เอกสารอ้างอิง

1. มาลา สุพงษ์พันธ์. "การประมงปลาหมึกกระดองสด" การสัมมนาทางวิชาการเรื่อง การประมง แปรรูป และการตลาดของปลาหมึกกระดอง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพ 27 พฤศจิกายน 2527

2. เศรษฐกิจการพาณิชย์, กรม. "วิธีทางการส่งออกปลาหมึกแห้งปี 2526 และแนวโน้มปี 2527" กระทรวงพาณิชย์ . กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์, 2527

3. ดร.วิวัฒน์ ตัณฑะพาณิชกุล. "อุปกรณ์อบแห้งในอุตสาหกรรม หน้า 21-36 สัมมาคม ส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) 2522

4. Van Arsdel, B.S. Food Dehydration Vol.2 AVI Publishing, Connecticut, 1973

5. _____. "การตากแห้งโดยใช้ตู้อบแสงแดด" วารสารวิทยาศาสตร์ 33(8) (2522) : 59-61

6. Duffie, J.A. and Beckman, W.A., Solar Energy Thermal Processes John Wiley & Sons, New York, 1974

7. นิมิตร บัวเล็ก "เครื่องอบกล้วยโดยใช้พลังงานไฟฟ้าควบแสงอาทิตย์" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2526

8. McGill University. Survey of Agricultural Dryers, Brace Research Institute, 1978.

9. Dennis, R.H. Food Process Engineering pp. 254. AVI Publishing, Connecticut, 1975.

10. สุวัฒน์ ไทยนะ และ ปรีดา วิบูลย์วัลย์ "ตู้อบแห้งด้วยแสงอาทิตย์แบบมีแผงรับรังสีแยก" การประชุมทางวิชาการเรื่องพลังงานหมุนเวียนกับการประยุกต์ ครั้งที่ 2

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) ร่วมกับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 25-28 กุมภาพันธ์ 2523

11. สุรศักดิ์ บำรุงวงศ์ "การศึกษาและออกแบบการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการบ่มยาสูบ" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523

12. ปิยะรัตน์ พราหมณี "การศึกษาเครื่องอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาฟิสิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522

13. Kesari, J.P. "The Performance of A Solar Rice Dryer." Master's Thesis, Asian Institute of Technology, 1979.

14. Srianong, K. "Study of Solar Fish Drying and Storage." Master's Thesis, Asian Institute of Technology, 1980.

15. Perry, J.H. Chemical Engineer's Handbook, 4th ed., pp. 15.33-15.36. 15.38-15.39. McGraw-Hill, New York, 1963.

16. Jordan, R.C. Ashrae Guide and Data Book 1973 pp. 23.2-23.4. Ashrae, New York, 1973

17. Fennena, O.R. Principles of Food Science pt 2, pp. 309-355. Marcel Dekker, New York, 1975.

18. Steven, R.T. Nutritional and Safety Aspects of Food Processing pp. 181-186, Marcel Dekker, New York, 1979.

19. ไพศาล ลิทธิกรกุล "การศึกษาชนิดของปลาหมึกในอ่าวไทย" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2517

20. มาลา สุพงษ์พันธุ์ "การประมงปลาหมึก" การสัมมนาประมงทะเล กองประมงทะเล กรมประมง 4-7 กันยายน 2527

21. จารุวัฒน์ นภีตะภัฏ "แนวความคิดในการเพาะเลี้ยงปลาหมึกเชิงพาณิชย์" การสัมมนาทางวิชาการเรื่องการประมง แปรรูป และการตลาดของปลาหมึกกระดอง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 27 พฤศจิกายน 2527

22. FAO Food Composition Table for Use in East Asia, U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1972.

23. วิยัย อรุณกมลศรี "คุณลักษณะของเนื้อปลาหมึก" สัมมนาปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2524.

24. ประยุทธ รัตนยู่ "ไปดูการทำปลาหมึกแห้งที่บ้านเพ" วารสารวิทยาศาสตร์ 26(1) (2516) : 263-267.

25. Tanikawa, E. Marine Products in Japan pp. 222-224. Kaseisha-Koseikaku Company, 1971.

26. Wan, R. Processing of Fishery Products in Malaysia. Report No.151, Malaysia Agricultural Research and Development Institute, Serdang, Selangor, 1978.

27. Borgstrom, G. Fish as Food, Vol.4, Processing : pt2 pp.339-347. Academic Press, New York, 1965.

28 Furia, T.E. CRC Handbook of Food Additives 2nd ed., Vol 1. pp. 724. CRC Press, Ohio, 1977.

29. Deman, J.M. and Melnychyn, P. Symposium : Phosphate in Food Processing pp.66-69 AVI Publishing Company, Connecticut, 1971.

30. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาหมึกแห้งปรุงรส มอก. 323-2522 กรุงเทพ . โรงพิมพ์สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี

31. รายงานดูงานบริษัทไทยเล่รีห้องเย็นจำกัดยองนิสิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.

32. Joseph, F.H. Handbook of Package Engineering pp.8.30-8.39. McGraw-Hill Book Company, New York, 1971.

33. IFT, "Shelf Life of Foods" Institute of Food Technologists' Expert Panel on Food Safety and Nutrition. J.Food Sci. 39(1974) : 861-863.

34. A.O.A.C. "Official Methods of Analysis" 13th ed., Association of Official Agriculture Chemists, Washington D.C., 1980.

35. จินตารัตน์ จันทร์เพ็ญ และคณะ "การออกแบบและทดลอบเครื่องวัดพลังงานจากแสงอาทิตย์ที่ราคาถูกและสามารถนำติดตัวได้" วารสารเคมีวิศวกรรมเทคโนโลยีทางอาหารและเยื้อเพลิง 1(2522) . 27-40

36. Sharf, J.M. Recommended Methods for the Microbiology Examination of Foods. 2nd.ed., pp.113-114. American Public Health Association, New York, 1966.

37. Krammer, A. and Twigg, B.A. Fundamental of Quality Control for the Food Industry. pp.132-133. AVI Publishing Company, Connecticut, 1966.

38. Susan, B.J., Robert, J.C. and James, R.C. "Muscle Samples for Scanning Electron Microscopy : Preparative Techniques and General Morphology" J. Food Sci. 41(1976) : 867-872.

39. จรัญ จันทลักษณา. สถิติวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย ไทยวัฒนาพานิช, 2523.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามเกี่ยวกับการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

1. แบบฟอร์มที่ใช้ในการทดลองตามข้อ 3.5 เพื่อสอบถามความเห็นเกี่ยวกับลักษณะปรากฏ การยอมรับ และกลิ่น ของตัวอย่างดิบ รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่างลูก

แบบสอบถาม ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกกระดองแห้ง

ชื่อผู้ทดสอบ_____ เพศ _____ อายุ _____ ปี

วันที่_____

โปรดพิจารณาลักษณะของตัวอย่างที่ให้มา แล้วใส่หมายเลขของตัวอย่างให้ตรงกับรายละเอียดที่แจ้งไว้

1. ตัวอย่างดิบ

1.1 ลักษณะปรากฏ

ลักษณะปรากฏ	หมายเลขตัวอย่าง
เนื้อสีน้ำตาลอ่อน ไม่มีนวลยาวขึ้น	_____
เนื้อสีน้ำตาลเข้ม ไม่มีนวลยาวขึ้น	_____
เนื้อสีน้ำตาลอ่อน มีนวลยาวขึ้น	_____
เนื้อสีน้ำตาลเข้ม มีนวลยาวขึ้น	_____
เนื้อมีนวลยาวปนดำ หรือนวลยาวปนเขียว	_____

ความเห็นเกี่ยวกับลักษณะปรากฏในด้านการยอมรับ โปรดใส่หมายเลขของตัวอย่างให้ตรงกับความเห็นของท่าน

ดี	พอใช้	ใช้ไม่ได้
_____	_____	_____

1.2 ลักษณะกลิ่น

ลักษณะกลิ่น	หมายเลขตัวอย่าง
กลิ่นหอมของปลาหมึกแห้งมาก	_____
กลิ่นหอมของปลาหมึกแห้งน้อย	_____
กลิ่นคาวของปลาหมึกแห้งมาก	_____
กลิ่นคาวของปลาหมึกแห้งน้อย	_____
กลิ่นเหม็นอับมาก	_____
กลิ่นเหม็นอับน้อย	_____

แบบสอบถาม ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกกระตองแห้ง

ชื่อผู้ทดสอบ _____ เพศ _____ อายุ _____ ปี

วันที่ _____

โปรดพิจารณาลักษณะของตัวอย่างที่ให้มา แล้วใส่หมายเลขของตัวอย่างให้ตรงกับรายละเอียดที่แจ้งไว้

