) = 10$
$\chi^2 = (5-5)^2/5 + (10-10)^2/10$	$\chi^2 = (8-5)^2/5 + (7-10)^2/10$
$= 0$	$= 1.8 + 0.9$
	$= 2.7$

จากการเปิดตารางที่ $df = 1$, $\alpha = 0.05$ พบว่ามีค่าวิกฤติเท่ากับ 3.84 และค่าที่ได้จากการคำนวณทั้ง 2 ซ้ำมีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤติ จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 (ไม่มีความแตกต่างระหว่างตัวอย่างข้าวแตน) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าตัวอย่างข้าวแตนที่นำมาทดสอบทั้งสองซ้ำไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวแตนเสริมข้าวกล้อง สูตรที่ 3 (ข้าวกล้องร้อยละ 16)

1. วิเคราะห์ผลโดยใช้ตารางที่สำเร็จรูป

จากการทดสอบตัวอย่างข้าวแตนเสริมข้าวกล้องสูตรที่ 3 (ข้าวกล้องร้อยละ 16) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน ทดสอบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์แบบสามเหลี่ยม (triangle test) ทั้งหมด 2 ซ้ำ พบจำนวนผู้ที่ตอบถูกและผิดเท่ากันทั้งสองซ้ำ คือ 7 และ 8 คน ตามลำดับ และจากการเปิดตารางที่แบบทางเดียว (one-tailed test) พบว่า มีจำนวนผู้ที่ตอบถูกน้อยกว่าค่าวิกฤติที่ได้จากการเปิดตารางที่ $n = 15$ และ $\alpha = 0.05$ มีค่าเท่ากับ 9 ดังนั้น จะยอมรับสมมติฐาน H_0 (ไม่มีความแตกต่างระหว่างตัวอย่างข้าวแตน) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าตัวอย่างข้าวแตนที่นำมาทดสอบไม่มีความแตกต่างกัน

2. การทดสอบไคสแคว (χ^2 Test) ที่ $df = 1$ แบบทางเดียว

จากผลการทดสอบตัวอย่างข้าวแตนเสริมข้าวกล้องร้อยละ 16 พบว่า จำนวนผู้ที่ตอบถูกและผิดทั้งสองซ้ำเท่ากัน คือ 7 และ 8 คน นำมาคำนวณโดยใช้สูตรดังนี้

$$\begin{aligned} N &= 15 & , \text{ที่ } df &= 1 \\ O_1 &= 7 & , E_1 &= 1/3(15) = 5 \\ O_2 &= 8 & , E_2 &= 2/3(15) = 10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi^2 &= (7-5)^2/5 + (8-10)^2/10 \\ &= 0.8 + 0.4 \\ &= 1.2 \end{aligned}$$

จากการเปิดตารางที่ $df = 1$, $\alpha = 0.05$ พบว่ามีค่าเท่ากับ 3.84 จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 (ไม่มีความแตกต่างระหว่างตัวอย่างข้าวแตน) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าตัวอย่างข้าวแตนที่นำมาทดสอบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ข.2 การทดสอบจัดลำดับความพึงพอใจ (rank preference test)

การวิเคราะห์ข้อมูล 4 วิธี คือ Kramer's rank sum test, Basker's test, Fisher and Yates และ Friedman's test

2.1 การทดสอบตามวิธีของ Kramer (Kramer's test) ซึ่งเป็นการทดสอบแบบสองทาง (two-tailed test) ขั้นตอนแรกคำนวณค่าผลรวมการจัดลำดับของแต่ละตัวอย่าง แล้วเปรียบเทียบช่วงผลรวมที่ได้สูงสุดและต่ำสุดกับค่าที่ได้จากการเปิดตารางที่ (ตารางที่ 19) ซึ่งในตารางที่นี้จะ

ปรากฏค่าแถบบนและแถวล่าง ซึ่งค่าแถบบนหมายถึง การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่บอกว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกันหรือไม่ ส่วนค่าแถวล่างหมายถึง การเปรียบเทียบพหุคูณ (multiple comparison) ที่บอกถึงความแตกต่างของตัวอย่างว่ามีความเข้มสูงสุด ปานกลาง และต่ำสุด

2.2 การทดสอบผลรวมลำดับ (Rank sum test โดยวิธี Basker's test) เป็นวิธีการทดสอบค่าผลรวมของลำดับ ขั้นตอนแรกหาผลต่างของตัวอย่างแต่ละคู่ แล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติที่ได้จากการเปิดตารางที่ค่าวิกฤติของความแตกต่างระหว่างผลรวมลำดับ (ตารางที่ 20) ถ้าค่าผลต่างของแต่ละคู่มีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากการเปิดตารางที่ แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐาน H_0 : ไม่มีความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าตัวอย่างมีความแตกต่าง

2.3 สถิติของ Friedman สำหรับข้อมูลจัดลำดับ (Friedman's test and Fisher's LSD) แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ตารางที่ 8 ตัวอย่างข้อมูลการจัดลำดับ

บล็อก (1-b ผู้ทดสอบ)	ตัวอย่าง 1	ตัวอย่าง 2	...	...	ตัวอย่าง t
1					
2					
...					
b					
ผลรวมลำดับ	x.1	x.2	...	...	x.t

ขั้นตอนที่ 1 นำผลจากการทดสอบมาคำนวณค่ารวมของลำดับ (total rank) ของแต่ละตัวอย่าง แล้วนำค่าไปคำนวณค่าไควสแคว์สำหรับลำดับตามสูตร

$$X_{\text{rank}}^2 = \{[12/bt(t+1)].X_j^2\} - 3b(t+1); j = 1 \text{ ถึง } t$$

B = จำนวนผู้ทดสอบ(block)

t = จำนวนตัวอย่าง(treatment)

X_j^2 = ผลรวมยกกำลังสองของตัวอย่าง j

นำค่าที่ได้จากการคำนวณไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากตารางที่ 20 ถ้าค่าที่ได้จากการคำนวณมีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากตารางที่ แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐาน H_0 : ไม่มีความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง ซึ่งก็หมายความว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกัน

ขั้นตอนที่ 2 ในกรณีที่ปฏิเสธสมมติฐาน และต้องการทราบถึงความแตกต่างให้ใช้สูตร LSD สำหรับการจัดลำดับดังนี้

$$LSD_{rank} = t_{(\alpha/2, \infty)} \cdot [bt(t+1)/6]^{1/2}$$

$t_{(\alpha/2, \infty)}$ ได้จากการเปิดตารางที่ student's t-distribution (ตารางที่ 21)

นำค่าผลต่างของผลรวมแต่ละคู่เปรียบเทียบกับค่า LSD_{rank} ถ้าค่าผลต่างของผลรวมมีค่ามากกว่าค่า LSD_{rank} จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0

ข.2.4 วิธีของ Fisher and Yates (1942) มีขั้นตอนการทำได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เปลี่ยนค่าลำดับไปเป็นคะแนนตามตารางที่ 22

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ ANOVA

ตารางที่ 9 ตัวอย่างข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวน

บล็อก (1-b ผู้ทดสอบ)	ตัวอย่าง 1	ตัวอย่าง 2	...	...	ตัวอย่าง t	ผลรวมแถว
1	x11	x12	.	.	x1t	x1
2	x21	x22	.	.	x2t	x2
...	.	.	.	.	.	.
...	.	.	.	.	.	.
b	.	.	.	.	.	xb.
ผลรวมคอลัมน์	x.1	x.2	...	...	x.t	$\sum_{bt}$

1. correction factor (CF) = ผลรวม²/จำนวนข้อมูล

2. sum of square, sample = (ผลรวมค่ายกกำลังสองของผลรวมแต่ละตัวอย่าง/

จำนวนการตัดสินใจในแต่ละตัวอย่าง) - CF

3. sum of square, judge = (ผลรวมค่ายกกำลังสองของผลรวมแต่ละผู้ตัดสินใจ/จำนวนการตัดสินใจโดยผู้ตัดสินใจแต่ละคน) - CF

4. sum of square, total = ผลรวมของแต่ละการตัดสินใจยกกำลังสอง - CF

ตารางที่ 10 ตัวอย่างตารางที่วิเคราะห์ความแปรปรวน

Source of variable	Degrees of freedom	Sum of square	Mean square	F
Samples	$t-1$	SS_s	SS_s/df_s	MS_s/MS_E
Judges	$b-1$	SS_j	SS_j/df_j	0
Error	$(b-1)(t-1)$	$SS_E = SS_T - SS_s - SS_j$	SS_E/df_E	
Total	$bt-1$	SS_T		

