เอกสารอ้างอิง

1. Sinthavalai, S., "Thai Snack Foods : Part I Basic Information For Product Development," Department of Product Development, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkok, 1984.
2. Harper, J.M., Extrusion of Foods, Vol 1, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 1981.
3. Williams, M.A., "Direct Extrusion of Convenience Foods," Cereal Foods World, 22 (4), 152-154, 1977.
4. Boonyasirikool, P., "Research on the Production of High Protein Snack Foods." ASEAN-Thailand Food Technology Research and Development 1982-1985, Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University, Bangkok, Thailand, May 1986.
5. ศิริพรรณ หวังอารีย์ และ นพรัตน์ แซ่อึ้ง, "การศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับแป้งที่ผลิตในประเทศ," รายงานโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์หาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2528.
6. ประชา บุญญสิริกูล, "การพัฒนา การประเมินผลการยอมรับ และการผลิตขั้นอุตสาหกรรม ของอาหารสำหรับเด็กชนิดผงที่ทำมาจากถั่วเหลือง-ข้าวโอ๊ต โดยการใช้เครื่อง เอ็กซ์ทรูดเดอร์," อาหาร, 15 (2), 2528.
7. กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, "ตารางชนิดและปริมาณกรดอะมิโนใน อาหารไทย," พฤษภาคม, 2526.
8. AOAC. Official Method of Analysis 13rd ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., 1980.
9. Harper, J.M., Extrusion of Foods, Vol 2, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 1981.
10. Bhumiratana, A., "Extruder Technology," Proceeding, ASEAN Workshop on Extruder Technology, Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University, Bangkok, Thailand, January 1980.

11. Inglett, G.E., Fabricated Foods, The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, 1975.

12. Farrall, A.W., Food Engineering Systems, Vol.1-operation, The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, 1976.

13. Schaeder, W.E., R.B. Fast, J,P. Crimmins, and N.W. Desrosier, "Evolving Snack Technology," Cereal Science Today, 14 (6), 203, 1969.

14. Siegel, A., "Development, Acceptability, and Nutritional Evaluation of New High-Protein Rice-Based Foods for Thai Children," Ph.D. dissertation, Department of Grain Science and Industry, Kansas State University, Manhattan, Kansas, 1974.

15. Matz, S.A., Cereal Technology, The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, 1970.

16. Chauhan, G.S., and G.S. Bains, "Effect of Defatted Soy Flour on the Physico-chemical Characteristics of Extruded Rice Products," Journal of Food Science and Technology, India., 22 (2), 115-118, 1985.

17. Stanley, D.W., "Chemical and Structure Determinants of Texture of Fabricated Foods," Food Technology, 40 (3), 65-68, 1986.

18. Hauck, B.W., "Control of Process Variables in Extrusion Cooking," Cereal Foods World, 26 (4), 170-173, 1981.

19. Krukar, R.J., "Flavors and Colors in Extruded Snack Foods," Cereal Foods World, 25 (9), 596-598, 1980.

20. Hauck, B.W., "Marketing Opportunities for Extrusion Cooked Products," Cereal Foods World, 25 (9), 594-595, 1980.

21. Tribelhorn, R.E., and J.M. Harper, "Extruder-Cooker Equipment," Cereal Foods World, 25(4), 154-156, 1980.

22. Zick, W.F., "Lipid-and Protein-Derived Flavors for Snack Foods Application," Cereal Science Today, 14 (6), 205-206, 1969.

23. Sanderude, K.G., "Continuous Cooking Extrusion : Benefits to the Snack Food Industry," Cereal Science Today, 14 (6), 209-210, 1969.

24. Nadison, G., "Seasoning Blends for Expanded Snack Products," Cereal Science Today, 14 (6), 215-216, 1969.

25. Moleeratanond, W., P. Piansiripinyo, and S. Chavajaroen, "A Preliminary Study on LEC System For High Protein Snack Food Production," Food Industry Department, Thailand Institute of Scientific and Technological Research, Bangkok, Thailand, 1986.

26. Toft, G., "Snack Foods : Continuous Processing Techniques," Cereal Foods World, 24 (4), 141-145, 1979.

27. Ang, H.G., W.L. Kwik, C.Y. Theng, and K.K. Lim, "High Protein Extruded Snackfood," ASEAN Protein Project, Occasional Paper No.1, 1987.

28. Bain, B.K., "Extrusion Today," Cereal Foods World, 24 (4), 136-137, 1979.

29. จรัญ จันทลักขณา, สถิติ วิธีวิเคราะห์ และวางแผนงานวิจัย, หน้า 136-138, สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพมหานคร, 2523.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การคำนวณปริมาตรน้ำที่ต้องเติมเพื่อปรับความชื้นวัตถุดิบ

ตัวอย่าง ข้าวเจ้าบด 500 กรัม ความชื้น 10% ต้องการปรับให้มีความชื้น 12% จะต้องเติมน้ำปริมาตรเท่าใด

น้ำหนักรวมหลังปรับความชื้น = $\frac{\text{(น้ำหนักก่อนปรับความชื้น) (\% น้ำหนักแห้งก่อนปรับความชื้น)}}{\text{(\% น้ำหนักแห้งหลังปรับความชื้น)}}$