2. ตัวอย่างสุก

2.1 ลักษณะรสชาติ

ลักษณะรสชาติ	หมายเลขตัวอย่าง
รสหวานของเนื้อปลาหมึกมาก	_____
รสหวานของเนื้อปลาหมึกน้อย	_____

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลักษณะรสชาติ	หมายเลขตัวอย่าง
รสจืด ไม่มีรสหวานของเนื้อปลาหมึก	_____
รสคาวของเนื้อปลาหมึกมาก	_____
รสคาวของเนื้อปลาหมึกน้อย	_____

2.2 ลักษณะเนื้อสัมผัส

ลักษณะเนื้อสัมผัส	หมายเลขตัวอย่าง
เคี้ยวง่าย เนื้อปลาหมึกยืดหยุ่นกำลังดี	_____
เคี้ยวง่าย เนื้อปลาหมึกเปื่อยยุ่ย	_____
เคี้ยวง่าย เนื้อปลาหมึกเละ	_____
เคี้ยวค่อนข้างยาก เนื้อปลาหมึกเหนียวเล็กน้อย	_____
เคี้ยวยากมาก เนื้อปลาหมึกเหนียวมาก	_____

2. แบบฟอร์มที่ใช้ในการทดลองตามข้อ 3.7.3 เพื่อสอบถามความเห็นเกี่ยวกับ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณภาพรวม

แบบสอบถาม ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกกระตองแห้งดูดน้ำคืน

ชื่อผู้ทดสอบ_____ เพศ _____ อายุ _____ ปี

วันที่_____

โปรดให้คะแนนคุณลักษณะของตัวอย่างในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณภาพรวมในผลิตภัณฑ์ ตามรายละเอียดที่ให้มา

สี		กลิ่น		รสชาติ	
เนื้อสีขาว	= 3	กลิ่นหอมหวาน	= 4	รสหวานมาก	= 4
เนื้อสีขาวปนน้ำตาล	= 2	กลิ่นคาวและกลิ่นด่างเล็กน้อย	= 3	รสหวานน้อย	= 3
เนื้อสีเหลือง	= 1	กลิ่นคาวและกลิ่นด่างมาก	= 2	รสจืด	= 2
		กลิ่นเหม็นไม่น่ารับประทาน	= 1	รสอื่น ๆ	= 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลักษณะเนื้อสัมผัส		คุณภาพรวม	
ขณะเคี้ยวมีความยืดหยุ่นดี เนื้อนุ่ม กรอบดีมาก	= 4	ดีมาก	= 4
ขณะเคี้ยวมีความยืดหยุ่นดี เนื้อนุ่ม กรอบเล็กน้อย	= 3	ดี	= 3
ขณะเคี้ยวมีความยืดหยุ่นเล็กน้อย เนื้อนุ่ม กรอบเล็กน้อย	= 2	ปานกลาง	= 2
ขณะเคี้ยวมีความยืดหยุ่นเล็กน้อย เนื้อนุ่ม ไม่กรอบ	= 1	เลว	= 1

คุณลักษณะที่ทดสอบ	ตัวอย่างหมายเลข				
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
ลักษณะเนื้อสัมผัส					
คุณภาพรวม					

3. แบบฟอร์มที่ใช้ในการทดลองตามข้อ 3.8 เพื่อสอบถามความเห็นเกี่ยวกับ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส คุณภาพรวม และการยอมรับ

แบบสอบถาม ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกกระตองแห้งดูดน้ำคืน

ชื่อผู้ทดสอบ_____ เพศ _____ อายุ _____ ปี

วันที่_____

โปรดให้คะแนนคุณลักษณะของตัวอย่างในด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส คุณภาพรวม ตามรายละเอียดที่ให้มาและการยอมรับในผลิตภัณฑ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สี		กลิ่น		รสชาติ	
เนื้อสีขาว	= 3	กลิ่นหอมหวาน	= 4	รสหวานมาก	= 4
เนื้อสีขาวปนน้ำตาล	= 2	กลิ่นคาวและกลิ่นต่างเล็กน้อย	= 3	รสหวานน้อย	= 3
เนื้อสีเหลือง	= 1	กลิ่นคาวและกลิ่นต่างมาก	= 2	รสจืด	= 2
		กลิ่นเหม็นไม่น่ารับประทาน	= 1	รสอื่น ๆ	= 1

ลักษณะเนื้อสัมผัส		คุณภาพรวม	
ขณะเคี้ยวมีความยืดหยุ่นดี เนื้อนุ่ม กรอบดีมาก	= 4	ดีมาก	= 4
ขณะเคี้ยวมีความยืดหยุ่นดี เนื้อนุ่ม กรอบเล็กน้อย	= 3	ดี	= 3
ขณะเคี้ยวมีความยืดหยุ่นเล็กน้อย เนื้อนุ่ม กรอบเล็กน้อย	= 2	ปานกลาง	= 2
ขณะเคี้ยวมีความยืดหยุ่นเล็กน้อย เนื้อนุ่ม ไม่กรอบ	= 1	เลว	= 1

คุณลักษณะที่ทดสอบ	ตัวอย่างหมายเลข				
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
ลักษณะเนื้อสัมผัส					
คุณภาพรวม					
การยอมรับ ยอมรับ ✓ ไม่ยอมรับ ✗					

4. แบบฟอร์มที่ใช้ในการทดลองตามข้อ 3.10.3, 3.10.7 เพื่อสอบถามความเห็นเกี่ยวกับ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณภาพของปลาหมึกกระดองแห้งปรุงรส และปลาหมึกกระดองบดแผ่นปรุงรส ตามลำดับ

แบบสอบถาม

ตัวอย่างอาหาร _____

ผู้ทดสอบ _____ เพศ _____ อายุ ____ ปี

วันที่ _____

การทดสอบ ความชอบเกี่ยวกับ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณภาพรวมของตัวอย่างอาหารโดยการทดสอบขอให้คะแนนเป็นตัวเลขตรงตามความชอบของท่านมากที่สุด

คะแนนความชอบเป็นดังนี้

7 - ชอบมาก

6 - ชอบปานกลาง

5 - ชอบเล็กน้อย

4 - รู้สึกเฉย ๆ

3 - ไม่ชอบเล็กน้อย

2 - ไม่ชอบปานกลาง

1 - ไม่ชอบมาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความชอบในด้าน	ตัวอย่างหมายเลข				
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
ลักษณะเนื้อสัมผัส					
คุณภาพรวม					

ข้อเสนอแนะ _____

_____

5. แบบฟอร์มใช้ในการทดลองตามข้อ 3.10.5 เพื่อทดสอบความเห็นเกี่ยวกับ สี และลักษณะเนื้อสัมผัส ของปลาหมึกกระดองบดแผ่นปรุงรส

แบบสอบถาม

ตัวอย่างอาหาร _____

ผู้ทดสอบ _____ เพศ _____ อายุ _____ ปี

วันที่ _____

การทดสอบความชอบเกี่ยวกับ สี และลักษณะเนื้อสัมผัส ของตัวอย่างอาหารโดยการทดสอบขอให้คะแนนเป็นตัวเลขตรงตามความชอบของท่านมากที่สุด

คะแนนความชอบเป็นดังนี้

7 - ชอบมาก

6 - ชอบปานกลาง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5 - ชอบเล็กน้อย

4 - รู้สึกเฉย ๆ

3 - ไม่ชอบเล็กน้อย

2 - ไม่ชอบปานกลาง

1 - ไม่ชอบมาก

ความชอบในด้าน	ตัวอย่างหมายเลข				
สี					
ลักษณะเนื้อสัมผัส					

ข้อเสนอแนะ _____

_____

6. แบบฟอร์มที่ใช้ในการทดลองตามข้อ 3.10.10 เพื่อสอบถามความเห็นเกี่ยวกับ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส คุณภาพรวมและการยอมรับ ของปลาหมึกกระดองบดแผ่นปรุงรส

แบบสอบถาม

ตัวอย่างอาหาร _____

ผู้ทดสอบ _____ เพศ _____ อายุ _____ ปี

วันที่ _____

การทดสอบความชอบเกี่ยวกับ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส คุณภาพรวมและการยอมรับของตัวอย่างอาหาร โดยการทดสอบขอให้คะแนนเป็นตัวเลขตรงตามความชอบของท่านมากที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คะแนนความชอบเป็นดังนี้