ตั้งสมมติฐาน $H_0 : \mu_i = \mu_j$ ทุกตัวอย่างเท่ากัน และ $H_a : \mu_i \neq \mu_j$ มีอย่างน้อยสองตัวอย่างที่แตกต่าง ถ้าค่า F ที่ได้จากการคำนวณ มีค่ามากกว่าค่าวิกฤติที่ได้จากตารางที่ $F_{(t-1)(b-1)(t-1)}$ (ตารางที่ 23) แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐาน H_0

6. ถ้าผลของค่า F มีความแตกต่างกัน ให้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเพื่อหาความแตกต่างของตัวอย่างด้วยวิธี LSD, DMRT, Tukey's test (HSD) หรือ Scheffe's test

ผลการทดสอบจัดลำดับความพึงพอใจ (rank preference test) ของผลิตภัณฑ์ข้าวแตน 6 สูตร

ผู้ทดสอบชิมให้เหตุผลสำหรับตัวอย่างที่ชอบมากที่สุดในด้านต่างๆดังนี้ คือ ความกรอบ ความหวาน ความเค็ม สีของผลิตภัณฑ์โดยรวม กลิ่นของธัญพืชหรือผลไม้ ทำการเก็บข้อมูลและรวบรวมโดยแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบจัดลำดับความชอบของข้าวแตนทั้ง 6 สูตร

ผู้ตัดสิน	ลำดับของตัวอย่าง					
	control	สะระแหน่	แครอท	ถั่วเขียว	ถั่วเหลือง	ลำไย
1	2	4	3	5	6	1
2	3	5	4	6	2	1
3	2	6	4	5	3	1
4	3	6	5	4	2	1
5	2	5	3	4	6	1
6	3	2	4	5	6	1

7	2	6	3	5	4	1
8	3	4	2	5	6	1
9	3	5	4	2	6	1
10	5	6	4	2	3	1
11	4	3	5	2	6	1
12	4	6	5	2	3	1
13	3	6	5	2	4	1
14	2	6	4	1	3	5
15	1	6	5	4	3	2
16	2	4	6	1	5	3
17	3	5	6	1	4	2
18	5	3	6	1	4	2
19	1	3	6	4	2	5
20	1	6	3	5	4	2
21	1	5	4	6	3	2
22	1	5	2	3	4	6
23	2	5	1	4	3	6
24	6	2	1	3	5	4
25	3	6	1	2	5	4
26	4	1	3	6	5	2
27	3	1	5	4	6	2
28	2	1	6	4	3	5
29	3	6	5	4	1	2
30	2	4	3	5	1	6
รวม	81	133	118	107	118	73

การวิเคราะห์และแปลผล

1. Kramer's test ผลการทดสอบนำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยเปรียบเทียบผลรวมของลำดับของแต่ละตัวอย่างกับตัวเลขที่จัดไว้ในตารางที่พบว่าตัวอย่างทั้งหมด 6 ตัวอย่างและผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ในตารางที่จะแสดงค่าตัวเลขบนเท่ากับ 83-127 นั่นคือผลรวมลำดับต่ำสุดที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติคือ 83 และผลรวมของลำดับสูงสุดที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 127 ถ้าค่าผลรวมของลำดับต่ำกว่า 83 หรือสูงกว่า 127 จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้นจึงสรุปได้ว่ามีความแตกต่างระหว่างตัวอย่างข้าวแตนเสริมธัญพืช 3 สูตร คือ ลำไย สาระแหน่ และ control ส่วนตัวอย่างที่ไม่มีความแตกต่างกัน 3 สูตร คือ แครอท ถั่วเขียว และ ถั่วเหลือง

ส่วนตัวเลขล่างในตารางที่เท่ากับ 90-120 จะแบ่งกลุ่มของตัวอย่างคือ ถ้าค่าผลรวมลำดับต่ำกว่า 90 จะแสดงถึงความชอบของตัวอย่างที่มากที่สุด ถ้าผลรวมลำดับอยู่ในช่วง 90-120 จะมีความชอบอยู่ในระดับปานกลาง และถ้าค่าผลรวมลำดับสูงกว่า 120 จะแสดงถึงความชอบของตัวอย่างที่น้อยที่สุด ดังนี้

- ตัวอย่าง ลำไย และ control มีค่าผลรวมลำดับเท่ากับ 73 และ 81 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่า 90 แสดงว่าลำไยเป็นตัวอย่างที่มีความชอบมากที่สุด รองลงมาคือ control อย่างมีนัยสำคัญ

- ตัวอย่าง ถั่วเขียว ถั่วเหลือง และ แครอท มีค่าผลรวมลำดับเท่ากับ 107 118 และ 118 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ระหว่างค่า 90-120 แสดงว่ามีความชอบไม่แตกต่างกันและมีความชอบอยู่ในระดับปานกลาง

- ตัวอย่าง สาระแหน่ มีค่าผลรวมลำดับเท่ากับ 133 ซึ่งสูงกว่า 120 แสดงว่าสาระแหน่เป็นตัวอย่างที่ไม่ชอบมากที่สุด

2. Basker's test เปิดตารางที่ค่าวิกฤติของความแตกต่างระหว่างผลรวมลำดับที่ $p \leq 0.05$ ตัวอย่างทั้งหมด 6 ตัวอย่าง จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน พบว่ามีค่าวิกฤติเท่ากับ 41.3 ดังนั้นจึงสรุปได้ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 สรุปผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างผลรวมลำดับความชอบของข้าวแตนทั้ง 6 สูตร

ตัวอย่าง	ความแตกต่างของผลรวม จัดลำดับ	แตกต่าง/ไม่แตกต่าง
Control - สระแหม่น	52	แตกต่าง
Control - แครอท	37	ไม่แตกต่าง
Control - ถั่วเขียว	26	ไม่แตกต่าง
Control - ถั่วเหลือง	37	ไม่แตกต่าง
Control - ลำไย	8	ไม่แตกต่าง
สระแหม่น - แครอท	15	ไม่แตกต่าง
สระแหม่น - ถั่วเขียว	26	ไม่แตกต่าง
สระแหม่น - ถั่วเหลือง	15	ไม่แตกต่าง
สระแหม่น - ลำไย	60	แตกต่าง
แครอท - ถั่วเขียว	11	ไม่แตกต่าง
แครอท - ถั่วเหลือง	0	ไม่แตกต่าง
แครอท - ลำไย	45	แตกต่าง
ถั่วเขียว - ถั่วเหลือง	11	ไม่แตกต่าง
ถั่วเขียว - ลำไย	34	ไม่แตกต่าง
ถั่วเหลือง - ลำไย	45	แตกต่าง

3. สถิติของ Friedman สำหรับข้อมูลจัดลำดับ

ขั้นตอนที่ 1 นำผลจากการทดสอบมาคำนวณค่ารวมของลำดับ (total rank) ของแต่ละตัวอย่าง แล้วนำไปคำนวณค่าไคว์สแควร์สำหรับลำดับตามสูตร

$$\chi^2_{\text{rank}} = \{[12/bt(t+1)] \cdot X_j^2\} - 3b(t+1); j = 1 \text{ ถึง } t$$

$$b = \text{จำนวนผู้ทดสอบ(block)} = 30$$

$$t = \text{จำนวนตัวอย่าง(treatment)} = 6$$

$$X_j^2 = \text{ผลรวมยกกำลังสองของตัวอย่าง } j$$

$$= 81^2 + 133^2 + 118^2 + 107^2 + 118^2 + 73^2$$

$$= 6561 + 17689 + 13924 + 11449 + 13924 + 5329$$

$$= 68876$$

$$\therefore T = \{[12/180(6+1)] \cdot 68876\} - 90(6+1)$$

$$= (0.0095 \times 68876) - 630$$

$$= 24.3$$

เปิดตารางทีไควส์แคว two-tailed test ที่ $\alpha = 0.05$, $df = 5$ มีค่าเท่ากับ 11.07 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการคำนวณมีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากตารางที่ แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐาน H_0 : ไม่มีความแตกต่างระหว่างตัวอย่างข้าวแตนทั้ง 6 สูตร ดังนั้นจึงสรุปว่ามีความแตกต่างระหว่างตัวอย่างข้าวแตน ทั้ง 6 สูตร

ขั้นตอนที่สอง ในกรณีที่ปฏิเสธสมมติฐาน และต้องการทราบความแตกต่างให้ใช้สูตร LSD สำหรับการจัดลำดับดังนี้

$$\begin{aligned} \text{LSD}_{\text{rank}} &= t_{(\alpha/2, \infty)} \cdot [bt(t+1)/6]^{1/2} \\ &= t_{(0.025, \infty)} \cdot [30 \times 6(6+1)/6]^{1/2} \\ &= 1.96 \times 14.49 \\ &= 28.4 \end{aligned}$$