น้ำหนักก่อนปรับความชื้น = 500 กรัม

% น้ำหนักแห้งก่อนปรับความชื้น = 90

% น้ำหนักแห้งหลังปรับความชื้น = 88

แทนค่าในสมการ

น้ำหนักรวมหลังปรับความชื้น = $\frac{(500)\ (90)}{(88)}$

= 511.36 กรัม

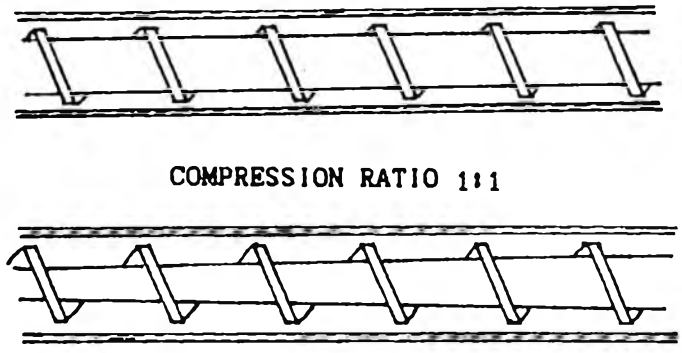
ดังนั้น ปริมาณน้ำที่ต้องเติม = น้ำหนักรวมหลังปรับความชื้น - น้ำหนักก่อนปรับความชื้น

= 511.36 - 500

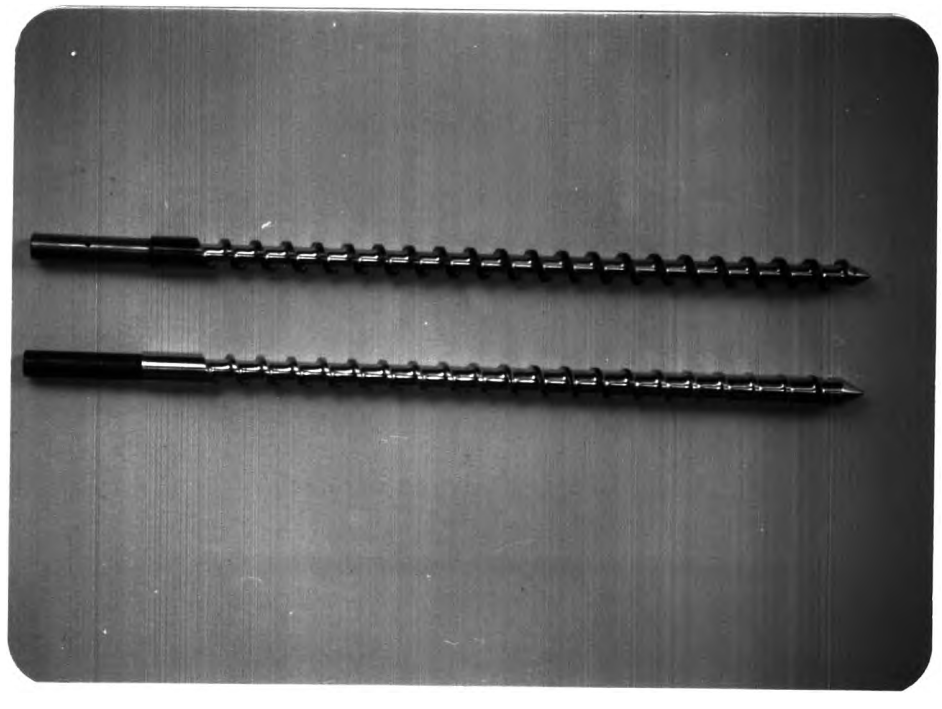
= 11.36 กรัม

= 11.36 ซม^3.

ค่าอัตราส่วนการอัดของสกรู (screw compression ratio)



รูปที่ ข.1 ภาพวาดแสดงสกรูที่มีขนาดอัตราส่วนการอัดต่างกัน



รูปที่ ข.2 สกรูที่มีขนาดอัตราส่วนการอัด 1:1 (บน) และสกรูที่มีขนาดอัตราส่วนการอัด 4:1 (ล่าง)

จากรูป ข.1 และ ข.2 จะแสดงให้เห็นว่า สกรูที่มีค่าอัตราส่วนการอัด 1:1 จะมีความลึกของเกลียวสกรูเท่ากันตลอดทั้งความยาวสกรู ในขณะที่สกรูที่มีค่าอัตราส่วนการอัดสูงขึ้นจะมีความลึกของเกลียวสกรูในช่วงปลายสกรูก่อนออกช่องเปิดน้อยลง โดยที่สกรูที่มีค่าอัตราส่วนการอัดสูงกว่าจะมีความลึกของเกลียวสกรูในช่วงดังกล่าวน้อยกว่า ทำให้มีแรงอัดก่อนที่จะออกช่องเปิดมากขึ้น เหมาะสำหรับใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องการการพองตัวสูง เพราะจะเกิดความแตกต่างระหว่างความดันภายในกับความดันบรรยากาศมากขึ้น

ภาคผนวก ค

วิธีตรวจสอบและวิเคราะห์

ค.1 ความชื้น

อุปกรณ์ - เตาอบลมร้อน (hot air oven)

- เดสิเคเตอร์ (dessicator)