7 - ชอบมาก

6 - ชอบปานกลาง

5 - ชอบเล็กน้อย

4 - รู้สึกเฉย ๆ

3 - ไม่ชอบเล็กน้อย

2 - ไม่ชอบ ปานกลาง

1 - ไม่ชอบมาก

ความชอบในด้าน	ตัวอย่างหมายเลข				
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
ลักษณะเนื้อสัมผัส					
คุณภาพรวม					
การยอมรับ ยอมรับ ✓ ไม่ยอมรับ ✗					

ข้อเสนอแนะ _____

_____

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

การคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของการทำแห้งของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบมีแผงรับรังสีแยก ในการทำแห้งแต่ละครั้ง จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของการทำแห้ง} = \frac{\text{ความร้อนทั้งหมดที่ใช้ระเหยน้ำจากเนื้อปลาหมึก}}{\text{พลังงานที่แผงรับแสงได้รับ}} \times 100\%$$

ความร้อนทั้งหมดที่ใช้ระเหยน้ำจากเนื้อปลาหมึก = Heat of vaporization + Sensible heat

$$= m_1 L + m_2 C_{pm} \Delta t \quad \text{(เมกะจูล)}$$

พลังงานที่แผงรับแสงได้รับ = ความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์xพื้นที่รับแสงในแนวราบ x เวลา (เมกะจูล)

ตัวอย่างการคำนวณและข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณประสิทธิภาพเชิงความร้อนของการทำแห้งของตะแกรงชั้นบนสุดของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบมีแผงรับรังสีแยก วางตะแกรง 4 ชั้น ดังตารางที่ 1

สัญญลักษณะที่ใช้ในการคำนวณ มีดังนี้

t = อุณหภูมิเนื้อปลาหมึก (องศาเซลเซียส)

Δt = ผลต่างของอุณหภูมิเนื้อปลาหมึก แต่ละช่วงเวลาในแต่ละวัน (องศาเคลวิน)

L = ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอที่อุณหภูมิ t (เมกะจูล/กิโลกรัม)

m_1 = ปริมาณน้ำระเหยจากเนื้อปลาหมึก แต่ละช่วงเวลาในแต่ละวัน (กิโลกรัม)

Q_1 = ความร้อนของการกลายเป็นไอ (Heat of vaporization) (เมกะจูล)

m_2 = ปริมาณน้ำในเนื้อปลาหมึก แต่ละช่วงเวลาในแต่ละวัน (กิโลกรัม)

C_{pm} = ความจุความร้อนเฉลี่ยในแต่ละวัน (เมกะจูล/กิโลกรัม-องศาเคลวิน)

Q_2 = ความร้อนสัมผัส (Sensible heat) (เมกะจูล)

Q_T = ความร้อนทั้งหมดที่ใช้ระเหยน้ำจากเนื้อปลาหมึก = Q_1+Q_2 (เมกะจูล)

I = ความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์ (เมกะจูล/ตารางเมตร - ชั่วโมง)

A = พื้นที่รับแสงในแนวราบ (ตารางเมตร)

Q_3 = พลังงานที่แผงรับแสงได้รับ (เมกะจูล)

เวลาทดลองทำแห้งให้ได้ความชื้นสุดท้ายของปลาหมึกกระดองแห้งเป็นร้อยละ 18-22 คือ 22 ชั่วโมง (ทดลอง 4 วัน)

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของการทำแห้งเฉลี่ยของวันแรก คือ 4.99 (ร้อยละ)

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของการทำแห้งเฉลี่ยของวันที่สอง คือ 1.26 (ร้อยละ)

ประสิทธิภาพของความร้อนของการทำแห้งเฉลี่ยของวันที่สาม คือ 0.61 (ร้อยละ)

ประสิทธิภาพของความร้อนของการทำแห้งเฉลี่ยของวันที่สี่ คือ 0.50 (ร้อยละ)

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของการทำแห้งเฉลี่ยรวม คือ 7.36 (ร้อยละ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 ข้อมูลในการคำนวณประสิทธิภาพเชิงความร้อนของการทำแห้งของตะแกรงชั้นบนสุดโดยอ้อมแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบมีแผงรับรังสีแยก วางตะแกรง 4 ชั้น

เวลา	t	Δt	L	m_1	m_2	Q_1	C_{pm}	Q_2	Q_1	I	A	Q_3	ประสิทธิภาพการทำแห้ง (ร้อยละ)
วันแรก													
9.00	26.00												
11.00	46.50	20.50	2.406	0.309	0.895	0.743	4.183×10^{-3}	0.077	0.820	3.258	1.564	10.191	8.05
13.00	48.50	2.00	2.385	0.192	0.586	0.458	4.183×10^{-3}	0.005	0.463	3.060		9.572	4.84
15.00	48.00	0.50	2.387	0.131	0.393	0.313	4.183×10^{-3}	0.001	0.314	2.628		8.220	3.82
16.00	46.50	1.50	2.406	0.044	0.262	0.106	4.183×10^{-3}	0.002	0.108	2.124		3.322	3.25
												ค่าเฉลี่ย	4.99
วันที่สอง													
9.00	25.50												
10.00	52.50	27.00	2.412	0.034	0.218	0.082	4.185×10^{-3}	0.025	0.107	2.286	1.564	3.575	2.99
12.00	60.50	8.00	2.356	0.030	0.184	0.071	4.185×10^{-3}	0.006	0.077	3.582		11.205	0.69
14.00	62.00	1.50	2.351	0.025	0.153	0.059	4.185×10^{-3}	0.001	0.060	3.204		10.022	0.60
16.00	53.00	9.00	2.372	0.020	0.128	0.047	4.185×10^{-3}	0.005	0.052	2.160		6.757	0.77
												ค่าเฉลี่ย	1.26
วันที่สาม													
9.00	25.50												
11.00	53.50	28.00	2.370	0.023	0.108	0.055	4.185×10^{-3}	0.013	0.068	2.736	1.564	8.558	0.79
13.00	60.50	7.00	2.356	0.024	0.085	0.057	4.185×10^{-3}	0.002	0.059	3.456		10.810	0.55
15.00	58.00	2.50	2.360	0.018	0.061	0.042	4.185×10^{-3}	0.001	0.043	2.736		8.558	0.50
16.00	55.00	3.00	2.368	0.008	0.043	0.019	4.185×10^{-3}	0.001	0.020	2.160		3.378	0.59
												ค่าเฉลี่ย	0.61
วันที่สี่													
9.00	24.50												
10.00	50.00	25.50	2.381	0.006	0.036	0.014	4.183×10^{-3}	0.004	0.018	2.286	1.564	3.575	0.50
												ค่าเฉลี่ย	
												รวม	7.36

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ค.1 เพื่อศึกษาอิทธิพลของวิธีทำแห้ง ภาชนะบรรจุ และเวลาเก็บที่อุณหภูมิห้อง ต่อคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส ปริมาณความชื้น จำนวนแบคทีเรีย และเชื้อรา ของปลาหมึกกระตองแห้ง โดยให้ผู้บริโภคประเมินผลทางการสังเกตและชิมบอกลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัส วิเคราะห์ข้อมูลแบบ Factorial experiment 3 factor

ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลในเรื่องของลักษณะปรากฏ

วิธีการคำนวณ

1. Correction term (CT) $= (123.09)^2/40$

$= 378.77$

2. Total SS $= (4.13^2 + 4.50^2 + \ldots + 2.00^2) - CT$

$= 413.38 - 378.77$

$= 34.61$

3. Treatment SS $= (8.63^2 + 9.00^2 + \ldots + 4.20^2)/2 - CT$

$= 412.76 - 378.77$

$= 33.99$

4. Error SS $= 34.61 - 33.99$

$= 0.62$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คะแนนเฉลี่ยของลักษณะปรากฏของปลาหมึกกระดองแห้งที่ผ่านวิธีทำแห้ง ภาชนะบรรจุ และเวลาเก็บต่าง ๆ กัน

วิธีทำแห้ง A	ภาชนะบรรจุ B	เวลาเก็บ C	จำนวนซ้ำ 1	จำนวนซ้ำ 2	รวม
a_1=ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบมีแผงรับรังสีแยก	b_1 = PE	C_1 = 0	4.13	4.50	8.63
		C_2 = 1	4.64	4.36	9,00
		C_3 = 2	3.64	3.46	7,10
		C_4 = 3	2.60	2.73	5,33
		C_5 = 4	2.10	2.23	4,33
	b_2 = PE	C_1	4.13	4.50	8,63
		C_2	4.27	4,18	8,45
		C_3	3.46	3,63	7,09
		C_4	2.40	2.46	4,86
		C_5	2.20	2,10	4,30
a_2=ตากแดดกลางแจ้ง	b_1 = PE	C_1	4.13	4.63	8,76
		C_2	2.73	2.48	5,21
		C_3	2.46	2.25	4,71
		C_4	2.10	2.20	4,30
		C_5	2.10	2.00	4,10
	b_2 = PP	C_1	4.13	4.64	8,76
		C_2	2.64	2.54	5,18
		C_3	2.27	2,54	4,81
		C_4	2.70	2,64	5,34
		C_5	2.20	2.00	4,20
					123,09