นำค่าผลต่างของผลรวมแต่ละคู่เปรียบเทียบกับค่า LSD_{rank} ถ้าค่าผลต่างของผลรวมมีค่ามากกว่าค่า LSD_{rank} จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 13 สรุปผลการทดสอบเปรียบเทียบความชอบของข้าวแตนทั้ง 6 สูตรตามวิธีของ Fisher's LSD

ตัวอย่าง	ความแตกต่างของผลรวม จัดลำดับ	แตกต่าง/ไม่แตกต่าง
Control - สะระแหน่	52	แตกต่าง
Control - แครอท	37	แตกต่าง
Control - ถั่วเขียว	26	ไม่แตกต่าง
Control - ถั่วเหลือง	37	แตกต่าง
Control - ลำไย	8	ไม่แตกต่าง
สะระแหน่ - แครอท	15	ไม่แตกต่าง
สะระแหน่ - ถั่วเขียว	26	ไม่แตกต่าง

สระแห่ - ถั่วเหลือง	15	ไม่แตกต่าง
สระแห่ - ลำไย	60	แตกต่าง
แครอท - ถั่วเขียว	11	ไม่แตกต่าง
แครอท - ถั่วเหลือง	0	ไม่แตกต่าง
แครอท - ลำไย	45	แตกต่าง
ถั่วเขียว - ถั่วเหลือง	11	ไม่แตกต่าง
ถั่วเขียว - ลำไย	34	แตกต่าง
ถั่วเหลือง - ลำไย	45	แตกต่าง

4. วิธีของ Fisher and Yates (1942)

ขั้นตอนที่ 1 เปลี่ยนค่าลำดับเป็นคะแนน ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 14 การเปลี่ยนค่าลำดับความชอบของข้าวแตนทั้ง 6 สูตรเป็นคะแนน

ผู้ตัดสิน	คะแนนตัวอย่าง						ผลรวม
	control	สระแห่	แครอท	ถั่วเขียว	ถั่วเหลือง	ลำไย	
1	0.64	-0.20	0.20	-0.64	-1.27	1.27	0
2	0.20	-0.64	-0.20	-1.27	0.64	1.27	0
3	0.64	-1.27	-0.20	-0.64	0.20	1.27	0
4	0.20	-1.27	-0.64	-0.20	0.64	1.27	0
5	0.64	-0.64	0.20	-0.20	-1.27	1.27	0
6	0.20	0.64	-0.20	-0.64	-1.27	1.27	0
7	0.64	-1.27	0.20	-0.64	-0.20	1.27	0
8	0.20	-0.20	0.64	-0.64	-1.27	1.27	0
9	0.20	-0.64	-0.20	0.64	-1.27	1.27	0
10	-0.64	-1.27	-0.20	0.64	0.20	1.27	0
11	-0.20	0.20	-0.64	0.64	-1.27	1.27	0
12	-0.20	-1.27	-0.64	0.64	0.20	1.27	0
13	0.20	-1.27	-0.64	0.64	-0.20	1.27	0
14	0.64	-1.27	-0.20	1.27	0.20	-0.64	0
15	1.27	-1.27	-0.64	-0.20	0.20	0.64	0

16	0.64	-0.20	-1.27	1.27	-0.64	0.20	0
17	0.20	-0.64	-1.27	1.27	-0.20	0.64	0
18	-0.64	0.20	-1.27	1.27	-0.20	0.64	0
19	1.27	0.20	-1.27	-0.20	0.64	-0.64	0
20	1.27	-1.27	0.20	-0.64	-0.20	0.64	0
21	1.27	-0.64	-0.20	-1.27	0.20	0.64	0
22	1.27	-0.64	0.64	0.20	-0.20	-1.27	0
23	0.64	-0.64	1.27	-0.20	0.20	-1.27	0
24	-1.27	0.64	1.27	0.20	-0.64	-0.20	0
25	0.20	-1.27	1.27	0.64	-0.64	-0.20	0
26	-0.20	1.27	0.20	-1.27	-0.64	0.64	0
27	0.20	1.27	-0.64	-0.20	-1.27	0.64	0
28	0.64	1.27	-1.27	-0.20	0.20	-0.64	0
29	0.20	-1.27	-0.64	-0.20	1.27	0.64	0
30	0.64	-0.20	0.20	-0.64	1.27	-1.27	0
ผลรวม	10.96	-13.56	-5.94	-0.57	-6.59	15.7	0
ค่าเฉลี่ย	0.365	-0.452	-0.198	-0.019	-0.220	0.520	0

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ ANOVA

สมมติฐาน $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

H_a : ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างจากคู่อื่น

1. correction factor (CF) = $0^2/180$

2. sum of square, sample = $(10.96)^2 + (-13.56)^2 + (-5.94)^2 + (-0.57)^2 + (-6.59)^2$
 $+ (15.7)^2/30 - 0$
 $= (120.12+183.87+35.28+0.32+43.43+246.49)/6 -$

0

= $629.51/30 - 0$

= 20.98

3. sum of square, judge = $(0^2 + 0^2 + \dots + 0^2)/6 - 0$

= 0

$$\begin{aligned}
 4. \text{ sum of square, total} &= (0.64)^2 + (-0.20)^2 + \dots + (-1.27)^2 - 0 \\
 &= 123.75
 \end{aligned}$$

5. ตารางที่ ANOVA

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความชอบของผลิตภัณฑ์ข้าวแตนทั้ง 6 สูตร

Source of variable	Degrees of freedom	Sum of square	Mean square	F
Samples	5	20.98	4.196	5.91
Judges	29	0	0	0
Error	145	102.77	0.71	
Total	179	123.75		

หมายเหตุ * ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับร้อยละ 95

ค่า F ที่ได้จากการคำนวณเท่ากับ 5.91 มีค่ามากกว่าค่า F ที่ได้จากตารางที่ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.27 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 หรืออาจกล่าวได้ว่าตัวอย่างข้าวแตนทั้ง 6 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

6. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเพื่อหาความแตกต่างของตัวอย่างด้วยวิธี Tukey's test (HSD)

ขั้นตอนที่ 1 เรียงคะแนนเฉลี่ยจากสูงไปหาต่ำ

ลำไย	Control	ถั่วเขียว	แครอท	ถั่วเหลือง	สะระแหน่
0.520	0.365	-0.019	-0.198	-0.220	-0.452

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวอย่าง

$$\begin{aligned}
 S_y &= \sqrt{MSE/n} \\
 &= \sqrt{0.71/30} \\
 &= 0.024
 \end{aligned}$$

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณค่าที่ใช้เปรียบเทียบ, HSD

$$HSD = (q_{\alpha, p}) S_y$$

เมื่อ HSD = ค่าที่ใช้เปรียบเทียบ

q = percentage points of the studentized range เมื่อ $df = 145$, $p = 6$
และ ที่ระดับนัยสำคัญ $0.05 = 4.08$

α = ระดับนัยสำคัญที่ต้องการ = 0.05

p = จำนวนค่าเฉลี่ยที่ต้องการตรวจสอบ = 6

$HSD = 4.08 \times 0.024$

$= 0.098$

นำค่าผลต่างของผลรวมแต่ละคู่เปรียบเทียบกับค่า HSD ถ้าค่าผลต่างของผลรวมมีค่ามากกว่าค่า HSD จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 16 สรุปผลการทดลองเปรียบเทียบความชอบของข้าวแตนทั้ง 6 สูตร ตามวิธีของ Fisher and Yates

ตัวอย่าง	ความแตกต่างของผลรวม จัดลำดับ	แตกต่าง/ไม่แตกต่าง
Control - สະระແໜ່	0.817	แตกต่าง
Control - ແຄຣອທ	0.563	แตกต่าง
Control - ດົງເຮືຽວ	0.384	แตกต่าง
Control - ດົງເລືອ່ງ	0.585	แตกต่าง
Control - ລຳໄຍ	0.155	แตกต่าง
ສະຣະແໜ່ - ແຄຣອທ	0.254	แตกต่าง
ສະຣະແໜ່ - ດົງເຮືຽວ	0.433	แตกต่าง
ສະຣະແໜ່ - ດົງເລືອ່ງ	0.232	แตกต่าง
ສະຣະແໜ່ - ລຳໄຍ	0.972	แตกต่าง
ແຄຣອທ - ດົງເຮືຽວ	0.179	แตกต่าง
ແຄຣອທ - ດົງເລືອ່ງ	0.022	ไม่แตกต่าง
ແຄຣອທ - ລຳໄຍ	0.718	แตกต่าง
ດົງເຮືຽວ - ດົງເລືອ່ງ	0.201	แตกต่าง
ດົງເຮືຽວ - ລຳໄຍ	0.539	แตกต่าง
ດົງເລືອ່ງ - ລຳໄຍ	0.740	แตกต่าง

ตารางที่ 17 จำนวนต่ำสุดที่ระดับนัยสำคัญต่างๆในการทดสอบแบบสามเหลี่ยม (triangle test)