วิธีการ - บดตัวอย่างให้ละเอียด โดยใช้เครื่องบด Moulinex Type 241.2.00 บดนาน 1 นาที โดยประมาณ แล้วชั่งตัวอย่างที่บดแล้วให้รู้น้ำหนักแน่นอนอยู่ในช่วง 3 - 4 กรัม ใส่ในภาชนะที่อบแห้ง และชั่งน้ำหนักไว้แล้วอบที่อุณหภูมิ 105 °ซ เป็นเวลา 5 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่ นำมาทำให้เย็นในเดสิเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนัก คำนวณความชื้นของตัวอย่างจากสมการ

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำที่หายไป}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

ค.2 ความหนาแน่น (bulk density)

อุปกรณ์ - กระบอกตวง 1 ลิตร

- เครื่องชั่งละเอียด

วิธีการ - ชั่งตัวอย่างให้รู้น้ำหนักแน่นอนอยู่ในช่วง 20-30 กรัม นำตัวอย่างใส่ลงในกระบอกตวงสลับกับงาดำไปเรื่อยๆ จนกระทั่งตัวอย่างหมด ในระหว่างนี้ควรมีการเคาะข้างกระบอกตวงเป็นระยะๆ เล็กน้อย เพื่อให้งาดำไปแทรกอยู่ระหว่างตัวอย่างได้ทั่วถึง จดปริมาตรสุดท้ายที่ได้เทของออกจากกระบอกตวงทั้งหมด แยกตัวอย่างออกจากงาดำ แล้วนำเฉพาะงาดำไปวัดปริมาตรในกระบอกตวงอีกครั้ง (เคาะเล็กน้อย) ค่าความหนาแน่นของตัวอย่าง คำนวณได้จากสมการ

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{(น้ำหนักตัวอย่าง)}}{\text{(ปริมาตรตัวอย่าง + งา) - (ปริมาตรงา)}} \quad \text{กรัม/มิลลิลิตร}$$

ค.3 ค่าอัตราส่วนการพองตัว (expansion ratio)

อุปกรณ์ - เวอร์เนีย (vernier)

วิธีการ - วัดค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่าง ที่สุ่มขึ้นมาประมาณ 5-10 ชิ้น คำนวณค่าอัตราส่วนการพองตัว จากสมการ

$$\text{อัตราส่วนการพองตัว} = \frac{\text{ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวอย่าง}}{\text{ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของช่องเปิด}}$$

ค.4 Water Absorption Index (WAI)

อุปกรณ์ - เครื่องเซนตริฟิวจ์ (centrifuge) (รูปที่ ค.1) พร้อมหลอด
- ปิเปต 10 มล.
- กระบอกตวง 10 มล.

วิธีการ - บดตัวอย่างให้ละเอียด โดยใช้เครื่อง Moulinex Type 241.2.00 บดนาน 1 นาที โดยประมาณ แล้วชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ในหลอดเซนตริฟิวจ์ที่แห้งสนิท ใช้ปิเปตดูดน้ำ 3 มล. ใส่ในหลอด คนให้เข้ากันดีประมาณเวลา 1 นาที จึงนำไปเข้าเครื่องเซนตริฟิวจ์ที่ความเร็วรอบ 2000 รอบ/นาที เวลา 5 นาที วัดปริมาตรน้ำส่วนใส ค่า % WAI คำนวณได้จากสมการ

$$\% \text{ WAI} = \text{(ปริมาตรน้ำที่เติมเริ่มต้น - ปริมาตรน้ำส่วนใส)} \times 100$$

ค.5 ค่าแรงตัดขาด (cutting force)

อุปกรณ์ - เครื่อง texturometer Mainframe Standard T2001 load cell 200 นิวตัน ของบริษัท J.J.Illoyd Instruments ประเทศอังกฤษ (รูปที่ ค.2)
- ใบมีดตัด (รูปที่ ค.3)

