หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผลการสำรวจการใช้ผลิตภัณฑ์เดิมพบว่าต้องการให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในรูปที่ใช้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น ดังนั้นได้ปรับปรุงผลิตภัณฑ์โดยศึกษาตัวแปรในกระบวนการผลิตเดิมที่มีผลต่อเวลาในการหุงต้ม พบว่าถ้าใช้เวลาในการคั่วรัตถุดิบนานขึ้นและบดอาหารให้มีขนาดเล็ก จะทำให้เวลาในการหุงต้มสั้นลง จากนั้นได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบ Pan drying แต่พบว่าเนื้อสัมผัสของตัวอย่างที่ผ่านการต้มสุกและทำแห้งแบบ Pan drying ด้อยกว่าผลิตภัณฑ์เดิม จึงไม่เหมาะสมในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบ Vacuum drying พบว่าเนื้อสัมผัสของตัวอย่างที่ผ่านการต้มสุกและทำแห้งแบบ Vacuum drying ดีกว่าผลิตภัณฑ์เดิม ดังนั้นศึกษาต่อในด้านการยอมรับและอายุการเก็บ พบว่าเป็นที่ยอมรับของแม่ในหมู่บ้านหนองไฮ และตัวอย่างนี้เมื่อบรรจุถุง Polypropylene สามารถเก็บในตู้กับข้าวหรือกล่องพลาสติกที่อุณหภูมิห้องได้อย่างน้อย 3 เดือน นอกจากนั้นได้ปรับปรุงคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์โดยเพิ่มชนิดของรัตถุดิบ พบว่าได้สูตรอาหารที่มีราคาถูก คุณค่าทางอาหารถูกต้องตามมาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 54 (2523) พลังงานสูงพอต่อการบริโภคใน 1 วัน คือ มากกว่า 200 กิโลแคลอรี่/100 กรัม และสูตรอาหารดังกล่าวเป็นที่ยอมรับของแม่ในหมู่บ้านหนองไฮทั้งในด้านสี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัส

4.1 การใช้ผลิตภัณฑ์เดิมและสภาพความเป็นอยู่ในหมู่บ้านหนองไฮ

1. การใช้ผลิตภัณฑ์เดิม สัมภาษณ์ความเห็นของแม่ของเด็กในหมู่บ้านหนองไฮ จำนวน 23 คน โดยคัดเลือกจากแม่ที่มีลูกในช่วงอายุ 3 เดือนขึ้นไปถึง 1 ขวบ และเป็นจำนวนแม่ทั้งหมดที่สามารถติดตามมาสัมภาษณ์ได้ พบว่า

ปัจจุบัน มีผู้ที่เคยใช้และยังใช้อาหารเสริมนี้อยู่ 22%

ผู้ที่เคยใช้แต่เดี๋ยวนี้เลิกใช้แล้ว 56%

ผู้ที่ไม่เคยใช้เลย 22%

สาเหตุที่เลิกใช้ เพราะ

ลูกโตแล้ว 34%

เด็กไม่ยอมกิน 9%

แม่ไม่ค่อยได้เอามาทำ 4%

เด็กกินแล้วไอ 4%

ไม่มีเงิน 4%

สาเหตุที่ไม่เคยใช้เลย เพราะ

แม่ไม่สนใจ 9%

เด็กไม่ยอมกิน 9%

ทำไม่เป็น 4%

ในการต้มอาหาร มีผู้ให้ความเห็นว่า สะดวกมาก 69%

ค่อนข้างสะดวก 31%

ถ้าให้เลือกระหว่างอาหารเสริมที่ต้องนำมาต้มก่อนรับประทาน กับอาหารเสริมที่นำมาละลายน้ำร้อนแล้วรับประทานได้ทันที พบว่า

มีผู้เลือกชนิดละลายน้ำร้อน 94%

(โดยให้เหตุผลว่า ยิ่งสะดวกเท่าไรยิ่งดี)

ชนิดต้ม 6%

2. สภาพความเป็นอยู่ในหมู่บ้านหนองไฮ พบว่าชาวบ้านส่วนใหญ่มีอาชีพทำนา โดยเฉลี่ยทำนาปีละ 2 ครั้ง นอกจากทำนาแล้ว มีอาชีพ จับปลา เลี้ยงหมู ไก่และเป็ด สำหรับผักและผลไม้ที่นิยมปลูกและหาได้ตลอดทั้งปี ได้แก่ ตำลึง ฟักทอง มะละกอ ผักบุ้ง และกล้วย สภาพการหุงต้มอาหารใช้เตาถ่าน และติดเตาวันละ 1 - 2 ครั้ง

4.2 การปรับปรุงผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโดยกระบวนการผลิตเดิม

4.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการคั่วกับระยะเวลาในการหุงต้ม

ได้ศึกษาเวลาที่ใช้ในการหุงต้มของผลิตภัณฑ์ที่ใช้เวลาในการคั่วต่างกัน 3 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ (49) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) และทำการทดลองซ้ำ 4 ครั้ง ในการคั่วแต่ละระดับ

ตารางที่ 4.1 ระยะเวลาในการหุงต้มของผลิตภัณฑ์อาหารเสริม เมื่อใช้เวลาในการคั่วัตถุดิบแตกต่างกัน

สีของผลิตภัณฑ์	เวลาที่ใช้ในการคั่ววัตถุดิบ (นาที)			ระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที)			
	ข้าวเหนียว (2.5 กก.)	ถั่วเขียว (1.0 กก.)	งาขาว (1.0 กก.)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
สีอ่อน (A)	20	20	15	15	16	16	15
สีปานกลาง (B)	30	30	20	14	14	14	14
สีแก่ (C)	40	40	25	13	13	13	12

ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance)

Source of variation (SOV)	Sum of square (SS)	Degree of freedom (d.f.)	Mean of square (MS)	F จากการคำนวณ	F จากตาราง (0.05)
Treatment	15	2	7.5	37.5	4.26
Error	2	9	0.2		
Total	17				

Duncan's multiple range test A B C

ผลการทดลองพบว่าถ้าใช้เวลาในการคั่วนาน เวลาในการหุงต้มจะเร็วขึ้น และจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าเวลาในการคั่วทั้ง 3 ระดับ มีผลทำให้เวลาในการหุงต้มของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และแตกต่างกันในระหว่างเวลาที่ใช้คั่วแต่ละระดับ

4.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของอาหารที่บดได้กับระยะเวลาในการหุงต้ม

ได้ศึกษาเวลาที่ใช้ในการหุงต้มของผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดต่างกันทั้ง 3 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) และทำการทดลองซ้ำ 4 ครั้งในการบดแต่ละระดับ

ตารางที่ 4.2 ระยะเวลาในการหุงต้มของผลิตภัณฑ์อาหารเสริม เมื่อขนาดของอาหารที่บดได้ต่างกัน

ขนาดอาหาร	เส้นผ่าศูนย์กลางของรูตะแกรง (ม.ม.)	ระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
หยาบ (A)	2.2	19	21	20	21
ปานกลาง (B)	1.7	13	12	13	14
ละเอียด (C)	1.2	10	11	10	10

ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance)

SOV	SS	d.f.	MS	F จากการคำนวณ	F จากตาราง (0.05)
Treatment	213.5	2	106.8	175.1	4.26
Error	5.5	9	0.61		
Total	219				

Duncan's multiple range test A B C

ผลการทดลองพบว่าถ้าขนาดของอาหารที่บดได้มีขนาดเล็ก เวลาในการหุงต้มจะเร็วขึ้น และจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าขนาดของอาหารทั้ง 3 ระดับ มีผลทำให้เวลาในการหุงต้มของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และแตกต่างกันในระหว่างขนาดอาหารที่บดได้แต่ละขนาด

4.2.3 ตรวจสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ที่ปรับปรุงใหม่

ได้ทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ที่ปรับปรุงใหม่เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เดิม โดยใช้ผู้ยืมที่เป็นแม่ของเด็กในหมู่บ้านหนองไฮจำนวน 21 คน ซึ่งคัดเลือกจากแม่ที่มีลูกอยู่ในช่วงอายุ 3 เดือนขึ้นไปถึง 1 ขวบ และเป็นจำนวนแม่ทั้งหมดที่สามารถติดตามการทดสอบได้ ทำการทดสอบใน 2 ลักษณะคือ

1. ต้มอาหารเลี้ยงที่โรงครัว ทั้งผลิตภัณฑ์ที่ปรับปรุงใหม่และผลิตภัณฑ์เดิม

พบว่า - มีผู้ชอบผลิตภัณฑ์ที่ปรับปรุงใหม่ 86%

ผลิตภัณฑ์เดิม 14%

- สาเหตุที่ชอบผลิตภัณฑ์ที่ปรับปรุงใหม่ เพราะ

ละเอียดดี 66%

ดูสะอาดดี 5%

เนื้อดีกว่า, ดูดีกว่า 5%

ไม่สามารถให้เหตุผลได้ 10%

- สาเหตุที่ชอบผลิตภัณฑ์เดิม เพราะ

เด็กมีฟันแล้วน่าจะชอบเคี้ยวมากกว่า 9%

หยาบดี 5%

2. แจกผลิตภัณฑ์ที่ปรับปรุงใหม่และผลิตภัณฑ์เดิมให้แม่นำกลับไปต้มที่บ้าน แล้วถามข้อมูลจากแม่ในวันรุ่งขึ้น

พบว่า - ปัญหาในระหว่างการต้มและป้อนเด็ก ส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าทั้งสองผลิตภัณฑ์ไม่มีปัญหาในการต้ม และป้อนไม่ยาก

- เวลาที่ใช้ในการหุงต้มของทั้งสองผลิตภัณฑ์

มีผู้สังเกตว่าผลิตภัณฑ์ที่ปรับปรุงใหม่ใช้เวลาต้ม เร็วกว่า 71%

พอ ๆ กัน 24%

นานกว่า 5%

4.3 การปรับปรุงผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโดยกระบวนการผลิตอื่น

ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้ง ประเมินลักษณะเนื้อสัมผัส ทดสอบการยอมรับกับแม่ของเด็กในหมู่บ้านหนองไฮและศึกษาอายุการเก็บ

4.3.1 กระบวนการต้มสุกและทำแห้งแบบ Pan drying

4.3.1.1 สภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้ง

1. ความหนาของตัวอย่างบนแผ่นที่ทำแห้ง

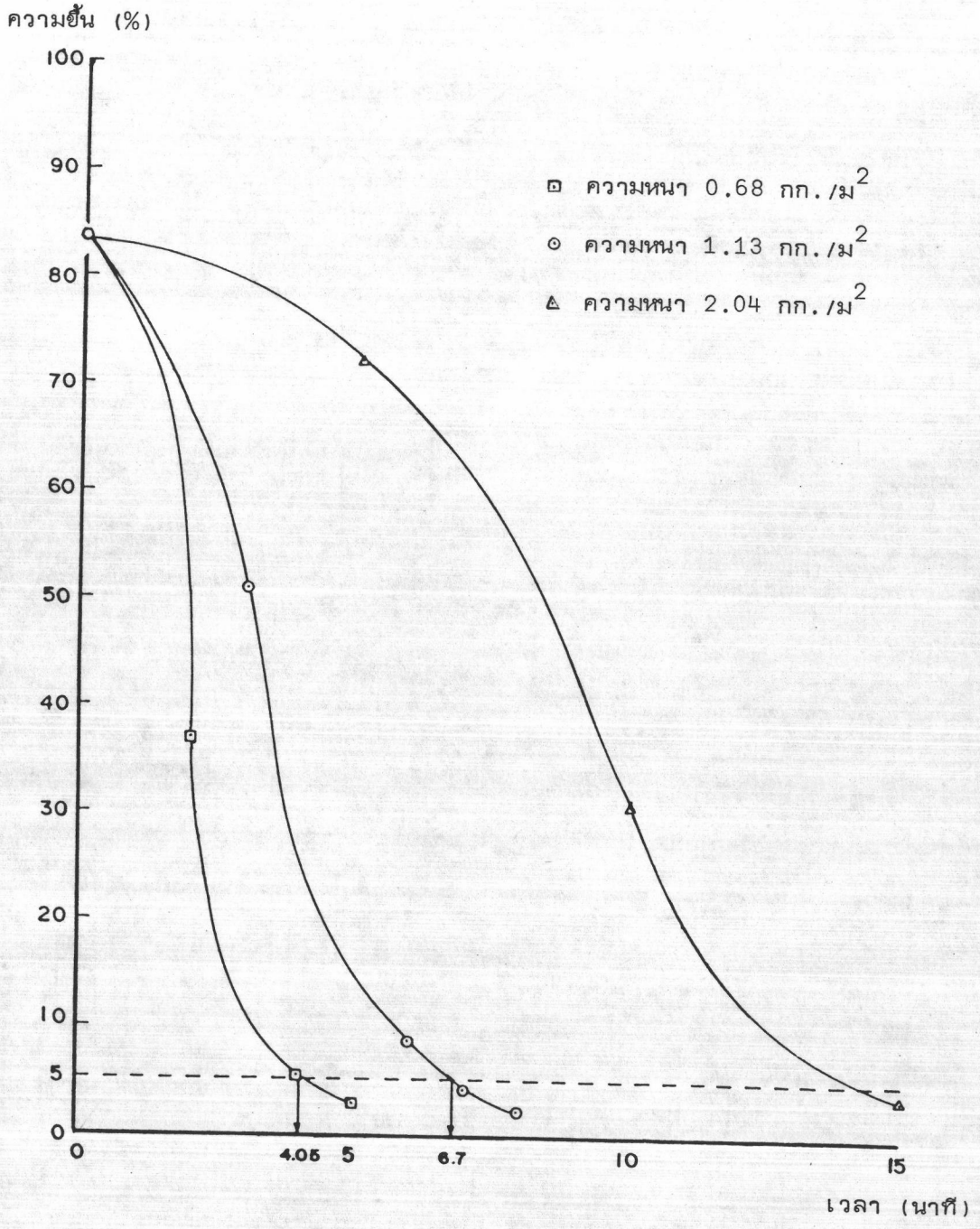
ติดตามผลการแปรค่าความหนาของตัวอย่างบนแผ่นที่ทำแห้ง โดยวิเคราะห์หาความชื้นของตัวอย่างที่ช่วงเวลาของการทำแห้งต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.3 เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของตัวอย่างกับเวลาของการทำแห้ง ดังแสดงในรูปที่ 4.1 เลือกความชื้นของผลิตภัณฑ์สุดท้าย 5% เพราะเหมาะสมสำหรับอาหารเสริมชนิดแห้ง แล้วหาเวลาที่ใช้ในการทำแห้งจากกราฟ และคำนวณหาอัตราการทำแห้งทั้งหมด (22,31) ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 ความชื้นของตัวอย่างที่ช่วงเวลาของการทำแห้งและความหนาของตัวอย่างต่างกัน