PE = โพลีเอทธีลีน PP = โพลีโปรไพลีน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง I พิจารณาเฉพาะวิธีทำแห้ง และภาชนะบรรจุ

ภาชนะบรรจุ (B)	วิธีทำแห้ง		รวม
	a_1	a_2	
b_1	34.39	27.08	61.47
b_2	33.33	28.29	61.82
รวม	67.72	55.37	123.09

ค่าในแต่ละช่วงรวมจาก 5 ระดับของเวลาเก็บ เช่น 34.39 = 8.63 + 9.00 + 7.10 + 5.33 + 4.33

5. Total SS ใน I $= (34.39^2+27.08^2+...+28.29^2)/10-CT$

$= 382.72-378.77$

$= 3.95$

6. SS(A) $= (67.72^2+55.37^2)/20-CT$

$= 382.59-378.77$

$= 3.82$

7. SS (B) $= (61.47^2+61.62^2)/20-CT$

$= 378.78-378.77$

$= 0.01$

8. SS(AB) $= 3.95-(3.82+0.01)$

$= 0.12$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง II พิจารณาเฉพาะภาชนะบรรจุและเวลาเก็บ

ภาชนะบรรจุ (B)	เวลาเก็บ (C)					รวม
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	
b_1	17.39	14.21	11.81	99.63	8.43	61.47
b_2	17.39	13.63	11.90	10.20	8.50	61.62
รวม	34.78	27.84	23.71	19.83	16.93	123.09

ค่าในแต่ละช่องรวมจาก 2 ระดับของวิธีทำแห้ง เช่น 17.39 = 8.63+8.76

9. Total SS ในII $= (17.39^2+17.39^2+...+8.50^2)/4-CT$

$= 403.43-378.77$

$= 24.66$

10. SS(C) $= (34.78^2+27.84^2+...+16.93^2)/8-CT$

$= 403.34-378.77$

$= 24.57$

11. SS(BC) $= 24.66-(0.01+24.57)$

$= 0.08$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง III พิจารณาเฉพาะเวลาเก็บและวิธีทำแห้ง

เวลาเก็บ (C)	วิธีทำแห้ง		รวม
	a_1	a_2	
C_1	17.26	17.52	34.77
C_2	17.45	10.39	27.84
C_3	14.19	9.52	23.71
C_4	10.19	9.64	19.83
C_5	8.63	8.30	16.93
รวม	67.72	55.37	123.09

ค่าในตารางเป็นผลรวม 2 ระดับ ของภาชนะบรรจุ เช่น 17.26 = 8.63+8.63

12. Total SS ใน III = $(17.26^2+17.52^2+...+8.30^2)/4-CT$

= 412.36-378.77

= 33.59

13. SS (AC) = 33.59-(3.82+24.57)

= 5.20

14. SS (ABC) = 33.99-(3.82+0.01+24.57+0.12+0.08+5.20)

= 0.19

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

SOV	df	SS	MS	Computed f	Table $f_{0.05,\nu_t,\nu_E}$
Treatment	(abc-1) = 19	33.99			
A	(a-1) = 1	3.82	3.22	127.33*	4.35
B	(a-1) = 1	0.01	0.01	0.33	4.35
C	(c-1) = 4	24.57	6.14	204.67*	2.87
AB	(a-1)(b-1) = 1	0.12	0.12	4.00	4.35
AC	(a-1)(c-1) = 4	5.20	1.30	43.33*	2.87
BC	(b-c)(c-1) = 4	0.08	0.02	0.67	2.87
ABC	(a-1)(b-1)(c-1)=4	0.19	0.05	1.67	2.87
Error	abc(r-1) = 20	0.62	0.03		
Total	(abcr)-1 = 39	34.61			

A = วิธีทำแห้ง

B = ภาชนะบรรจุ

C = เวลาเก็บ

* มีความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การหาความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยในลักษณะปรากฏ ของปลาหมึกกระดองแห้งที่เก็บที่อุณหภูมิห้องในเวลาต่าง ๆ กัน โดยวิธีทำแห้งด้วย ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบมีแผงรับรังสีแยก และตากแดดกลางแจ้ง ใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

วิธีคำนวณ

1. คำนวณค่าของ $S_{\bar{x}} = \sqrt{(\text{error mean square})/r}$

จากค่า Error degree of freedom นำไปเปิดค่า significant studentized ranges (SSR) สำหรับค่า 5 เปอร์เซ็นต์ ในตาราง ก.7 (39) ดูตรงกับค่า p ตั้งแต่ 2 ถึงที่ต้องการ แล้วคูณค่า SSR ด้วย $S_{\bar{x}}$ เพื่อให้ได้ค่า least significant ranges (LSR) ดังตารางข้างล่าง

ค่า P	2	3	4	5
SSR				
LSR = SSR ($S_{\bar{x}}$)				

2. ลำดับค่าเฉลี่ย โดยเรียงค่าเฉลี่ยจากต่ำไปหาสูง

	tr_5	tr_4	tr_3	tr_2	tr_1
$\bar{x}$					
ลำดับ	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

3. การเปรียบเทียบ เริ่มจากค่าสูงสุดกับต่ำสุด กับรองต่ำสุดและถัดไปเรื่อย ๆ จนถึงกับรองสูงสุด แล้วเปรียบเทียบรองสูงสุดกับต่ำสุด กับรองต่ำสุดเรื่อย ๆ ไปจนถึงกับรอง-รองต่ำสุด

ความแตกต่างมีนัยสำคัญ (significant) ถ้าสูงกว่าค่า LSR ที่เปรียบเทียบ

ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญ (non-significant) ถ้าต่ำกว่าค่า LSR ที่เปรียบเทียบ

ตัวอย่างการคำนวณ

วิธีทำแห้ง (A)	เวลาเก็บ (c)				
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
a_1	4.32	4.36	3.55	2.55	2.16
a_2	4.38	2.60	2.38	2.41	2.08

1. $S_{\bar{x}} = \sqrt{0.03/4}$

$= 0.087$

Error degree of freedom = 20

ค่า p	2	3	4	5
SSR	2.95	3.10	3.18	3.25
LSR	0.257	0.270	0.277	0.283

2. ลำดับค่าเฉลี่ย ของคะแนนลักษณะปรากฏในการทำแห้งด้วยตู้อบแห้งพลังงานแล้งอาทิตย์ แบบมีแผงรับรังสีแยก

	tr_5	tr_4	tr_3	tr_1	tr_2
$\bar{X}$	2.16	2.55	3.55	4.32	4.36
ลำดับ	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

tr_1 = เวลาเก็บเริ่มต้น

tr_2 = เวลาเก็บ 1 เดือน

tr_3 = เวลาเก็บ 2 เดือน

tr_4 = เวลาเก็บ 3 เดือน

tr_5 = เวลาเก็บ 4 เดือน

3. การเปรียบเทียบ

tr_2 tr_5 = 4.36 - 2.16 = 2.20 > 0.283 : แตกต่างมีนัยสำคัญ

(5) (1)

tr_2 tr_4 = 4.36 - 2.55 = 1.81 > 0.277 : แตกต่างมีนัยสำคัญ

(5) (2)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

tr_2 tr_3 = 4.36 - 3.55 = 0.81 > 0.270 : แตกต่างมีนัยสำคัญ
(5) (3)

tr_2 tr_1 = 4.36 - 4.32 = 0.04 < 0.257 : แตกต่างไม่มีนัยสำคัญ
(5) (4)

tr_1 tr_5 = 4.32 - 2.16 = 2.16 > 0.283 : แตกต่างมีนัยสำคัญ
(4) (1)

tr_1 tr_4 = 4.32 - 2.55 = 1.77 > 0.277 : แตกต่างมีนัยสำคัญ
(4) (2)

tr_1 tr_3 = 4.32 - 3.55 = 0.77 > 0.257 : แตกต่างมีนัยสำคัญ
(4) (3)

tr_3 tr_5 = 3.55 - 2.16 = 1.39 > 0.27 : แตกต่างมีนัยสำคัญ
(3) (1)

tr_3 tr_4 = 3.55 - 2.55 = 1.00 > 0.257 : แตกต่างมีนัยสำคัญ
(3) (2)

tr_4 tr_5 = 2.55 - 2.16 = 0.39 > 0.257 : แตกต่างมีนัยสำคัญ
(2) (1)

