

ผลการทดลอง

4.1 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุดิบ

4.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของวัสดุดิบ ทำการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ ผลการวิเคราะห์  
 ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของวัสดุดิบ

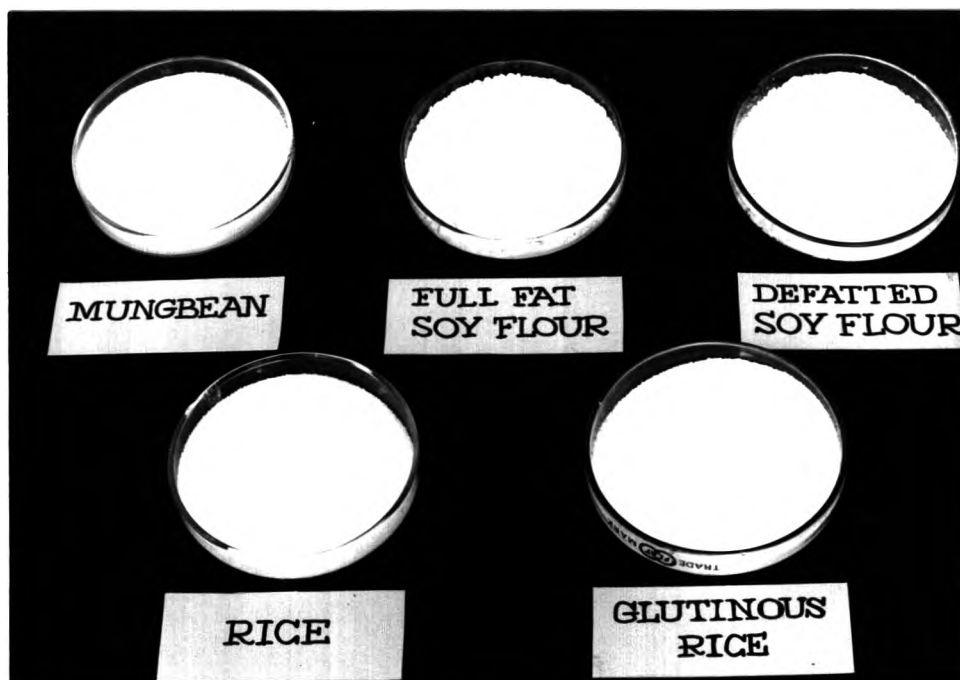
องค์ประกอบ ทางเคมี	ค่าที่ได้ (%)				
	ข้าวเจ้า	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียวชีก	แป้งถั่วเหลือง สกัดไขมัน	แป้งถั่วเหลือง ชนิดไขมันเต็ม
ความชื้น	10.92±0.05	10.63±0.06	10.78±0.04	8.83±0.05	4.07±0.07
โปรตีน	7.14±0.09	7.44±0.07	22.69±0.11	46.71±0.19	41.75±0.21
ไขมัน	0.47±0.02	0.32±0.01	1.03±0.03	0.84±0.03	20.34±1.23
เถ้า	0.63±0.02	0.44±0.05	3.10±0.02	6.33±0.07	5.34±0.08
คาร์โบไฮเดรต*	80.84±0.18	81.17±0.19	62.40±0.20	37.29±0.34	28.50±1.59

\* ได้จาก 100 - องค์ประกอบอื่น ๆ ทั้งหมด (เป็นค่าที่รวมเส้นใย)

4.1.2 ขนาดอนุภาคของวัสดุดิบ

ลักษณะและขนาดอนุภาคของวัสดุดิบที่ใช้ในการทดลอง แสดงดังในรูปที่

4.1 และผลการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคแสดงไว้ในตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.1 ลักษณะและขนาดอนุภาคของวัตถุดิบ

ตารางที่ 4.2 ขนาดอนุภาคของวัตถุดิบ

ขนาดอนุภาค	ค่าที่ได้ (%)				
	ข้าวเจ้า	ข้าวเหนียว	ถั่วเขียวชีก	แป้งถั่วเหลืองสกัดไขมัน	แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม
> 2 มิลลิเมตร	0.02	-	1.00	-	-
1 มิลลิเมตร	9.17	1.10	8.20	-	-
500 ไมครอน	44.10	42.29	34.63	-	-
250 ไมครอน	27.88	32.59	22.97	-	1.92
150 ไมครอน	10.26	13.17	10.20	2.60	3.17
75 ไมครอน	6.47	5.22	9.45	10.24	6.63
< 75 ไมครอน	2.10	5.63	13.55	87.16	88.28

#### 4.2 ผลการศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการผลิต

##### 4.2.1 ผลของตัวแปรที่มีต่อความชื้นของเอ็กซ์ทราเกต

ค่าความชื้นของเอ็กซ์ทราเกตที่ได้จากการผลิตที่สภาวะต่าง ๆ กัน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.3 และเมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางด้านสถิติ พบว่า ตัวแปรทั้ง 3 ชนิดคือ ชนิดของวัตถุดิบ ขนาดอัตราส่วนการอัดของสกรู และความชื้นของวัตถุดิบ รวมทั้งอิทธิพลร่วม (interaction) ของตัวแปร มีผลทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความชื้นของเอ็กซ์ทราเกตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และเมื่อนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปเขียนกราฟจะเห็นชัดเจนว่า เมื่อปริมาณความชื้นของวัตถุดิบเพิ่มมากขึ้น ค่าความชื้นของเอ็กซ์ทราเกตมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น ซึ่งจะพบในวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดคือ ข้าวเจ้า และข้าวเหนียว ดังกราฟรูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.3 ปริมาณความชื้นของเอ็กซ์ทราเกต ที่ผลิตจากข้าวเจ้า และข้าวเหนียวที่ความชื้น 12%, 14% และ 16% โดยใช้สกรูที่มีอัตราส่วนการอัด 4:1 และ 5:1

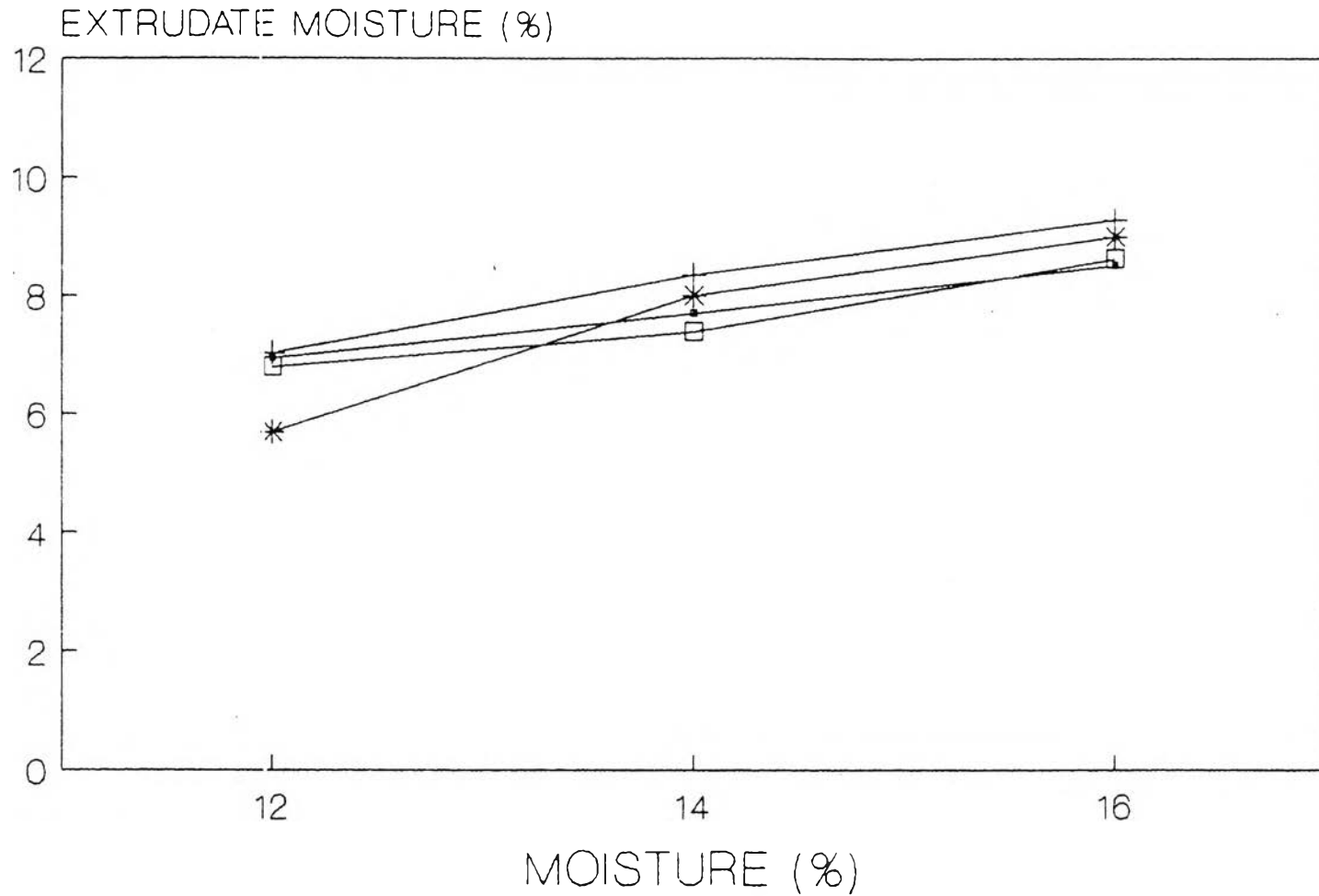
		ความชื้น (%)			
		ข้าวเจ้า		ข้าวเหนียว	
		สกรู 4:1	สกรู 5:1	สกรู 4:1	สกรู 5:1
ความชื้น	12%	6.940±0.130 <sup>a,m</sup>	7.030±0.120 <sup>a,k</sup>	5.685±0.120 <sup>n</sup>	6.785±0.055 <sup>km</sup>
ความชื้น	14%	7.705±0.215 <sup>gh</sup>	8.345±0.295 <sup>cc</sup>	8.005±0.065 <sup>df</sup>	7.385±0.035 <sup>hij</sup>
ความชื้น	16%	8.510±0.320 <sup>bcd</sup>	9.290±0.250 <sup>e</sup>	9.005±0.075 <sup>ab</sup>	8.630±0.100 <sup>bc</sup>

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติอิทธิพลของชนิดวัตถุดิบ (ตัวแปร A) ระดับค่าอัตราส่วนการอัดของสกรู (ตัวแปร B) และระดับความชื้นของวัตถุดิบ (ตัวแปร C) ต่อค่าปริมาณความชื้นของเอกซ์ทรูเดท

SOV	df	SS	MS	F-VALUE
A	1	0.90	0.90	15.1090 <sup>▪</sup>
B	1	0.43	0.43	7.2901 <sup>▪</sup>
C	2	20.31	10.16	170.3166 <sup>▪</sup>
AB	1	0.33	0.33	5.5175 <sup>▪</sup>
AC	2	0.46	0.23	3.8192
BC	2	0.36	0.18	2.9814
ABC	2	1.64	0.82	13.7672 <sup>▪</sup>
ERROR	12	0.72	0.06	
TOTAL	23	25.14		

<sup>▪</sup> มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



—●— R 4:1    —+— R 5:1    —\*— G 4:1    —□— G 5:1

รูปที่ 4.2 กราฟแสดงปริมาณความชื้นของเอ็กซ์ทรูเดท ที่ผลิตจากข้าวเจ้า และข้าวเหนียวที่ความชื้น 12%, 14% และ 16% โดยใช้สกรูที่มีอัตราส่วนการอัด 4:1 และ 5:1

#### 4.2.2 ผลของตัวแปรที่มีต่อค่าความหนาแน่น (bulk density) ของ เอกซ์ทราคเตด

ค่าความหนาแน่นของเอกซ์ทราคเตดที่ได้จากการผลิตที่สภาวะต่าง ๆ กัน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.5 และเมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางด้านสถิติพบว่า ตัวแปรทั้ง 3 คือ ชนิดของวัตถุดิบ ขนาดอัตราส่วนการอัดของสกรู และความชื้นของวัตถุดิบ มีผลทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าความหนาแน่นของเอกซ์ทราคเตดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในตารางที่ 4.6 และพบว่า เมื่อปริมาณความชื้นของวัตถุดิบเพิ่มมากขึ้น ค่าความหนาแน่นของเอกซ์ทราคเตดมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นทั้งในข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ดังแสดงให้เห็นชัดเจนในกราฟรูปที่ 4.3

ตารางที่ 4.5 ค่าความหนาแน่นของเอกซ์ทราคเตด ที่ผลิตจากข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ที่ความชื้น 12%, 14% และ 16% โดยใช้สกรูที่มีอัตราส่วนการอัด 4:1 และ 5:1