สภาวะที่ใช้ - ความเร็วใบมีดตัด 200 มม./นาที
- load x 0.2
- extension x 1.0

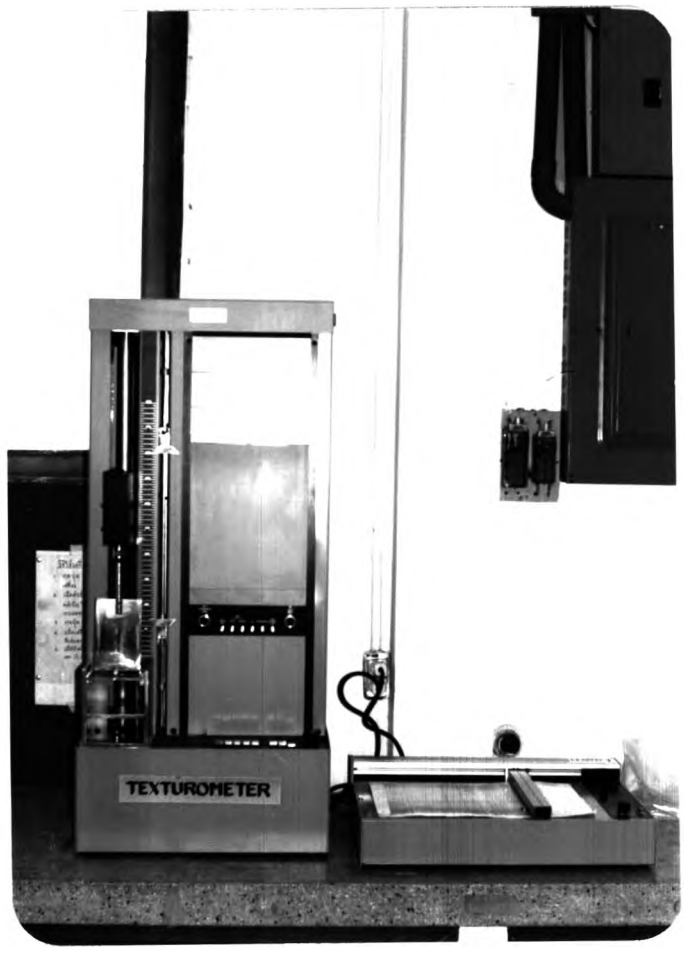
วิธีการ - ติดตั้งใบมีดตัดเข้ากับเครื่อง texturometer
- ปรับความเร็วใบมีด load และ extension ตามต้องการ
- ปรับสภาพของเครื่องให้เป็นศูนย์ (set zero) เพื่อให้เครื่องพร้อมที่จะทำงาน
- วางกระดาษกราฟ (chart) บนเครื่อง recorder และใส่หัวปากกา
- ปรับสภาพของเครื่อง recorder ให้ปากกาอยู่ในตำแหน่งเริ่มต้น
- วางตัวอย่างบนแป้นวางตัวอย่าง
- กดปุ่ม DOWN เพื่อให้ใบมีดเคลื่อนที่ลงมาตัดตัวอย่าง
- เมื่อใบมีดตัดตัวอย่างจนขาด กดปุ่ม STOP (ในขณะที่ตัดจะเกิดรูปกราฟเป็นพีค (peak) ปรากฏบนเครื่อง recorder)
- กดปุ่ม UP เพื่อให้ใบมีดเคลื่อนที่ไปอยู่ตำแหน่งเดิม พร้อมที่จะวัดตัวอย่างใหม่

การคำนวณ - จากกราฟรูปที่ ค.4
- เนื่องจาก load cell ที่ใช้มีค่า 200 นิวตัน ดังนั้นมีความหมายว่าความสูงในแนวแกนตั้งของกราฟทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 200 นิวตัน
- แต่สภาวะที่ใช้ load x 0.2 ดังนั้นมีความหมายว่า ความสูงในแนวแกนตั้งของกราฟทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 200 x 0.2 = 40 นิวตัน
- วัดความสูงของพีคที่เกิดขึ้น
- คำนวณโดยกำหนดให้ความสูงของพีคสูงสุดเป็น 40 นิวตัน

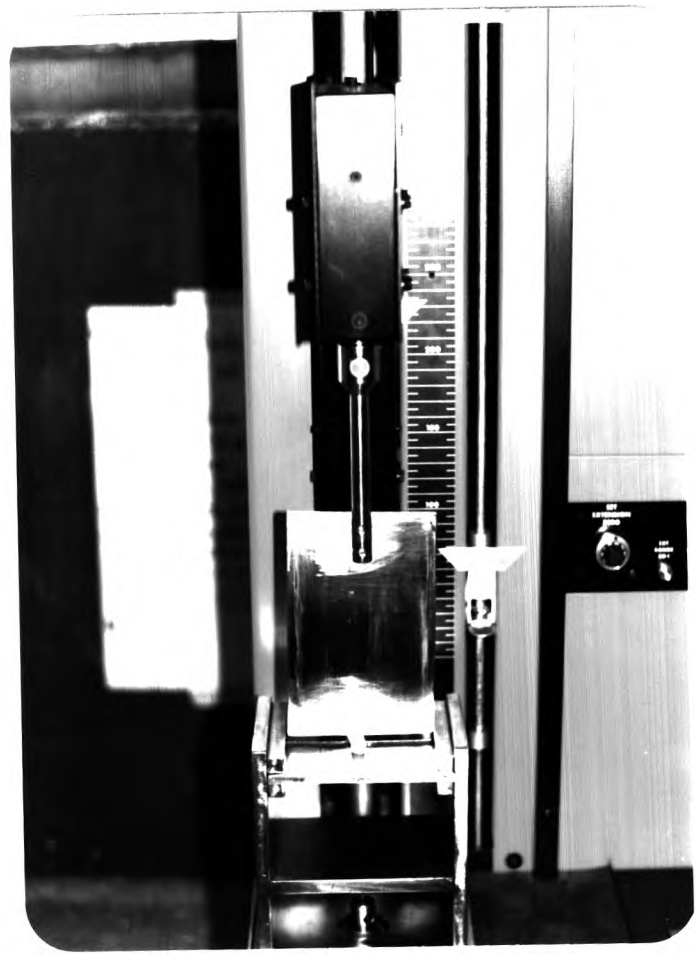
ตัวอย่างการคำนวณ จากกราฟรูปที่ ค.4 พีคที่ 2 จากซ้ายมือ วัดความสูงของพีคได้ 50.6

ความสูงพีค	100	มีค่าเท่ากับแรง	40	นิวตัน
ถ้าความสูงพีค	50.6	มีค่าเท่ากับแรง	$\frac{40}{100} \times 50.6$	
			= 20.24	นิวตัน