เวลาในการทำแห้ง (นาที)	ความชื้นของตัวอย่าง (%)		
	ความหนา 0.68 กก./ม^2	ความหนา 1.13 กก./ม^2	ความหนา 2.04 กก./ม^2
0	83.5	83.5	83.5
2	36.8		
3		50.9	
4	5.2		
5	2.9		72.1
6		8.6	
7		4.2	
8		2.1	
10			30.6
15			3.6

ตารางที่ 4.4 เวลาในการทำแห้งและอัตราการทำแห้งทั้งหมดเมื่อผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความชื้น 5% ที่ความหนาของตัวอย่างต่างกัน

ความหนาของตัวอย่าง (กก./ม^2)	ความชื้นเริ่มต้นของตัวอย่าง (%)	ความชื้นสุดท้ายของตัวอย่าง (%)	เวลาในการทำแห้ง (นาที)	อัตราการทำแห้งทั้งหมด (กก.น้ำที่ระเหย ต่อ ม^2 ของแผ่นทำแห้ง ต่อ ชม.ในการทำแห้ง)
0.68	83.5	5.0	4.05	7.91
1.13	83.5	5.0	6.7	7.94
2.04	83.5	5.0	14.0	6.86



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของตัวอย่าง กับเวลาของการทำแห้ง เมื่อความหนาของตัวอย่างต่างกัน

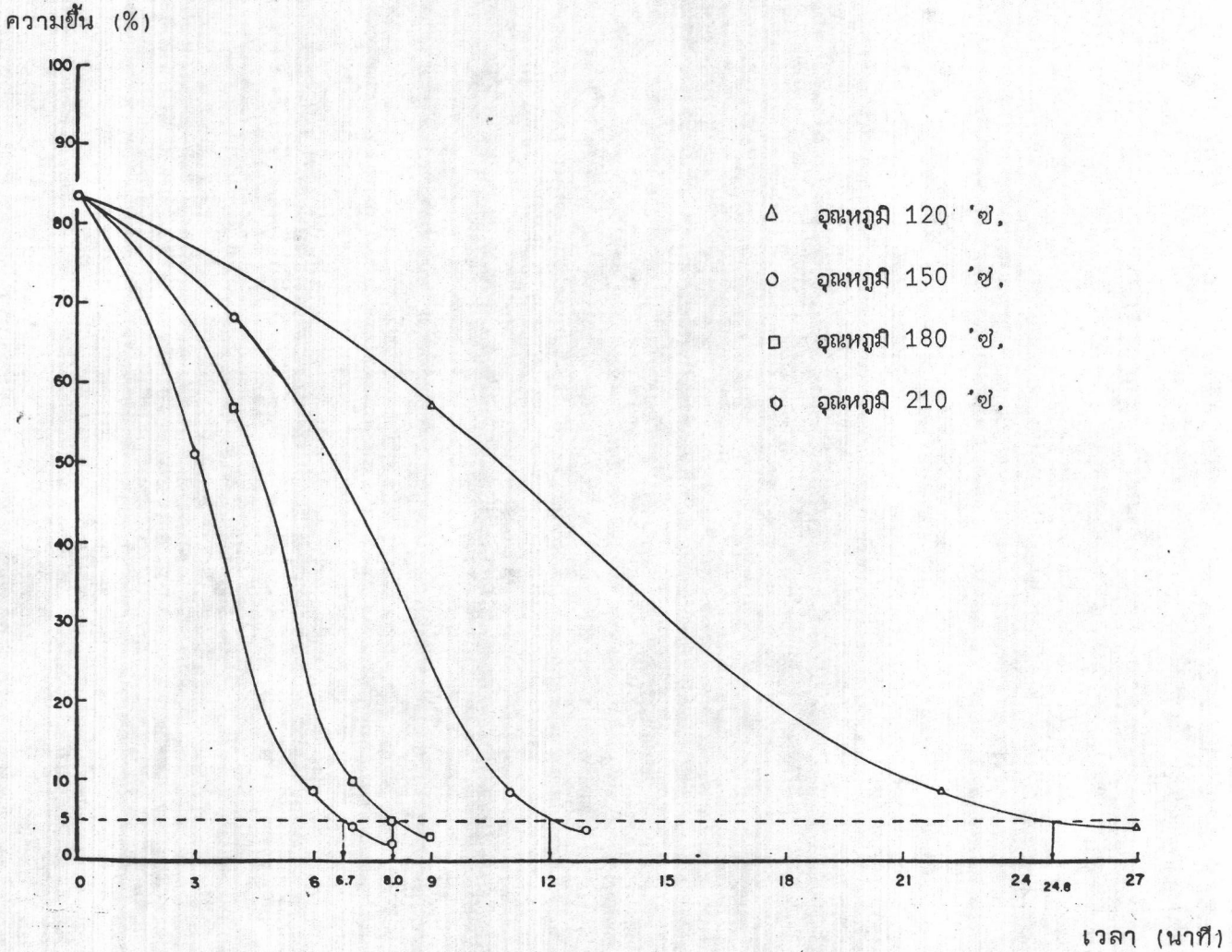
ผลการทดลองพบว่าถ้าความหนาของตัวอย่างเพิ่มขึ้น การทำแห้งจะช้าลง และเมื่อพิจารณาอัตราการทำแห้งทั้งหมด พบว่าความหนาของตัวอย่าง 0.68 และ 1.13 กก./ม^2 ให้อัตราการทำแห้งสูงใกล้เคียงกัน แต่ถ้าความหนาเพิ่มขึ้นเป็น 2.04 กก./ม^2 อัตราการทำแห้งจะต่ำลง

2. อุณหภูมิของกะทะ

ได้ศึกษาผลการแปรค่าอุณหภูมิของกะทะ โดยวิเคราะห์หาความชื้นของตัวอย่างที่ช่วงเวลาของการทำแห้งต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.5 เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของผลิตภัณฑ์กับเวลาของการทำแห้ง ดังแสดงในรูปที่ 4.2 หาเวลาในการทำแห้งจากกราฟเมื่อผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความชื้น 5% และคำนวณหาอัตราการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 ความชื้นของตัวอย่างที่ช่วงเวลาของการทำแห้งและอุณหภูมิของกะทะต่างกัน

เวลาในการทำแห้ง (นาที)	ความชื้นของตัวอย่าง (%)			
	อุณหภูมิ 120 °ซ.	อุณหภูมิ 150 °ซ.	อุณหภูมิ 180 °ซ.	อุณหภูมิ 210 °ซ.
0	83.5	83.5	83.5	83.5
3				50.9
4		68.1	56.8	
6				8.6
7			9.8	4.2
8			4.8	2.1
9	57.2		2.9	
11		8.5		
13		3.9		
22	9.0			
27	4.2			



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของตัวอย่างกับเวลาของการทำแห้ง เมื่ออุณหภูมิของกะทะต่างกัน

ตารางที่ 4.6 เวลาในการทำแห้งเมื่อผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความชื้น 5% และอัตราการผลิตที่อุณหภูมิของกะทะต่างกัน

อุณหภูมิของกะทะ (°ซ.)	เวลาในการทำแห้ง (นาที)	น้ำหนักผลิตภัณฑ์แห้ง (กรัม)	อัตราการผลิต (กก.ผลิตภัณฑ์แห้ง ต่อ ม.^{2} ของแผ่นทำแห้ง ต่อชม.ในการทำแห้ง)
120	26.0	7.0	0.37
150	12.0	5.7	0.65
180	8.0	6.7	1.12
210	6.7	6.0	1.25

ผลการทดลองพบว่าถ้าอุณหภูมิของกะทะสูงขึ้น เวลาในการทำแห้งจะเร็วขึ้น และอัตราการผลิตจะเพิ่มขึ้นด้วย โดยอุณหภูมิที่ 150 และ 180 °ซ. อัตราการผลิตจะเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิที่ 120 และ 150 °ซ. เท่าตัว และอุณหภูมิที่ 210 °ซ. อัตราการผลิตจะเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิที่ 180 °ซ. ประมาณ 1 ใน 10

4.3.1.2 <u>ตรวจสอบสภาวะในการทำแห้งแบบ Pan drying โดยใช้เตาถ่าน</u>

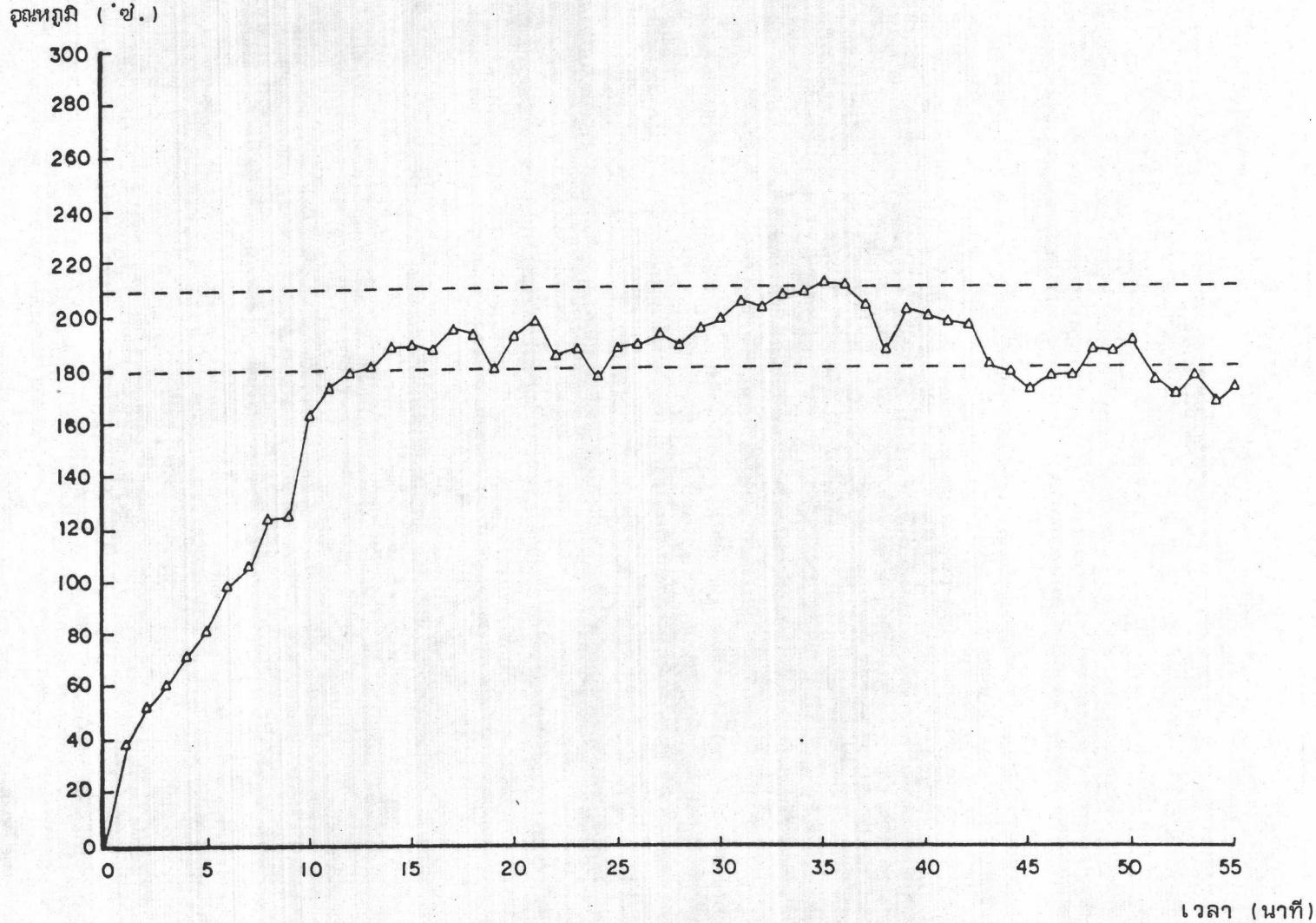
ได้นำสภาวะในการทำแห้งที่สรุปได้จากหัวข้อ 4.3.1.1 มาทดลองทำแห้งโดยใช้เตาถ่านแทนกะทะไฟฟ้า โดยหาปริมาณถ่าน/1เตา ที่ให้อุณหภูมิที่ต้องการในการทำแห้งก่อน ซึ่งพบว่าปริมาณถ่าน 0.5 ก.ก. ให้อุณหภูมิในช่วง 180 - 210 °ซ. ซึ่งอุณหภูมิจะอยู่ในช่วงดังกล่าวตั้งแต่จุดที่ถ่านติดไฟแล้วหมดควันได้ 15 นาที ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.3