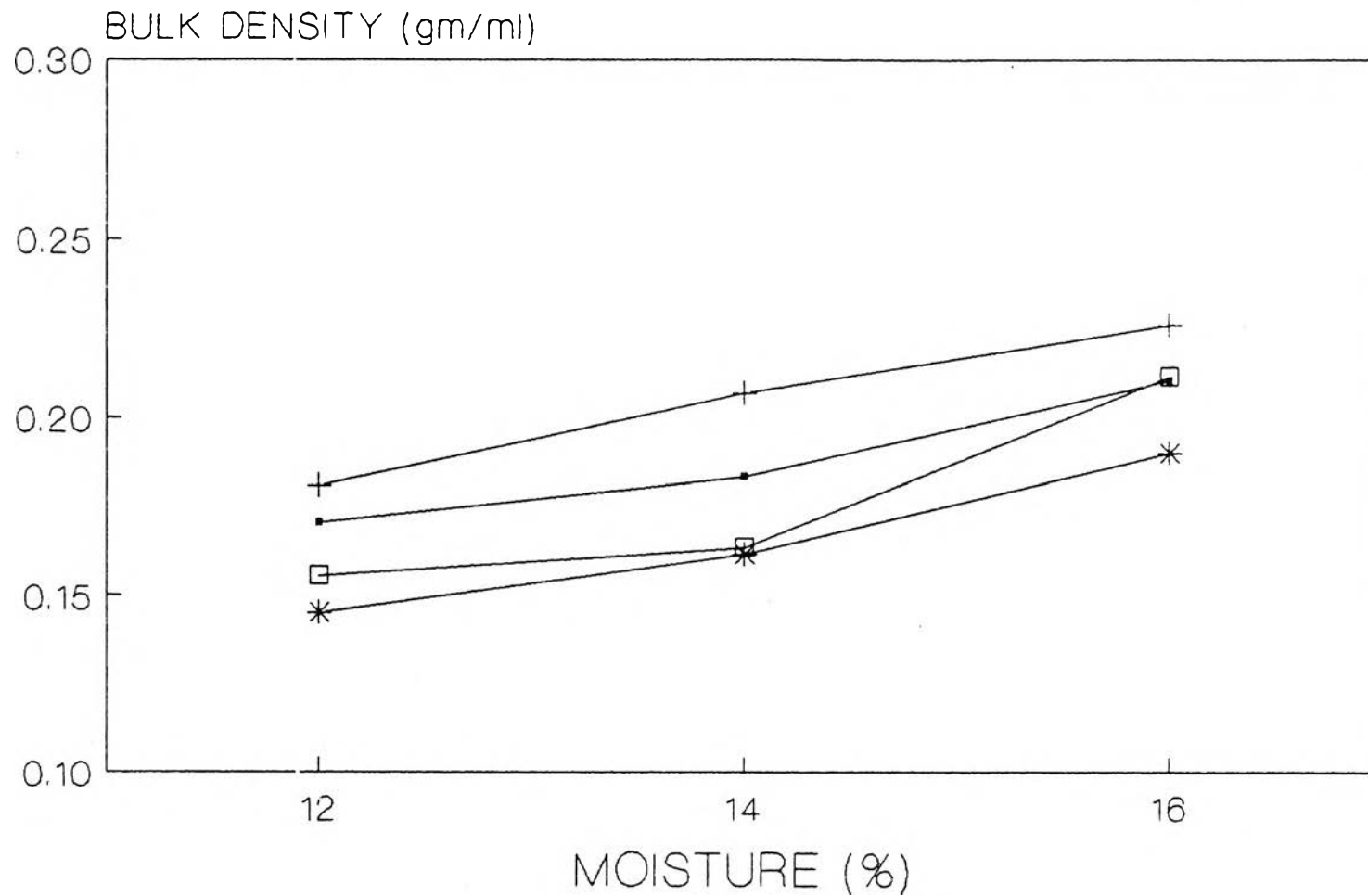
	ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)			
	ข้าวเจ้า		ข้าวเหนียว	
	สกรู 4:1	สกรู 5:1	สกรู 4:1	สกรู 5:1
ความชื้น 12%	0.1705±0.0015 <sup>b,c</sup>	0.1810±0.0003 <sup>b</sup>	0.1450±0.0005 <sup>d</sup>	0.1555±0.0035 <sup>c,d</sup>
ความชื้น 14%	0.1835±0.0005 <sup>b</sup>	0.2070±0.0002 <sup>a</sup>	0.1615±0.0015 <sup>c</sup>	0.1635±0.0005 <sup>c</sup>
ความชื้น 16%	0.2105±0.0075 <sup>a</sup>	0.2260±0.0000 <sup>a</sup>	0.1900±0.0005 <sup>b</sup>	0.2115±0.0105 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติอิทธิพลของชนิดวัสดุ (ตัวแปร A) ระดับค่าอัตราส่วนการอัดของสกรู (ตัวแปร B) และระดับความชื้นของวัสดุ (ตัวแปร C) ต่อค่าความหนาแน่นของเอกซ์ทรูเดท

SOV	df	SS	MS	F-VALUE
A	1	$38.25 \times 10^{-4}$	$38.25 \times 10^{-4}$	93.0182 <sup>*</sup>
B	1	$11.62 \times 10^{-4}$	$11.62 \times 10^{-4}$	28.2563 <sup>*</sup>
C	2	$89.39 \times 10^{-4}$	$44.70 \times 10^{-4}$	108.6819 <sup>*</sup>
AB	1	$0.40 \times 10^{-4}$	$0.40 \times 10^{-4}$	0.9737
AC	2	$2.33 \times 10^{-4}$	$1.16 \times 10^{-4}$	2.8298
BC	2	$0.68 \times 10^{-4}$	$0.34 \times 10^{-4}$	0.8278
ABC	2	$2.09 \times 10^{-4}$	$1.05 \times 10^{-4}$	2.5420
ERROR	12	$4.93 \times 10^{-4}$	$0.41 \times 10^{-4}$	
TOTAL	23			

<sup>\*</sup>มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์



—+— R 4:1    —x— R 5:1    —\*— G 4:1    —□— G 5:1

รูปที่ 4.3 : กราฟแสดงค่าความหนาแน่นของเอ็กซ์ทรูเดท ที่ผลิตจากข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ที่ความชื้น 12%, 14% และ 16% โดยใช้สกรูที่มีอัตราส่วนการอัด 4:1 และ 5:1



#### 4.2.3 ผลของตัวแปรที่มีต่อค่าอัตราส่วนการpongตัวของเอ็กซ์ทรูเดท

ค่าอัตราส่วนการpongตัวของเอ็กซ์ทรูเดทที่ได้จากการผลิตที่สภาวะต่าง ๆ กัน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.7 และเมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางด้านสถิติ พบว่า ชนิดของวัตถุดิบและปริมาณความชื้นของวัตถุดิบเป็นตัวแปรที่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ ค่าอัตราส่วนการpongตัวของเอ็กซ์ทรูเดท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในตารางที่ 4.8 และเมื่อนำไปเขียนกราฟจะพบว่า เมื่อปริมาณความชื้นของวัตถุดิบเพิ่มขึ้น ค่าอัตราส่วนการpongตัวของเอ็กซ์ทรูเดทมีแนวโน้มที่จะน้อยลง และพบในวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด ดังกราฟรูปที่ 4.4

ตารางที่ 4.7 ค่าอัตราส่วนการpongตัวของเอ็กซ์ทรูเดทที่ผลิตจากข้าวเจ้า และข้าวเหนียวที่ความชื้น 12%, 14% และ 16% โดยใช้สกรูที่มีอัตราส่วนการอัด 4:1 และ 5:1

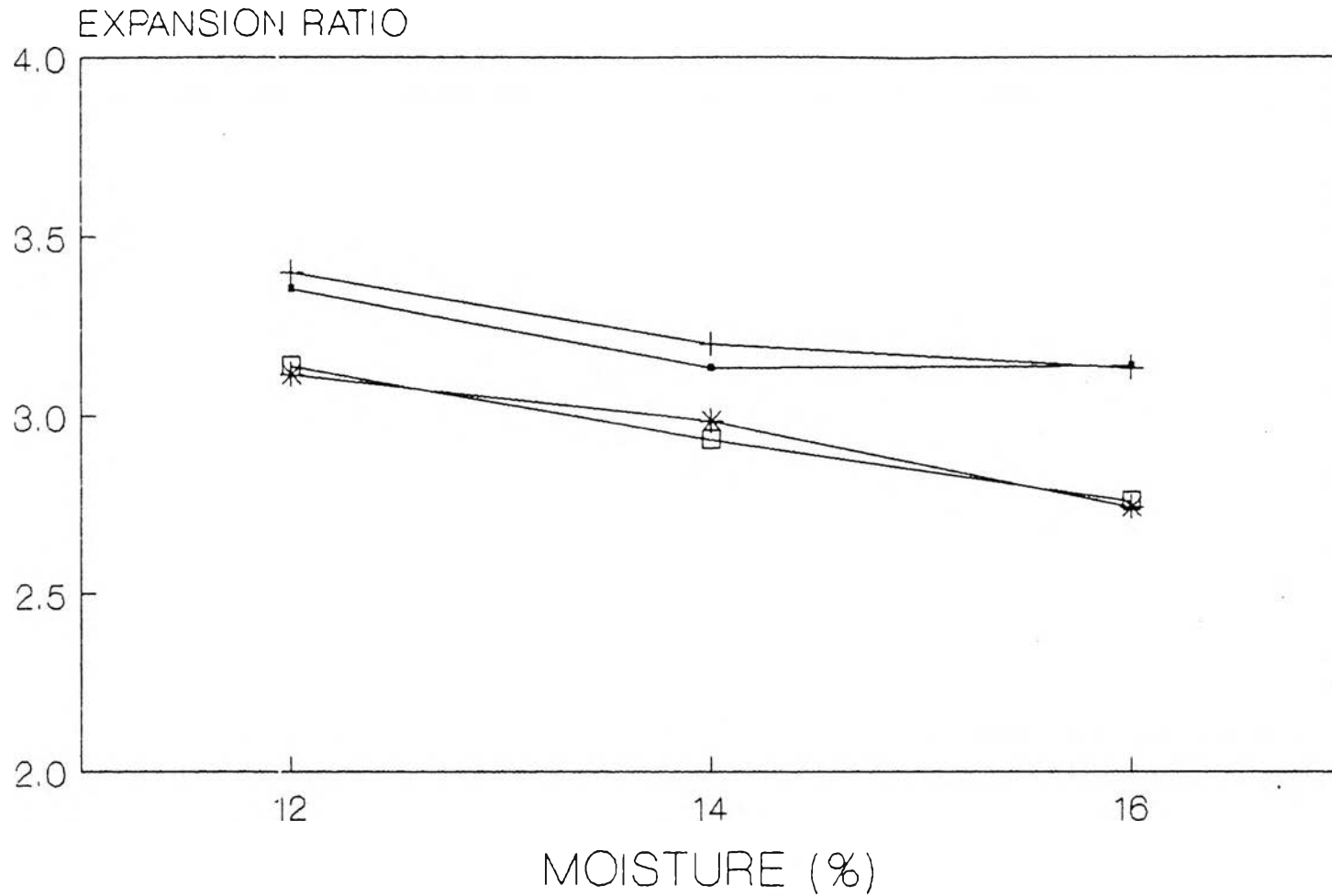
อัตราส่วนการpongตัว				
	ข้าวเจ้า		ข้าวเหนียว	
	สกรู 4:1	สกรู 5:1	สกรู 4:1	สกรู 5:1
ความชื้น 12%	3.355 $\pm$ 0.167 <sup>a</sup>	3.400 $\pm$ 0.171 <sup>a</sup>	3.116 $\pm$ 0.117 <sup>b</sup>	3.138 $\pm$ 0.115 <sup>c</sup>
ความชื้น 14%	3.133 $\pm$ 0.077 <sup>b</sup>	3.200 $\pm$ 0.085 <sup>b</sup>	2.985 $\pm$ 0.072 <sup>c</sup>	2.933 $\pm$ 0.039 <sup>c</sup>
ความชื้น 16%	3.139 $\pm$ 0.096 <sup>b</sup>	3.133 $\pm$ 0.098 <sup>b</sup>	2.745 $\pm$ 0.090 <sup>d</sup>	2.761 $\pm$ 0.121 <sup>d</sup>

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติอิทธิพลของชนิดวัสดุดิบ (ตัวแปร A) ระดับค่าอัตราส่วนการอัดของสกรู (ตัวแปร B) และระดับความชื้นของวัสดุดิบ (ตัวแปร C) ต่อค่าอัตราส่วนการนongตัวของเอกซ์ทรูเดท

SOV	df	SS	MS	F-VALUE
A	1	$584.20 \times 10^{-3}$	$584.20 \times 10^{-3}$	109.0254 <sup>a</sup>
B	1	$0.02 \times 10^{-3}$	$0.02 \times 10^{-3}$	0.0015
C	2	$139.56 \times 10^{-3}$	$569.78 \times 10^{-3}$	39.2125 <sup>a</sup>
AB	1	$0.20 \times 10^{-3}$	$0.20 \times 10^{-3}$	0.0138
AC	2	$66.48 \times 10^{-3}$	$33.24 \times 10^{-3}$	2.2874
BC	2	$16.69 \times 10^{-3}$	$8.84 \times 10^{-3}$	0.6086
ABC	2	$1.83 \times 10^{-3}$	$0.91 \times 10^{-3}$	0.0628
ERROR	60	$871.18 \times 10^{-3}$	$14.53 \times 10^{-3}$	
TOTAL	71			