Number of test subject	Minimum correct subjects to establish significant differentiation			Number of test subject	Minimum correct subjects to establish significant differentiation		
	$\alpha =$ 0.05 (*)	$\alpha = 0.01$ (**)	$\alpha =$ 0.001 (***)		$\alpha = 0.05$ (*)	$\alpha = 0.01$ (**)	$\alpha =$ 0.001 (***)
5	4	5	-	31	16	17	19
6	5	6	-	32	16	18	20
7	5	6	7	33	16	18	20
8	6	7	8	34	17	19	21
9	6	7	8	35	17	19	21
10	7	8	9	36	18	20	22
11	7	8	9	37	18	20	22
12	8	9	10	38	18	20	23
13	8	9	11	39	19	21	23
14	9	10	11	40	19	21	24
15	9	10	12	41	20	22	24
16	9	11	12	42	20	22	24
17	10	11	13	43	20	23	25
18	10	12	13	44	21	23	25
19	11	12	14	45	21	23	26
20	11	13	14	46	22	24	26
21	12	13	15	47	22	24	27
22	12	13	15	48	22	25	27
23	12	14	16	49	23	25	28
24	13	14	16	50	23	25	28
25	13	15	17	51	24	26	28
26	14	15	17	52	24	26	29
27	14	16	18	53	24	27	29
28	14	16	18	54	25	27	30
29	15	17	19	55	25	27	30
30	15	17	19	56	25	28	31

ตารางที่ 17 (ต่อ)

Number of test subject	Minimum correct subjects to establish significant differentiation			Number of test subject	Minimum correct subjects to establish significant differentiation		
	$\alpha =$ 0.05 (*)	$\alpha = 0.01$ (**)	$\alpha =$ 0.001 (***)		$\alpha = 0.05$ (*)	$\alpha = 0.01$ (**)	$\alpha =$ 0.001 (***)
57	26	28	31	82	35	38	42
58	26	29	31	83	36	39	42
59	27	29	32	84	36	39	42
60	27	29	32	85	36	39	43
61	27	30	33	86	37	40	43
62	28	30	33	87	37	40	44
63	28	31	34	88	38	41	44
64	29	31	34	89	38	41	44
65	29	32	34	90	38	41	45
66	29	32	35	91	39	42	45
67	30	32	35	92	39	42	46
68	30	33	36	93	39	43	46
69	30	33	36	94	40	43	46
70	31	34	37	95	40	43	47
71	31	34	37	96	41	44	47
72	32	34	37	97	41	44	48
73	32	35	38	98	41	45	48
74	32	35	38	99	42	45	48
75	33	35	39	100	42	45	49
76	33	36	39	200	80	84	89
77	33	36	39	300	117	122	127
78	34	37	40	400	152	158	165
79	34	37	40	500	188	194	202
80	35	37	41	1000	363	372	383

ตารางที่ 18 ค่าวิกฤติของการแจกแจงแบบไคว้สแคว



df/area	.995	.990	.975	.950	.900	.750	.500	.250	.100	.050	.025	.010	.005
1	0.0004	0.00016	0.00098	0.00393	0.01579	0.10153	0.45494	1.32330	2.70554	3.84146	5.02389	6.63490	7.87944
2	0.01003	0.02010	0.05064	0.10259	0.21072	0.57536	1.38629	2.77259	4.60517	5.99146	7.37776	9.21034	10.59663
3	0.07172	0.11483	0.21580	0.35185	0.58437	1.21253	2.36597	4.10834	6.25139	7.81473	9.34840	11.34487	12.83816
4	0.20699	0.29711	0.48442	0.71072	1.06362	1.92256	3.35669	5.38527	7.77944	9.48773	11.14329	13.27670	14.86026
5	0.41174	0.55430	0.83121	1.14548	1.61031	2.67460	4.35146	6.62568	9.23636	11.07050	12.83250	15.08627	16.74960
6	0.67573	0.87209	1.23734	1.63538	2.20413	3.45460	5.34812	7.84080	10.64464	12.59159	14.44938	16.81189	18.54758
7	0.98926	1.23904	1.68987	2.16735	2.83311	4.25485	6.34581	9.03715	12.01704	14.06714	16.01276	18.47531	20.27774
8	1.34441	1.64650	2.17973	2.73264	3.48954	5.07064	7.34412	10.21885	13.36157	15.50731	17.53455	20.09024	21.95495
9	1.73493	2.08790	2.70039	3.32511	4.16816	5.89883	8.34283	11.38875	14.68366	16.91898	19.02277	21.66599	23.58935
10	2.15586	2.55821	3.24697	3.94030	4.86518	6.73720	9.34182	12.54886	15.98718	18.30704	20.48318	23.20925	25.18818
11	2.60322	3.05348	3.81575	4.57481	5.57778	7.58414	10.34100	13.70069	17.27501	19.67514	21.92005	24.72497	26.75685
12	3.07382	3.57057	4.40379	5.22603	6.30380	8.43842	11.34032	14.84540	18.54935	21.02607	23.33666	26.21697	28.29952
13	3.56503	4.10692	5.00875	5.89186	7.04150	9.29907	12.33976	15.98391	19.81193	22.36203	24.73560	27.68825	29.81947
14	4.07467	4.66043	5.62873	6.57063	7.78953	10.16531	13.33927	17.11693	21.06414	23.68479	26.11895	29.14124	31.31935
15	4.60092	5.22935	6.26214	7.26094	8.54676	11.03654	14.33886	18.24509	22.30713	24.99579	27.48839	30.57791	32.80132

ตารางที่ 18 (ต่อ)

df/area	.995	.990	.975	.950	.900	.750	.500	.250	.100	.050	.025	.010	.005
16	5.14221	5.81221	6.90766	7.96165	9.34224	11.9122	15.33850	19.36886	23.5418	26.2962	28.8453	31.99993	34.26719
17	5.69722	6.40776	7.56419	8.67176	10.0851	12.7919	16.33818	20.48868	24.7690	27.5871	30.1910	33.40866	35.71847
18	6.26480	7.01491	8.23075	9.39046	10.8649	13.6752	17.33790	21.60489	25.9894	28.8693	31.5263	34.80531	37.15645
19	6.84397	7.63273	8.90652	10.1170	11.6509	14.5620	18.33765	22.71781	27.2035	30.1435	32.8523	36.19087	38.58226
20	7.43384	8.26040	9.59078	10.8508	12.4426	15.4517	19.33743	23.82769	28.4119	31.4104	34.1696	37.56623	39.99685
21	8.03365	8.89720	10.2829	11.5913	13.2396	16.3443	20.33723	24.93478	29.6150	32.6705	35.4788	38.93217	41.40106
22	8.64272	9.54249	10.9823	12.3380	14.0414	17.2396	21.33704	26.03927	30.8132	33.9244	36.7807	40.28936	42.79565
23	9.26042	10.1957	11.6885	13.0905	14.8479	18.1373	22.33688	27.14134	32.0069	35.1724	38.0756	41.63840	44.18128
24	9.88623	10.8563	12.4011	13.8484	15.6586	19.0372	23.33673	28.24115	33.1962	36.4150	39.3640	42.97982	45.55651

25	10.51965	11.5239	13.1197	14.6114	16.4734	19.9393	24.33659	29.33885	34.3815	37.6524	40.6464	44.31410	46.92789
	8	2	1	1	4			9	8	7			
26	11.16024	12.1981	13.8439	15.3791	17.2918	20.8434	25.33646	30.43457	35.5631	38.8851	41.9231	45.64168	48.29988
	5	0	6	8	3			7	4	7			
27	11.80759	12.8785	14.5733	16.1514	18.1139	21.7494	26.33634	31.52841	36.7412	40.1132	43.1945	46.96294	49.64492
	0	8	0	0	0			2	7	1			
28	12.46134	13.5647	15.3078	16.9278	18.9392	22.6571	27.33623	32.62049	37.9159	41.3371	44.4607	48.27824	50.99338
	1	6	8	4	6			2	4	9			
29	13.12115	14.2564	16.0470	17.7083	19.7677	23.5665	28.33613	33.71091	39.0874	42.5569	45.7222	49.58788	52.33562
	5	7	7	4	9			7	7	9			
30	13.78672	14.9534	16.7907	18.4926	20.5992	24.4776	29.33603	34.79974	40.2560	43.7729	46.9792	50.89218	53.67196
	6	7	6	3	1			2	7	4			

ตารางที่ 19 ลำดับทั้งหมด (rank total) ที่ต้องการสำหรับความมีนัยสำคัญที่ระดับ 95% ($p < 0.05$) (Kramer's table)