ผลการทดลองพบว่า ใช้เวลาในการทำแห้ง = 12 นาที

และความชื้นของผลิตภัณฑ์แห้ง = 2.8%

ตารางที่ 4.7 อุณหภูมิที่ผิวของกะทะเทียบกับเวลานับตั้งแต่จุดที่ถ่านติดไฟแล้วเริ่มหมดควัน เมื่อปริมาณถ่าน/1 เตา = 0.5 ก.ก

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°ซ.)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°ซ.)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°ซ.)
1	38.6	21	198.2	41	197.4
2	52.4	22	185.3	42	196.3
3	61.2	23	187.8	43	181.7
4	72.7	24	177.0	44	178.4
5	81.6	25	188.0	45	172.0
6	98.6	26	189.3	46	177.4
7	106.2	27	193.3	47	176.8
8	124.4	28	188.0	48	187.2
9	125.2	29	194.6	49	186.2
10	163.0	30	198.4	50	190.4
11	172.8	31	205.5	51	175.5
12	179.2	32	202.5	52	170.1
13	181.3	33	207.4	53	177.4
14	188.0	34	208.1	54	167.3
15	189.5	35	218.1	55	173.6
16	187.4	36	211.8		
17	195.0	37	203.8		
18	193.7	38	187.2		
19	180.3	39	202.0		
20	192.7	40	199.3		



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ผิวของกะทะเทียบกับเวลา นับตั้งแต่จุดที่ถ่านติดไฟแล้วเริ่มหมดควัน
เมื่อปริมาณถ่าน/1 เตา = 0.5 กก.

4.3.1.3 ประเมินลักษณะเนื้อสัมผัส

ได้กำหนดคะแนนเนื้อสัมผัสของตัวอย่างที่ได้จากกระบวนการต้มสุกและทำแห้งแบบ Pan drying ตามความเห็นของผู้ทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 4.8 และวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) และใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกหัดจำนวน 7 คน

ตารางที่ 4.8 คะแนนเนื้อสัมผัสของตัวอย่างที่ผ่านการต้มสุกและทำแห้งแบบ Pan drying

จำนวนผู้ทดสอบ (คน)	ผลิตภัณฑ์เดิม (A)	คะแนนเนื้อสัมผัส	
		ตัวอย่างที่ผ่านการต้มสุกและทำแห้งแบบ Pan drying	
		อุณหภูมิในการทำแห้ง 180 °ซ. (B)	อุณหภูมิในการทำแห้ง 210 °ซ. (C)
1	5	2	2
2	5	2	2
3	5	2	3
4	5	3	3
5	5	3	3
6	5	3	2
7	5	2	2
คะแนนเฉลี่ย	5	2.43	2.43

ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance)

SOV	SS	d.f.	MS	F จากการคำนวณ	Fจากตาราง (0.05)
Treatment	30.86	2	15.43	81.2	3.55
Error	3.43	18	0.19		
Total	34.29				

Duncan's multiple range test A BC

ผลการทดลองพบว่าตัวอย่างที่ผ่านการต้มสุกและทำแห้งแบบ Pan drying ให้เนื้อสัมผัสด้อยกว่าผลิตภัณฑ์เดิม และแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เดิมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ไม่แตกต่างกันในระหว่างอุณหภูมิของการทำแห้ง

4.3.2 กระบวนการต้มสุกและทำแห้งแบบ Vacuum drying

4.3.2.1 สภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้ง

1. ความหนาของตัวอย่างบนถาดที่ทำแห้ง

ติดตามผลการแปรค่าความหนาของตัวอย่างบนถาดที่ทำแห้ง โดยวิเคราะห์หาความชื้นของตัวอย่างที่ช่วงเวลาของการทำแห้งต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.9 เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของตัวอย่างกับเวลาของการทำแห้ง ดังแสดงในรูปที่ 4.4 หาเวลาในการทำแห้งจากกราฟเมื่อผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความชื้น 5% และคำนวณหาอัตราการทำแห้งทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.10 นอกจากนั้นคำนวณหา อัตราการผลิต/วัน ดังแสดงในตารางที่ 4.11

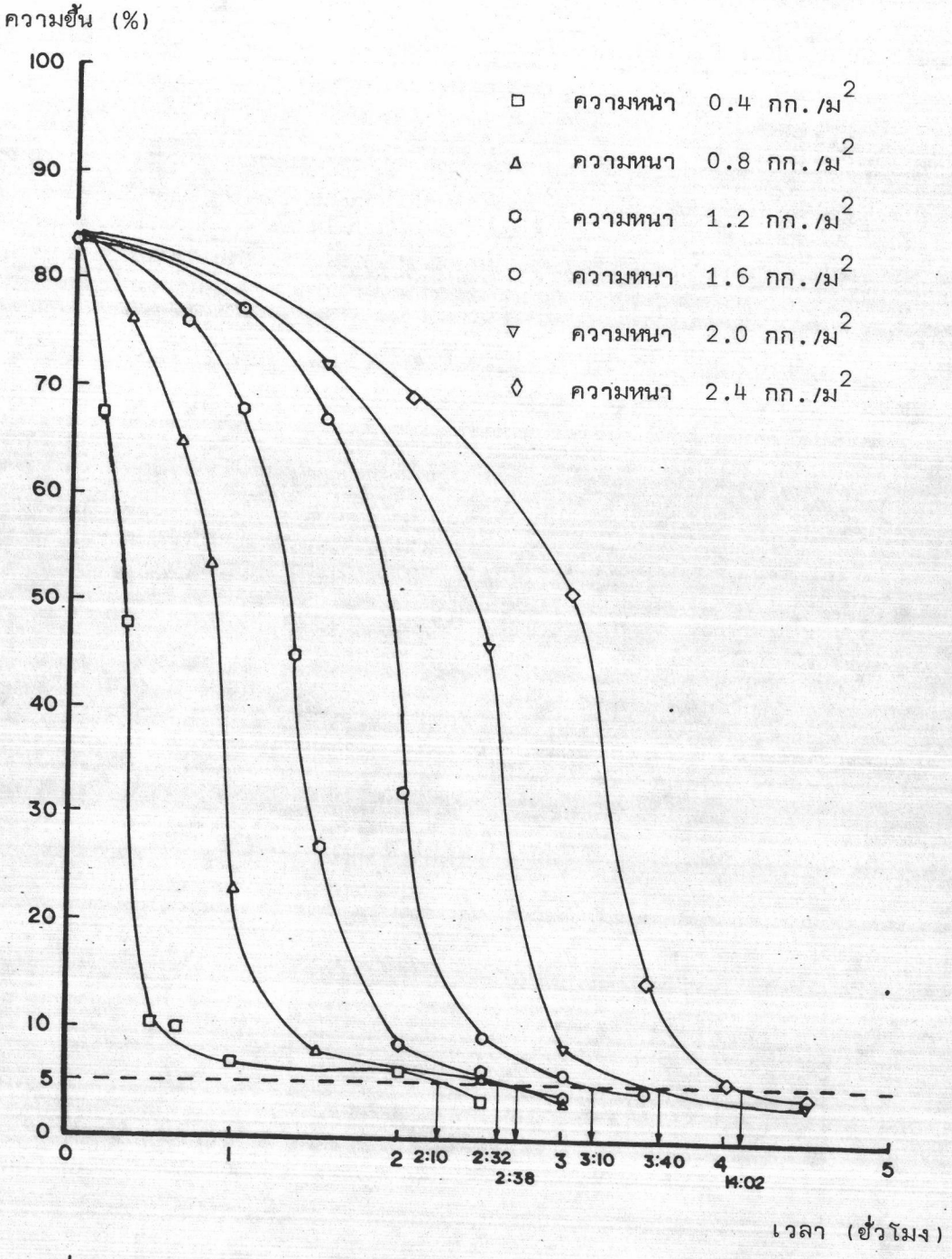
ผลการทดลองพบว่าถ้าความหนาของตัวอย่างเพิ่มขึ้น การทำแห้งจะช้าลง แต่อัตราการทำแห้งทั้งหมดยังคงเพิ่มขึ้น โดยอัตราการทำแห้งทั้งหมดที่ความหนา 1.6, 2.0 และ 2.4 ก.ก./ม^2 สูงใกล้เคียงกัน และสูงกว่าความหนาที่ 0.4, 0.8 และ 1.2 ก.ก./ม^2 นอกจากนั้นถ้าพิจารณาอัตราการผลิต/วัน โดยถือว่าทำงานได้เต็มที่วันละ 8 ชั่วโมง พบว่าความหนาที่ 1.6 ก.ก./ม^2 อัตราการผลิต/วัน สูงกว่าที่ความหนาระดับอื่น

2. อุณหภูมิของตัวอย่างก่อนป้อนเข้าเครื่อง

ติดตามผลการแปรค่าอุณหภูมิของตัวอย่างก่อนป้อนเข้าเครื่อง โดยวิเคราะห์หาความชื้นของตัวอย่างที่ช่วงเวลาของการทำแห้งต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4,12 เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของตัวอย่างกับเวลาของการทำแห้ง ดังแสดงในรูปที่ 4.5 หาเวลาในการทำแห้งจากกราฟ เมื่อผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความชื้น 5% และคำนวณหาอัตราการทำแห้งทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.9 ความชื้นของตัวอย่างที่ช่วงเวลาของการทำแห้งและความหนาของตัวอย่างต่างกัน

เวลาในการทำแห้ง (ช.ม. : นาที)	ความชื้นของตัวอย่าง (%)					
	ความหนา 0.4 กก./ม^2	ความหนา 0.8 กก./ม^2	ความหนา 1.2 กก./ม^2	ความหนา 1.6 กก./ม^2	ความหนา 2.0 กก./ม^2	ความหนา 2.4 กก./ม^2
0	83.5	83.5	83.5	83.5	83.5	83.5
: 10	67.4					
: 20	47.6	76.2				
: 30	10.1					
: 40	9.8	65.0	75.9			
: 50		53.2				
1 : 00	6.6	22.8	67.8	77.2		
1 : 20			44.9			
1 : 30		7.7	26.9	66.8	72.1	
2 : 00	5.8		8.4	32.1		69.1
2 : 30	3.2	5.2	5.8	9.2	45.8	
3 : 00		3.1	3.2	5.6	8.2	50.8
3 : 30				4.1		14.5
4 : 00						5.1
4 : 30					3.3	3.5



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของตัวอย่างกับเวลาของการทำแห้ง เมื่อความหนาของตัวอย่างต่างกัน

ตารางที่ 4.10 เวลาในการทำแห้งเมื่อผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความชื้น 5% และอัตราการทำแห้งทั้งหมดที่ความหนาต่างกัน

ความหนาของตัวอย่างบนถาดที่ทำแห้ง (กก./ม.^{2})	ความชื้นเริ่มต้นของตัวอย่าง (%)	ความชื้นสุดท้ายของตัวอย่าง (%)	เวลาในการทำแห้ง (ชม.: นาที)	อัตราการทำแห้งทั้งหมด (กก.น้ำที่ระเหย ต่อ ม.^{2} ของแผ่นทำแห้งต่อ ชม.ในการทำแห้ง)
0.4	83.5	5.0	2 : 10	0.14
0.8	83.5	5.0	2 : 32	0.25
1.2	83.5	5.0	2 : 38	0.36
1.6	83.5	5.0	3 : 10	0.40
2.0	83.5	5.0	3 : 40	0.43
2.4	83.5	5.0	4 : 02	0.47