<sup>a</sup> มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



—●— R 4:1    —+— R 5:1    —\*— G 4:1    —□— G 5:1

รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่าอัตราส่วนการพองตัวของเอกซ์ทรูคัตที่ผลิตจากข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ที่ความชื้น 12%, 14% และ 16% โดยใช้สกรูที่มีอัตราส่วนการอัด 4:1 และ 5:1

#### 4.2.4 ผลของตัวแปรที่มีต่อค่า water absorption index (WAI) ของ เอกซ์ทรูเดท

ค่า WAI ของเอกซ์ทรูเดทที่ได้จากการผลิตที่สภาวะต่าง ๆ กัน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.9 และเมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางด้านสถิติ พบว่าตัวแปรทั้ง 3 ชนิดคือ ชนิดของวัตถุดิบ ขนาดอัตราส่วนการอัดของสกรู และความชื้นของวัตถุดิบ รวมทั้งอิทธิพลร่วมของตัวแปร มีผลทำให้มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่า WAI ของเอกซ์ทรูเดทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในตารางที่ 4.10 และจากกราฟรูปที่ 4.5 จะพบว่าเมื่อปริมาณความชื้นของวัตถุดิบเพิ่มขึ้น ค่า WAI ของเอกซ์ทรูเดทมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นและพบในวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดเช่นกัน

ตารางที่ 4.9 ค่า WAI ของเอกซ์ทรูเดทที่ผลิตจากข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ที่ความชื้น 12%, 14% และ 16% โดยใช้สกรูที่มีอัตราส่วนการอัด 4:1 และ 5:1

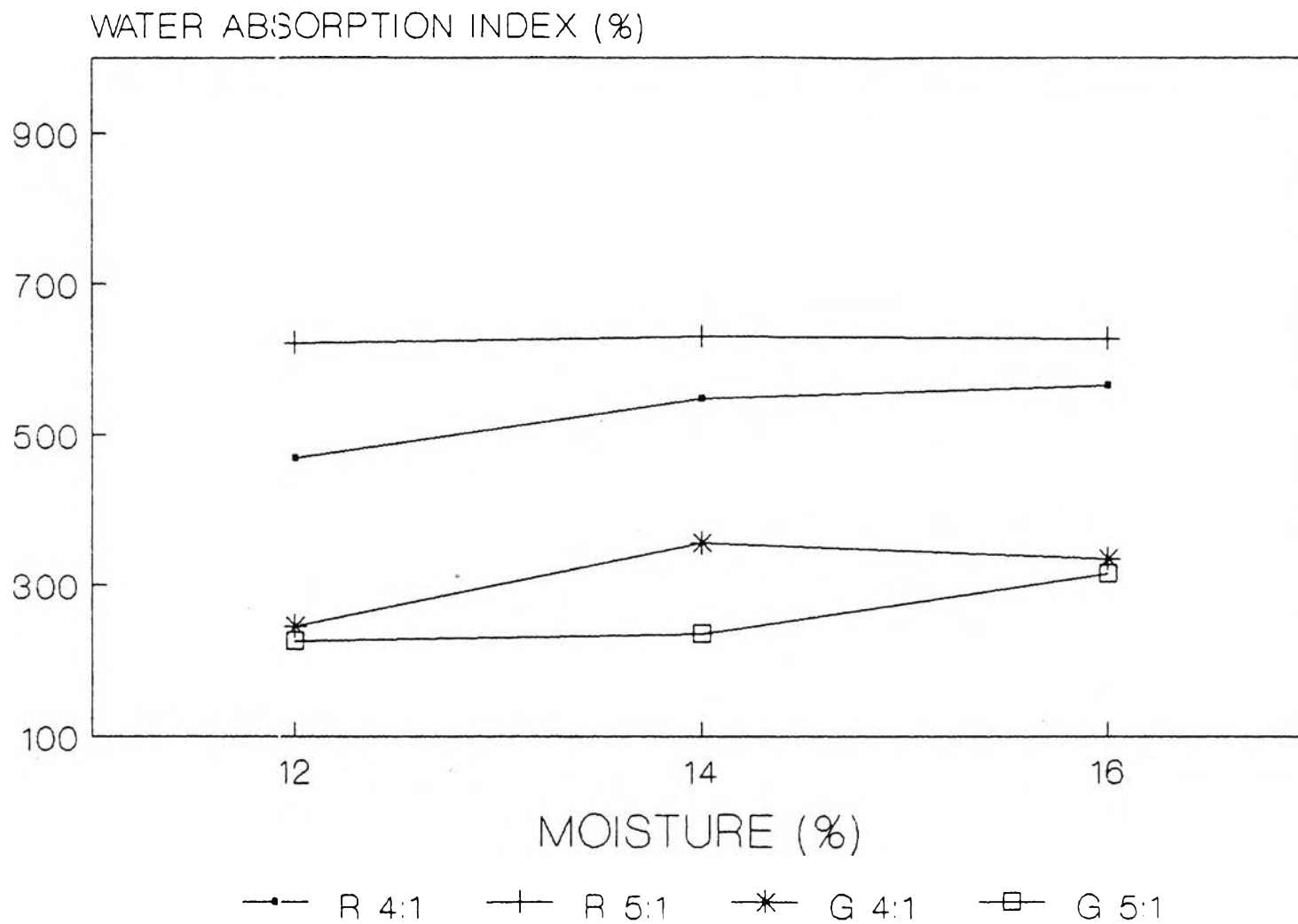
	WAI (%)			
	ข้าวเจ้า		ข้าวเหนียว	
	สกรู 4:1	สกรู 5:1	สกรู 4:1	สกรู 5:1
ความชื้น 12%	467.5 <sub>±7.5</sub> <sup>a</sup>	620.0 <sub>±0.0</sub> <sup>a</sup>	245.0 <sub>±5.0</sub> <sup>d</sup>	225.0 <sub>±5.0</sub> <sup>d</sup>
ความชื้น 14%	547.5 <sub>±7.5</sub> <sup>b</sup>	630.0 <sub>±10.0</sub> <sup>a</sup>	355.0 <sub>±25.0</sub> <sup>c</sup>	235.0 <sub>±5.0</sub> <sup>d</sup>
ความชื้น 16%	565.0 <sub>±25.0</sub> <sup>b</sup>	627.5 <sub>±2.58</sub> <sup>b</sup>	335.0 <sub>±25.0</sub> <sup>c</sup>	315.0 <sub>±15.0</sub> <sup>c</sup>

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติอิทธิพลของชนิดวัตถุดิบ (ตัวแปร A) ระดับค่าอัตราส่วนการอัดของสกรู (ตัวแปร B) และระดับความชื้นของวัตถุดิบ (ตัวแปร C) ต่อค่า WAI ของเอ็กซ์ทราเกต

SOV	df	SS	MS	F-VALUE
A	1	508959.38	508959.38	1275.7206 <sup>*</sup>
B	1	3151.04	3151.04	7.8982 <sup>*</sup>
C	2	21825.00	10912.50	27.35255 <sup>*</sup>
AB	1	34884.38	34884.38	87.4386 <sup>*</sup>
AC	2	1425.00	712.50	1.78592
BC	2	7233.33	3616.67	9.0653 <sup>*</sup>
ABC	2	3900.00	1950.00	4.8877 <sup>*</sup>
ERROR	12	4787.50	398.96	
TOTAL	23	586165.63		

<sup>\*</sup>มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงค่า WAI ของเอกร์ทุเทศที่ผลิตจากข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ที่ความชื้น 12%, 14% และ 16% โดยใช้สกรูที่มีอัตราส่วนการอัด 4:1 และ 5:1

4.2.5 ผลของตัวแปรที่มีต่อค่าแรงตัดขาด (cutting force) ของเอกซ์ทรูเดท  
 ค่าแรงตัดขาดของเอกซ์ทรูเดทที่ผลิตที่สภาวะต่าง ๆ กัน ได้แสดงไว้ใน  
 ตารางที่ 4.11 และเมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ตัวแปรทั้ง 3 ชนิดคือ ชนิดของ  
 วัตถุดิบ ขนาดอัตราส่วนการอัดของสกรู และความชื้นของวัตถุดิบ รวมทั้งอิทธิพลร่วมของตัวแปร  
 มีผลทำให้มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าแรงตัดขาดของเอกซ์ทรูเดท อย่างมีนัยสำคัญทาง  
 สถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในตารางที่ 4.12 และจากกราฟรูปที่ 4.6 จะพบว่า  
 เมื่อปริมาณความชื้นของวัตถุดิบเพิ่มสูงขึ้น ค่าแรงตัดขาดมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น ซึ่งพบว่าเป็นจริง  
 ทั้งในข้าวเจ้าและข้าวเหนียว และค่าแรงตัดขาดของข้าวเหนียวจะมีค่าที่ต่ำกว่า

ตารางที่ 4.11 ค่าแรงตัดขาดของเอกซ์ทรูเดท ที่ผลิตจากข้าวเจ้าและข้าวเหนียวที่ความชื้น  
 12%, 14% และ 16% โดยใช้สกรูที่มีอัตราส่วนการอัด 4:1 และ 5:1

แรงตัดขาด (นิวตัน)				
	ข้าวเจ้า		ข้าวเหนียว	
	สกรู 4:1	สกรู 5:1	สกรู 4:1	สกรู 5:1
ความชื้น 12%	27.19 <sub>±</sub> 4.72 <sup>b,c</sup>	20.11 <sub>±</sub> 3.53 <sup>d</sup>	12.87 <sub>±</sub> 3.14 <sup>a,h</sup>	10.90 <sub>±</sub> 2.65 <sup>h</sup>
ความชื้น 14%	29.01 <sub>±</sub> 4.12 <sup>b</sup>	19.63 <sub>±</sub> 3.32 <sup>d,e</sup>	14.37 <sub>±</sub> 3.09 <sup>f,g</sup>	15.52 <sub>±</sub> 2.44 <sup>f,g</sup>
ความชื้น 16%	33.70 <sub>±</sub> 2.46 <sup>a</sup>	25.07 <sub>±</sub> 3.56 <sup>c</sup>	16.96 <sub>±</sub> 3.04 <sup>e,f</sup>	17.20 <sub>±</sub> 3.44 <sup>e,f</sup>

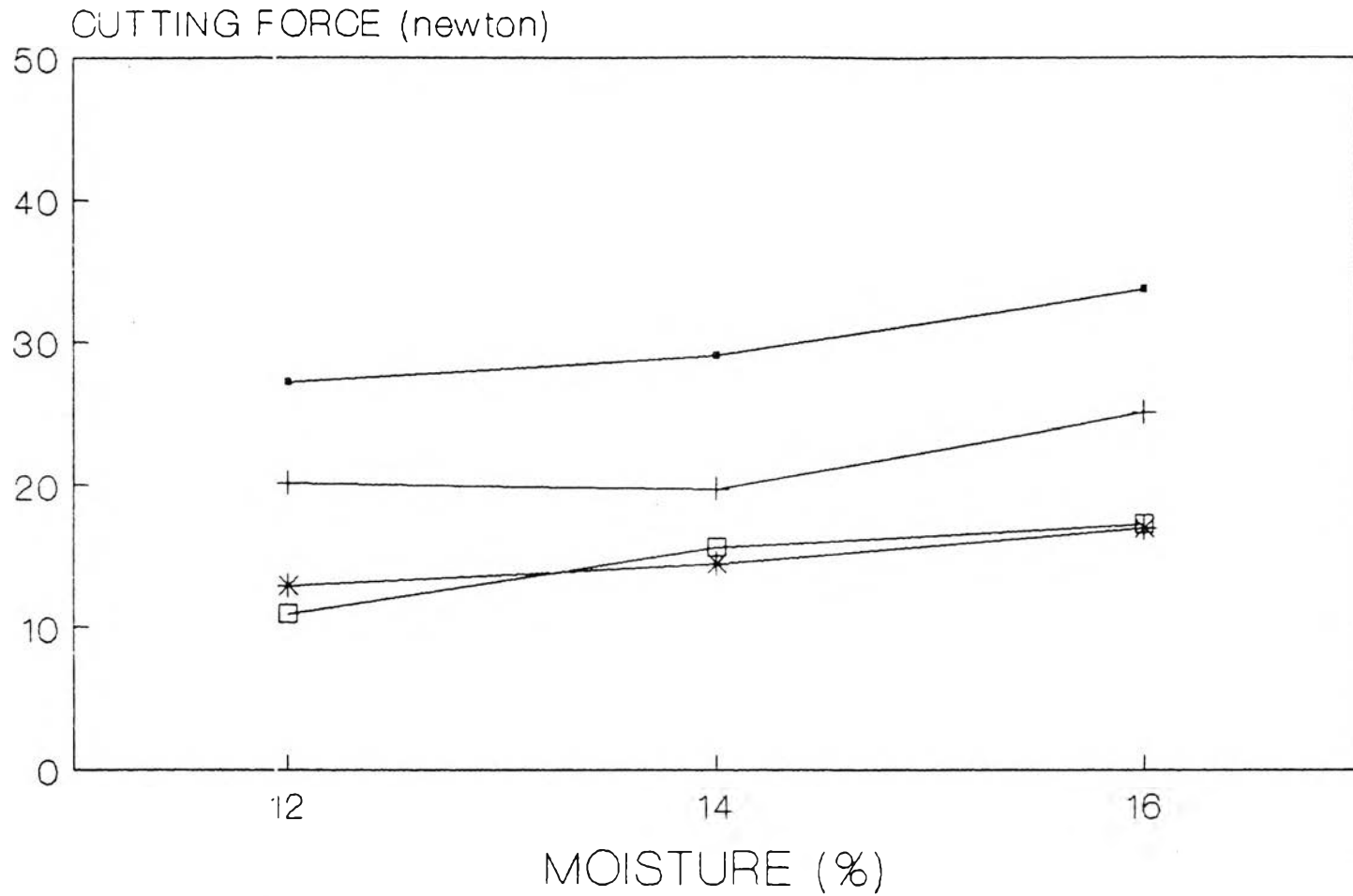
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความ  
 เชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติอิทธิพลของชนิดวัตถุดิบ (ตัวแปร A) ระดับค่าอัตราส่วนการอัดของสกรู (ตัวแปร B) และระดับความชื้นของวัตถุดิบ (ตัวแปร C) ต่อค่าแรงตัดขาดของเอ็กซ์ทรูเดท