No. of reps.	Number of treatment, or samples ranked																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
2				3-9	3-11	3-13	4-14	4-16	4-18	5-19	5-21	5-23	5-25	6-26	6-28	6-30	7-31	7-33	3-39	
3				4-14	4-17	4-20	4-23	5-25	5-28	5-31	5-34	5-37	5-40	6-42	6-45	6-48	6-51	6-54	7-56	
4		4-8	4-11	5-13	6-15	6-18	7-20	8-22	8-25	9-27	10-29	10-32	11-34	12-36	12-39	13-41	14-43	14-46	15-48	
5		5-11	5-15	6-18	6-22	7-25	7-29	8-32	8-36	8-40	9-43	9-47	10-50	10-54	10-58	11-61	11-65	12-68	12-72	
6	6-9	6-14	7-18	8-22	9-26	9-31	10-35	11-39	12-43	12-48	13-52	14-56	15-60	15-65	16-69	17-74	17-78	18-82	18-87	
7	7-11	7-13	8-17	10-20	11-24	13-27	14-31	15-35	17-38	18-42	20-45	21-49	23-52	24-56	25-60	27-63	28-67	30-70	31-74	
8	8-13	8-16	9-21	10-26	11-31	12-36	13-41	14-46	15-51	17-55	18-60	19-65	19-71	20-76	21-81	22-86	23-91	24-96	25-101	
9	9-15	9-15	11-19	12-24	14-28	16-32	18-36	20-40	21-45	23-49	25-63	27-57	28-61	31-85	32-70	34-74	36-78	38-82	40-86	
10	10-13	10-18	11-24	12-30	14-35	15-41	17-46	18-52	19-58	21-63	22-69	23-75	25-80	26-86	27-92	29-97	30-103	31-109	32-115	
11	10-14	11-21	13-27	15-33	17-39	18-46	20-52	22-58	24-64	25-71	27-77	29-83	30-90	32-96	33-108	35-109	37-115	38-122	40-128	
12	11-16	12-20	15-25	17-31	20-36	23-41	25-47	28-52	31-57	33-63	36-68	39-73	41-79	44-84	47-89	49-95	52-100	54-106	57-111	
13	11-16	13-23	15-30	17-37	19-44	22-50	24-57	26-64	28-71	30-78	32-85	34-92	36-99	38-106	40-113	42-120	44-127	45-135	47-142	
14	11-16	14-22	17-28	20-34	23-40	26-46	29-52	32-58	35-64	38-70	41-76	45-81	48-87	51-93	54-98	57-105	60-111	63-117	66-123	
15	12-18	15-25	17-33	20-40	22-48	25-55	27-63	30-70	32-78	34-86	37-93	39-101	41-109	44-116	46-124	48-132	51-139	53-147	55-155	
16	12-18	16-24	19-31	23-37	26-44	30-50	33-57	37-63	40-70	44-76	47-83	51-89	54-96	57-103	61-109	64-116	68-122	71-129	75-135	

ตารางที่ 19 (ต่อ)

No. of reps.	Number of treatment, or samples ranked																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
11	13-20 14-19	16-28 18-26	19-36 21-34	22-44 25-41	25-52 29-48	28-60 33-55	31-68 37-62	34-76 41-69	36-85 45-76	39-93 49-83	42-101 53-90	45-109 57-97	47-118 60-105	50-126 64-112	53-134 68-119	55-143 72-126	58-151 76-133	60-160 80-140	63-168 84-147	
12	15-21 15-21	18-30 19-29	21-39 24-36	25-47 28-44	28-56 32-52	31-65 37-69	34-74 41-67	38-82 45-75	41-91 50-82	44-100 54-90	47-109 58-98	50-118 63-105	53-127 67-113	56-136 71-121	59-145 76-128	62-154 80-136	65-163 84-144	68-172 89-151	71-181 93-159	
13	16-23 17-22	20-32 21-31	24-41 26-39	27-51 31-47	31-60 35-56	35-69 40-64	38-79 45-72	42-88 50-80	45-98 54-89	49-107 59-97	52-117 64-105	56-126 69-113	59-136 74-121	62-146 78-130	66-155 83-138	69-165 86-146	73-174 93-154	76-184 97-163	79-194 102-171	
14	17-25 18-24	22-34 23-33	26-44 28-42	30-54 33-51	34-64 38-60	38-74 44-68	42-84 49-77	46-94 54-86	50-104 59-95	54-114 65-103	57-125 70-112	61-135 75-121	65-145 80-130	69-155 85-139	73-165 91-147	76-176 96-156	80-186 101-165	84-196 106-174	88-208 111-183	
15	19-26 19-26	23-37 25-35	28-47 30-45	32-58 36-54	37-68 42-63	41-79 47-73	46-89 53-82	50-100 59-91	54-111 64-101	58-122 70-110	63-132 75-120	67-143 81-129	71-154 87-138	75-165 92-148	79-176 98-157	84-186 104-176	88-197 109-176	92-208 115-185	96-219 121-194	
16	20-28 21-27	25-39 27-37	30-50 33-47	35-61 39-57	40-72 45-67	45-83 51-77	49-95 57-87	54-106 63-97	59-117 69-107	63-129 75-117	68-140 81-127	73-151 87-137	77-163 93-147	82-174 100-156	88-186 106-166	91-197 112-176	95-209 118-186	100-220 124-196	104-232 130-206	
17	22-29 22-29	27-41 28-40	32-53 35-50	38-64 41-61	43-76 48-71	48-88 54-82	53-100 61-92	58-112 67-103	63-124 74-113	68-136 81-123	73-148 87-134	78-160 94-144	83-172 100-155	88-184 107-165	93-196 113-176	98-208 120-186	103-220 126-197	108-232 133-207	113-244 139-218	
18	23-31 24-30	29-43 30-42	34-56 37-53	40-68 44-54	46-80 51-75	51-83 58-86	57-105 65-97	62-118 72-108	68-130 79-119	73-143 86-130	79-155 93-141	84-168 100-152	90-180 107-163	95-193 114-174	100-206 121-174	106-218 128-152	111-231 135-152	116-244 142-142	121-257 149-149	

19	24-33	30-46	37-58	43-71	49-84	55-97	61-110	67-123	73-136	78-150	84-163	90-176	96-189	102-	107-	113-	119-	124-	130-	229
	25-32	32-44	39-55	47-67	54-79	62-90	69-102	76-114	84-125	91-137	99-148	106-	114-	121-	128-	136-	143-	151-	158-	269
											160	160	171	183	195	206	218	229	241	241
20	26-34	32-48	39-61	45-75	52-68	58-102	65-115	71-129	77-143	83-157	90-170	98-184	102-	108-	114-	120-	126-	132-	139-	139-
	26-34	34-46	42-58	50-70	57-83	65-95	73-107	81-119	89-131	97-143	105-	112-	198	212	226	240	254	268	281	281
											155	168	120-	128-	136-	144-	152-	160-	168-	168-
											180	192	204	216	228	240	252	264	252	252
Number of treatment, or samples ranked																				
No.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
of																				
reps.																				
21	27-36	34-50	41-64	48-78	55-92	62-106	68-121	75-135	82-149	89-163	95-178	102-	108-	115-	121-	128-	134-	141-	147-	
	28-35	36-48	44-61	52-74	61-86	68-99	77-112	86-124	94-137	102-	110-	192	207	221	236	250	265	279	294	
										150	163	119-	127-	135-	144-	152-	160-	169-	177-	
22	28-38	36-52	43-67	51-81	58-96	65-111	72-126	80-140	87-155	94-170	101-	108-	115-	122-	129-	135-	142-	149-	156-	
	29-37	38-50	46-64	55-77	64-90	73-103	81-117	90-130	99-143	106-	185	200	215	230	245	261	276	291	306	
										156	116-	125-	134-	143-	151-	160-	169-	178-	186-	
											170	183	196	209	223	236	249	262	276	
23	30-39	38-54	46-69	53-85	61-100	69-115	76-131	84-146	91-162	99-177	106-	114-	121-	128-	136-	143-	150-	157-	165-	
	31-38	40-52	49-66	58-80	67-94	76-108	85-122	95-135	104-	113-	193	208	224	240	255	271	287	303	318	
									149	163	122-	131-	141-	150-	159-	168-	178-	187-	196-	
											177	191	204	218	232	246	259	273	287	
24	31-41	40-56	48-72	56-88	64-104	72-120	80-136	88-152	96-168	104-	112-	120-	127-	136-	143-	151-	158-	166-	174-	
	32-40	41-55	51-69	61-83	70-96	80-112	90-126	99-141	109-	184	200	216	233	249	265	281	298	314	330	
									155	119-	128-	138-	147-	157-	167-	177-	186-	196-	208-	
										169	184	198	213	227	241	255	270	284	298	
25	33-42	41-59	50-75	59-91	67-108	76-124	84-141	92-158	101-	109-	117-	128-	134-	142-	150-	158-	166-	174-	182-	