ตารางที่ 4.11 อัตราการผลิต/วัน เมื่อความหนาของตัวอย่างต่างกัน

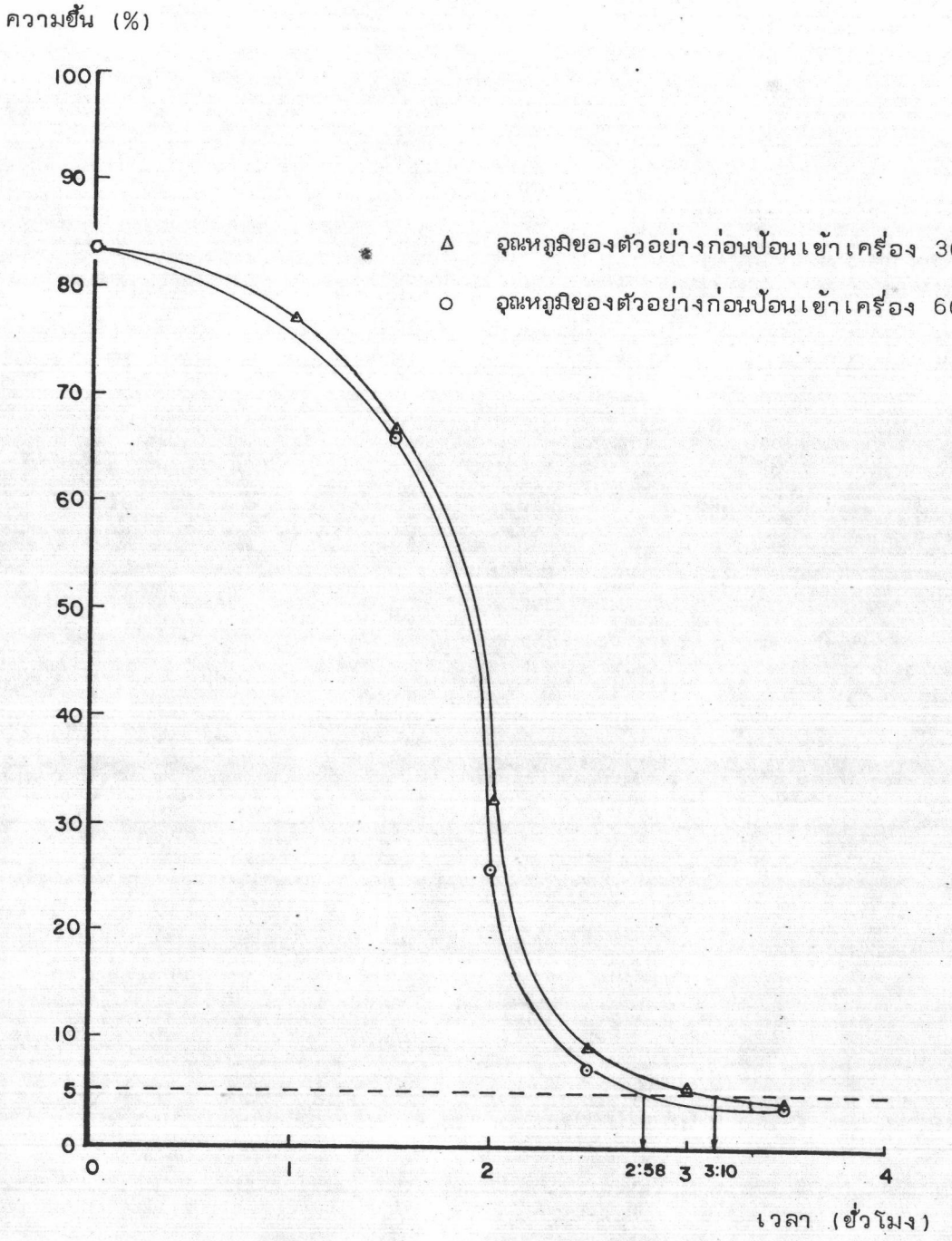
ความหนาของตัวอย่างบนถาดที่ทำแห้ง (กก./ม.^{2})	เวลาในการทำงาน (Working time/วัน) (ช.ม.)	เวลาที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างก่อนเข้าเครื่อง (ช.ม.)	เวลาในการทำแห้ง/ครั้ง (ชม.:นาที)	จำนวนครั้ง/วัน	อัตราการผลิต/วัน (กก.ตัวอย่างเปียกต่อ ม.^{2}ของแผ่นทำแห้งต่อครั้ง) $\frac{\text{จำนวนครั้ง}}{\text{วัน}}$
0.4	8	1	2 : 10	3	1.2
0.8	8	1	2 : 32	2	1.6
1.2	8	1	2 : 38	2	2.4
1.6	8	1	3 : 10	2	3.2
2.0	8	1	3 : 40	1	2.0
2.4	8	1	4 : 02	1	2.4

ตารางที่ 4.12 ความชื้นของตัวอย่างที่ช่วงเวลาของการทำแห้งและอุณหภูมิของตัวอย่างก่อนป้อนเข้าเครื่องต่างกัน

เวลาในการทำแห้ง (ชม.: นาที)	ความชื้นของตัวอย่าง (%)	
	อุณหภูมิของตัวอย่างก่อนป้อนเข้าเครื่อง 30 °ซ.	อุณหภูมิของตัวอย่างก่อนป้อนเข้าเครื่อง 60 °ซ.
0	83.5	83.5
1 : 00	77.2	
1 : 30	66.8	65.9
2 : 00	32.1	25.7
2 : 30	9.2	7.1
3 : 00	5.6	
3 : 30	4.1	3.8

ตารางที่ 4.13 เวลาในการทำแห้ง เมื่อผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความชื้น 5% และอัตราการทำแห้งทั้งหมดที่อุณหภูมิของตัวอย่างก่อนป้อนเข้าเครื่องต่างกัน

อุณหภูมิของตัวอย่างก่อนป้อนเข้าเครื่อง (°ซ.)	ความหนาของตัวอย่างบนถาดที่ทำแห้ง (กก./ม^2)	ความชื้นเริ่มต้นของตัวอย่าง (%)	ความชื้นสุดท้ายของตัวอย่าง (%)	เวลาในการทำแห้ง (ชม.: นาที)	อัตราการทำแห้งทั้งหมด (กก.น้ำที่ระเหย ต่อ ม^2.ของถาดที่ทำแห้ง ต่อชม.ในการทำแห้ง)
30	1.6	83.5	5.0	3 : 10	0.40
60	1.6	83.5	5.0	2 : 58	0.42



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของตัวอย่างกับเวลาของการทำแห้ง เมื่ออุณหภูมิของตัวอย่างก่อนป้อนเข้าเครื่องต่างกัน

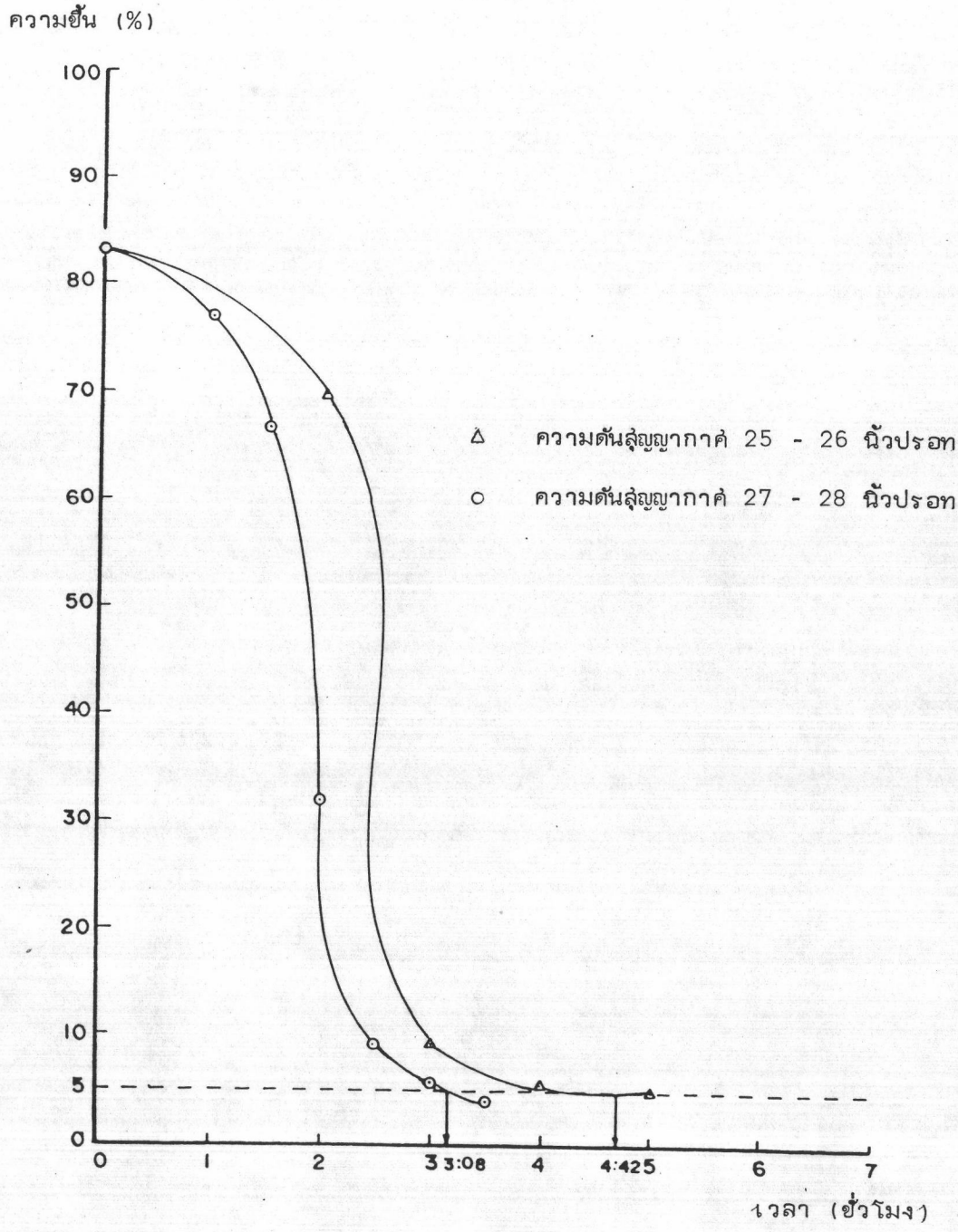
ผลการทดลองพบว่าถึงแม้อุณหภูมิของตัวอย่างก่อนป้อนเข้าเครื่องต่างกัน แต่เวลาในการทำแห้งใกล้เคียงกัน และอัตราการทำแห้งทั้งหมดไม่แตกต่างกัน

3. ค่าสุญญากาศของเครื่อง

ติดตามผลการแปรค่าสุญญากาศของเครื่องโดยวิเคราะห์หาความชื้นของตัวอย่างที่ช่วงเวลาของการทำแห้งต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.14 เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของตัวอย่างกับเวลาของการทำแห้งดังแสดงในรูปที่ 4.6 หาเวลาที่ใช้ในการทำแห้งเมื่อผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความชื้น 5% และคำนวณหาอัตราการทำแห้งทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.15 คำนวณหาอัตราการผลิต/วัน ดังแสดงในตารางที่ 4.16 และร้อยละของผลิตภัณฑ์แห้ง (% Yield) ดังแสดงในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.14 ความชื้นของตัวอย่างที่ช่วงเวลาของการทำแห้งและค่าสุญญากาศของเครื่องต่างกัน

เวลาในการทำแห้ง (ชม. : นาที)	ความชื้นของตัวอย่าง (%)		
	ค่าสุญญากาศ 27-28 นิ้วปรอท	ค่าสุญญากาศ 25-26 นิ้วปรอท	ค่าสุญญากาศ 20-21 นิ้วปรอท
0	83.5	83.5	83.5
1 : 00	77.2		
1 : 30	66.8		
2 : 00	32.1	69.8	
2 : 30	9.2		75.2
3 : 00	5.6	9.4	
3 : 30	4.1		
4 : 00		5.5	
5 : 00		4.8	
7 : 00			7.8



รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของตัวอย่างกับเวลาของการทำแห้ง เมื่อค่าสุญญากาศของเครื่องต่างกัน

ตารางที่ 4.15 เวลาที่ใช้ในการทำแห้ง เมื่อผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความชื้น 5% และอัตราการทำแห้งทั้งหมด ที่ค่าสัญญากาศของเครื่องต่างกัน

ค่าสัญญากาศของเครื่อง (นิ้วปรอท)	ความหนาของตัวอย่างบนถาดที่ทำแห้ง (กก./ม^2)	ความชื้นเริ่มต้นของตัวอย่าง (%)	ความชื้นสุดท้ายของตัวอย่าง (%)	เวลาในทำแห้ง (ชม.:นาที)	อัตราการทำแห้งทั้งหมด (กก.น้ำที่ระเหย ต่อ ม^2.ของแผ่นที่ทำแห้ง ต่อชม.ในการทำแห้ง)
27 - 28	1.6	83.5	5.0	3 : 08	0.40
25 - 26	1.6	83.5	5.0	4 : 42	0.27
20 - 21	1.6	83.5	5.0	>7 : 00	-