SOV	df	SS	MS	F-VALUE
A	1	4848.10	4848.10	398.36 <sup>*</sup>
B	1	713.25	713.25	58.61 <sup>*</sup>
C	2	803.79	401.90	33.02 <sup>*</sup>
AB	1	650.89	650.89	53.48 <sup>*</sup>
AC	2	63.21	31.60	2.60
BC	2	1.18	0.59	4.86×10 <sup>-2</sup>
ABC	2	50.21	25.11	2.06
ERROR	144	1752.48	12.17	
TOTAL	23	8883.11		

<sup>\*</sup>มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์





— R 4:1    + R 5:1    \* G 4:1    □ G 4:1

รูปที่ 4.6 กราฟแสดงค่าแรงตัดขาดของเอ็กซ์ทราเดทที่ผลิตจากข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ที่ ความชื้น 12%, 14% และ 16% โดยใช้สกรูที่มีอัตราส่วนการอัด 4:1 และ 5:1

#### 4.3 ผลการผลิอาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูง

##### 4.3.1 ผลการเติมผสมด้วยแหล่งโปรตีนต่างชนิดกัน

วัตถุดิบหลักที่ใช้คือ ข้าวเจ้า (rice : R) และข้าวเหนียว (glutinous rice : G) ส่วนแหล่งโปรตีนคือ ถั่วเขียว (mungbean : M) แบ่งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม (FFSF : F) และแบ่งถั่วเหลืองสกัดไขมัน (DFSF : D)

##### 4.3.1.1 ข้าวเจ้าผสมกับถั่วเขียว (RM)

จากตารางที่ 4.13 จะพบว่า เอกซ์ทรูเดทที่ได้จากการผสมระหว่างข้าวเจ้ากับถั่วเขียวนั้น จะให้ลักษณะการพองตัวที่ดี และเมื่อปริมาณถั่วเขียวเพิ่มขึ้น ไม่ได้มีผลต่อการพองตัวเลย และปริมาณโปรตีนจะเพิ่มขึ้นจาก 12.03% ถึง 13.99% เมื่อนำเอกซ์ทรูเดทที่ได้นี้ไปทำการทดสอบด้านประสาทสัมผัสพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทั้งลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ความกรอบ และการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.13 คุณสมบัติผลิตภัณฑ์ชุด RM

	ความชื้น (%)	อัตราการพองตัว	โปรตีน (%)
RM 30	7.08 ± 0.09	3.30 ± 0.07	12.03 ± 0.05
RM 35	6.23 ± 0.04	3.28 ± 0.08	12.63 ± 0.07
RM 40	6.91 ± 0.06	3.28 ± 0.06	13.22 ± 0.10
RM 45	6.11 ± 0.07	3.29 ± 0.05	13.99 ± 0.09

ตารางที่ 4.14 คະแนนทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชุด RM

คະแนนทดสอบเฉลี่ย					
	ลักษณะปรากฏ	สี	รสชาติ	ความกรอบ	การยอมรับรวม
RM 30	7.07±0.80 <sup>a</sup>	7.07±0.96 <sup>a</sup>	7.20±1.08 <sup>a</sup>	7.73±1.03 <sup>a</sup>	7.33±0.82 <sup>a</sup>
RM 35	7.20±1.08 <sup>a</sup>	7.33±1.05 <sup>a</sup>	6.87±1.25 <sup>a</sup>	7.80±1.21 <sup>a</sup>	7.40±1.18 <sup>a</sup>
RM 40	7.13±0.83 <sup>a</sup>	6.87±0.83 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.47±1.19 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>
RM 45	7.33±0.49 <sup>a</sup>	6.93±0.88 <sup>a</sup>	7.27±1.16 <sup>a</sup>	7.87±0.52 <sup>a</sup>	7.47±0.92 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันตามแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

#### 4.3.1.2 ข้าวเหนียวผสมกับถั่วเขียว (GM)

จากตารางที่ 4.15 จะพบว่า เอกซ์ทรูเดทที่ได้จากการผสมระหว่างข้าวเหนียวกับถั่วเขียวนั้น จะให้ลักษณะการพองตัวที่ดีเช่นกัน และเมื่อปริมาณถั่วเขียวเพิ่มขึ้น ไม่ได้มีผลต่อการพองตัวเลย ปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นจาก 12.90% ถึง 14.80% เมื่อนำเอกซ์ทรูเดทที่ได้ไปทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทั้งลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ความกรอบ และการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.15 คุณสมบัติผลิตภัณฑ์ชุด GM

	ความชื้น (%)	อัตราส่วนการน่องตัว	โปรตีน (%)
GM 30	6.46 ± 0.07	3.25 ± 0.09	12.90 ± 0.09
GM 35	6.07 ± 0.06	3.24 ± 0.08	13.53 ± 0.07
GM 40	5.82 ± 0.07	3.26 ± 0.06	13.92 ± 0.02
GM 45	7.19 ± 0.05	3.23 ± 0.08	14.80 ± 0.05

ตารางที่ 4.16 คะแนนทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชุด GM

	คะแนนทดสอบเฉลี่ย				
	ลักษณะปรากฏ	สี	รสชาติ	ความกรอบ	การยอมรับรวม
GM 30	6.60±1.50 <sup>a</sup>	6.27±1.44 <sup>a</sup>	6.80±1.15 <sup>a</sup>	7.13±1.46 <sup>a</sup>	6.67±1.29 <sup>a</sup>
GM 35	6.87±1.60 <sup>a</sup>	6.60±1.40 <sup>a</sup>	6.33±1.18 <sup>a</sup>	7.33±1.88 <sup>a</sup>	6.73±1.53 <sup>a</sup>
GM 40	6.53±1.46 <sup>a</sup>	6.40±1.40 <sup>a</sup>	6.20±1.26 <sup>a</sup>	6.93±1.39 <sup>a</sup>	6.13±1.30 <sup>a</sup>
GM 45	6.47±1.13 <sup>a</sup>	6.53±1.36 <sup>a</sup>	6.60±1.12 <sup>a</sup>	7.00±1.51 <sup>a</sup>	6.13±1.36 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันตามแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

#### 4.3.1.3 ข้าวเจ้าผสมกับ DFSSF (RD)

จากตารางที่ 4.17 จะพบว่าเอ็กซ์ทรูเดทที่ได้จากการผสมระหว่างข้าวเจ้ากับ DFSSF นั้น จะให้ลักษณะการพองตัวที่ดี แต่เมื่อปริมาณของแหล่งโปรตีนนี้เพิ่มขึ้น พบว่าการพองตัวจะเริ่มลดน้อยลง ดังเห็นได้จากค่าอัตราส่วนการพองตัวที่ลดต่ำลง และปริมาณโปรตีนจะเพิ่มขึ้นจาก 11.38% ถึง 17.23% เมื่อนำเอ็กซ์ทรูเดทที่ได้ไปทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า ไม่มีความแตกต่างของคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ ความกรอบ และการยอมรับรวม แต่มีความแตกต่างของคะแนนทางด้านสี และรสชาติ โดยที่พบว่า เมื่อปริมาณ DFSSF สูงถึง 25% คะแนนความชอบทางด้านรสชาติลดต่ำลงทำให้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.17 คุณสมบัติผลิตภัณฑ์ชุด RD

	ความชื้น (%)	อัตราส่วนการพองตัว	โปรตีน (%)
RD 10	6.09 ± 0.06	3.00 ± 0.09	11.38 ± 0.03
RD 15	6.29 ± 0.05	2.90 ± 0.08	13.06 ± 0.03
RD 20	5.72 ± 0.09	2.85 ± 0.03	14.83 ± 0.05
RD 25	5.72 ± 0.01	2.76 ± 0.05	17.23 ± 0.07

ตารางที่ 4.18 คະแนนทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชุด RD

คະแนนทดสอบเฉลี่ย					
	ลักษณะปรากฏ	สี	รสชาติ	ความกรอบ	การยอมรับรวม
RD 10	7.27 $\pm$ 1.10 <sup>a</sup>	6.80 $\pm$ 1.21 <sup>a</sup>	6.67 $\pm$ 1.11 <sup>a</sup>	7.20 $\pm$ 0.68 <sup>a</sup>	6.80 $\pm$ 1.82 <sup>a</sup>
RD 15	7.07 $\pm$ 0.80 <sup>a</sup>	6.73 $\pm$ 0.59 <sup>a</sup>	6.73 $\pm$ 0.96 <sup>a,b</sup>	7.53 $\pm$ 0.52 <sup>a</sup>	6.73 $\pm$ 1.53 <sup>a</sup>
RD 20	7.07 $\pm$ 0.80 <sup>a</sup>	7.07 $\pm$ 0.46 <sup>a</sup>	7.20 $\pm$ 0.77 <sup>a,b</sup>	7.53 $\pm$ 0.74 <sup>a</sup>	6.87 $\pm$ 1.51 <sup>a</sup>
RD 25	7.20 $\pm$ 0.94 <sup>a</sup>	6.00 $\pm$ 1.60 <sup>b</sup>	5.87 $\pm$ 1.19 <sup>b</sup>	7.27 $\pm$ 0.96 <sup>a</sup>	6.47 $\pm$ 1.25 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันตามแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

#### 4.3.1.4 ข้าวเหนียวผสมกับ DFSF (GD)

จากตารางที่ 4.19 จะพบว่า เอกซ์ทรูเดทที่ได้จากการผสมระหว่างข้าวเหนียวกับ DFSF จะให้ลักษณะการพองตัวที่ดี แต่เมื่อปริมาณของ DFSF เพิ่มมากขึ้น พบว่าการพองตัวจะลดน้อยลง ดังเห็นได้จากค่าอัตราส่วนการพองตัวที่ลดต่ำลง และปริมาณโปรตีนจะเพิ่มขึ้นจาก 12.66% ถึง 18.13% เมื่อนำเอกซ์ทรูเดทที่ได้ไปทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า ไม่มีความแตกต่างของคະแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี ความกรอบ และการยอมรับรวม แต่มีความแตกต่างของคະแนนด้านรสชาติ โดยที่พบว่า เมื่อปริมาณ DFSF สูงถึง 25% คະแนนความชอบทางด้านรสชาติลดต่ำลง ทำให้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.19 คุณสมบัติผลิตภัณฑ์ชุด GD

	ความชื้น (%)	อัตราส่วนการฟองตัว	โปรตีน (%)
GD 10	6.62 ± 0.02	3.11 ± 0.03	12.66 ± 0.07
GD 15	6.36 ± 0.05	3.02 ± 0.03	13.73 ± 0.09
GD 20	6.01 ± 0.03	2.90 ± 0.05	15.47 ± 0.08
GD 25	6.07 ± 0.07	2.92 ± 0.03	18.13 ± 0.07

ตารางที่ 4.20 ค่ะแนทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชุด GD

	ค่ะแนทดสอบเฉลี่ย				
	ลักษณะปรากฏ	สี	รสชาติ	ความกรอบ	การยอมรับรวม
GD 10	7.17±1.19 <sup>a</sup>	6.80±1.16 <sup>a</sup>	6.75±0.75 <sup>a</sup>	6.75±1.29 <sup>a</sup>	6.42±1.31 <sup>a</sup>
GD 15	6.58±0.90 <sup>a</sup>	6.00±1.21 <sup>a</sup>	6.42±1.08 <sup>a,b</sup>	6.75±1.54 <sup>a</sup>	6.08±1.24 <sup>a</sup>
GD 20	6.75±1.29 <sup>a</sup>	6.67±1.37 <sup>a</sup>	6.42±0.90 <sup>a,b</sup>	7.08±1.24 <sup>a</sup>	6.67±1.23 <sup>a</sup>
GD 25	6.43±1.31 <sup>a</sup>	6.50±1.09 <sup>b</sup>	6.00±1.21 <sup>b</sup>	6.75±1.22 <sup>a</sup>	6.33±0.98 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันตามแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