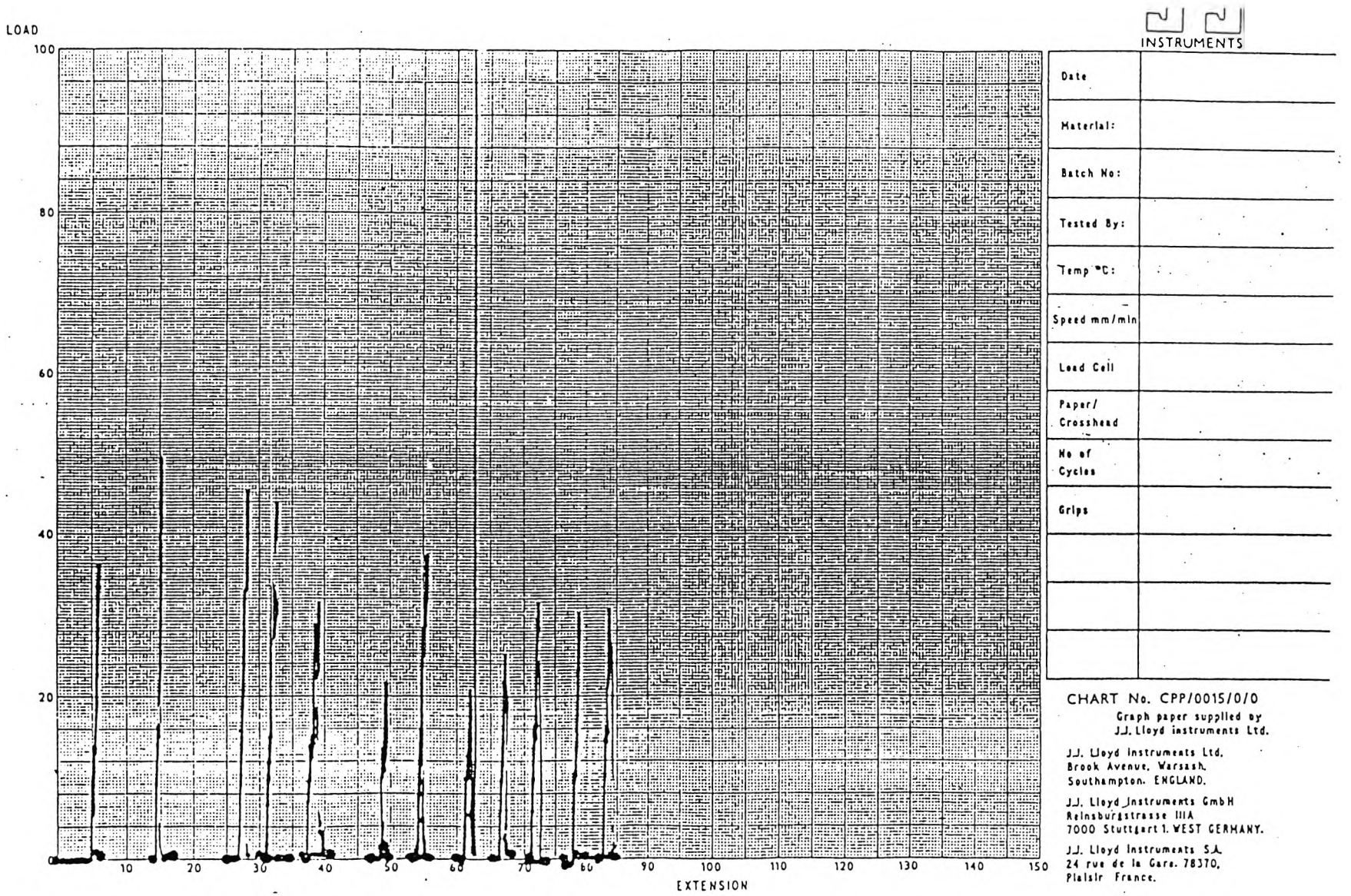
รูปที่ ค.1 เครื่องเซนตริฟิวจ์ (centrifuge)



รูปที่ ค.2 เครื่อง texturometer พร้อม load cell 200 นิวตัน



รูปที่ ค.3 ใบมีดตัด



รูปที่ ค.4 กราฟแสดงการวัดค่าแรงตัดขาดโดยเครื่อง texturometer

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ชื่อ_____

แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส : ผลิตภัณฑ์อาหารชบเคี้ยว

กรุณาให้คะแนนผลิตภัณฑ์อาหารชบเคี้ยวต่อไปนี้ ทั้งด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) โดยมีคะแนน 9 ระดับดังอธิบายด้านล่าง คะแนนสูงสุด คือ 9 และ คะแนนต่ำสุด คือ 1

1. __ไม่ชอบมากที่สุด
2. __ไม่ชอบมาก
3. __ไม่ชอบปานกลาง
4. __ไม่ชอบเล็กน้อย
5. __เฉย ๆ
6. __ชอบเล็กน้อย
7. __ชอบปานกลาง
8. __ชอบมาก
9. __ชอบมากที่สุด

รหัส	ลักษณะปรากฏ	สี	รสชาติ	เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	ยอมรับรวม