ตารางที่ 4.16 อัตราการผลิต/วัน เมื่อค่าสัญญากาศของเครื่องต่างกัน

ค่าสัญญากาศของเครื่อง (นิ้วปรอท)	ความหนาของตัวอย่างบนถาดที่ทำแห้ง (กก./ม^2.)	เวลาในการทำงาน (working time ต่อ วัน) (ชม.)	เวลาที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างก่อนเข้าเครื่อง (ชม.)	เวลาในการทำแห้ง / ครั้ง (ชม.:นาที)	จำนวนครั้ง / วัน	อัตราการผลิต/วัน (กก.ตัวอย่างเปียกต ม^2.ของแผ่นที่ทำแห้ง ต่อครั้ง) จำนวนครั้ง / วัน
27 - 28	1.6	8	1	3 : 08	2	3.2
25 - 26	1.6	8	1	4 : 42	1	1.6
20 - 21	1.6	8	1	>7 : 00	-	-

ตารางที่ 4.17 ร้อยละของผลิตภัณฑ์แห้ง (% Yield) เมื่อค่าสุญญากาศของเครื่องต่างกัน

ค่าสุญญากาศของเครื่อง (นิ้วปรอท)	ความหนาของตัวอย่างบนถาดที่ทำแห้ง (กก./ม.^{2})	ความชื้นเริ่มต้นของตัวอย่าง (%)	ความชื้นสุดท้ายของตัวอย่าง (%)	น้ำหนักของผลิตภัณฑ์แห้ง (กรัม)	ร้อยละของผลิตภัณฑ์แห้ง (%Yield)
27 - 28	1.6	83.5	5.0	22.3	79.4
25 - 26	1.6	83.5	4.8	15.8	56.8
20 - 21	1.6	83.5	7.8	10.9	34.4

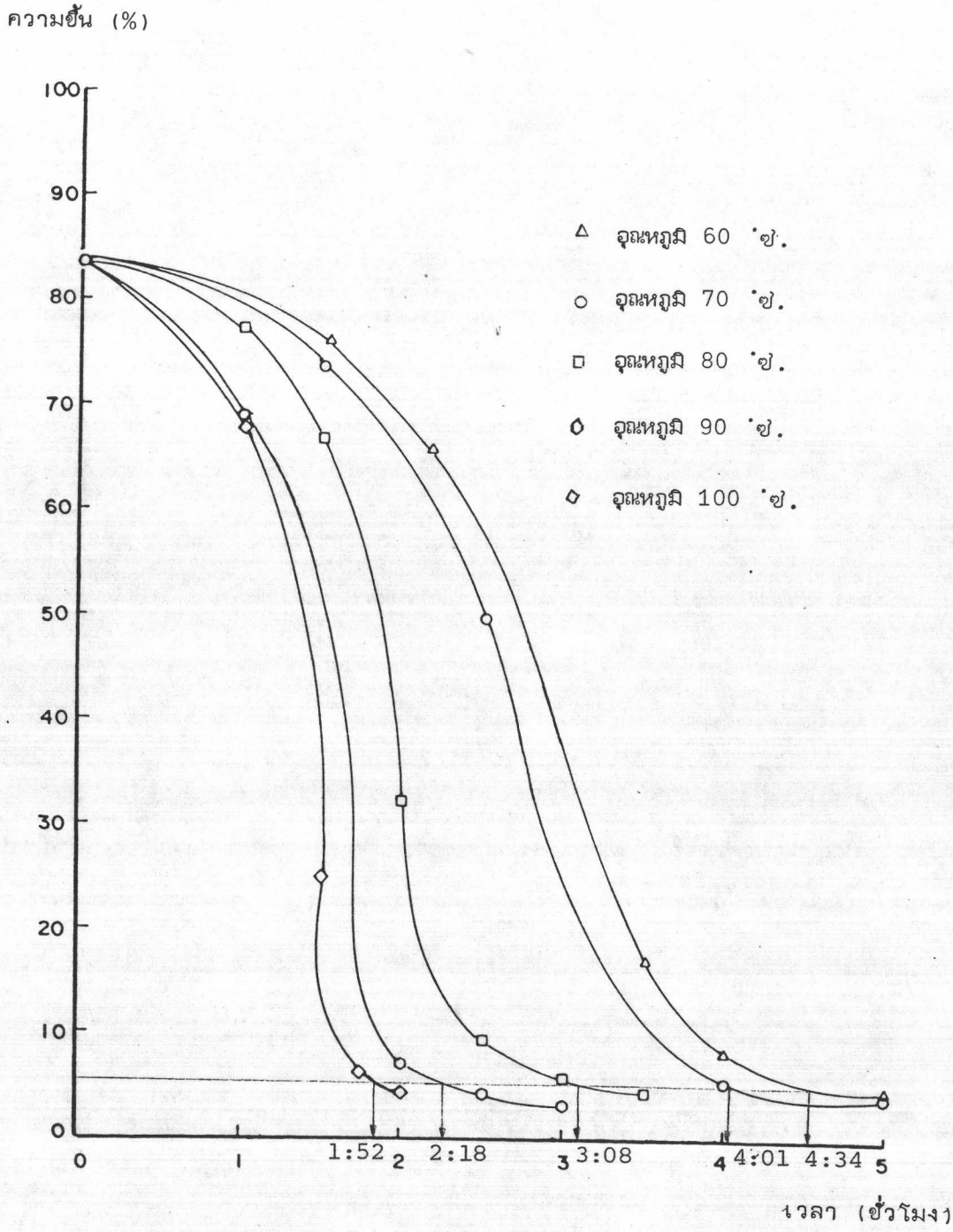
ผลการทดลองพบว่าถ้าสุญญากาศสูงขึ้น เวลาในการทำแห้งจะเร็วขึ้น อัตราการทำแห้งทั้งหมดและอัตราการผลิต/วัน สูงขึ้นด้วย นอกจากนั้นสุญญากาศมีผลต่อร้อยละของผลิตภัณฑ์แห้ง (% Yield) อย่างเห็นได้ชัด ถ้าสุญญากาศสูง ผลิตภัณฑ์แห้งจะร่อนไม่ติดถาด ทำให้ร้อยละของผลิตภัณฑ์แห้งสูงกว่าที่ความดันสุญญากาศต่ำ

4. อุณหภูมิของ Vacuum chamber

ติดตามผลการแปรค่าอุณหภูมิของ Vacuum chamber โดยวิเคราะห์หาความชื้นของตัวอย่างที่ช่วงเวลาของการทำแห้งต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.18 เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของตัวอย่างกับเวลาของการทำแห้ง ดังแสดงในรูปที่ 4.7 หาเวลาที่ใช้ในการทำแห้งจากกราฟเมื่อผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความชื้น 5% และคำนวณหาอัตราการทำแห้งทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.19 นอกจากนั้นคำนวณหาอัตราการผลิต/วัน ดังแสดงในตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.18 ความชื้นของตัวอย่างที่ช่วงเวลาของการทำแห้ง และอุณหภูมิของ Vacuum chamber ต่างกัน

เวลาในการทำแห้ง (ชม. : นาที)	ความชื้นของตัวอย่าง (%)				
	อุณหภูมิ 60 °ซ.	อุณหภูมิ 70 °ซ.	อุณหภูมิ 80 °ซ.	อุณหภูมิ 90 °ซ.	อุณหภูมิ 100 °ซ.
0	83.5	83.5	83.5	83.5	83.5
1 : 00			77.2	68.9	
1 : 30	76.3	73.5	66.8		24.8
1 : 45					5.9
2 : 00			32.1	6.9	4.2
2 : 10	65.8				
2 : 30		49.4	9.2	4.0	
3 : 00			5.6	3.1	
3 : 30	16.8		4.1		
4 : 00	8.1	5.1			
4 : 30					
5 : 00	4.3	3.8			



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของตัวอย่างกับเวลาของการทำแห้ง เมื่ออุณหภูมิของ Vacuum chamber ต่างกัน

ตารางที่ 4.19 เวลาที่ใช้ในการทำแห้งเมื่อผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความชื้น 5% และอัตราการทำแห้งทั้งหมด ที่อุณหภูมิของ Vacuum chamber ต่างกัน

อุณหภูมิของ Vacuum chamber (°ซ.)	ความหนาของตัวอย่างบนถาดที่ทำแห้ง (กก./ม.^{2})	ความชื้นเริ่มต้นของตัวอย่าง (%)	ความชื้นสุดท้ายของตัวอย่าง (%)	เวลาในการทำแห้ง (ชม.: นาที)	อัตราการทำแห้งทั้งหมด (กก.น้ำที่ระเหย ต่อ ม.^{2}ของถาดที่ทำแห้งต่อ ชม.ในการทำแห้ง)
60	1.6	83.5	5.0	4 : 34	0.28
70	1.6	83.5	5.0	4 : 01	0.31
80	1.6	83.5	5.0	3 : 08	0.40
90	1.6	83.5	5.0	2 : 18	0.55
100	1.6	83.5	5.0	1 : 52	0.67

ตารางที่ 4.20 อัตราการผลิต/วัน เมื่ออุณหภูมิของ Vacuum chamber ต่างกัน

อุณหภูมิของ Vacuum chamber (°ซ.)	ความหนาของตัวอย่างบนถาดที่ทำแห้ง (กก./ม.^{2})	เวลาในการทำงาน / วัน (ชม.)	เวลาที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างก่อนเข้าเครื่อง (ชม.)	เวลาในการทำแห้ง /จำนวนครั้ง (ชม.:นาที)	จำนวน ครั้ง / วัน	อัตราการผลิต/วัน (กก.ตัวอย่างเปียก ต่อ ม.^{2}ของถาดที่ทำแห้งต่อครั้ง) $\frac{\text{จำนวนครั้ง}}{\text{วัน}}$
60	1.6	8	1	4 : 34	1	1.6
70	1.6	8	1	4 : 01	1	1.6
80	1.6	8	1	3 : 08	2	3.2
90	1.6	8	1	2 : 18	3	4.8
100	1.6	8	1	1 : 52	3	4.8

ผลการทดลองพบว่าถ้าอุณหภูมิของ Vacuum chamber สูงขึ้น เวลาในการทำแห้งจะเร็วขึ้น และอัตราการทำแห้งทั้งหมดสูงขึ้นด้วย นอกจากนั้นอุณหภูมิที่ 80, 90 และ 100 °ซ. ให้อัตราการผลิต/วัน สูงกว่าอุณหภูมิที่ 60 และ 70 °ซ. โดยอุณหภูมิที่ 80 °ซ. อัตราการ ผลิต/วันเพิ่มขึ้นเท่าตัว และอุณหภูมิที่ 90 กับ 100 °ซ. เพิ่มขึ้น 2 เท่า ดังนั้นจะพิจารณาต่อในด้านการสูญเสียคุณค่าทางอาหาร เฉพาะอุณหภูมิที่ 80, 90 และ 100 °ซ.

วิเคราะห์หาปริมาณวิตามินบี 1 (ไทอะมิน) ในตัวอย่างที่ผ่านการต้มสุกและทำแห้งโดยใช้ Vacuum drying ที่อุณหภูมิ 80, 90 และ 100 °ซ. ดังแสดงในตารางที่ 4.21 และวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) ทำการทดลองซ้ำ 4 ครั้ง ในการหาปริมาณวิตามินบี 1 ของตัวอย่างที่แต่ละอุณหภูมิ

ตารางที่ 4.21 ปริมาณวิตามินบี 1 (ไทอะมิน) ในตัวอย่างที่ผ่านการต้มสุกและทำแห้งโดยใช้ Vacuum drying เมื่ออุณหภูมิของ Vacuum chamber ต่างกัน

อุณหภูมิของ Vacuum chamber (°ซ.)	ปริมาณวิตามินบี 1 (ไทอะมิน) ในตัวอย่าง (มก./100 ก. ของตัวอย่าง)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
80 (A)	0.14	0.17	0.16	0.19
90 (B)	0.15	0.19	0.20	0.21
100 (C)	0.14	0.17	0.16	0.19

ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance)

SOV	SS	d.f.	MS	Fจากการคำนวณ	Fจากตาราง (0.05)
Treatment	1.3×10^{-3}	2	$.65 \times 10^{-3}$	1.25	4.26
Error	4.7×10^{-3}	9	$.52 \times 10^{-3}$		
Total	6.0×10^{-3}				

Duncan's multiple range test ABC

ผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิของน้ำมันทั้ง 3 อุณหภูมิ ทำให้ปริมาณวิตามินบี 1 (ไทอะมิน) ในตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และไม่แตกต่างกันในระหว่างอุณหภูมิของน้ำมันแต่ละอุณหภูมิ

4.3.2.2 ประเมินลักษณะเนื้อสัมผัส

ได้กำหนดคะแนนเนื้อสัมผัสของตัวอย่างที่ได้จากกระบวนการต้มสุกและทำแห้งแบบ Vacuum drying ตามความเห็นของผู้ทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.22 และวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) และใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกหัดจำนวน 7 คน

ตารางที่ 4.22 คะแนนเนื้อสัมผัสของตัวอย่างที่ผ่านการต้มลุกและทำแห้งแบบ Vacuum drying