	33-42	43-57	53-72	63-87	73-102	84-116	94-131	104- 146	174 114- 161	191 124- 176	208 134- 191	224 144- 206	241 154- 221	258 164- 236	275 175- 250	292 185- 265	309 195- 280	326 205- 285	343 215- 310
26	34-44 35-43	43-61 45-59	52-78 56-74	61-95 66-90	70-112 77-105	79-129 87-121	88-146 98-136	97-163 108- 152	106- 180 119- 167	114- 198 129- 183	123- 215 140- 198	132- 232 151- 213	140- 250 161- 229	149- 267 172- 244	157- 285 182- 260	166- 302 193- 275	174- 320 203- 291	183- 337 214- 306	191- 355 225- 321
27	35-46 36-45	45-63 47-61	55-80 59-77	64-98 69-93	73-116 80-109	83-133 91-125	92-151 102- 141	101- 169 113- 157	110- 187 124- 173	119- 205 135- 189	129- 222 146- 205	138- 240 157- 221	147- 268 168- 237	156- 276 179- 253	165- 294 190- 169	174- 312 201- 285	182- 331 212- 301	191- 349 223- 317	200- 367 234- 333
28	37-47 38-46	47-65 49-63	57-83 60-80	67-101 72-96	76-120 83-113	86-138 95-129	96-156 106- 146	106- 174 118- 162	115- 193 129- 179	125- 211 140- 196	134- 230 152- 212	144- 248 163- 229	153- 267 175- 245	162- 286 186- 262	172- 304 198- 278	181- 323 209- 295	191- 341 221- 311	200- 360 232- 328	209- 379 244- 344
29	38-49 39-48	49-67 51-65	59-86 63-82	69-105 74-100	80-123 86-117	90-142 98-134	100- 161 110- 151	110- 180 122- 168	120- 199 134- 185	130- 218 146- 202	140- 237 158- 219	150- 256 170- 236	160- 275 182- 253	169- 295 194- 270	179- 314 206- 287	189- 333 218- 304	199- 362 230- 321	208- 372 241- 339	218- 391 253- 356
30	40-50 41-49	51-69 53-67	61-89 65-85	72-108 77-103	83-127 90-120	93-147 102- 138	104- 166 114- 156	114- 186 127- 173	125- 205 139- 191	135- 225 151- 209	145- 245 154- 226	156- 264 176- 244	166- 284 189- 261	176- 304 201- 279	186- 324 213- 297	197- 343 228- 314	207- 363 238- 332	217- 383 251- 349	227- 403 263- 367

ตารางที่ 20 ค่าวิกฤติของความแตกต่างผลรวมลำดับ (rank sum) ที่ระดับนัยสำคัญ 95%

(Basker's table)

No. of subjects	Number of sample							
	3	4	5	6	7	8	9	10
2	-	-	8	10	12	14	16	18
3	6	8	11	13	15	18	20	23
4	7	10	13	15	18	21	24	27
5	8	11	14	17	21	24	27	30
6	9	12	15	19	22	26	30	34
7	10	13	17	20	24	28	32	36
8	10	14	18	22	26	30	34	40
9	10	15	19	23	27	32	36	41
10	11	15	20	24	29	34	38	43
11	11	16	21	26	30	35	40	45
12	12	17	22	27	32	37	42	48
13	12	18	23	28	33	39	44	50
14	13	18	24	29	34	40	46	52
15	13	19	24	30	36	42	47	53
16	13.3	18.8	24.4	30.2	36.0	42.0	48.1	54.2
17	13.7	19.3	25.2	31.1	37.1	43.3	49.5	55.9
18	14.1	19.9	25.9	32.0	38.2	44.5	51.0	57.5
19	14.4	20.4	26.6	32.9	39.3	45.8	52.4	59.0
20	14.8	21.0	27.3	33.7	40.3	47.0	53.7	60.6
21	15.2	21.5	28.0	34.6	41.3	48.1	55.1	62.1
22	15.5	22.0	28.6	35.4	42.3	49.2	56.4	63.5
23	15.9	22.5	29.3	36.2	43.2	50.5	57.6	65.0
24	16.2	23.0	29.9	36.9	44.1	51.4	58.9	66.4
25	16.6	23.5	30.5	37.7	45.0	52.5	60.1	67.7
26	16.9	23.9	31.1	38.4	45.9	63.5	61.3	69.1
27	17.2	24.4	31.7	39.2	46.8	54.6	62.4	70.4
28	17.5	24.8	32.3	39.9	47.7	55.6	63.6	71.7
29	17.8	25.5	32.8	40.6	48.5	56.5	64.7	72.9
30	18.2	25.7	35.4	41.3	49.3	57.5	65.8	74.2

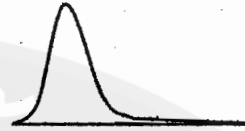
ตารางที่ 20 (ต่อ)

No. of subjects	Number of sample							
	3	4	5	6	7	8	9	10
31	18.5	26.1	34.0	42.0	50.2	58.5	66.9	75.4
32	18.7	26.5	34.5	42.6	51.0	59.4	68.0	76.6
33	19.0	26.9	35.0	43.3	51.7	60.3	69.0	77.8
34	19.3	27.3	35.6	44.0	52.5	61.2	70.1	79.0
35	19.6	27.7	36.1	44.6	53.3	62.1	71.1	80.1
36	19.9	28.1	36.6	45.2	54.0	63.0	72.1	81.3
37	20.2	28.5	37.1	45.9	54.8	63.9	73.1	82.4
38	20.4	28.9	37.6	46.5	55.5	64.7	74.1	83.5
39	20.7	29.3	38.1	47.1	56.3	65.6	75.0	84.6
40	21.0	29.7	38.6	47.7	57.0	66.4	76.0	85.7
41	21.2	30.0	39.1	48.3	57.7	67.2	76.9	86.7
42	21.5	30.4	39.5	48.9	58.4	68.0	77.9	87.8
43	21.7	30.8	40.0	49.4	59.1	68.8	78.8	88.8
44	22.0	31.1	40.5	50.0	59.8	69.6	79.7	89.9
45	22.2	31.5	40.9	50.6	60.4	70.4	80.6	90.9
46	22.5	31.8	41.4	51.1	61.1	71.2	81.5	91.9
47	22.7	32.2	41.8	51.7	61.8	72.0	82.4	92.9
48	23.0	32.5	42.3	52.2	62.4	72.7	83.2	93.8
49	23.2	32.8	42.7	52.8	63.1	73.5	84.1	94.8
50	23.4	33.2	43.1	53.3	63.7	74.2	85.0	95.8
55	24.6	34.8	45.2	55.9	66.8	77.9	89.1	100.5
60	25.7	36.3	47.3	58.4	69.8	81.3	93.1	104.9
65	26.7	37.8	49.2	60.8	72.6	84.6	96.9	109.2
70	27.7	39.2	51.0	63.1	75.4	87.8	100.5	113.3
80	29.6	42.0	54.6	67.4	80.6	93.9	107.5	121.2
90	31.4	44.5	57.9	71.5	85.5	99.6	114.0	128.5
100	33.1	46.9	61.0	75.4	90.1	105.0	120.1	135.5
110	34.8	49.2	64.0	79.1	94.5	110.1	126.0	142.1
120	36.3	51.4	66.8	82.6	98.7	115.0	131.6	148.4

ตารางที่ 21 ค่าวิกฤติของการแจกแจงแบบที Fisher's LSD

df	ระดับนัยสำคัญสำหรับการทดสอบทางเดียว					
	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0005
	ระดับนัยสำคัญสำหรับการทดสอบสอง					
	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.001
1	3.077684	6.313752	12.70620	31.82052	63.65674	63.66192
2	1.885618	2.919986	4.30265	6.96456	9.92484	31.5991
3	1.637744	2.353363	3.18245	4.54070	5.84091	12.9240
4	1.533206	2.131847	2.77645	3.74695	4.60409	8.6103
5	1.475884	2.015048	2.57058	3.36493	4.03214	6.8688
6	1.439756	1.943180	2.44691	3.14267	3.70743	5.9588
7	1.414924	1.894579	2.36462	2.99795	3.49948	5.4079
8	1.396815	1.859548	2.30600	2.89646	3.35539	5.0413
9	1.383029	1.833113	2.26216	2.82144	3.24984	4.7809
10	1.372184	1.812461	2.22814	2.76377	3.16927	4.5869
11	1.363430	1.795885	2.20099	2.71808	3.10581	4.4370
12	1.356217	1.782288	2.17881	2.68100	3.05454	4.3178
13	1.350171	1.770933	2.16037	2.65031	3.01228	4.2208
14	1.345030	1.761310	2.14479	2.62449	2.97684	4.1405
15	1.340606	1.753050	2.13145	2.60248	2.94671	4.0728
16	1.336757	1.745884	2.11991	2.58349	2.92078	4.0150
17	1.333379	1.739607	2.10982	2.56693	2.89823	3.9651
18	1.330391	1.734064	2.10092	2.55238	2.87844	3.9216
19	1.327728	1.729133	2.09302	2.53948	2.86093	3.8834
20	1.325341	1.724718	2.08596	2.52798	2.84534	3.8495
21	1.323188	1.720743	2.07961	2.51765	2.83136	3.8193
22	1.321237	1.717144	2.07387	2.50832	2.81876	3.7921
23	1.319460	1.713872	2.06866	2.49987	2.80734	3.7676
24	1.317836	1.710882	2.06390	2.49216	2.79694	3.7454