ข้อเสนอแนะ _____

ขอบคุณมาก

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

สัญญลักษณ์ที่ใช้ในการคำนวณและในตาราง ANOVA มีดังนี้ คือ

C.T. = correction term

SOV = source of variation

df = degree of freedom

SS = sum of square

MS = mean square

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จ.1 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อศึกษาอิทธิพลของชนิดวัตถุดิบ ระดับค่าอัตราส่วนการอัด และระดับความชื้นของวัตถุดิบ ต่อลักษณะทั่วไปของเอกซ์ทรูเดท (แผนการทดลองแบบ asymmetric factorial experiment design 2x2x3)

ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อศึกษาอิทธิพลของชนิดวัตถุดิบ ระดับค่าอัตราส่วนการอัดและระดับความชื้นของวัตถุดิบ ต่อค่าปริมาณความชื้นของเอกซ์ทรูเดท

สภาวะการทดลอง			ค่าเฉลี่ยความชื้นของเอกซ์ทรูเดท (%)		
ชนิดของวัตถุดิบ (A)	อัตราส่วนการอัด (B)	ความชื้นของวัตถุดิบ (C)	ค่าที่ 1	ค่าที่ 2	Total treatment
A1 = ข้าวเจ้า	B1= สกรู 4:1	C1= ความชื้น 12%	7.070	6.810	13.88
		C2= ความชื้น 14%	7.920	7.490	15.41
		C3= ความชื้น 16%	8.830	8.190	17.02
	B2= สกรู 5:1	C1= ความชื้น 12%	7.150	6.190	14.06
		C2= ความชื้น 14%	8.640	8.050	16.69
		C3= ความชื้น 16%	9.540	9.040	18.58
					95.64
A2=ข้าวเหนียว	B1= สกรู 4:1	C1= ความชื้น 12%	5.805	5.565	11.37
		C2= ความชื้น 14%	8.070	7.940	16.01
		C3= ความชื้น 16%	9.080	8.930	18.01
	B2= สกรู 5:1	C1= ความชื้น 12%	6.840	6.730	13.57
		C2= ความชื้น 14%	7.420	7.350	14.77
		C3= ความชื้น 16%	8.730	8.530	17.26
					90.99
				Total	186.63

วิธีการคำนวณ

C.T. = (186.63)2/24 = 1451.28

SS_T = $[(13.88)^2+(15.41)^2+(17.02)^2+(14.06)^2+(16.69)^2$
$+(18.58)^2+(11.37)^2+(16.01)^2+(18.01)^2+(13.57)^2$

$+(14.77)^2+(17.26)^2]/2$ - C.T.

$= 21.43$

$SS = [(95.64)^2+(90.99)^2]/12$ - C.T.

$= 0.90$

$SS = [(13.88+15.41+17.02+11.37+16.01+18.01)^2+(14.06$

$+16.69+18.58+13.57+14.77+17.26)^2] / 12$ - C.T.

$= 0.43$

$SS_c = [(13.88+14.06+11.37+13.57)^2+(15.41+16.69+16.01$

$+14.77)^2+(17.02+18.58+18.01+17.26)^2]/8$ - C.T.

$= 20.31$

$SS = [(13.88+15.41+17.02)^2+(14.06+16.69+18.58)^2$

$+(11.37+16.01+18.01)^2+(13.57+14.77+17.26)^2]/6$

$-$ C.T.$-$ SS $-SS_c$

$= 0.33$

$SS_c = [(13.88+11.37)^2+(15.41+16.01)^2+(17.02+18.01)^2$

$+(11.37+13.57)^2+(16.01+14.77)^2+(18.01+17.26)^2]$

$/4$ - C.T.$-$SS $-SS_c$

$SS_c = [(13.88)^2+(15.41)^2+(17.02)^2+...(17.26)^2]/2$

$-$ C.T.$-$SS $-$SS $-SS_c-$SS $-$SS $_c-$SS $_c$

$= 1.64$

Error = Total - SS all

$= 0.72$

ตารางที่ จ.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอิทธิพลของชนิดวัตถุดิบ (ตัวแปร A) ระดับค่าอัตราส่วนการอัดของสกรู (ตัวแปร B) และระดับความชื้นของวัตถุดิบ (ตัวแปร C) ต่อค่าปริมาณความชื้นของเอกซ์ทรูเดท

AOV	df	SS	MS	F-VALUE	F-TABLE df_t, df_E
A	1	0.90	0.90	15.1090*	4.75
B	1	0.43	0.43	7.2901*	4.75
C	2	20.31	10.16	170.3166*	3.88
AB	1	0.33	0.33	5.5175*	4.75
AC	2	0.46	0.23	3.8192	3.88
BC	2	0.36	0.18	2.8814	3.88
ABC	2	1.64	0.82	13.7672*	3.88
ERROR	12	0.72	0.06		

จากตารางสรุปได้ดังนี้ คือ

ชนิดของวัตถุดิบคือ ข้าวเจ้าและข้าวเหนียว มีผลต่อปริมาณความชื้นของเอกซ์ทรูเดท มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ค่าอัตราส่วนการอัดของสกรู ทั้ง 2 ระดับ และความชื้นของวัตถุดิบทั้ง 3 ระดับ มีผลต่อปริมาณความชื้นของเอกซ์ทรูเดท มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ปัจจัยร่วม คือ ชนิดของวัตถุดิบ และอัตราส่วนการอัดของสกรู (AB) มีผลทำให้ปริมาณความชื้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ปัจจัยร่วมทั้ง 3 คือ ชนิดของวัตถุดิบ อัตราส่วนการอัดของสกรู และระดับความชื้นของวัตถุดิบ (ABC) มีผลต่อปริมาณความชื้นของเอกซ์ทรูเดท มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จ.2 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อศึกษาผลของการเติมแหล่งโปรตีนในอาหารขบเคี้ยวที่มีต่อการยอมรับของผู้บริโภค
(แผนการทดลองแบบ randomized complete block design)

ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อศึกษาผลของการเติมถั่วเขียวในข้าวเจ้า ที่มีต่อการยอมรับทางด้านลักษณะปรากฏของผู้บริโภค จำนวน 15 คน

สูตร	คะแนน ผู้ทดสอบ															รวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
RM 30	8	7	8	7	7	5	8	7	7	7	7	7	8	7	6	106
RM 35	6	8	9	8	7	6	9	6	6	7	7	7	8	8	6	108
RM 40	7	7	8	8	7	7	8	8	7	7	7	7	8	7	7	110
RM 45	8	7	6	8	7	5	8	8	7	7	7	7	8	7	7	107
รวม	29	29	31	31	28	23	33	29	27	28	28	28	32	29	26	431

วิธีการคำนวณ

$$C.T. = \frac{(431)^2}{60}$$

$$= 3096.02$$

$$SS_{total} = (8^2 + \ldots 7^2) - C.T.$$

$$= 3135 - 3096.02$$

$$= 38.98$$

$$SS_{treatment} = \frac{(106^2+108^2+110^2+107^2)}{15} - C.T.$$

$$= 3096.6-3096.02$$

$$= 0.58$$

$$SS_{block} = \frac{(29^2+...26^2)}{4} - C.T.$$

$$= 3117.24 - 3096.02$$

$$= 21.23$$

$$Error = 38.98 = 0.58 - 21.23$$

$$= 17.17$$

ตารางที่ จ.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏของอาหารขบเคี้ยวที่เติมถั่วเขียวเป็นแหล่งโปรตีน

SOV	df	SS	MS	F-VALUE	F-TABLE df_t, df_{error}
treatment	3	0.58	0.19	0.46	2.83
blocks	14	21.23	1.52		
error	42	17.17	0.41		
total	59	38.98			

จากตาราง จ.2 สรุปได้ว่า อาหารขบเคี้ยวที่ผลิตโดยการเติมผสมปริมาณถั่วเขียว 30%, 35%, 40% และ 45% ไม่มีความแตกต่างกันในคะแนนเฉลี่ยทางด้านลักษณะปรากฏอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จ.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test

ตัวอย่างการคำนวณเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนการยอมรับทางด้านลักษณะปรากฏของอาหารขบเคี้ยวที่เติมแหล่งโปรตีนจากถั่วเขียวในข้าวเจ้า

วิธีการคำนวณ

1. คำนวณหาค่า LSR (least significant ranges)

LSR = SSR(Sx)

Sx = error mean square/r

= MS_E/r

เมื่อ r = จำนวนซ้ำในแต่ละ treatment

SSR = significant studentized ranges

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติของค่าเฉลี่ยของคะแนนการยอมรับทางด้านลักษณะปรากฏของอาหารขบเคี้ยวที่เติมแหล่งโปรตีนจากถั่วเขียวในข้าวเจ้า

MS_E = 0.41

r = 15

Sx = 0.41/15

= 0.165

เปิดตาราง SSR สำหรับค่า 5 เปอร์เซ็นต์ มีค่า degree of freedom ของ error = 42

ค่า P	2	3	4
SSR	2.857	3.007	3.097
LSR = SSR (Sx)	0.472	0.496	0.511

2. เรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากต่ำไปหาสูง

	X			
	7.07	7.13	7.20	7.33
ลำดับ	1	2	3	4

3. การเปรียบเทียบเริ่มจากค่าสูงสุดกับต่ำสุด ตามลำดับ

ถ้าค่าที่ได้สูงกว่าค่า LSR ที่เปรียบเทียบ แสดงว่า ความแตกต่างนั้นมีนัยสำคัญ
ถ้าค่าที่ได้ต่ำกว่าค่า LSR ที่เปรียบเทียบ แสดงว่า ความแตกต่างนั้นไม่มีนัยสำคัญ

7.33 - 7.07	=	0.26	< 0.511	แตกต่างไม่มีนัยสำคัญ
7.33 - 7.13	=	0.20	< 0.496	แตกต่างไม่มีนัยสำคัญ
7.33 - 7.20	=	0.13	< 0.472	แตกต่างไม่มีนัยสำคัญ
7.20 - 7.07	=	0.13	< 0.496	แตกต่างไม่มีนัยสำคัญ
7.20 - 7.13	=	0.07	< 0.472	แตกต่างไม่มีนัยสำคัญ
7.13 - 7.07	=	0.06	< 0.472	แตกต่างไม่มีนัยสำคัญ

ภาคผนวก ฉ

ตารางที่ ฉ.1 รายละเอียดผลิตภัณฑ์อาหารชบเคี้ยวที่นำมาวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้