จำนวนผู้ทดสอบ (คน)	คะแนนเนื้อสัมผัส			
	ผลิตภัณฑ์เดิม (A)	ตัวอย่างที่ผ่านการต้มลุกและทำแห้งแบบ Vacuum drying		
		อุณหภูมิในการทำแห้ง 80 °ซ. (B)	อุณหภูมิในการทำแห้ง 90 °ซ. (C)	อุณหภูมิในการทำแห้ง 100 °ซ. (D)
1	4	5	5	5
2	5	4.5	5	4.5
3	3	5	4	4.5
4	3	5	5	4
5	4	5	5	5
6	4	5	5	5
7	3.25	4.5	4.5	4.5
คะแนนเฉลี่ย	3.75	4.86	4.78	4.64

ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance)

SOV	SS	d.f.	MS	F จากการคำนวณ	Fจากตาราง (0.05)
Treatment	5.54	3	1.85	8.41	3.01
Error	5.27	24	0.22		
Total	10.81				

Duncan's multiple range test A BCD

ผลการทดลองพบว่าตัวอย่างที่ผ่านการต้มลุกและทำแห้งแบบ Vacuum drying ให้เนื้อสัมผัสดีกว่าผลิตภัณฑ์เดิม และแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เดิมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ไม่แตกต่างกันในระหว่างอุณหภูมิของการทำแห้ง

4.3.2.3 การยอมรับของผลิตภัณฑ์ที่ปรับปรุงใหม่

ได้ทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการต้มลุกและทำแห้งแบบ Vacuum drying กับแม่ของเด็กในหมู่บ้านหนองไอจำนวน 19 คน ซึ่งเป็นจำนวนทั้งหมดที่สามารถติดตามการทดสอบได้ ปรากฏผลการทดสอบดังนี้

- เมื่อเตรียมอาหารเสร็จ ให้แม่ลองตักอาหารชิมดู ถามความเห็นของแม่ว่าจะนำไปใช้ป้อนลูกได้หรือไม่

พบว่า - ได้ 100%

- ลองป้อนอาหารนี้ให้ลูกกิน แล้วลูกกินเป็นอย่างไร

พบว่า - กินดี 33%

- ไม่ค่อยกิน, กินบ้าง 44%

- ไม่กินเลย 22%

- ถ้าให้แม่เลือกระหว่างอาหารเสริมที่ชงน้ำร้อนกับอาหารเสริมที่ต้มก่อนรับประทาน

พบว่า - เลือกอาหารเสริมที่ต้มก่อนรับประทาน 26%

- เลือกอาหารเสริมละลายน้ำร้อนก่อนรับประทาน 32%

- เลือกทั้งสองอย่าง 32%

- เลือกอย่างมีผักแล้วนำมาต้ม 5%

- ลูกชอบกินแบบไหน ก็เลือกอย่างนั้น 5%

เหตุผล

- ชอบแบบละลายน้ำร้อนเพราะสะดวกกว่าแบบต้ม 31%

- ชอบแบบละลายน้ำร้อนเพราะลูกกินดีกว่าแบบต้ม 6%

- ชอบแบบต้ม เพราะดูสุกกว่า 6%
- ชอบแบบต้ม เพราะสามารถใส่ผักได้ ทำให้มีประโยชน์มากขึ้น 13%
- ชอบแบบต้ม เพราะลูกชอบแบบต้มมากกว่า 13%
- ชอบเท่า ๆ กัน 31%

4.3.2.4 อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

ได้ศึกษาอายุการเก็บเฉพาะตัวอย่างที่ผ่านการต้มสุกและทำแห้งแบบ Vacuum drying โดยกำหนด

สภาวะการเก็บรักษา - ในตู้กับข้าว
- ในกล่องพลาสติค

ภาชนะบรรจุ - ถุงพลาสติกชนิด polypropylene

และได้ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารในระหว่างการเก็บตัวอย่างโดยตรวจสอบคุณภาพของตัวอย่างเมื่อเริ่มเก็บและทุก ๆ 1 เดือน เป็นเวลา 3 เดือน ดังต่อไปนี้

- ปริมาณวิตามินบี 1 (ไทอะมิน) ดังแสดงในตารางที่ 4.23 และรูปที่ 4.8
- ปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงสี ดังแสดงในตารางที่ 4.24 และรูปที่ 4.9
- ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ดังแสดงในตารางที่ 4.25 และรูปที่ 4.10
- ลักษณะสีและกลิ่นของตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 4.26
- ปริมาณความชื้น ดังแสดงในตารางที่ 4.27 และรูปที่ 4.11
- ปริมาณแบคทีเรีย ดังแสดงในตารางที่ 4.28 และรูปที่ 4.12

ตารางที่ 4.23 ปริมาณวิตามินบี 1 (ไทอะมิน) ในตัวอย่างเมื่อเริ่มเก็บรักษา และทุก 1 เดือน

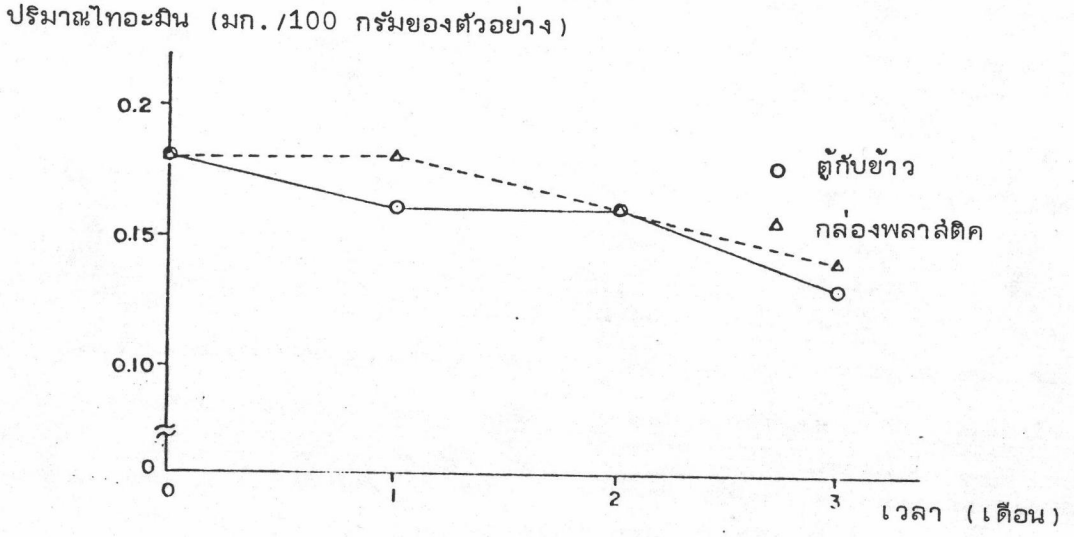
สภาวะการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้อง	ปริมาณไทอะมิน (มก./100 กรัม ของตัวอย่าง)			
	เริ่มต้น	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3
ตู้กับข้าว	0.18	0.16	0.16	0.13
กล่องพลาสติค	0.18	0.18	0.16	0.14

ตารางที่ 4.24 การเปลี่ยนแปลงสีของตัวอย่างเมื่อเริ่มเก็บรักษาและทุก ๆ 1 เดือน

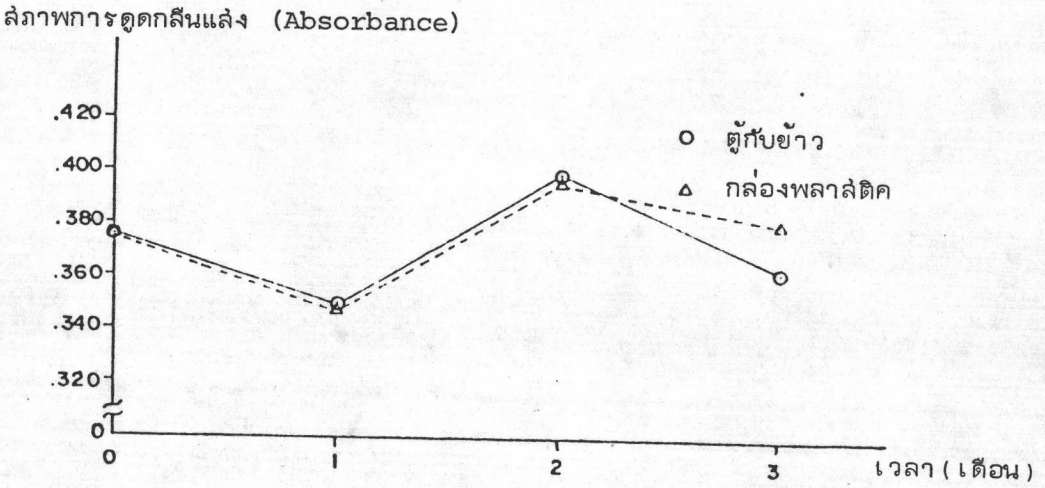
สภาวะการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้อง	สภาพการดูดกลืนแสง (Absorbance)			
	เริ่มต้น	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3
ตู้กับข้าว	0.375	0.348	0.398	0.362
กล่องพลาสติค	0.375	0.346	0.395	0.380

ตารางที่ 4.25 ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันในตัวอย่างเมื่อเริ่มเก็บรักษาและทุก ๆ 1 เดือน

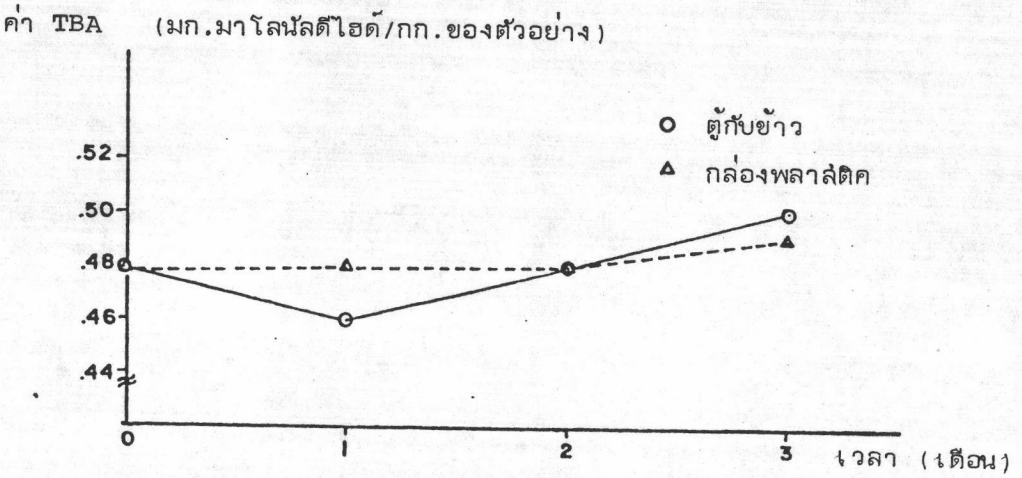
สภาวะการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้อง	ค่า TBA (มก.มาโลนัลดีไฮด์/กก.ของตัวอย่าง)			
	เริ่มต้น	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3
ตู้กับข้าว	0.48	0.46	0.48	0.50
กล่องพลาสติค	0.48	0.48	0.48	0.49



รูปที่ 4.8 ปริมาณวิตามินบี 1 (ไทอะมิน) ของตัวอย่างในระหว่างเก็บรักษา



รูปที่ 4.9 ปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงสีของตัวอย่างในระหว่างการเก็บรักษา



รูปที่ 4.10 ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันของตัวอย่างในระหว่างการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.26 ประเมินลักษณะลีและกลิ่นของตัวอย่างเมื่อเริ่มเก็บรักษา และทุก ๆ 1 เดือน

สภาวะการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้อง		ลักษณะลี		ลักษณะกลิ่น	
		คะแนนเฉลี่ย	การยอมรับ	คะแนนเฉลี่ย	การยอมรับ
ตู้กับข้าว	- เริ่มต้น	4.0	✓	4.0	✓
	- เดือนที่ 1	4.0	✓	4.0	✓
	- เดือนที่ 2	3.71	✓	3.86	✓
	- เดือนที่ 3	4.0	✓	3.86	✓
กล่องพลาสติค	- เริ่มต้น	4.0	✓	4.0	✓
	- เดือนที่ 1	4.0	✓	4.0	✓
	- เดือนที่ 2	3.86	✓	4.0	✓
	- เดือนที่ 3	3.86	✓	3.86	✓

หมายเหตุ ✓ = ยอมรับ

X = ไม่ยอมรับ

ตารางที่ 4.27 ความชื้นในตัวอย่างเมื่อเริ่มเก็บรักษาและทุก ๆ 1 เดือน

สภาวะการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้อง	ความชื้น (%)			
	เริ่มต้น	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 2
ตู้กับข้าว	5.0	7.6	9.2	9.5
กล่องพลาสติค	5.0	5.2	5.2	5.2