เริ่มต้น	4.32^a
1 เดือน	4.36^a
2 เดือน	3.55^b
3 เดือน	2.55^c
4 เดือน	2.16^d

ตัวอักษรเหมือนร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2. ลำดับค่าเฉลี่ย ของคะแนนลักษณะปรากฏในการทำแห้งด้วยวิธีจากแดดกลางแจ้ง

	tr_5	tr_3	tr_4	tr_2	tr_1
$\bar{X}$	2.08	2.38	2.41	2.60	4.38
ลำดับ	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

3. การเปรียบเทียบ

tr_1 tr_5 = 4.38 - 2.08 = 2.30 > 0.283 : แตกต่างมีนัยสำคัญ
(5) (1)

tr_1 tr_3 = 4.38 - 2.38 = 2.00 > 0.277 : แตกต่างมีนัยสำคัญ
(5) (2)

tr_1 tr_4 = 4.38 - 2.41 = 1.97 > 0.270 : แตกต่างมีนัยสำคัญ
(5) (3)

tr_1 tr_2 = 4.38 - 2.60 = 1.78 > 0.257 : แตกต่างมีนัยสำคัญ
(5) (4)

tr_2 tr_5 = 2.60 - 2.08 = 0.52 > 0.277 : แตกต่างมีนัยสำคัญ
(4) (1)

tr_2 tr_3 = 2.60 - 2.38 = 0.22 < 0.270 : แตกต่างไม่มีนัยสำคัญ
(4) (2)

tr_2 tr_4 = 2.60 - 2.41 = 0.19 < 0.257 : แตกต่างไม่มีนัยสำคัญ
(4) (3)

tr_4 tr_5 = 2.41 - 2.08 = 0.33 > 0.270 : แตกต่างมีนัยสำคัญ
(3) (1)

tr_4 tr_3 = 2.41 - 2.38 = 0.03 < 0.257 : แตกต่างไม่มีนัยสำคัญ
(3) (2)

tr_3 tr_5 = 2.38 - 2.08 = 0.30 > 0.257 : แตกต่างมีนัยสำคัญ
(2) (1)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เริ่มต้น	4.38^{a}
1 เดือน	2.60^{b}
2 เดือน	2.38^{b}
3 เดือน	2.41^{b}
4 เดือน	2.08^{c}

ตัวอักษรเหมือนร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ค. 2 เพื่อศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นสารละลาย di-Sodium hydrogen phosphate และ Sodium sitrate (ร้อยละ 0 0.4 0.7 และ 1.0) และเวลาแช่ปลาหมึกกระดองสด ก่อนทำแห้งในสารละลายนี้ (8 และ 24 ชั่วโมง) ต่ออัตราการดูดน้ำคืน (กรัมต่อชั่วโมง) ของปลาหมึกกระดองแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายทั้งสองก่อนการทำแห้ง โดยจะศึกษาอัตราการดูดน้ำคืนเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงดูดน้ำคืน 1 ชั่วโมงแรก และ 6 ชั่วโมงต่อมา สำหรับปลาหมึกกระดองที่แช่สารละลาย di-Sodium hydrogen phosphate และช่วงดูดน้ำคืน 2 ชั่วโมงแรก และ 5 ชั่วโมงต่อมา สำหรับปลาหมึกกระดองที่แช่สารละลาย Sodium citrate วิเคราะห์ข้อมูลแบบ Factorial experiment 2 factor

1. วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance)

Factor B / Factor A	อัตราการดูดน้ำคืน	
	b_1	b_2
a_1	a_1b_1	a_1b_2
a_2	a_2b_1	a_2b_2
a_3	a_3b_1	a_3b_2
a_4	a_4b_1	a_4b_2

คำนวณค่าต่าง ๆ โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

คำนวณค่าต่าง ๆ โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

แหล่งความแปรปรวน (Source of variation)	ผลบวกกำลังสอง (Sum of square = SS)	ค่าแห่งความเป็นอิสระ (Degree of freedom = df)
Treatment	$\sum_{i}\sum_{j}(Yij.^2 / r) - CT$	(ab-1)
A	$\sum_{i}(Yi^2../br) - CT$	(a-1)
B	$\sum_{i}(Y.j.^2 /ar) - CT$	(b-1)
AB	$\sum_{i}\sum_{j}(Yij.^2 /r) - CT - SS_A - SS_B$	(a-1)(b-1)
Error	$SS_{total} - SS_A - SS_B - SS_{AB}$	ab(r-1)
Total	$\sum_{i}\sum_{j}\sum_{k} Yijk^2 - CT$	abr-1

a = จำนวนระดับของแฟคเตอร์ A

b = จำนวนระดับของแฟคเตอร์ B

CT = Correction term = $(Y...^2/n)$; n = abr

MS = Mean square = $\frac{SS}{df}$

ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูล

แสดงอัตราการดูดน้ำคืนในช่วง 1 ชั่วโมงแรกของการดูดน้ำคืนของปลาหมึกกระดองแห้งที่ผ่านการแช่ล่วงละลาย di-Sodium hydrogen phosphate ($Na_2 HPO_4$) ความเข้มข้นร้อยละ 0 0.4 0.7 และ 1.0 (กรัม/100 มิลลิลิตร) เป็นเวลา 8 และ 24 ชั่วโมงก่อนทำแห้ง

ความเข้มข้นสารละลาย Na_2HPO_4 (ร้อยละ)	เวลาแช่สารละลาย (ชั่วโมง)		จำนวนซ้ำ ครั้งที่ 1	จำนวนซ้ำ ครั้งที่ 2	$\sum x$	$\sum x^2$	$\bar{x}$
0	8	a_1b_1	20.00	12.01	32.01	544.24	16.01
	24	a_1b_2	15.97	18.97	34.76	614.90	17.38
0.4	8	a_2b_1	26.92	21.43	48.35	1183.93	24.18
	24	a_2b_2	33.33	36.21	69.54	1311.16	34.77
0.7	8	a_3b_1	38.46	30.00	68.46	2379.17	34.23
	24	a_3b_2	46.49	49.16	95.65	4578.03	47.83
1.0	8	a_4b_1	31.82	33.33	65.15	2123.40	32.58
	24	a_4b_2	42.85	50.00	92.85	4336.12	46.43

ความเข้มข้นสารละลาย Na_2HPO_4 (ร้อยละ) \ เวลาแช่สารละลาย Na_2HPO_4 (ชั่วโมง)	อัตราการดูดน้ำคืนในช่วง 1 ชั่วโมงแรก 8	24	รวม
0	32.01	34.76	66.77
0.4	48.35	69.54	117.89
0.7	68.46	95.65	164.11
1.0	65.15	92.85	158.00
รวม	213.97	292.80	506.77

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีวิเคราะห์

1. คำนวณผลรวมของ treatment combination ทุก ๆ ซ้ำ เช่นผลบวกของ a_1b_1 = 32.01

2. คำนวณ

Correction term = $(506.77)^2/16$ = 16050.99

Total SS = $(20.00^2+12.01^2+...+50.00^2)$-CT

= 18176.11 - 16050.99

= 2125.12

Treatment SS = $(32.01^2+34.76^2+...+92.85^2)$ /2 - CT

= 18053.89 - 16050.99

= 2002.90

Error SS = total SS - treatment SS

= 2125.12 - 2002.90

= 122.22

SS (A) = $(66.77^2+117.89^2+...+158.00^2)/4$ - CT

= 17563.09 - 16050.99

= 1512.10

SS(B) = $(213.97^2+292.80^2)/8$ - CT

= 16439.37 - 16050.99

= 388.38

SS(AB) = treatment SS - SS_A - SS_B

= 2002.90 - 1512.10 - 388.38

= 102.42

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$MS(A) = \frac{SS(A)}{df}$$

$$= \frac{1512.10}{(4-1)}$$

$$= 504.03$$

$$MS(B) = \frac{SS(B)}{df}$$

$$= \frac{388.38}{(2-1)}$$

$$= 388.38$$

$$MS(AB) = \frac{SS(AB)}{df}$$

$$= \frac{102.42}{(4-1)(2-1)}$$

$$= 34.14$$

$$MS(error) = \frac{SS(error)}{df}$$

$$= \frac{122.22}{(4X2)(2-1)}$$

$$= 15.28$$

$$F(\text{treatment A}) = \frac{\text{treatment MS(A)}}{\text{error MS.}}$$

$$= \frac{504.03}{15.28}$$

$$= 32.99$$

$$F(\text{treatment B}) = \frac{\text{treatment MS(B)}}{\text{error MS}}$$

$$= \frac{388.38}{15.28}$$

$$= 25.42$$

$$F(\text{interaction AB}) = \frac{\text{treatment MS(AB)}}{\text{error MS}}$$

$$= \frac{34.14}{15.28}$$

$$= 2.23$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญญลักษณ์ในตาราง Analysis of variance

SOV = Source of variation

df = Degree of freedom

SS = Sum of square

MS = Mean square

Analysis of variance

SOV	df	SS	MS	Computed f	Table f 0.05, ν t, ν E
A	(4-1) = 3	1512.10	504.03	32.99*	4.07
B	(2-1) = 1	388.38	388.38	25.42*	5.32
AB	(4-1)(2-1) = 3	102.42	34.14	2.23ns	4.07
Error	(4X2)(2-1) = 8	122.22	15.28		

* มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

A = ความเข้มข้นสารละลาย di-Sodium hydrogen phosphate ($Na_2 HPO_4$)

B = เวลาในการแช่สารละลาย di-Sodium hydrogen phosphate ($Na_2 HPO_4$)

การหาความแตกต่างของน้ำหนักสุดท้าย ในการดูดน้ำคืน 24 ชั่วโมง โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test.