#### 4.3.1.5 ข้าวเหนียวผสมกับ FFSF (GF)

จากตารางที่ 4.21 จะพบว่า แเอ็กซ์ทรูเดทที่ได้จากการผสมระหว่างข้าวเหนียวกับ FFSF นั้น จะให้ลักษณะการพองตัวที่ค่อนข้างไม่ดี และเมื่อปริมาณของ FFSF เพิ่มมากขึ้น พบว่าการพองตัวจะลดน้อยลง ดังเห็นได้จากค่าอัตราส่วนการพองตัวที่ลดต่ำลง และการผสม FFSF 15% ไม่สามารถให้ผลิตภัณฑ์ที่มีการพองตัวที่ดีได้เลย จึงทดลองผสม 12.5% พบว่ายังให้การพองตัว แต่ไม่ดีนัก จึงนำเอ็กซ์ทรูเดทที่ได้ไปทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่า สูตรที่มีการผสม FFSF 12.5% มีคะแนนการยอมรับในทุก ๆ ด้านต่ำมาก ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.21 คุณสมบัติผลิตภัณฑ์ชุด GF\*

	ความชื้น (%)	อัตราส่วนการพองตัว	โปรตีน (%)
GF 5	6.52 ± 0.07	2.99 ± 0.03	9.62 ± 0.07
GF 10	6.56 ± 0.05	3.09 ± 0.05	11.16 ± 0.09
GF 12.5	7.41 ± 0.03	2.19 ± 0.09	12.06 ± 0.06
GF 15	-	1.92 ± 0.08	-

\*ผลิตภัณฑ์ชุด GF ใช้สภาวะอุณหภูมิโชน 1:125° ซ โชน 2:190° ซ โชน 3:190° ซ



ตารางที่ 4.22 คะแนนทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชุด GF<sup>a</sup>

คะแนนทดสอบเฉลี่ย					
	ลักษณะปรากฏ	สี	รสชาติ	ความกรอบ	การยอมรับรวม
GF 5	7.33±1.18 <sup>a</sup>	6.93±1.28 <sup>a</sup>	7.27±0.96 <sup>a</sup>	6.87±1.46 <sup>a</sup>	7.20±0.94 <sup>a</sup>
GF 10	7.60±0.83 <sup>a</sup>	7.20±1.01 <sup>a</sup>	7.13±0.83 <sup>a,b</sup>	7.13±1.30 <sup>a</sup>	7.13±0.92 <sup>a</sup>
GF 12.5	3.83±1.39 <sup>b</sup>	5.06±1.32 <sup>b</sup>	6.20±1.32 <sup>b</sup>	5.93±2.19 <sup>a</sup>	5.47±1.64 <sup>b</sup>
GD 25	6.43±1.31 <sup>a</sup>	6.50±1.09 <sup>b</sup>	6.00±1.21 <sup>b</sup>	6.75±1.22 <sup>a</sup>	6.33±0.98 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันตามแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

#### 4.3.1.6 ข้าวเจ้าผสมกับ FFSF (RF)

พบว่า ข้าวเจ้าผสมกับ FFSF ไม่สามารถให้ผลิตภัณฑ์ที่มีการพองตัวที่ดีได้เลย แม้จะมีการผสมลงไปเพียง 5% และ 10% ดังจะเห็นได้จากค่าอัตราส่วนการพองตัวในตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 คุณสมบัติผลิตภัณฑ์ชุด RF<sup>a</sup>

	ความชื้น (%)	อัตราส่วนการพองตัว	โปรตีน (%)
RF 5	-	2.37	-
RF 10	-	2.42	-

<sup>a</sup>ผลิตภัณฑ์ชุด RF ใช้สภาวะอุณหภูมิโชน 1:125<sup>o</sup>ฯ โชน 2:190<sup>o</sup>ฯ โชน 3:190<sup>o</sup>ฯ

#### 4.3.2 ลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงที่ยังไม่เคลือบรสชาติ

(plain extrudate)

จากตารางที่ 4.24 แสดงค่าความชื้น ค่าอัตราส่วนการพองตัว ค่าความหนาแน่น ค่า WAI ค่าแรงตัดขาด และปริมาณโปรตีนของอาหารขบเคี้ยวที่ยังไม่ผ่านการเคลือบรสชาติ และเลือกมาจากแต่ละสูตรการผสม ได้แก่ RM 40, GM 40, RD 20, GD 20 และ GF 10

#### ตารางที่ 4.24 ลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงที่ยังไม่เคลือบรสชาติ

(plain extrudate)

ตัวอย่าง	ความชื้น (%)	อัตราส่วนการพองตัว	ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	WAI (%)	แรงตัดขาด (นิวตัน)	โปรตีน (%)
RM 40	6.19±0.06	3.28±0.06	0.194±0.005	340±0	6.14±0.22	13.22±0.10
GM 40	5.82±0.07	3.26±0.06	0.204±0.006	320±0	5.72±0.33	13.92±0.02
RD 20	5.72±0.09	2.85±0.03	0.200±0.005	390±10	6.08±1.29	14.83±0.05
GD 20	6.01±0.03	2.90±0.05	0.213±0.002	170±10	5.82±0.81	15.47±0.08
GF 10	6.56±0.05	3.09±0.05	0.343±0.002	300±60	5.87±0.44	11.16±0.09

#### 4.3.3 ผลการวิเคราะห์กรดอะมิโนในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูง

การวิเคราะห์กรดอะมิโนของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูง โดยใช้เครื่อง amino acid analyzer นั้น ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 ปริมาณกรดอะมิโนในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูง (มิลลิกรัม/100 กรัม)

	GM 40	GD 20	RM 40	RD 20	GF 10
Protein (g/100 gm)	13.92	15.47	13.22	14.83	11.16
Isoleucine	599	741	621	703	512
Leucine	1143	1341	1178	1282	965
Lysine	765	829	816	794	513
Methionine	315	370	317	385	264
Cystine	367	672	390	693	436
Phenylalanine	829	871	841	831	624
Threonine	487	624	481	592	429
Valine	760	882	814	832	655

#### 4.3.3 ผลการทดสอบรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยรสชาติต่าง ๆ

จากการนำเอกซทรูเดทที่ผลิตได้มาทำการเคลือบรสชาติ (flavoring) ด้วยรสชาติต่าง ๆ ได้แก่ รสบาร์บีคิว กะหรี่ไก่ เนื้อย่าง หมู ไก่ ไก่ย่าง พบว่ารสไก่ย่างได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านรสชาติมาเป็นอันดับหนึ่ง ดังแสดงในตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 คะแนนทดสอบทางด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยรสชาติต่าง ๆ

รสชาติ	ค่าเฉลี่ยรสชาติ	ความแปรปรวน
บาร์บีคิว	7.20	1.74
กะหรี่ไก่	5.53	2.27
เนื้อย่าง	6.93	1.35
หมู	6.53	2.41
ไก่	6.27	0.92
ไก่ย่าง	7.33	1.09

#### 4.4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูง และอาหารขบเคี้ยวที่มีขายอยู่ในท้องตลาด

จากการนำอาหารขบเคี้ยวที่มีขายในท้องตลาด ผลิตจากวัตถุดิบต่างชนิดกัน 5 ชนิด (รายละเอียดในภาคผนวก ฉ) มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงที่ผลิตได้ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูง และอาหารขบเคี้ยวที่มีขายอยู่ในท้องตลาด

ผลิตภัณฑ์	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	ถั่ว (%)	คาร์โบไฮเดรต <sup>*</sup> (%)
ผลิตภัณฑ์ A	3.07±0.05	5.74±0.04	23.85±0.05	2.07±0.12	65.27±0.26
ผลิตภัณฑ์ B	1.92±0.05	5.56±0.03	27.41±0.03	1.53±0.26	63.54±0.24
ผลิตภัณฑ์ C	1.83±0.10	3.20±0.02	23.98±0.10	3.85±0.19	67.14±0.32
ผลิตภัณฑ์ D	1.69±0.03	5.89±0.04	22.00±0.02	2.84±0.04	67.58±0.13
ผลิตภัณฑ์ E	3.34±0.01	5.70±0.04	21.13±0.09	2.63±0.17	67.20±0.31
RM 40	2.91±0.01	11.74±0.03	24.30±0.21	3.48±0.07	57.57±0.32
GM 40	2.23±0.06	12.22±0.09	23.76±0.04	3.46±0.07	58.33±0.26
RD 20	2.47±1.02	12.82±0.05	24.28±0.14	3.58±0.06	56.85±0.27
GD 20	2.32±0.04	12.83±0.11	23.52±0.19	3.44±0.02	57.89±0.36
GF 10	2.69±0.04	9.96±0.05	23.12±0.11	3.00±0.08	61.24±0.28

\*ได้จาก 100 - องค์ประกอบอื่น ๆ ทั้งหมด (เป็นค่าที่รวมเส้นใย)

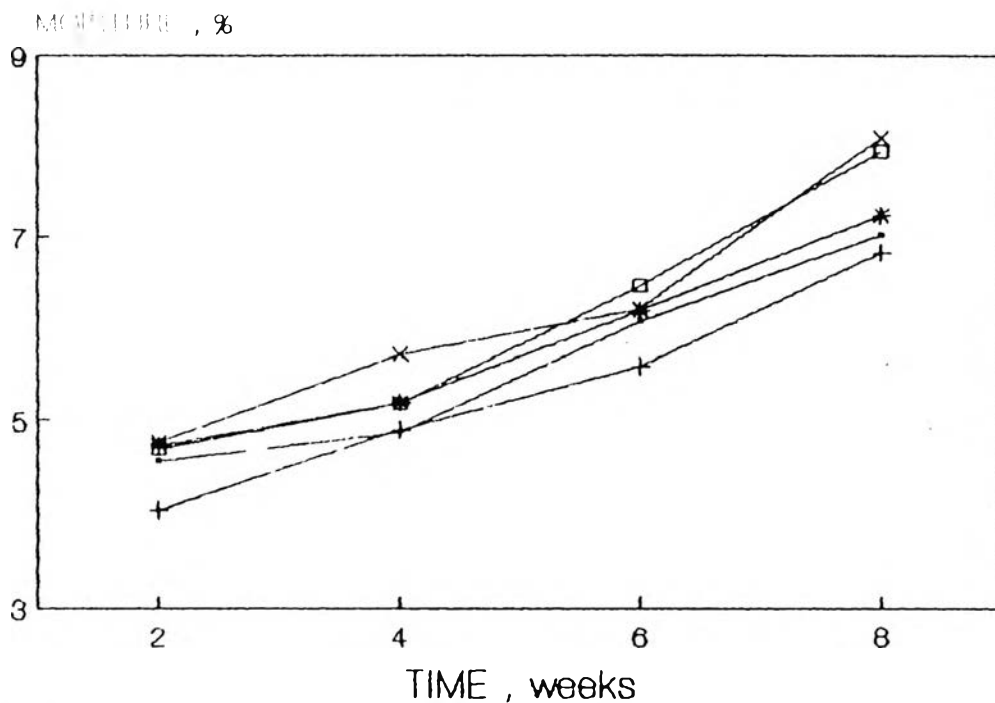
#### 4.5 ผลการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