ตารางที่ 23 ค่าวิกฤติของการแจกแจงแบบเอฟ ($\alpha=.050$)



F (0.05,df1,df2)

df 2/ df 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	inf
1	161 .44 76	199 .50 00	215 .70 73	224 .58 32	230 .16 19	233 .98 60	236 .76 84	238 .88 27	240 .54 33	241 .88 17	243 .90 60	245 .94 90	248 .01 31	249 .05 18	250 .09 51	251 .14 32	252 .19 57	253 .25 29	254 .31 44
2	18. 512 8	19. 000 0	19. 184 3	19. 246 8	19. 296 4	19. 329 5	19. 353 2	19. 371 0	19. 384 8	19. 395 9	19. 412 5	19. 429 1	19. 445 8	19. 454 1	19. 462 4	19. 470 7	19. 479 1	19. 487 4	19. 495 7
3	10. 128 0	9.5 521	9.2 766	9.1 172	9.0 135	8.9 406	8.8 867	8.8 452	8.8 123	8.7 855	8.7 446	8.7 029	8.6 602	8.6 385	8.6 166	8.5 944	8.5 720	8.5 494	8.5 264
4	7.7 086	6.9 443	6.5 914	6.3 882	6.2 561	6.1 631	6.0 942	6.0 410	5.9 988	5.9 644	5.9 117	5.8 578	5.8 025	5.7 744	5.7 459	5.7 170	5.6 877	5.6 581	5.6 281
5	6.8 079	5.7 861	5.4 095	5.1 922	5.0 503	4.9 503	4.8 759	4.8 183	4.7 725	4.7 351	4.6 777	4.6 188	4.5 581	4.5 272	4.4 957	4.4 638	4.4 314	4.3 985	4.3 650
6	5.9 874	5.1 433	4.7 571	4.5 337	4.3 874	4.2 839	4.2 067	4.1 468	4.0 990	4.0 600	3.9 999	3.9 381	3.8 742	3.8 415	3.8 082	3.7 743	3.7 398	3.7 047	3.6 689
7	5.5 914	4.7 374	4.3 468	4.1 203	3.9 715	3.8 660	3.7 870	3.7 257	3.6 767	3.6 365	3.5 747	3.5 107	3.4 445	3.4 105	3.3 758	3.3 404	3.3 043	3.2 674	3.2 298
8	5.3 177	4.4 590	4.0 662	3.8 379	3.6 875	3.5 806	3.5 005	3.4 381	3.3 881	3.3 472	3.2 839	3.2 184	3.1 503	3.1 152	3.0 794	3.0 428	3.0 053	2.9 669	2.9 276
9	5.1 174	4.2 565	3.8 625	3.6 331	3.4 817	3.3 738	3.2 927	3.2 296	3.1 789	3.1 373	3.0 729	3.0 061	2.9 365	2.9 005	2.8 637	2.8 259	2.7 872	2.7 475	2.7 067
10	4.9 646	4.1 028	3.7 083	3.4 780	3.3 258	3.2 172	3.1 355	3.0 717	3.0 204	2.9 782	2.9 130	2.8 450	2.7 740	2.7 372	2.6 996	2.6 609	2.6 211	2.5 801	2.5 379
11	4.8 443	3.9 823	3.5 874	3.3 567	3.2 039	3.0 946	3.0 123	2.9 480	2.8 962	2.8 536	2.7 876	2.7 186	2.6 464	2.6 090	2.5 705	2.5 309	2.4 901	2.4 480	2.4 045
12	4.7 472	3.8 853	3.4 903	3.2 592	3.1 059	2.9 961	2.9 134	2.8 486	2.7 964	2.7 534	2.6 866	2.6 169	2.5 436	2.5 055	2.4 663	2.4 259	2.3 842	2.3 410	2.2 962
13	4.6 672	3.8 056	3.4 105	3.1 791	3.0 254	2.9 153	2.8 321	2.7 669	2.7 144	2.6 710	2.6 037	2.5 331	2.4 589	2.4 202	2.3 803	2.3 392	2.2 966	2.2 524	2.2 064
14	4.6 001	3.7 389	3.3 439	3.1 122	2.9 582	2.8 477	2.7 642	2.6 987	2.6 458	2.6 022	2.5 342	2.4 630	2.3 879	2.3 487	2.3 082	2.2 664	2.2 229	2.1 778	2.1 307
15	4.5 431	3.6 823	3.2 874	3.0 556	2.9 013	2.7 905	2.7 066	2.6 408	2.5 876	2.5 437	2.4 753	2.4 034	2.3 275	2.2 878	2.2 468	2.2 043	2.1 601	2.1 141	2.0 658

ตารางที่ 23 (ต่อ)

df2/ df1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	inf
16	4.4 940	3.6 337	3.2 389	3.0 069	2.8 524	2.7 413	2.6 527	2.5 911	2.5 377	2.4 935	2.4 247	2.3 522	2.2 756	2.2 354	2.1 938	2.1 507	2.1 058	2.0 589	2.0 096
17	4.4 513	3.5 915	3.1 968	2.9 647	2.8 100	2.6 987	2.6 143	2.5 480	2.4 943	2.4 499	2.3 807	2.3 077	2.2 304	2.2 898	2.1 477	2.1 040	2.0 584	2.0 107	1.9 604
18	4.4 139	3.5 546	3.1 599	2.9 277	2.7 729	2.6 613	2.5 767	2.5 102	2.4 563	2.4 117	2.3 421	2.2 688	2.1 906	2.1 497	2.1 071	2.0 629	2.0 166	1.9 681	1.9 168
19	4.3 807	3.5 219	3.1 274	2.8 951	2.7 401	2.6 283	2.5 435	2.4 768	2.4 227	2.3 779	2.3 080	2.2 341	2.1 555	2.1 141	2.0 712	2.0 264	1.9 795	1.9 302	1.8 780
20	4.3 512	3.4 928	3.0 984	2.8 661	2.7 109	2.5 990	2.5 140	2.4 471	2.3 928	2.3 479	2.2 776	2.2 033	2.1 242	2.0 825	2.0 391	1.9 938	1.9 464	1.8 963	1.8 432
21	4.3 248	3.4 668	3.0 725	2.8 401	2.6 848	2.5 727	2.4 876	2.4 205	2.3 660	2.3 210	2.2 504	2.1 757	2.0 960	2.0 540	2.0 102	1.9 645	1.9 165	1.8 657	1.8 117
22	4.3 009	3.4 434	3.0 491	2.8 167	2.6 613	2.5 491	2.4 638	2.3 965	2.3 419	2.2 967	2.2 258	2.1 508	2.0 707	2.0 283	1.9 842	1.9 380	1.8 894	1.8 380	1.7 831
23	4.2 793	3.4 221	3.0 280	2.7 955	2.6 400	2.5 277	2.4 422	2.3 748	2.3 201	2.2 747	2.2 036	2.1 282	2.0 476	2.0 050	1.9 605	1.9 139	1.8 648	1.8 128	1.7 570
24	4.2 587	3.4 028	3.0 088	2.7 763	2.6 207	2.5 082	2.4 226	2.3 551	2.3 002	2.2 547	2.1 834	2.1 077	2.0 267	1.9 838	1.9 390	1.8 920	1.8 424	1.7 896	1.7 330
25	4.2 417	3.3 852	2.9 912	2.7 587	2.6 030	2.4 904	2.4 047	2.3 371	2.2 821	2.2 365	2.1 649	2.0 889	2.0 075	1.9 643	1.9 192	1.8 718	1.8 217	1.7 684	1.7 110
26	4.2 252	3.3 680	2.9 752	2.7 426	2.5 868	2.4 741	2.3 883	2.3 205	2.2 655	2.2 197	2.1 479	2.0 716	1.9 898	1.9 464	1.9 010	1.8 533	1.8 027	1.7 488	1.6 906
27	4.2 100	3.3 541	2.9 604	2.7 278	2.5 719	2.4 591	2.3 732	2.3 053	2.2 501	2.2 043	2.1 323	2.0 558	1.9 736	1.9 299	1.8 842	1.8 361	1.7 851	1.7 306	1.6 717
28	4.1 960	3.3 404	2.9 467	2.7 141	2.5 581	2.4 453	2.3 593	2.2 913	2.2 360	2.1 900	2.1 179	2.0 411	1.9 586	1.9 147	1.8 687	1.8 203	1.7 689	1.7 138	1.6 541
29	4.1 830	3.3 277	2.9 340	2.7 014	2.5 454	2.4 324	2.3 463	2.2 783	2.2 229	2.1 768	2.1 045	2.0 275	1.9 446	1.9 005	1.8 543	1.8 055	1.7 537	1.6 981	1.6 376
30	4.1 709	3.3 158	2.9 223	2.6 896	2.5 336	2.4 205	2.3 343	2.2 662	2.2 107	2.1 646	2.0 921	2.0 148	1.9 317	1.8 874	1.8 409	1.7 918	1.7 396	1.6 835	1.6 223
40	4.0 847	3.2 317	2.8 387	2.6 060	2.4 495	2.3 359	2.2 490	2.1 802	2.1 240	2.0 772	2.0 035	1.9 245	1.8 389	1.7 929	1.7 444	1.6 928	1.6 373	1.5 766	1.5 089
60	4.0 012	3.1 504	2.7 581	2.5 252	2.3 683	2.2 541	2.1 665	2.0 970	2.0 401	1.9 926	1.9 174	1.8 464	1.7 480	1.7 001	1.6 491	1.5 943	1.5 343	1.4 673	1.3 893
120	3.9 201	3.0 718	2.6 802	2.4 472	2.2 899	2.1 750	2.0 868	2.0 164	1.9 588	1.9 105	1.8 337	1.7 505	1.6 587	1.6 084	1.5 543	1.4 952	1.4 290	1.3 519	1.2 539
inf	3.8 415	2.9 957	2.6 049	2.3 719	2.2 141	2.0 986	2.0 096	1.9 384	1.8 799	1.8 307	1.7 522	1.6 664	1.5 705	1.5 173	1.4 591	1.3 940	1.3 180	1.2 214	1.0 000