ค. 3 เพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักสุดท้ายในการดูดน้ำคืน 24 ชั่วโมง ของปลาหมึกกระดองแห้งที่ผ่านการแช่สารละลาย di-Sodium hydrogen phosphate ($Na_2 HPO_4$) ความเข้มข้นร้อยละ 0 0.4 0.7 และ 1.0 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนทำแห้ง วิเคราะห์ข้อมูลแบบ Completely Randomized Design

1. วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance)

ทรีทเมนต์	จำนวนซ้ำ			
	1	2	3....	n
1	y_{11}	Y_{12}	$Y_{13}\cdots$	Y_{1n}
2	Y_{21}	Y_{22}	$Y_{23}\cdots$	Y_{2n}
3	Y_{31}	Y_{32}	$Y_{33}\cdots$	Y_{3n}
4	Y_{41}	Y_{42}	$Y_{43}\cdots$	Y_{4n}

คำนวณค่าต่าง ๆ โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

แหล่งความแปรปรวน (Source of variation)	ผลบวกกำลังสอง (Sum of square = SS)	ขั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degree of freedom = df)
1. Total	$\sum_{ij} Y_{ij}^2 - CT$	tr - 1
2. Treatments	$\sum_{i}(Y_{i.}^2/r) - CT$	t - 1
3. Error	Total - Treatment	t(r-1)

t = จำนวนทรีทเมนต์ = 4

r = จำนวนซ้ำ

CT = Correction term

$= (\sum_{ij} Y_{ij})^2/rt$

MS = Mean square = SS/df

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างการคำนวณ

ความเข้มข้นสารละลาย Na_2HPO_4 (ร้อยละ)	น้ำหนักสุดท้ายในการดูดน้ำคืน 24 ชั่วโมง (กรัม)		รวม
	จำนวนซ้ำ		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	
0	105.26	112.07	217.33
0.4	131.58	137.93	269.51
0.7	153.91	159.48	313.39
1.0	157.14	166.67	323.81
			1124.04

1. Correction term = $(1124.04)^2/8$

   = 157933.23

2. Total SS = $(105.26^2 + 131.58^2 + ... + 166.67^2) - CT$

   Total SS = 161571.36 - 157933.23

   = 3638.13

   Treatment SS = $(217.33^2 + 269.51^2 + ... + 323.81^2)/2 - CT$

   = 161467.08 - 157933.23

   = 3533.85

   Error SS = 3638.13 - 3533.85

   = 104.28

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Analysis of variance

SOV	df	SS	MS	Computed f	Table f 0.05, 3,4
Treatments	(4-1) = 3	3533.85	1177.95	45.18*	6.59
Error	4(2-1) = 4	104.28	26.07		
Totol	(2X4)-1 = 7	3638.13			

*มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การหาความแตกต่างของน้ำหนักสุดท้ายในการดูดน้ำคืน 24 ชั่วโมง ของปลาหมึกกระดองแห้งที่ผ่านการแช่สารละลาย di-Sodium hydrogen phosphate (Na_2HPO_4)ความเข้มข้นร้อยละ 0 0.4 0.7 และ 1.0 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test.

ความเข้มข้นสารละลาย Na_2HPO_4	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสุดท้ายของปลาหมึกกระดองในการดูดน้ำคืน 24 ชั่วโมง (กรัม)
0	108.67[a]
0.4	134.76[b]
0.7	156.70[c]
1.0	161.91[c]

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

Solar radiometer เป็นเครื่องมือวัดพลังงานแสงอาทิตย์ (35) ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ฐาน (Base) ทำด้วยไม้ใช้สำหรับรองรับกล่องเครื่องวัดให้อยู่ในแนวราบ มีขาตั้งสูงจากพื้นเล็กน้อย มีที่สำหรับเสียบเทอร์โมมิเตอร์ เพื่อวัดอุณหภูมิภายนอกอยู่ภายใต้กล่องเครื่องวัด

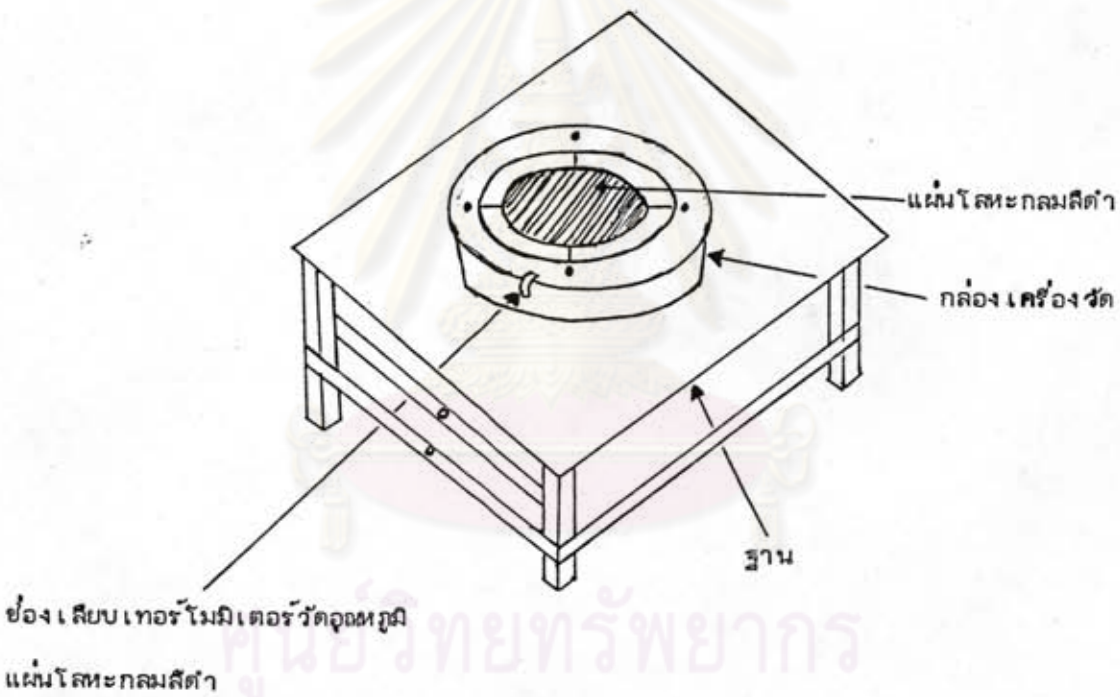
2. กล่องเครื่องวัด (Radiometer case) สำหรับบรรจุแผ่นโลหะกลมที่ใช้เป็นตัวรับแสงอาทิตย์

3. ส่วนรับแสง (Disk) แผ่นโลหะกลมสีดำซึ่งใช้เป็นตัวรับแสงอาทิตย์ติดอยู่กับแผ่นไม้รูปวงแหวน ภายในกล่องเครื่องวัดในแนวราบ ตรงกลางแผ่นโลหะมีที่สำหรับเสียบเทอร์โมมิเตอร์ใช้วัดอุณหภูมิของแผ่นโลหะ ดังแสดงในรูปที่ ง.1

การใช้เครื่องวัดนี้จะต้องสร้าง Calibration curve ระหว่างผลต่างของอุณหภูมิแผ่นโลหะกลมสีดำในเครื่องวัดนี้ (Td) และอุณหภูมิภายนอก (Ta) กับ ความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์(I) ซึ่งมีหน่วยเป็นวัตต์/ตารางเมตร โดยเทียบกับเครื่อง Pyranometer Integratuer de Da - Yonnement CE 262 จะได้ Calibration curve ดังแสดงในรูปที่ ง. 2