ตารางที่ 4.28 ปริมาณแบคทีเรียในตัวอย่างเมื่อเริ่มเก็บรักษาและทุก ๆ 1 เดือน

สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	ปริมาณแบคทีเรีย (จำนวน Colony/กรัม ของตัวอย่าง)			
	เริ่มต้น	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3
ตู้กับข้าว	10	20	68	67
กล่องพลาสติค	10	11	50	70

ผลการทดลองเก็บผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าปริมาณวิตามินบี 1 (ไทอะมิน) ในตัวอย่างมีแนวโน้มลดลง การเปลี่ยนแปลงสีไม่แน่นอน ปฏิกิริยาออก-ซิเดชั่นของไขมันเปลี่ยนแปลงน้อยมาก สีและกลิ่นยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนั้นความชื้นและปริมาณแบคทีเรียในตัวอย่างเพิ่มขึ้น

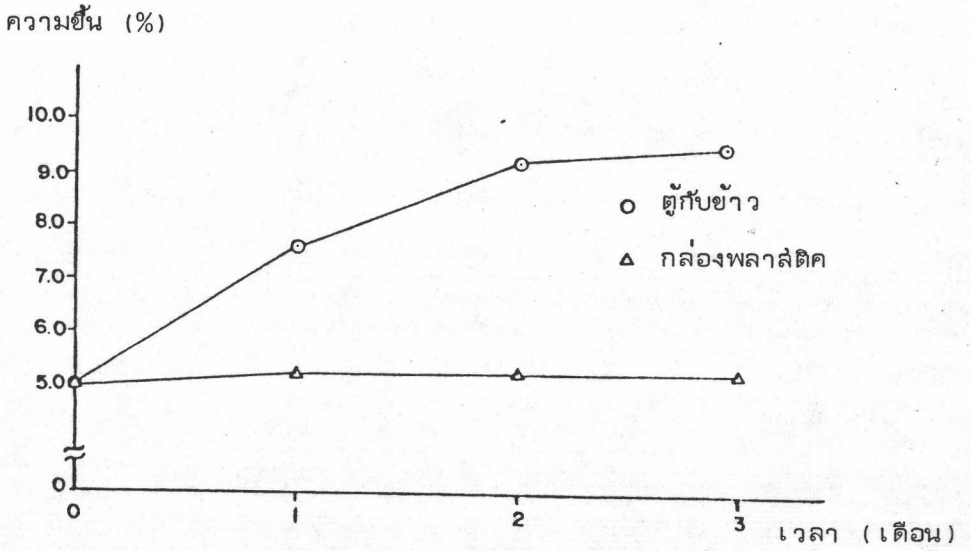
สภาวะการเก็บระหว่างในตู้กับข้าวกับกล่องพลาสติคที่อุณหภูมิห้อง พบว่าการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในทำนองเดียวกัน แต่จะเห็นได้ชัดว่าการเก็บตัวอย่างในตู้กับข้าวทำให้ตัวอย่างมีความชื้นเพิ่มขึ้นมากกว่าเก็บในกล่องพลาสติค

การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดขึ้นในปริมาณน้อย ดังจะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงสีและกลิ่นยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และจำนวนแบคทีเรียในตัวอย่างก็ต่ำกว่าปริมาณที่กำหนดไว้ในมาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 54 (พ.ศ. 2523) มาก

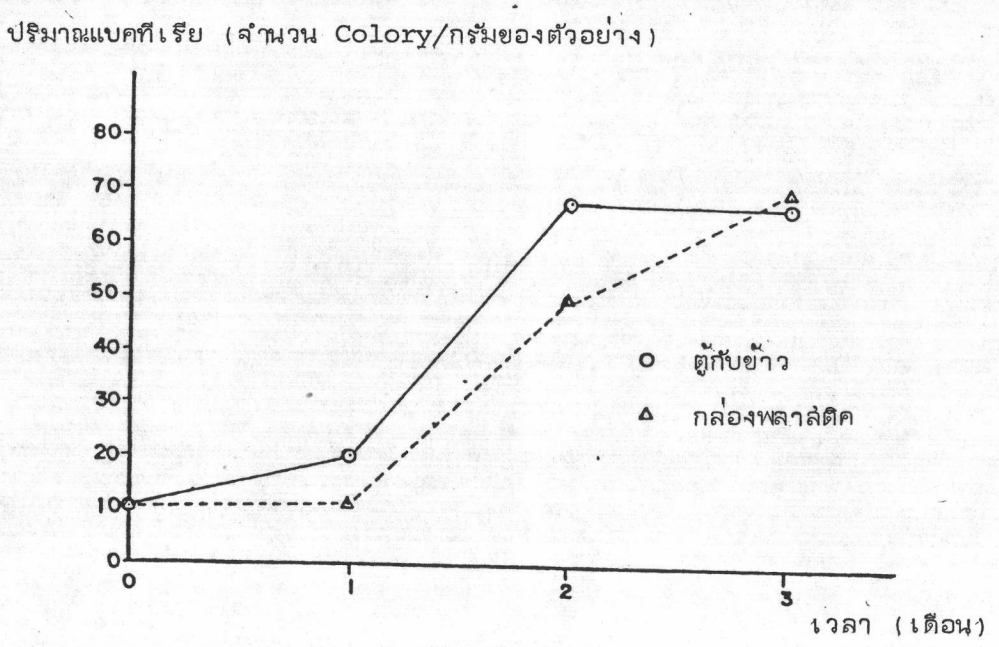
4.4 การปรับปรุงผลิตภัณฑ์โดยเพิ่มชนิดของวัตถุดิบ

4.4.1 การศึกษาสูตรอาหารโดยใช้ Linear programme

ได้ศึกษาสูตรอาหารโดยเพิ่มวัตถุดิบต่อไปนี้คือ มะเขือเทศ กระหล่ำปลีแดงกวา ผักกาดขาว ฟักทอง ถั่วฝักยาว บวบ ผักคะน้า ผักบุ้ง ผักเขียวตำลึง กล้วยน้ำว้า มะละกอสุก เนื้อไก่ เนื้อหมู เนื้อปลา ไข่ไก่และไข่เป็ด และเพิ่มวัตถุดิบดังกล่าวทีละ 1 ชนิด ร่วมกับวัตถุดิบเดิม พบว่าจากการหาสูตรอาหารโดยใช้



รูปที่ 4.11 ความชื้นของตัวอย่างในระหว่างการเก็บรักษา



รูปที่ 4.12 ปริมาณแบคทีเรียในตัวอย่างในระหว่างการเก็บรักษา

เครื่องคอมพิวเตอร์ ได้สูตรอาหารที่มีการเติมกระหล่ำปลี แตงกวา ผักกาดขาว ฟักทอง บวบ ผักคะน้า ผักบุ้ง ตำลึง มะละกอสุก ไข่ไก่ และไข่เป็ด ร่วมกับข้าวเหนียว ถั่วเขียวและงาขาว ดังแสดงในตารางที่ 4.29

ได้เปลี่ยนสัดส่วนของวัตถุดิบและราคาของสูตรอาหารที่ได้จากตารางที่ 4.29 ให้อยู่ในเทอมของสัดส่วนของวัตถุดิบและราคาต่อน้ำหนักรวม 100 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 4.30 ซึ่งสูตรอาหารที่ได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกสูตร มีปริมาณโปรตีน กรดอะมิโนที่จำเป็น ไขมัน กรดไลโนลีอิค เหล็ก วิตามินเอ วิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง และฟอสฟอรัส ครบตามมาตรฐานอาหารเสริมของประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 54 (พ.ศ. 2523) ดังแสดงในตารางที่ 4.31 แต่สูตรอาหารดังกล่าวให้พลังงานต่อน้ำหนักรวม 100 กรัม ต่างกัน โดยสูตรที่ให้พลังงานมากกว่า 200 กิโลแคลอรี่/น้ำหนักรวม 100 กรัม ได้แก่สูตรอาหารที่มีการเติมผักกาดขาว ฟักทอง ผักบุ้ง ตำลึง มะละกอสุก ไข่ไก่ และไข่เป็ด ร่วมกับวัตถุดิบเดิม ดังแสดงในตารางที่ 4.32

4.4.2 <u>การพิจารณาเลือกสูตรอาหาร</u>

ได้คัดเลือกสูตรอาหารที่ได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยพิจารณาตามขั้นตอนดังนี้ ราคาดังแสดงในตารางที่ 4.30 พบว่าสูตรอาหารทั้ง 11 สูตร มีราคาถูก คุณค่าทางอาหารดังแสดงในตารางที่ 4.31 พบว่าทั้ง 11 สูตรให้คุณค่าทางอาหารที่ต้องการครบตามมาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 54 (พ.ศ. 2523) และเมื่อพิจารณาต่อในด้านพลังงานดังตารางที่ 4.32 พบว่าแต่ละสูตรอาหารให้ปริมาณพลังงาน/น้ำหนักรวม 100 กรัม ต่างกัน ดังนั้นจึงเลือกเฉพาะสูตรอาหารที่ให้พลังงานมากกว่า 200 กิโลแคลอรี่/น้ำหนักรวม 100 กรัม เพราะปริมาณพลังงานสูงพอต่อการบริโภคใน 1 วัน ซึ่งสูตรอาหารดังกล่าวได้แก่

- ข้าวเหนียว: ถั่วเขียว : งาขาว : ผักกาดขาว
  (21.7% : 49.7% : 9.8% : 18.8%)
- ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ฟักทอง
  (11.8% : 39.6% : 7.3% : 41.3%

- ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ผักบุ้ง
  (21.9% : 52.2% : 10.2% : 15.7%)
- ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ตำลึง
  (15.8% : 68.1% : 11.5% : 4.6%)
- ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : มะละกอสุก
  (11.0% : 36.5% : 7.4% : 45.1%)
- ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ไข่ไก่
  (48.6% : 13.4% : 1.6% : 36.4%)
- ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ไข่เป็ด
  (33.0% : 21.7% : 1.0% : 44.3%)

จากนั้นนำสูตรอาหารที่คัดเลือกได้ทดลองประกอบอาหารเสริมโดยใช้วัตถุดิบเดิมในรูปข้าวเหนียวคั่ว ถั่วเขียวคั่ว และงาขาวคั่ว ร่วมกับวัตถุดิบใหม่ในรูปของสด เช่น ผักสด ผลไม้สุก ฯลฯ ซึ่งแสดงสัดส่วนของวัตถุดิบและอัตราส่วนของอาหาร: น้ำที่เหมาะสมในการต้มอาหารดังแสดงในตารางที่ 4.33 แล้วประเมินลักษณะสี กลิ่น รส และเนื่อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ กับแม่ของเด็กในหมู่บ้านหนองไฮ ดังแสดงในตารางที่ 4.34

ตารางที่ 4.29 ชนิดและสัดส่วนของวัตถุดิบในสูตรอาหารที่ได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์

ลำดับที่	วัตถุดิบ				ผลลัพธ์ (RESULT) ✓ = ได้คำตอบ x = ไม่ได้คำตอบ	UNIQUE OPTIMAL SOLUTIONS				
						ปริมาณวัตถุดิบในแต่ละสูตร (X เป็นน้ำหนักมีหน่วยเป็น 100 กรัมของวัตถุดิบแต่ละชนิด)				OBJECTIVE FUNCTION (ราคา)
	x_1	x_2	x_3	x_4		x_1	x_2	x_3	x_4	
1	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	มะเขือเทศ	x	←	Contradictory	constraints	→	–
2	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	กระหล่ำปลี	✓	1.142	0.391	0.222	3.983	2.946
3	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	แตงกวา	✓	0.400	0.967	0.230	12.747	6.777
4	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	ผักกาดขาว	✓	0.536	1.228	0.242	0.463	1.580
5	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	ฟักทอง	✓	0.386	1.302	0.241	1.356	1.863
6	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	ถั่วฝักยาว	x	←	Contradictory	constraints	→	–
7	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	บวบ	✓	0.769	0.254	0.468	6.582	3.227
8	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	ผักคะน้า	✓	1.358	–	0.215	4.210	2.752
9	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	ผักบุ้ง	✓	0.519	1.238	0.241	0.373	1.561
10	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	พริกเขียว	x	←	Contradictory	constraints	→	–
11	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	ตำลึง	✓	0.337	1.450	0.244	0.098	1.546
12	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	กล้วยน้ำว้า	x	←	Contradictory	constraints	→	–
13	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	มะละกอ (สุก)	✓	0.369	1.221	0.246	1.506	1.955
14	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	เนื้อไก่	x	←	Contradictory	constraints	→	–
15	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	เนื้อหมู	x	←	Contradictory	constraints	→	–
16	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	เนื้อปลา	x	←	Contradictory	constraints	→	–
17	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	ไข่ไก่	✓	1.280	0.353	0.041	0.957	3.492
18	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	ไข่เป็ด	✓	0.892	0.585	0.026	1.197	3.479