##### 4.5.1 ผลต่อปริมาณความชื้น

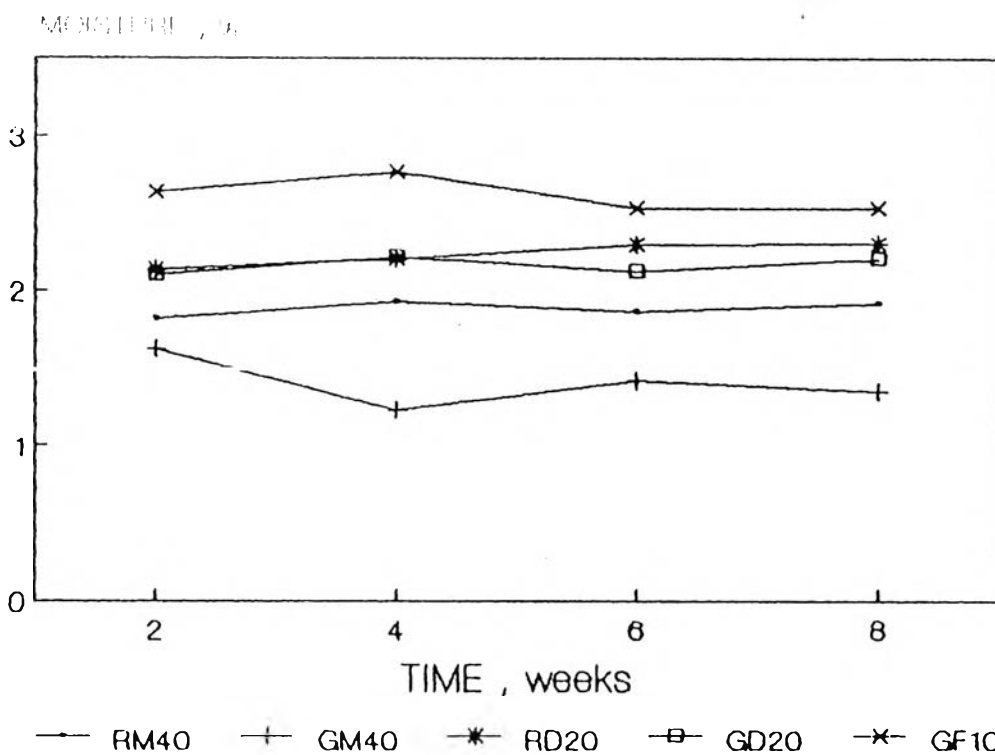
จากการนำผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงทั้ง 5 สูตร บรรจุในถุงพลาสติกชนิด OPP/PE และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (อักษรย่อ: A1) ในสภาวะบรรยากาศปกติ ตรวจสอบความชื้นทุก 2 สัปดาห์ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.28 จากค่าที่ได้พบว่า เมื่อเวลาการเก็บผลิตภัณฑ์ยาวนานขึ้น ความชื้นของผลิตภัณฑ์ในถุงพลาสติก OPP/PE จะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง A1 มีการเพิ่มของความชื้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ตารางที่ 4.28 ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงชนิดต่าง ๆ ที่เก็บในถุงพลาสติกชนิด OPP/PE และถุง A1 เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ผลิตภัณฑ์	ชนิดของภาชนะบรรจุ	ปริมาณความชื้น (%)			
		2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์	8 สัปดาห์
RM 40	OPP/PE	4.55±0.02	4.87±0.06	6.07±0.05	7.02±0.03
	A1	1.82±0.07	1.83±0.08	1.87±0.05	1.92±0.01
GM 40	OPP/PE	4.04±0.11	4.89±0.04	5.58±0.13	6.82±0.05
	A1	1.63±0.05	1.23±0.05	1.42±0.09	1.35±0.02
RD 20	OPP/PE	4.72±0.03	5.19±0.06	6.19±0.06	7.23±0.06
	A1	2.13±0.10	2.20±0.06	2.29±0.01	2.30±0.05
GD 20	OPP/PE	4.68±0.01	5.18±0.03	6.46±0.11	7.83±0.10
	A1	2.10±0.05	2.21±0.02	2.12±0.04	2.20±0.10
GF 10	OPP/PE	4.76±0.05	5.71±0.12	6.12±0.10	8.09±0.02
	A1	2.63±0.01	2.76±0.06	2.53±0.08	2.53±0.03



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงชนิดต่าง ๆ ที่เก็บในถุงพลาสติกชนิด OPP/PE เป็นเวลา 8 สัปดาห์



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงชนิดต่าง ๆ ที่เก็บในถุง A1 เป็นเวลา 8 สัปดาห์

#### 4.5.2 ผลต่อลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัส

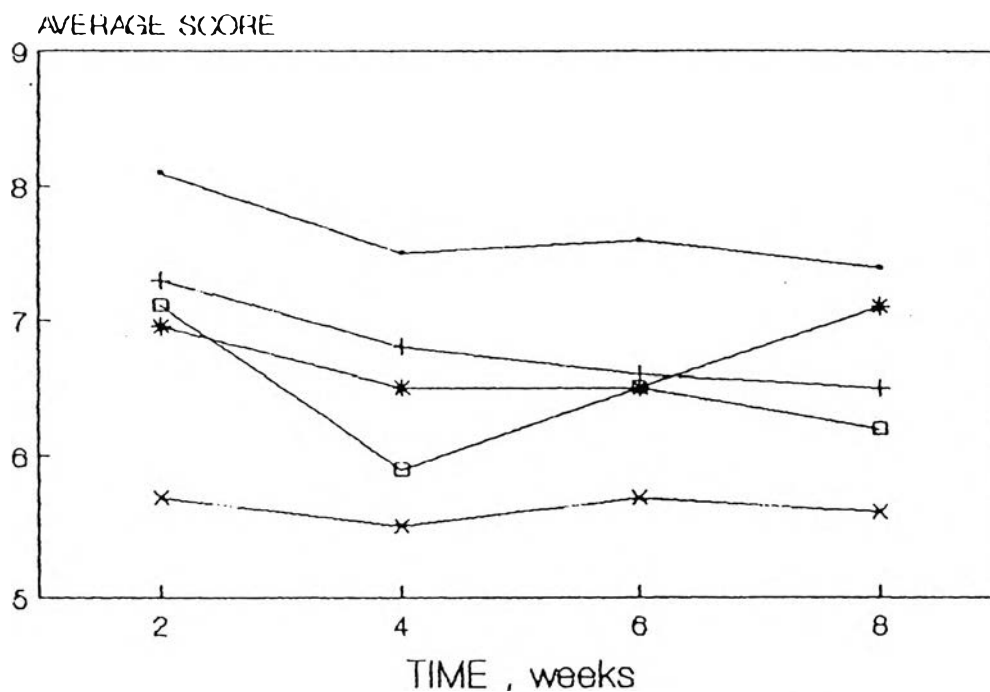
##### 4.5.2.1 ผลต่อลักษณะปรากฏ

จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และการยอมรับรวม ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.29 ตารางที่ 4.30 ตารางที่ 4.31 ตารางที่ 4.32 ตารางที่ 4.33 ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปร คือ ชนิดของอาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงสูตรต่างๆ (ตัวแปร A) ชนิดของภาชนะบรรจุ (ตัวแปร B) และระยะเวลาการเก็บ (ตัวแปร C) ที่มีต่อปริมาณความชื้น ลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ ได้ผลดังแสดงสรุปไว้ในตารางที่ 4.34

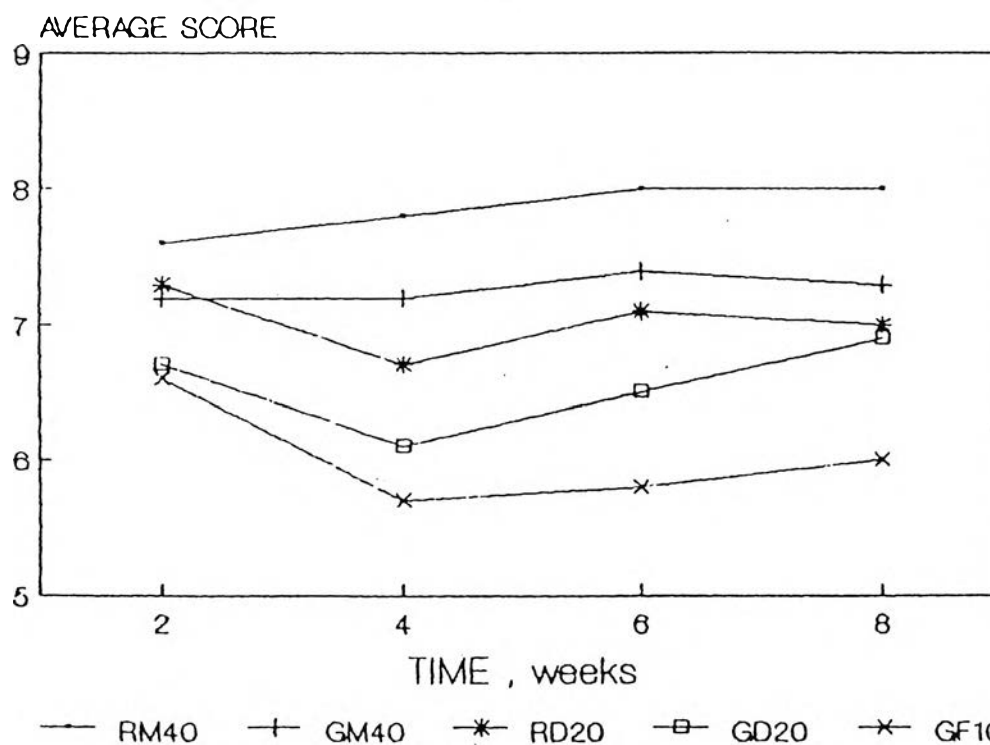


ตารางที่ 4.29 คະแนนเฉลี่ยทางด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงชนิดต่าง ๆ ที่เก็บในถุงพลาสติกชนิด OPP/PE และถุง A1 เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ผลิตภัณฑ์	ชนิดของภาชนะบรรจุ	คະแนนเฉลี่ย			
		2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์	8 สัปดาห์
RM 40	OPP/PE	8.10±0.94	7.50±0.81	7.60±0.92	7.40±1.02
	A1	7.60±1.20	7.80±0.87	8.00±0.45	8.00±0.63
GM 40	OPP/PE	7.30±1.42	6.80±1.40	6.60±1.69	6.50±1.20
	A1	7.20±1.08	7.20±1.60	7.40±0.82	7.30±1.10
RD 20	OPP/PE	6.95±1.53	6.50±0.67	6.50±1.12	7.10±0.54
	A1	7.30±1.27	6.70±0.78	7.10±0.54	7.00±0.77
GD 20	OPP/PE	7.10±0.94	5.90±1.22	6.50±1.02	7.20±1.08
	A1	6.70±1.00	6.10±1.04	6.50±1.02	6.90±0.94
GF 10	OPP/PE	5.70±1.42	5.50±1.50	5.70±1.27	5.60±1.28
	A1	6.60±1.11	5.70±1.19	5.80±1.25	6.00±1.00



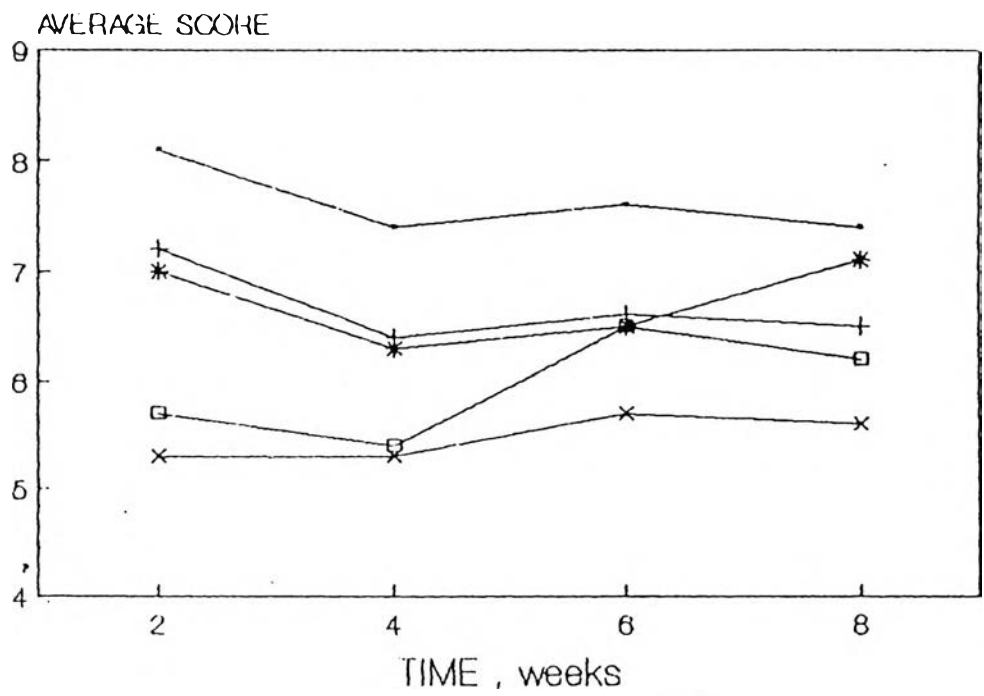
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงคะแนนเฉลี่ยทางด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงชนิดต่าง ๆ ที่เก็บในถุงพลาสติกชนิด OPP/PE เป็นเวลา 8 สัปดาห์