รหัส	ชื่อทางการค้า	ส่วนประกอบสำคัญ	รสชาติ	น้ำหนัก/ถุง (กรัม)	ราคา/ถุง (บาท)
ผลิตภัณฑ์ A	ทวิสตี้	ข้าว น้ำมันปาล์ม สีผสมอาหาร	รสไก่	40	5
ผลิตภัณฑ์ B	คอนเน่	แป้งข้าวโพด น้ำมันปาล์ม	-	20	5
ผลิตภัณฑ์ C	โปเต้	แป้งมันฝรั่ง น้ำมันพืช	-	48	9
ผลิตภัณฑ์ D	คาลบี้	แป้งสาลี กุ้งสด น้ำมันพืช	-	88	10
ผลิตภัณฑ์ E	ฟรังโก้	เผือกสด แป้งผสม น้ำมันพืช สาหร่ายทะเล	-	25	5

การคำนวณราคาต้นทุนของอาหารชบเคี้ยวโปรตีนสูง จะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญ 4 ส่วน คือ

1. ราคาต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้
2. ราคาต้นทุนของการผลิต
3. ค่าแรงงาน
4. ค่าบำรุงรักษา

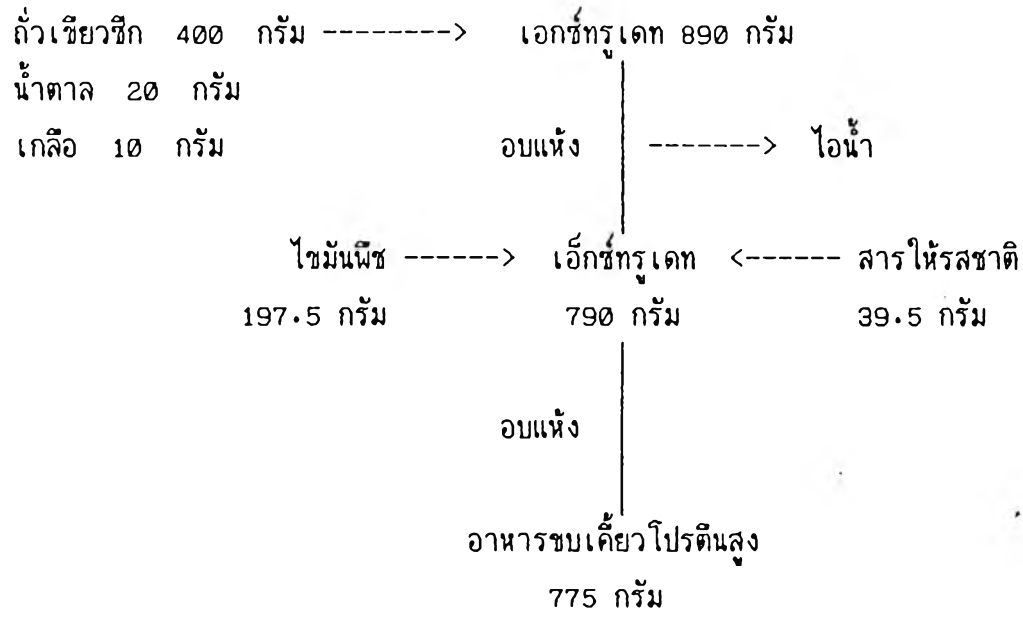
ในงานวิจัยนี้ได้ทำขึ้นในลักษณะที่เป็นขนาดของห้องทดลองซึ่งมีขนาดเล็ก การคำนวณคิดราคาต้นทุนของผลิตภัณฑ์จึงทำได้เฉพาะในแง่ของคิดราคาต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้เท่านั้น สำหรับราคาต้นทุนของการผลิตทั้งหมดจะคิดได้ก็ต่อเมื่อมีการขยายระดับของการทดลองใหญ่ขึ้นจากเดิมเป็น pilot plant ระดับกึ่งผลิตหรือระดับผลิต

ข้อมูลราคาวัตถุดิบที่ใช้ (15 เมษายน 2531)

1. ข้าวเจ้า กิโลกรัมละ 7 บาท
2. ข้าวเหนียว กิโลกรัมละ 7 บาท
3. ถั่วเขียวซีก กิโลกรัมละ 15 บาท
4. แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม กิโลกรัมละ 25 บาท
5. แป้งถั่วเหลืองสกัดไขมัน กิโลกรัมละ 36 บาท
6. น้ำตาลไอซิ่ง กิโลกรัมละ 25 บาท
7. เกลือป่นละเอียด กิโลกรัมละ 8 บาท
8. น้ำมันพืช ลิตรละ 30 บาท (ความถ่วงจำเพาะ = 0.8)
9. โมโนกลีเซอไรด์ กิโลกรัมละ 80 บาท
10. สารให้รสชาติ กิโลกรัมละ 376 บาท

จากการทำสมดุลย์ของมวล

ตัวอย่าง อาหารชบเคี้ยวโปรตีนสูงสูตร RM 40



ตารางที่ ช.1 ราคาต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารชบเคี้ยวโปรตีนสูงสูตรต่าง ๆ

สูตร	ราคา (บาท/100 กรัมผลิตภัณฑ์)
RM 40	4.27
GM 40	4.27
RD 20	4.61
GD 20	4.61
GF 10	4.15

ประวัติผู้เขียน

นางสาว พอใจ ลิ้มพันธ์อุดม เกิดเมื่อ 20 มกราคม 2506 ที่จังหวัดสงขลา สำเร็จการศึกษาได้รับปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีทางอาหาร) จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ.2527