ตารางที่ 4.30 สัดส่วนของวัตถุดิบและราคาต่อน้ำหนักรวม 100 กรัม ในแต่ละสูตรอาหาร

ลำดับที่	วัตถุดิบ				ปริมาณวัตถุดิบ (กรัม)				น้ำหนักรวม (กรัม)	ราคา (บาท)	ปริมาณวัตถุดิบ (%)				น้ำหนักรวม (กรัม)	ราคา (บาท)
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_1	X_2	X_3	X_4			X_1	X_2	X_3	X_4		
1	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	กระหล่ำปลี	114.2	39.1	22.2	398.3	573.8	2.946	19.9	6.8	3.9	69.4	100	0.51
2	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	แตงกวา	40.0	96.7	23.0	1274.7	1434.4	6.777	2.8	6.7	1.6	88.9	100	0.47
3	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	ผักกาดขาว	53.6	122.8	24.2	46.3	246.9	1.580	21.7	49.7	9.8	18.8	100	0.64
4	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	ฟักทอง	38.6	130.2	24.1	135.6	328.5	1.863	11.8	39.6	7.3	41.3	100	0.57
5	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	บวบ	76.9	25.4	46.8	658.2	807.3	3.227	9.5	3.2	5.8	81.5	100	0.40
6	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	ผักคะน้า	135.8	-	21.5	421.0	578.3	2.752	23.5	-	3.7	72.8	100	0.48
7	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	ผักบุ้ง	51.9	123.8	24.1	37.3	237.1	1.561	21.9	52.2	10.2	15.7	100	0.66
8	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	ตำลึง	33.7	145.0	24.4	9.8	212.9	1.546	15.8	68.1	11.5	4.6	100	0.73
9	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	มะละกอ (ลูก)	36.9	122.1	24.6	150.6	334.2	1.955	11.0	36.5	7.4	45.1	100	0.58
10	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	ไข่ไก่	128.0	35.3	4.1	95.7	263.1	3.492	48.6	13.4	1.6	36.4	100	1.33
11	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียว	งาขาว	ไข่เป็ด	89.2	58.5	2.6	119.7	270.0	3.479	33.0	21.7	1.0	44.3	100	1.29

ตารางที่ 4.31 คุณค่าทางอาหารในแต่ละสูตรอาหารเปรียบเทียบกับมาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 54 (พ.ศ. 2523)

ลำดับที่	รหัสอาหาร	ค่าอาหาร															
		โปรตีน (กรัม/100 กิโลแคลอรี่)	ไอโซลิวซีน (มก./กรัมของโปรตีน)	ลิวซีน (มก./กรัมของโปรตีน)	ไลซีน (มก./กรัมของโปรตีน)	เมทไธโอนีน + ซีสตีน (มก./กรัมของโปรตีน)	ฟีนิลอะลานีน + ไทโรซีน (มก./กรัมของโปรตีน)	ทรีโอนีน (มก./กรัมของโปรตีน)	ทริปโตเฟน (มก./กรัมของโปรตีน)	วาลีน (มก./กรัมของโปรตีน)	ไธอามีน (กรัม/100 กิโลแคลอรี่)	กรดโฟลิค (กรัม/100 กิโลแคลอรี่)	เหล็ก (มก./100 กิโลแคลอรี่)	วิตามิน เอ (ไมโครกรัม/100 กิโลแคลอรี่)	วิตามินบี๑ (มก./100 กิโลแคลอรี่)	วิตามินบี๒ (มก./100 กิโลแคลอรี่)	ซอร์บิทอล (มก./100 กิโลแคลอรี่)
1	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : กระหล่ำปลี 19.9% : 6.8% : 3.9% : 69.4%	3.9	35	63	51	26	86	31	9	42	2.0	600	1.4	75.2	.11	.06	71
2	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : แตงกวา 2.8% : 6.7% : 1.6% : 88.9%	4.7	42	73	75	26	81	36	15	49	1.9	638	2.1	74.9	.15	.11	108
3	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ผักกาดขาว 21.7% : 49.7% : 9.8% : 18.8%	5.0	41	72	78	27	76	33	16	45	2.0	707	1.8	75.3	.12	.06	85
4	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ฟักทอง 11.8% : 39.6% : 7.3% : 41.3%	5.0	41	71	81	27	78	34	17	45	2.0	705	1.8	75.4	.13	.06	89
5	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : บวบ 9.5% : 3.2% : 5.8% : 81.5%	3.6	31	57	38	25	57	28	9	38	3.7	1100	1.7	74.8	.11	.06	87
6	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ผักคะน้า 23.5% : 0% : 3.7% : 72.8%	3.7	36	71	46	30	72	33	10	54	2.1	544	1.6	75.0	.11	.08	72
7	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ผักบุ้ง 21.9% : 52.2% : 10.2% : 15.7%	5.0	41	71	78	26	76	33	16	44	2.0	704	1.7	74.8	.12	.06	84
8	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ฟักเขียว 15.8% : 68.1% : 11.5% : 4.6%	5.4	41	72	82	27	79	34	17	45	2.0	727	1.8	75	.13	.06	89
9	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : มะละกอสุก 11.0% : 36.5% : 7.4% : 45.1%	4.8	40	70	80	27	77	33	17	44	2,0	712	1.7	75,5	.12	.09	84
10	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ไข่ไก่ 48.6% : 13.4% : 1.6% : 36.4%	4.2	44	74	58	35	72	35	12	52	2,1	303	1.0	75	.07	.07	69
11	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ไข่เป็ด 33.0% : 31.7% : 1.0% : 44.3%	4.9	48	78	73	49	79	35	7	56	2.7	302	1.3	75	.09	.09	78
มาตรฐานอาหารเด็กตามประกาศกระทรวงฯ		≥2.5	≥28	≥49	≥38.5	≥24.5	≥42	≥48	≥7	≥35	≥2.0	≥300	1-2	75-150	≥.04	≥.06	≥35

ตารางที่ 4.32 พลังงานและปริมาณสารอาหารต่อน้ำหนักรวม 100 กรัม ในแต่ละสูตรอาหาร

ลำดับที่	วัตถุดิบ	น้ำหนักรวม (กรัม)	พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	ปริมาณสารอาหาร															
				โปรตีน (กรัม)	ไธอะมีน (มิลลิกรัม)	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	ไลซีน (มิลลิกรัม)	เมทไธโอนีน + ซีสตีน (มิลลิกรัม)	ทรีโอนีน + ไทโรซีน (มิลลิกรัม)	ทริปโตเฟน (มิลลิกรัม)	วาลีน (มิลลิกรัม)	ไขมัน (กรัม)	กรดไลโนลีอิก (มิลลิกรัม)	เหล็ก (มิลลิกรัม)	วิตามินเอ (ไมโครกรัม)	วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)
1	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : กระหล่ำปลี	100	132	5.1	179	322	259	133	438	160	47	217	2.6	792	1.8	99.2	.14	.08	94
	19.9% : 6.8% : 3.9% : 69.4%																		
2	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : แตงกวา	100	53	2.5	105	183	188	65	202	90	38	123	1.0	338	1.1	39.7	.08	.06	57
	2.8% : 6.7% : 1.6% : 88.9%																		
3	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ผักกาดขาว	100	*307	15.2	629	1093	1185	407	1158	502	245	680	6.1	2171	5.5	231.1	.37	.18	261
	21.7% : 49.7% : 9.8% : 18.8%																		
4	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ฟักทอง	100	*230	11.6	475	824	938	315	899	393	195	519	4.6	1622	4.1	173.5	.29	.14	205
	11.8% : 39.6% : 7.3% : 41.3%																		
5	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : บวบ	100	94	3.4	106	193	131	85	195	97	32	129	3.5	1034	1.6	70.3	.10	.06	82
	9.5% : 3.2% : 5.8% : 81.5%																		
6	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ผักคะน้า	100	131	4.8	175	342	220	146	347	160	50	258	2.7	72	2.1	98.3	.14	.11	94
	23.5% : 0% : 3.7% : 72.8%																		
7	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ผักบุ้ง	100	*321	16.0	653	1136	1240	423	1210	525	257	707	6.5	2261	5.6	240.2	.40	.19	270
	21.9% : 52.2% : 10.2%: 15.7%																		
8	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ฟักเขียว	100	*357	19.1	788	1367	1573	515	1506	643	327	860	7.1	2596	6.6	269	.47	.22	317
	15.8% : 68.1% : 11.5%: 4.0%																		
9	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : มะละกอดิบ	100	*226	10.8	437	761	870	291	833	359	184	481	4.5	1608	3.9	170.7	.27	.20	189
	11.0% : 36.5% : 7.4% : 45.1%																		
10	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ไข่ไก่	100	*288	12.2	533	908	711	426	878	426	141	632	6.0	873	3.0	217	.20	.20	198
	48.6% : 13.4% : 1.6% : 36.4%																		
11	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ไข่เป็ด	100	*281	13.8	663	1071	1012	681	1096	481	97	766	7.6	848	3.6	211	.25	.26	218
	33.0% : 21.7% : 1.0% : 44.3%																		

ตารางที่ ๔.33 สัดส่วนของวัตถุดิบและอัตราส่วนของอาหาร : น้ำที่เหมาะสมในการต้มอาหาร

ลำดับ	วัตถุดิบ	ปริมาณวัตถุดิบ (%)				ปริมาณวัตถุดิบ (%)				อัตราส่วนอาหาร:น้ำ
		ข้าวเหนียว (ความชื้น 13.9%)	ถั่วเขียว (ความชื้น 10.6%)	งาขาว (ความชื้น 6.8%)	ผักสด หรือ ผลไม้สด หรือ ไข่สด	ข้าวเหนียวดิบ (ความชื้น ๑๐.๘%)	ถั่วเขียวดิบ (ความชื้น 5.3%)	งาขาวดิบ (ความชื้น 1.2%)	ผักสด หรือ ผลไม้สด หรือ ไข่สด	
1	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ผักกาดขาว	21.7	49.7	9.8	18.8	20.7	49.6	9.9	19.8	1:6
2	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ฟักทอง	11.8	39.6	7.3	41.3	11.0	38.8	7.3	42.8	1:4.5
3	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ผักบุ้ง	21.9	52.2	10.2	15.7	21.0	52.1	10.2	16.6	1:6
๔	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ตำลึง	15.8	68.1	11.5	4.6	15.2	68.3	11.6	4.9	1:6
5	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : มะละกอ	11.0	36.5	7.4	45.1	10.3	35.7	7.3	46.6	1:3.5
6	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ไข่ไก่	48.6	13.4	1.6	36.4	46.5	13.4	1.6	38.5	1:6
7	ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว : ไข่เป็ด	33.0	21.7	1.0	44.3	31.3	21.4	0.9	46.4	1:6

ตารางที่ 4.34 ผลการประเมินลักษณะสี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่หาสูตรได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์

สูตรอาหาร	คะแนนเฉลี่ย			
	ความชอบในด้านสี	ความชอบในด้านกลิ่น	ความชอบในด้านรสชาติ	การยอมรับลักษณะเนื้อ
1. ข้าวเหนียว ถั่วเขียวตั่ว งาขาวตั่ว ผักกาดขาว	2.45	2.70	2.10	2.50
2. ข้าวเหนียว ถั่วเขียวตั่ว งาขาวตั่ว ฟักทอง	2.55	2.70	2.15	2.60
3. ข้าวเหนียว ถั่วเขียวตั่ว งาขาวตั่ว ผักบุ้ง	2.60	2.75	2.05	2.70
4. ข้าวเหนียว ถั่วเขียวตั่ว งาขาวตั่ว ตำลึง	2.55	2.85	2.55	2.65
5. ข้าวเหนียว ถั่วเขียวตั่ว งาขาวตั่ว มะละกอ	2.55	2.75	2.00	2.60
6. ข้าวเหนียว ถั่วเขียวตั่ว งาขาวตั่ว ไข่ไก่	2.35	2.40	2.30	2.90
7. ข้าวเหนียว ถั่วเขียวตั่ว งาขาวตั่ว ไข่เป็ด	2.25	2.75	2.25	2.80

กำหนดให้ 1. ลำดับความชอบในด้านสี
- ชอบ, ชอบมาก คะแนน 3
- ชอบบ้าง, ไม่ค่อยชอบ คะแนน 2
- ไม่ชอบเลย คะแนน 1

2. ลำดับความชอบในด้านกลิ่น
- หอม คะแนน 3
- ไม่ค่อยหอม คะแนน 2
- ไม่หอม คะแนน 1

3. ลำดับความชอบในด้านรสชาติ
- ดี คะแนน 3
- พอใช้ได้ คะแนน 2
- ไม่ดีเลย คะแนน 1

4. การยอมรับลักษณะเนื้อ - ได้ คะแนน 3

- ไม่ค่อยได้ คะแนน 2
- ไม่ได้เลย คะแนน 1

ผลการทดสอบพบว่า สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสของสูตรอาหารทุกสูตรมีคะแนนใกล้เคียงกัน และอยู่ในเกณฑ์สูงคืออยู่ในช่วงคะแนน 2 - 3 แต่เป็นที่สังเกตว่าคะแนนรสชาติของสูตรอาหารทุกสูตรอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่า สี กลิ่น และเนื้อสัมผัส นอกจากนั้นคะแนนเนื้อสัมผัสของสูตรไข่ไก่และไข่เป็ดสูงกว่าสูตรอื่น ๆ