ตารางที่ 24 ค่าความเป็นไปได้สำหรับวิธีการเปรียบเทียบแบบ Tukey's HSD ($\alpha=.050$)

Degrees of freedom, f	Number of treatments, a																		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	17.97	26.98	32.82	37.08	40.41	43.12	45.40	47.36	49.07	50.59	51.96	53.20	54.33	55.36	56.32	57.22	58.04	58.83	59.56
2	6.08	8.33	9.80	10.88	11.75	12.44	13.03	13.54	13.99	14.39	14.75	15.08	15.38	15.65	15.91	16.14	16.37	16.57	16.77
3	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72	9.95	10.15	10.35	10.53	10.69	10.84	10.98	11.11	11.24
4	3.39	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.35	7.60	7.83	8.03	8.21	8.37	8.52	8.66	8.79	8.91	9.03	9.13	9.23
5	3.63	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17	7.32	7.47	7.60	7.72	7.83	7.93	8.03	8.12	8.21
6	3.46	4.34	4.90	5.30	5.63	5.90	6.12	6.32	6.49	6.65	6.79	6.92	7.03	7.14	7.24	7.34	7.43	7.51	7.59
7	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30	6.43	6.55	6.66	6.76	6.85	6.94	7.02	7.10	7.17
8	3.28	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05	6.18	6.29	6.39	6.48	6.57	6.65	6.73	6.80	6.87
9	3.20	3.95	4.41	4.76	5.02	5.24	5.43	5.59	5.74	5.87	5.98	6.09	6.19	6.28	6.36	6.44	6.51	6.58	6.64
10	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72	5.83	5.93	6.03	6.11	6.19	6.27	6.34	6.40	6.47
11	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61	5.71	5.81	5.90	5.98	6.06	6.13	6.20	6.27	6.33
12	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.39	5.51	5.61	5.71	5.80	5.88	5.95	6.02	6.09	6.15	6.21
13	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43	5.53	5.63	5.71	5.79	5.86	5.93	5.99	6.05	6.11
14	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.55	5.64	5.71	5.79	5.85	5.91	5.97	6.03
15	3.01	3.67	4.08	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31	5.40	5.49	5.57	5.65	5.72	5.78	5.85	5.90	5.96

ภาคผนวกที่ 3
แบบสอบถามเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ข้าวแตน

ชื่อ.....นามสกุล.....วันที่...../...../.....

กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงบนช่องว่างที่กำหนดให้

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ ☐ ต่ำกว่า 15 ปี ☐ 15-19 ปี ☐ 20-30 ปี ☐ 30 ปีขึ้นไป

3. คุณเคยรับประทานข้าวแตนหรือไม่ ☐ เคย ☐ ไม่เคย

4. คุณชอบรับประทานข้าวแตนหรือไม่ ☐ ชอบ ☐ ไม่ชอบ ☐ เฉยๆ

5. ความถี่ในการรับประทานข้าวแตนของคุณ

☐ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ☐ เดือนละ 1 ครั้ง ☐ มากกว่า 2 ครั้ง/เดือน

☐ มากกว่า 2 ครั้ง/เดือน ☐ มากกว่า 3 เดือน/ครั้ง

มาก

ว่า 6 เดือน/ครั้งปีละ 1 ครั้ง

☐ อื่นๆ.....

6. คุณรับประทานข้าวแตนเพราะเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ รับประทานง่าย สะดวก ☐ คุณค่าทางอาหาร

☐ รสชาติ ☐ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ)

☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

7. คุณคิดว่าลักษณะของข้าวแตนควรเป็นอย่างไร

- | | | | |
|----------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| ความกรอบ | ☐ มาก | ☐ ปานกลาง | ☐ น้อย |
| ความหวาน | ☐ มาก | ☐ ปานกลาง | ☐ น้อย |
| ความเค็ม | ☐ มาก | ☐ ปานกลาง | ☐ น้อย |
| สี | ☐ เหลือง | ☐ เหลืองอมน้ำตาล | ☐ น้ำตาล |

8. คุณยินดีที่จะรับประทานข้าวแตนที่ผลิตขึ้นมาหรือไม่ ☐ ยินดี ☐ ไม่ยินดี

9. ข้อเสนอแนะสำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวแตนที่ท่านสนใจ

.....

.....

.....

ขอบคุณผู้ให้ความร่วมมือตอบแบบสอบถามทุกท่าน

การทดสอบแบบสามเหลี่ยม

ชื่อผู้ทดสอบ _____ วันที่ _____

ผลิตภัณฑ์ _____

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาและตัดสินใจเลือกหนึ่งตัวอย่างที่แตกต่าง

ชุดตัวอย่างที่ได้รับ	รหัสตัวอย่างที่แตกต่าง	ข้อเสนอแนะ
.....		

การทดสอบแบบการจัดลำดับความชอบ

วันที่.....เวลา.....

ผู้ชิม.....ผลิตภัณฑ์.....

คำแนะนำ : ท่านจะได้รับตัวอย่าง 6 ตัวอย่าง กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาและจัดลำดับความชอบ โดยตัวอย่างที่ชอบมากที่สุดเป็นลำดับที่ 1 และตัวอย่างที่ชอบน้อยที่สุดให้เป็นลำดับที่ 6

ลำดับที่ชอบ	1	2	3	4	5	6
รหัสตัวอย่าง						

* หมายเหตุ กรุณาให้เหตุผลสำหรับตัวอย่างที่ท่านชอบมากที่สุดในด้านต่างๆดังนี้คือ

ความกรอบ

.....
.....

ความหวาน

.....
.....

ความเค็ม

.....
.....

สีของผลิตภัณฑ์โดยรวม

.....
.....

กลิ่นของธัญพืชหรือผลไม้

.....
.....

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....
.....

ประวัตินักวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ-สกุล: (ภาษาไทย) นายธเนศ แก้วกำเนิด
(ภาษาอังกฤษ) Mr. Thanee Keokamnerd

2. รหัสนักวิจัยแห่งชาติ:

3. ตำแหน่งปัจจุบัน: อาจารย์ ระดับ 7

4. หน่วยงานและที่อยู่:

หน่วยงาน: ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ที่อยู่: ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

โทรศัพท์ : 053-878116

โทรศัพท์มือถือ :

โทรสาร : 053-878125

E-mail address :

5. ประวัติการศึกษา:

ปีจบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อ ปริญญา	สาขาวิชาและชื่อสถาบันการศึกษา
2544	เอก	Ph.D.	Food Technology, Clemson University
2530	โท	วท.ม.	เทคโนโลยีทางอาหาร, จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย
2525	ตรี	วท.บ.	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, ม. เชียงใหม่

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ:

7. งานวิจัยที่ตีพิมพ์