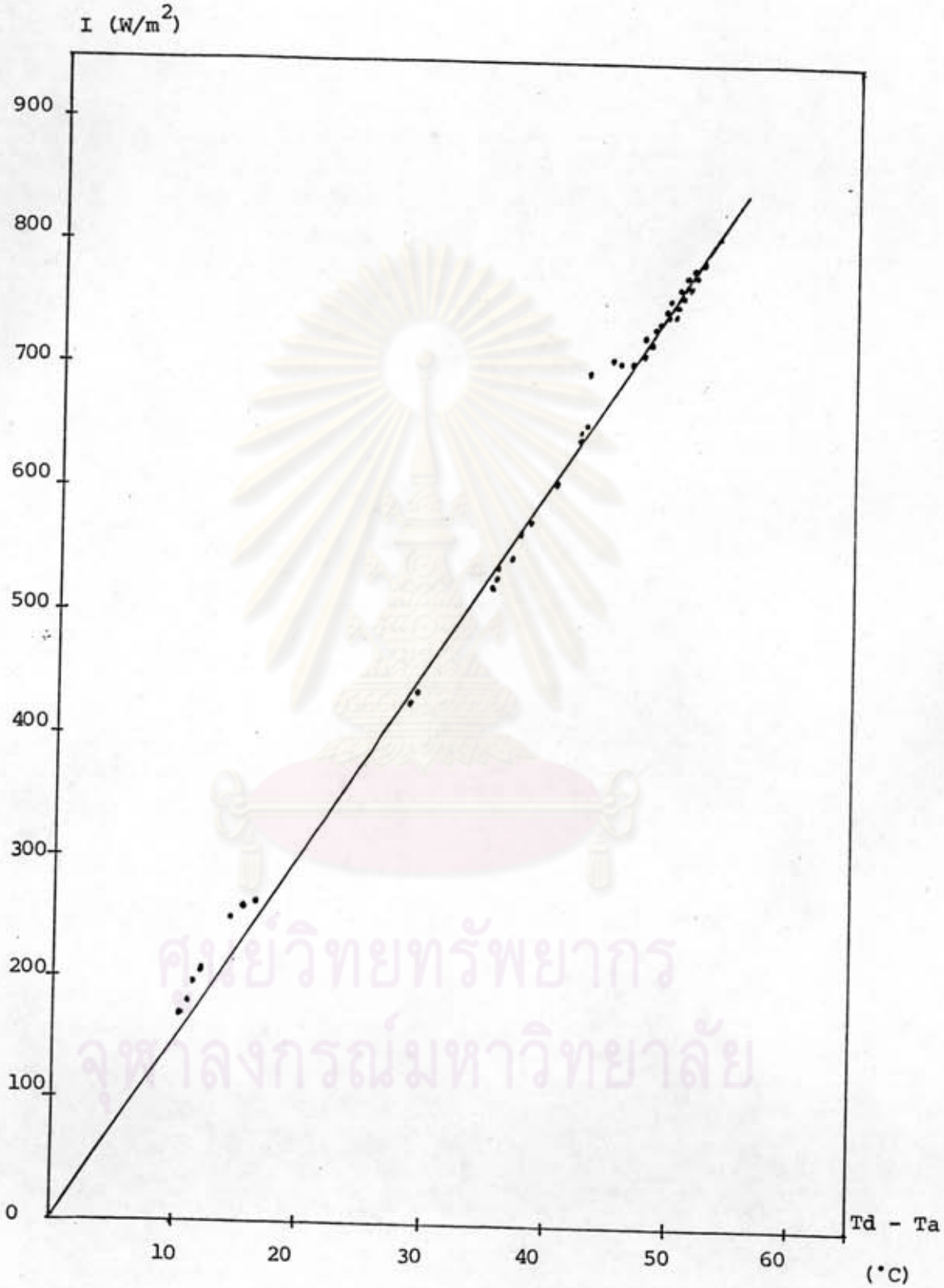
ตู้อบแห้งลมร้อนแบบ Cabinet (Tray dryer) แบบจำลองที่ HA - 20 ของบริษัท Kan Seng Lee Machinary กรุงเทพฯ อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง สามารถแปรได้ ในช่วง 40 - 200 องศาเซลเซียส ลมร้อนภายในเครื่องอบแห้งจะเคลื่อนที่แบบขนานตามกัน (Co - current) ดังแสดงในรูปที่ ง. 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



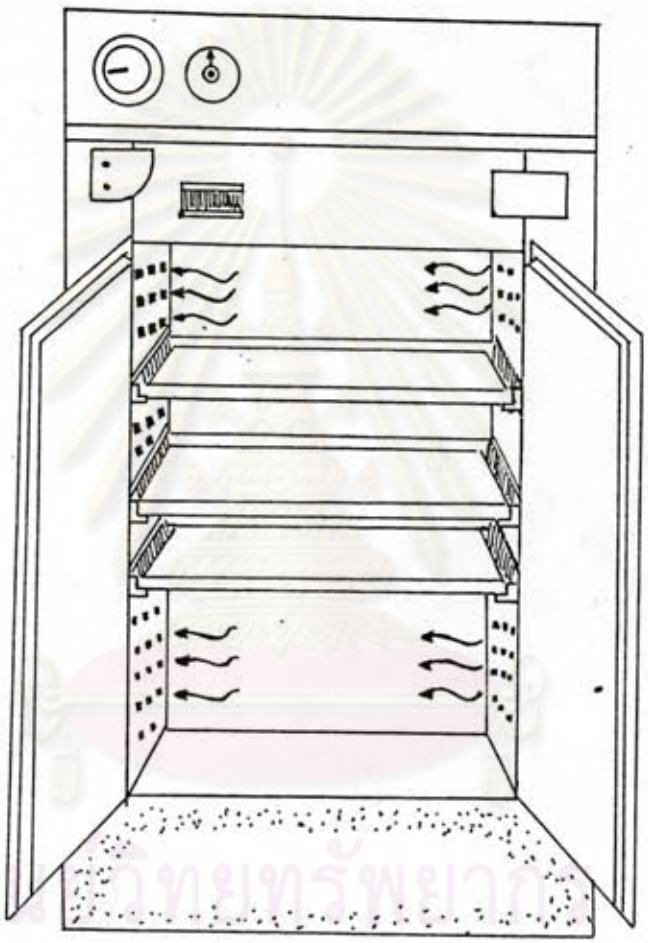
รูปที่ ง. 1 Solar radiometer

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง. 2 Calibration curve

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง. 3 ตู้อบแห้งลมร้อนแบบ Cabinet

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

การคำนวณคิดราคาต้นทุนของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกกระดองแห้ง ปลาหมึกกระดองแห้งดูดน้ำคืน และปลาหมึกกระดองบดแผ่นปรุงรส ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญ 4 ส่วนคือ

1. ราคาต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้
2. ราคาต้นทุนของการผลิต (Operating cost)
3. ค่าแรงงาน
4. ค่าบำรุงรักษา

ในงานวิจัยนี้ได้ทำขึ้นในลักษณะที่เป็นขนาดของห้องทดลองซึ่งมีขนาดเล็กการคำนวณคิดราคาต้นทุนของผลิตภัณฑ์ จึงทำได้เฉพาะในแง่ของคิดราคาต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้เท่านั้น

ข้อมูลราคาวัตถุดิบที่ใช้ (มกราคม - ธันวาคม 2527)

1.	ปลาหมึกกระดองสด	ขนาดน้ำหนัก 1 กิโลกรัม	ราคา	30 บาท
2.	น้ำตาลทราย	ขนาดน้ำหนัก 1 กิโลกรัม	ราคา	13 บาท
3.	เกลือแกง	ขนาดน้ำหนัก 0.454 กิโลกรัม	ราคา	4 บาท
4.	พริกไทยป่น	ขนาดน้ำหนัก 0.050 กิโลกรัม	ราคา	13 บาท
5.	พริกป่น	ขนาดน้ำหนัก 0.080 กิโลกรัม	ราคา	15 บาท
6.	ซีอิ๊วดำ	ขนาดน้ำหนัก 0.720 กิโลกรัม	ราคา	18 บาท
7.	$Na_2 HPO_4$	ขนาดน้ำหนัก 1 กิโลกรัม	ราคา	285 บาท
8.	Na OH	ขนาดน้ำหนัก 1 กิโลกรัม	ราคา	185 บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทำปลาหมึกกระดองแห้ง

ปลาหมึกกระดองสดหนัก 4 กิโลกรัม → ผ่าท้องเอาอวัยวะภายในและตาออก → เหลือปลาหมึกกระดองสด หนัก 3 กิโลกรัม → ล้างน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 4.00 → ทำแห้งให้ได้ความชื้นร้อยละ 18 - 20 → เหลือปลาหมึกกระดองแห้ง 0.68 กิโลกรัม → บรรจุถุง