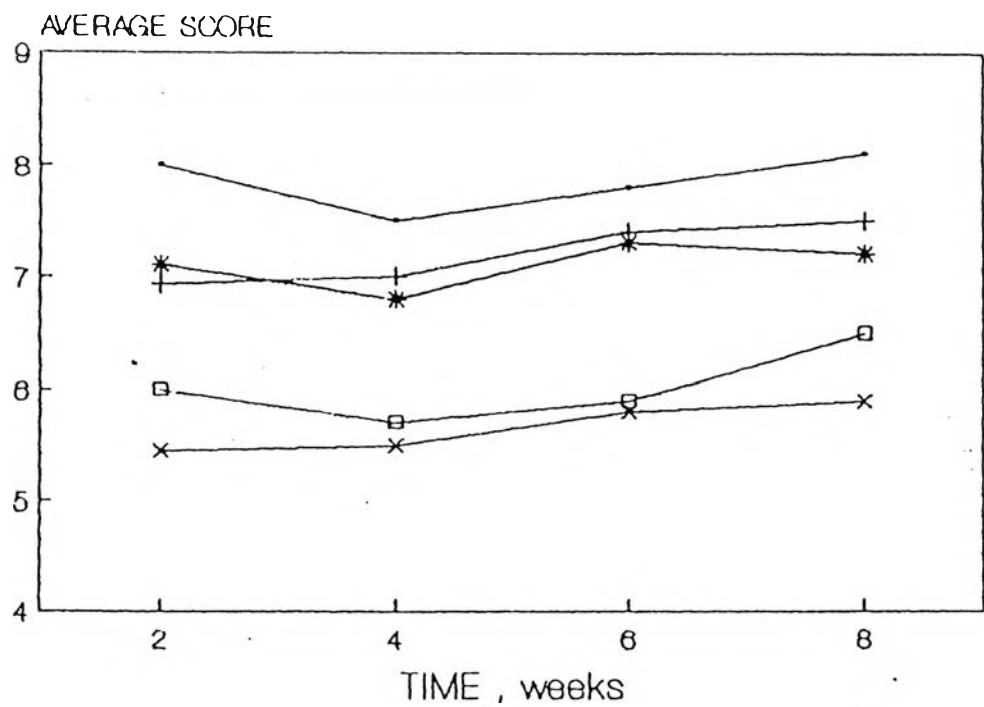
รูปที่ 4.10 กราฟแสดงคะแนนเฉลี่ยทางด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงชนิดต่าง ๆ ที่เก็บในถุง A1 เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ตารางที่ 4.30 คະแนนเฉลี่ยทางด้านสีของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงชนิดต่าง ๆ ที่เก็บ  
ในถุงพลาสติกชนิด OPP/PE และถุง A1 เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ผลิตภัณฑ์	ชนิดของ ภาชนะบรรจุ	คະแนนเฉลี่ย			
		2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์	8 สัปดาห์
RM 40	OPP/PE	8.10±0.54	7.40±0.66	7.60±0.92	7.80±0.60
	A1	8.00±0.89	7.50±1.20	7.80±0.75	8.10±0.54
GM 40	OPP/PE	7.20±1.17	6.40±1.56	6.60±1.02	6.90±0.94
	A1	6.93±1.33	7.00±1.34	7.40±0.92	7.50±0.50
RD 20	OPP/PE	7.00±1.18	6.30±1.00	6.60±1.02	6.63±0.98
	A1	7.10±1.14	6.80±0.98	7.30±1.00	7.20±0.87
GD 20	OPP/PE	5.70±1.10	5.40±1.20	5.50±1.20	5.80±1.47
	A1	6.00±1.22	5.70±1.10	5.90±0.94	6.50±0.67
GF 10	OPP/PE	5.30±0.90	5.30±1.42	5.20±1.25	5.30±1.22
	A1	5.45±1.04	5.50±1.02	5.80±1.25	5.90±0.83



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงคะแนนเฉลี่ยทางด้านสีของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงชนิดต่าง ๆ ที่เก็บในถุงพลาสติกชนิด OPP/PE เป็นเวลา 8 สัปดาห์

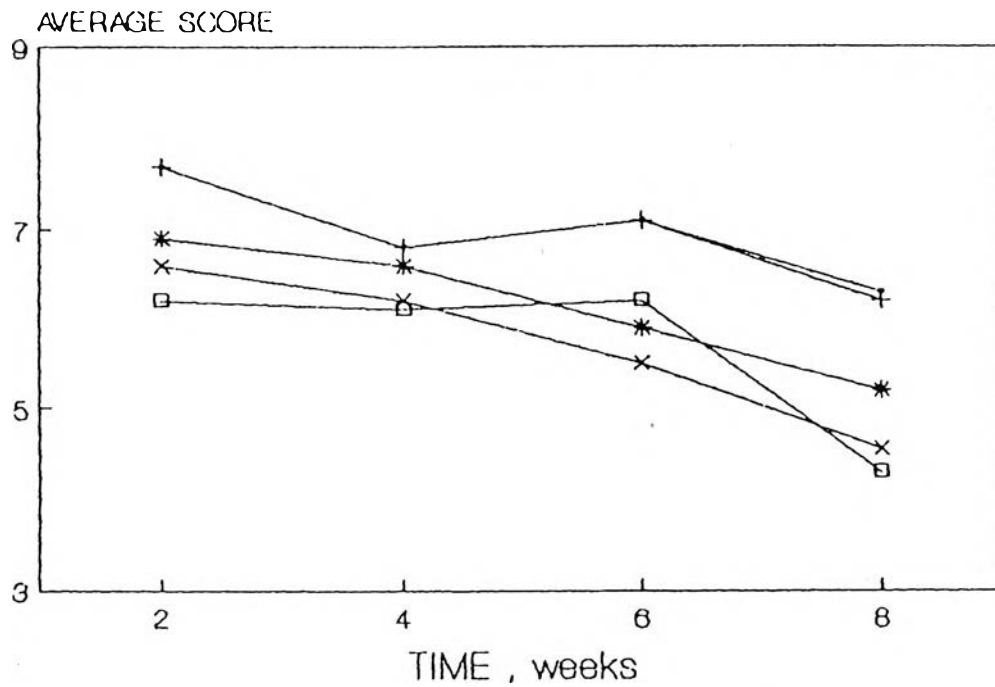


—●— RM40    —+— GM40    —\*— RD20    —□— GD20    —x— GF10

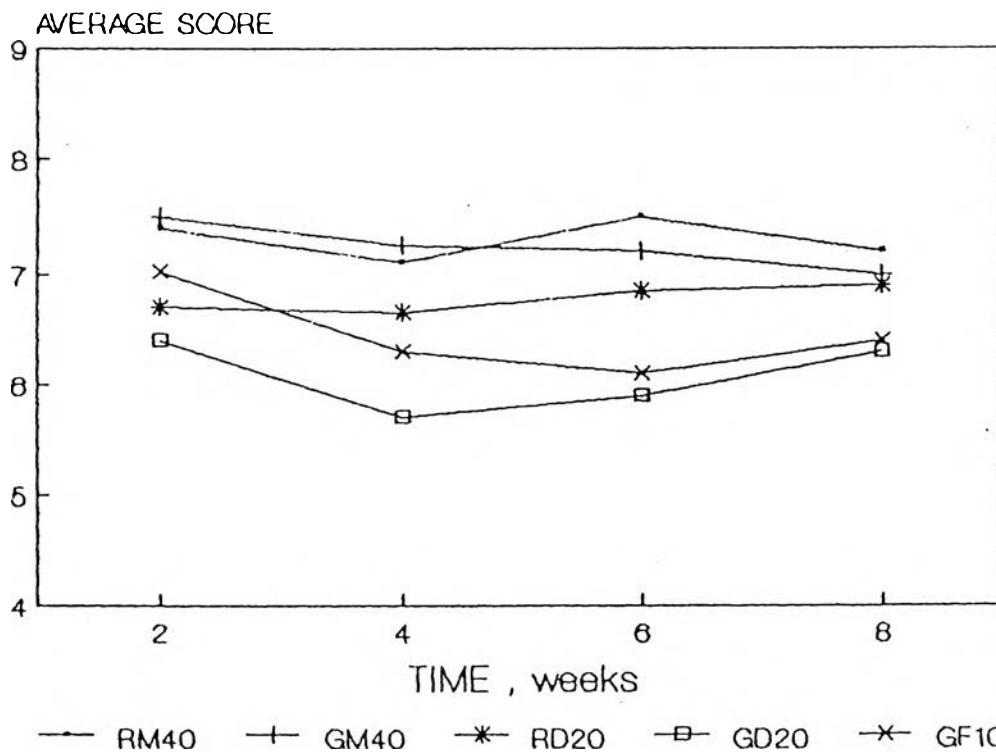
รูปที่ 4.12 กราฟแสดงคะแนนเฉลี่ยทางด้านสีของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงชนิดต่าง ๆ ที่เก็บในถุง A1 เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ตารางที่ 4.31 คະแนนเฉลี่ยทางด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงชนิดต่าง ๆ ที่เก็บในถุงพลาสติกชนิด OPP/PE และถุง A1 เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ผลิตภัณฑ์	ชนิดของภาชนะบรรจุ	คະแนนเฉลี่ย			
		2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์	8 สัปดาห์
RM 40	OPP/PE	7.70 $\pm$ 0.64	6.80 $\pm$ 0.87	7.10 $\pm$ 1.04	6.30 $\pm$ 2.10
	A1	7.40 $\pm$ 0.66	7.10 $\pm$ 1.04	7.50 $\pm$ 0.81	7.20 $\pm$ 0.75
GM 40	OPP/PE	7.70 $\pm$ 0.90	6.80 $\pm$ 0.40	7.10 $\pm$ 0.83	6.20 $\pm$ 1.60
	A1	7.50 $\pm$ 0.67	7.25 $\pm$ 0.98	7.20 $\pm$ 0.87	7.00 $\pm$ 0.77
RD 20	OPP/PE	6.90 $\pm$ 1.04	6.60 $\pm$ 1.49	5.90 $\pm$ 1.87	5.20 $\pm$ 2.12
	A1	6.70 $\pm$ 1.10	6.65 $\pm$ 1.00	6.85 $\pm$ 1.23	6.90 $\pm$ 1.22
GD 20	OPP/PE	6.20 $\pm$ 1.47	6.10 $\pm$ 1.04	6.20 $\pm$ 1.25	4.30 $\pm$ 2.97
	A1	6.40 $\pm$ 1.36	5.70 $\pm$ 1.00	5.90 $\pm$ 0.94	6.30 $\pm$ 1.27
GF 10	OPP/PE	6.60 $\pm$ 1.28	6.20 $\pm$ 1.83	5.50 $\pm$ 2.38	4.55 $\pm$ 1.92
	A1	7.02 $\pm$ 0.98	6.30 $\pm$ 1.49	6.10 $\pm$ 1.64	6.40 $\pm$ 1.80



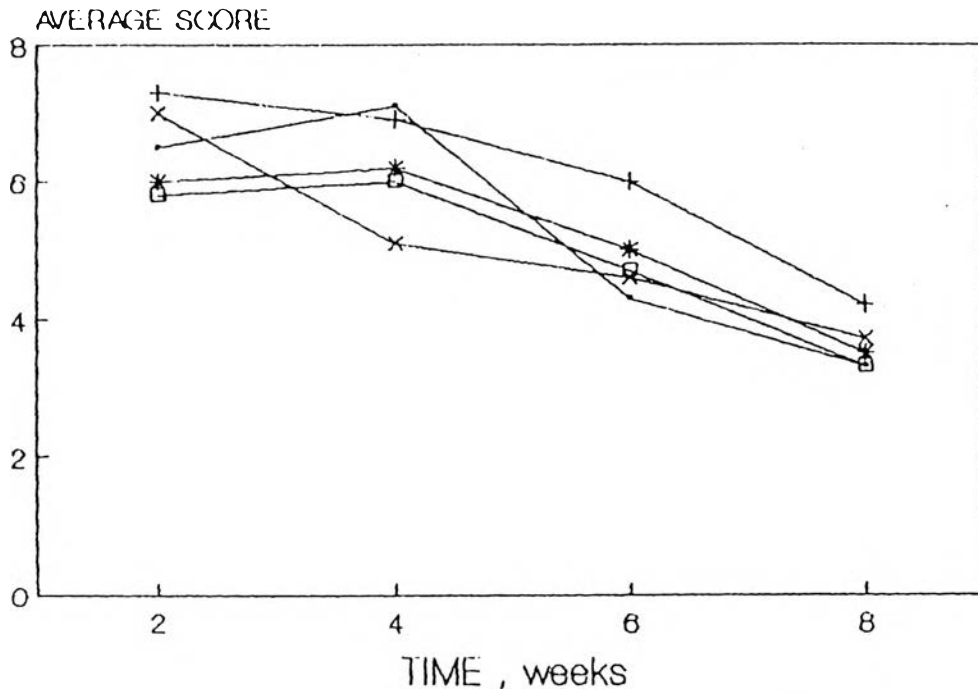
รูปที่ 4.13 กราฟแสดงคะแนนเฉลี่ยทางด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงชนิดต่าง ๆ ที่เก็บในถุงพลาสติกชนิด OPP/PE เป็นเวลา 8 สัปดาห์



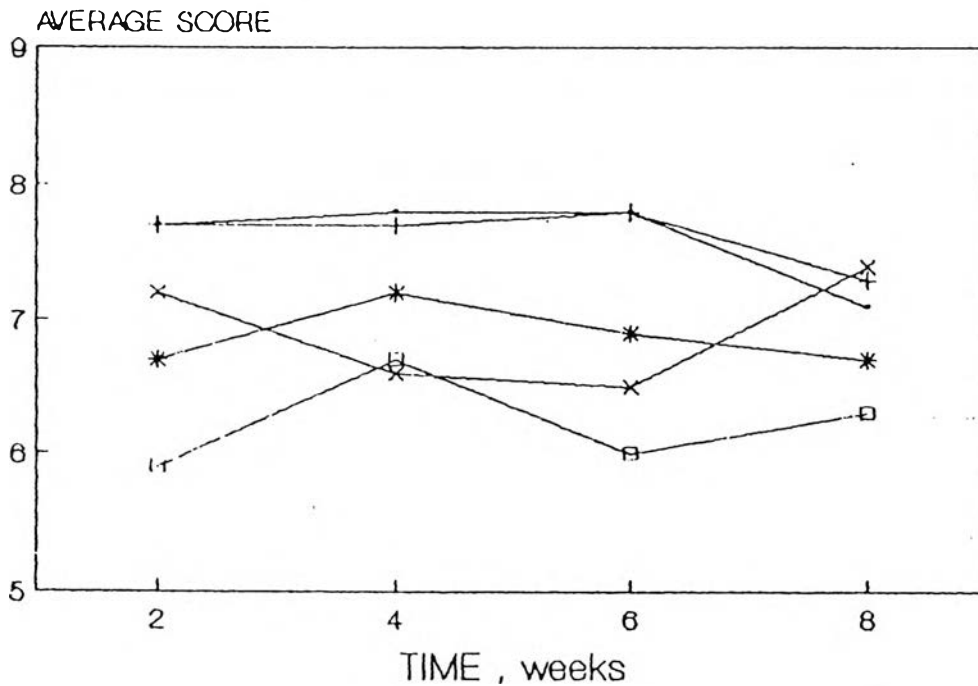
รูปที่ 4.14 กราฟแสดงคะแนนเฉลี่ยทางด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงชนิดต่าง ๆ ที่เก็บในถุง A1 เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ตารางที่ 4.32 คະแนนเฉลี่ยทางด้านลักษณะสัมพันธ์ (ความกรอบ) ของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว  
โปรตีนสูงชนิดต่าง ๆ ที่เก็บในถุงพลาสติกชนิด OPP/PE และถุง A1 เป็น  
เวลา 8 สัปดาห์

ผลิตภัณฑ์	ชนิดของ ภาชนะบรรจุ	คະแนนเฉลี่ย			
		2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์	8 สัปดาห์
RM 40	OPP/PE	6.50 <sub>+1.43</sub>	7.10 <sub>+1.14</sub>	4.30 <sub>+1.27</sub>	3.31 <sub>+2.20</sub>
	A1	7.70 <sub>+0.78</sub>	7.80 <sub>+0.60</sub>	7.80 <sub>+1.17</sub>	7.10 <sub>+1.87</sub>
GM 40	OPP/PE	7.30 <sub>+1.10</sub>	6.90 <sub>+0.83</sub>	6.00 <sub>+1.18</sub>	4.20 <sub>+1.27</sub>
	A1	7.70 <sub>+0.90</sub>	7.70 <sub>+1.00</sub>	7.80 <sub>+1.17</sub>	7.30 <sub>+1.68</sub>
RD 20	OPP/PE	6.00 <sub>+1.34</sub>	6.20 <sub>+0.98</sub>	5.00 <sub>+1.18</sub>	3.50 <sub>+1.63</sub>
	A1	6.70 <sub>+1.19</sub>	7.20 <sub>+0.87</sub>	6.90 <sub>+1.37</sub>	6.70 <sub>+2.05</sub>
GD 20	OPP/PE	5.80 <sub>+1.66</sub>	6.00 <sub>+0.89</sub>	4.70 <sub>+1.42</sub>	3.43 <sub>+1.28</sub>
	A1	5.90 <sub>+1.58</sub>	6.70 <sub>+0.64</sub>	6.00 <sub>+2.28</sub>	6.30 <sub>+1.68</sub>
GF 10	OPP/PE	7.00 <sub>+1.61</sub>	5.10 <sub>+1.87</sub>	4.60 <sub>+1.56</sub>	3.78 <sub>+1.08</sub>
	A1	7.20 <sub>+1.40</sub>	6.60 <sub>+1.43</sub>	6.50 <sub>+1.91</sub>	7.40 <sub>+1.43</sub>



รูปที่ 4.15 กราฟแสดงคะแนนเฉลี่ยทางด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงชนิดต่าง ๆ ที่เก็บในถุงพลาสติกชนิด OPP/PE เป็นเวลา 8 สัปดาห์



— RM40    + GM40    \* RD20    □ GD20    × GF10

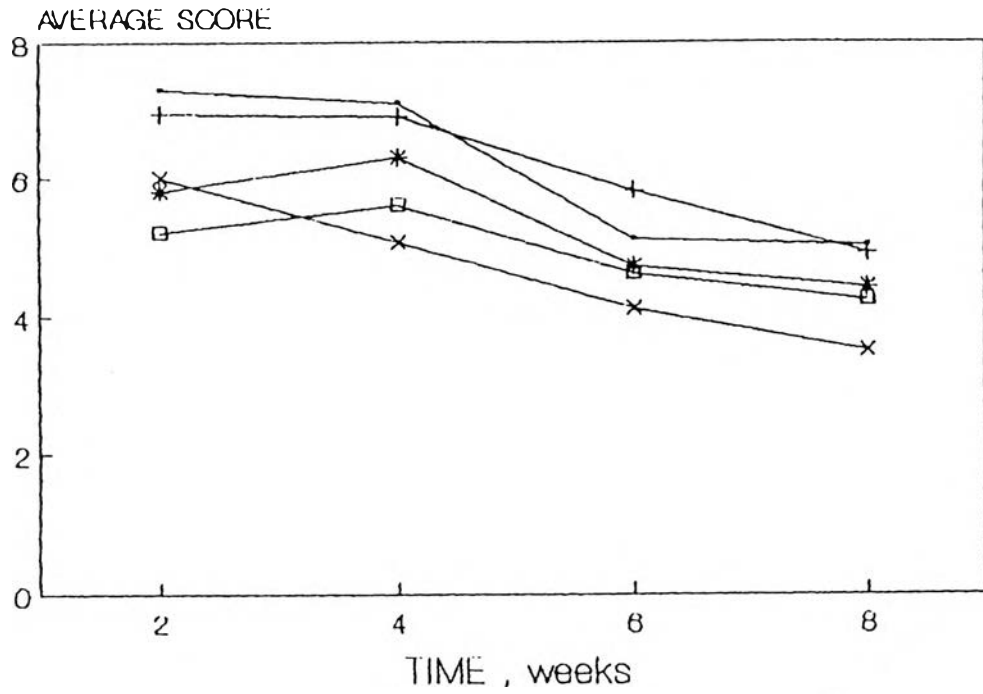
รูปที่ 4.16 กราฟแสดงคะแนนเฉลี่ยทางด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงชนิดต่าง ๆ ที่เก็บในถุง A1 เป็นเวลา 8 สัปดาห์



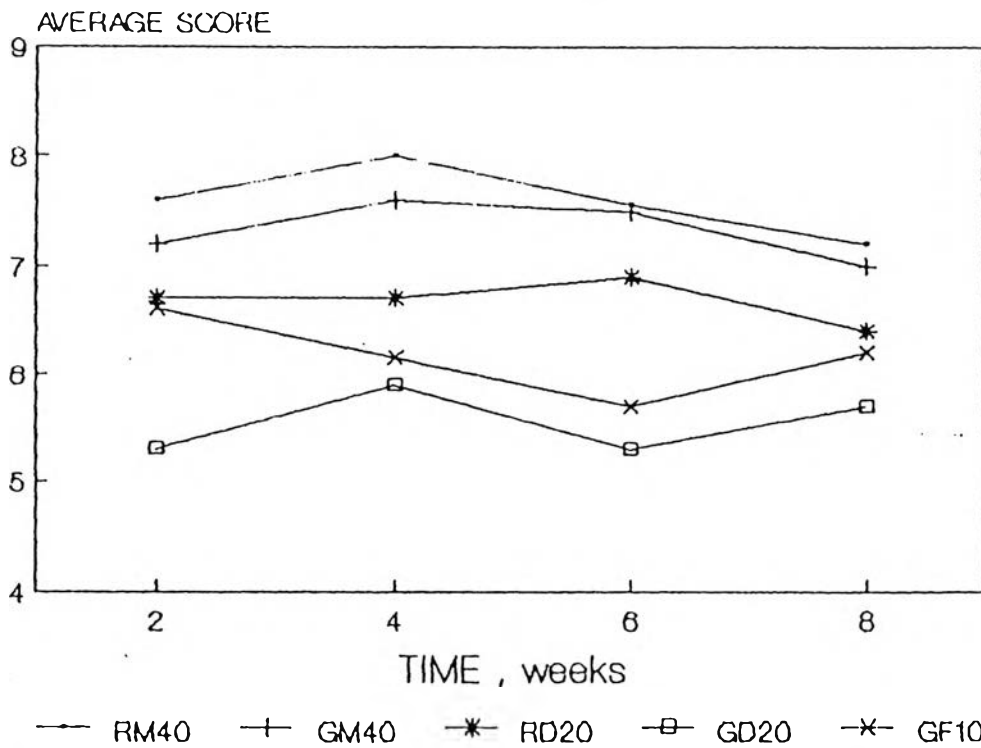
ตารางที่ 4.33 คະแนนเฉลี่ยทางการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงชนิดต่าง ๆ ที่เก็บในถุงพลาสติกชนิด OPP/PE และถุง A1 เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ผลิตภัณฑ์	ชนิดของภาชนะบรรจุ	คະแนนเฉลี่ย			
		2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์	8 สัปดาห์
RM 40	OPP/PE	7.30 $\pm$ 1.42	7.10 $\pm$ 0.83	5.10 $\pm$ 0.83	5.00 $\pm$ 1.84
	A1	7.60 $\pm$ 0.92	8.00 $\pm$ 0.89	7.50 $\pm$ 1.02	7.20 $\pm$ 1.40
GM 40	OPP/PE	6.95 $\pm$ 0.91	6.90 $\pm$ 0.83	5.80 $\pm$ 0.98	4.90 $\pm$ 1.45
	A1	7.20 $\pm$ 0.87	7.60 $\pm$ 1.02	7.50 $\pm$ 1.12	7.00 $\pm$ 1.00
RD 20	OPP/PE	5.80 $\pm$ 0.87	6.30 $\pm$ 0.90	4.70 $\pm$ 1.1.0	4.40 $\pm$ 1.95
	A1	6.70 $\pm$ 0.90	6.70 $\pm$ 0.64	6.90 $\pm$ 1.14	6.40 $\pm$ 1.20
GD 20	OPP/PE	5.20 $\pm$ 1.47	5.60 $\pm$ 0.80	4.60 $\pm$ 1.20	4.22 $\pm$ 1.23
	A1	5.30 $\pm$ 1.27	5.90 $\pm$ 0.54	5.30 $\pm$ 1.73	5.70 $\pm$ 1.42
GF 10	OPP/PE	6.00 $\pm$ 1.34	5.05 $\pm$ 1.74	4.10 $\pm$ 1.51	3.50 $\pm$ 1.11
	A1	6.60 $\pm$ 0.92	6.15 $\pm$ 1.27	5.70 $\pm$ 1.79	6.20 $\pm$ 1.40

เลขที่.....  
 เลขทะเบียน.....  
 วันที่..... 27 ต.ค. 2535



รูปที่ 4.17 กราฟแสดงคะแนนเฉลี่ยทางด้านการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงชนิดต่าง ๆ ที่เก็บในถุงพลาสติกชนิด OPP/PE เป็นเวลา 8 สัปดาห์



รูปที่ 4.18 กราฟแสดงคะแนนเฉลี่ยทางด้านการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงชนิดต่าง ๆ ที่เก็บในถุง A1 เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ตารางที่ 4.34 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติอิทธิพลของชนิดของอาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูงสูตรต่าง ๆ (ตัวแปร A) ชนิดของภาชนะบรรจุ (ตัวแปร B) และระยะเวลาการเก็บ (ตัวแปร C) ที่มีต่อปริมาณความชื้น ลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีอายุการเก็บ 8 สัปดาห์

ตัวแปร	ค่า F ของสมบัติด้านต่าง ๆ					
	ความชื้น	ลักษณะปรากฏ	สี	รสชาติ	ความกรอบ	ยอมรับรวม
A	283.85 <sup>*</sup>	28.91 <sup>*</sup>	50.59 <sup>*</sup>	30.21 <sup>*</sup>	7.72 <sup>*</sup>	22.15 <sup>*</sup>
B	32756.36 <sup>*</sup>	2.69	15.66 <sup>*</sup>	11.73 <sup>*</sup>	93.13 <sup>*</sup>	80.30 <sup>*</sup>
C	902.12 <sup>*</sup>	2.46	3.39 <sup>*</sup>	9.16 <sup>*</sup>	11.77 <sup>*</sup>	12.25 <sup>*</sup>
AB	12.56 <sup>*</sup>	0.32	3.02 <sup>*</sup>	1.23	1.00	1.45
AC	6.10 <sup>*</sup>	0.33	0.84	0.93	1.43	1.34
BC	910.27 <sup>*</sup>	0.51	8.92	6.21 <sup>*</sup>	12.36 <sup>*</sup>	7.06 <sup>*</sup>
ABC	8.73 <sup>*</sup>	0.68	2.60 <sup>*</sup>	0.46	0.73	0.35

<sup>\*</sup> มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์