จากการทำสัมดุลย์ของมวล พบว่า ปลาหมึกกระดองสด หนัก 4 กิโลกรัม จะทำเป็นปลาหมึกกระดองแห้ง คิดเป็นน้ำหนัก 0.68 กิโลกรัม

คำนวณราคาต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำปลาหมึกกระดองแห้ง (คิดจากปลาหมึกกระดองสด 4 กิโลกรัม)

1. ปลาหมึกกระดองแห้ง 0.68 กิโลกรัม ราคา 120 บาท
2. เกลือแกงที่ใช้ (เตรียม 3 ลิตร) 0.12 กิโลกรัม ราคา 1.05 บาท

ดังนั้นราคาต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำปลาหมึกกระดองแห้ง ต่อ 1 กิโลกรัม ของปลาหมึกกระดองแห้ง คือ 178.03 บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปลาหมึกกระดองแห้งดูดน้ำคืน

ปลาหมึกกระดองสดหนัก 2.50 กิโลกรัม → ลอกหนังผ่าท้องเอาอวัยวะภายในและตาออก → เหลือปลาหมึกกระดองสดหนัก 1.50 กิโลกรัม → แช่สารละลาย Na_2HPO_4 เข้มข้นร้อยละ 0.7 → ทำแห้งให้ได้ความชื้นร้อยละ 18 - 22 → ทำการดูดน้ำคืน 24 ชั่วโมง และแช่ 0.2 N NaOH 1 ชั่วโมง → ได้ปลาหมึกกระดองแห้งดูดน้ำคืน หนัก 1.30 กิโลกรัม → บรรจุถุง

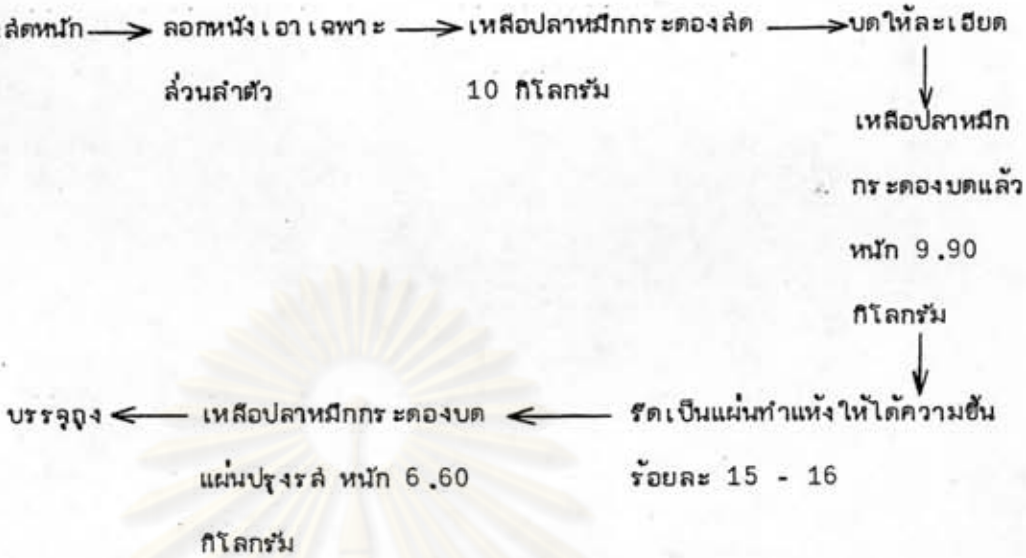
จากการทำสมดุลย์ของมวล พบว่า ปลาหมึกกระดองสด หนัก 2.5 กิโลกรัม จะทำเป็นปลาหมึกกระดองแห้งดูดน้ำคืนคิดเป็นน้ำหนัก 1.30 กิโลกรัม

คำนวณราคาต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำปลาหมึกกระดองแห้งดูดน้ำคืน (คิดจากปลาหมึกกระดองสด 2.5 กิโลกรัม)

1. ปลาหมึกกระดองแห้งดูดน้ำคืน 1.3 กิโลกรัม ราคา 75 บาท
2. Na_2HPO_4 (เตรียม 3 ลิตร) ใช้ 0.02 กิโลกรัม ราคา 5.70 บาท
3. NaOH (เตรียม 1.5 ลิตร) ใช้ 0.01 กิโลกรัม ราคา 1.85 บาท

ดังนั้นราคาต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำปลาหมึกกระดองแห้งดูดน้ำคืน ต่อ 1 กิโลกรัม ของปลาหมึกกระดองแห้งดูดน้ำคืน คือ 82.55 บาท

ปลาหมึกกระดองบดแผ่นปรุงรส



จากการทำสมดุลของมวล พบว่า ปลาหมึกกระดองสดหนัก 30 กิโลกรัม จะทำเป็นปลาหมึกกระดองบดแผ่นปรุงรส คิดเป็นน้ำหนัก 6.60 กิโลกรัม

คำนวณราคาต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำปลาหมึกกระดองบดแผ่นปรุงรส (คิดจากปลาหมึกกระดองสด 30 กิโลกรัม) สูตรเครื่องปรุงรส 3 สูตร

สูตรเครื่องปรุงรส / ส่วนผสม	สูตรที่ 1		สูตรที่ 2		สูตรที่ 3	
	จำนวนที่ใช้ (กิโลกรัม)	ราคา (บาท)	จำนวนที่ใช้ (กิโลกรัม)	ราคา (บาท)	จำนวนที่ใช้ (กิโลกรัม)	ราคา (บาท)
ปลาหมึกกระดองบดแผ่นปรุงรส	6.60	900.00	6.60	900.00	6.60	900.00
น้ำตาลทราย	1.50	19.50	2.00	26.00	2.50	32.50
เกลือแกง	0.05	0.44	0.10	0.88	0.20	1.76
พริกไทยป่น	0.01	2.60	0.01	2.60	0.01	2.60
พริกป่น	0.01	1.87	0.02	3.75	0.03	5.60
ซีอิ๊วดำ	0.05	1.25	0.05	1.25	0.05	1.25

ดังนั้น ราคาต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำปลาหมึกกระตองบดแผ่นปรุงรส (3 สูตร) ต่อ 1 กิโลกรัม ของปลาหมึกกระตองบดแผ่นปรุงรส คือ

ปลาหมึกกระตองบดแผ่นปรุงรส	ราคาต้นทุนของวัตถุดิบต่อ 1 กิโลกรัม (บาท)
สูตรที่ 1	140.25
สูตรที่ 2	141.60
สูตรที่ 3	143.00

ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบมีแผงรับรังสีแยก การคิดราคาวัสดุที่ใช้สร้างมีดังนี้

วัสดุที่ใช้				ราคา (บาท)
1. อลูมิเนียมแผ่น	หนา 0.6 มม.	ขนาด 8 X 4 ฟุต	จำนวน 1 แผ่น	300
2. อลูมิเนียมแผ่น	หนา 0.2 มม.	ขนาด 5 X 4 ฟุต	จำนวน 1 แผ่น	88
3. อลูมิเนียมฉาก	หนา 2 มม.	ขนาด 3 X 3 ซม.	จำนวน 2 อัน	140
4. ไม้อัด	หนา 5 มม.	ขนาด 8 X 4 ฟุต	จำนวน 1 แผ่น	130
5. กระจกใส	หนา 3 มม.	ขนาด 5 X 3 ฟุต	จำนวน 1 แผ่น	210
6. ใยแก้ว	หนา 3 มม.	ขนาด 5 X 9 ฟุต	จำนวน 1 แผ่น	250
7. พลาสติกใส พีวีซี	หนา 1 มม.		จำนวน 2 เมตร	100
8. มุ้งลวด			จำนวน 1 เมตร	41
9. ตะปู			จำนวน 50 ตัว	13
10. โฟม	หนา 2.5 ซม.	ขนาด 3 X 4 ฟุต	จำนวน 1 แผ่น	20
11. ตะแกรงสแตนเลส	ขนาดช่องเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มม.			
		ขนาด 8 X 4 ฟุต	จำนวน 1 แผ่น	2,100
ดังนั้นราคาตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบมีแผงรับรังสีแยก รวมตะแกรง				3,392
ราคาตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบมีแผงรับรังสีแยกไม่รวมตะแกรง				1,292

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวดรุณี พีรพัฒนกุล เกิดวันที่ 13 เมษายน พ.ศ. 2502 ที่จังหวัดภูเก็ต ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี (เกียรตินิยมอันดับสอง) จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในปี พ.ศ. 2524

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย