เอกสารอ้างอิง

1. ไพคำล ลิทธิกรกุล "การศึกษาชนิดของปลาหมึกในอ่าวไทย" วิทยานิพนธ์ปริญญามหา - บัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2527

2. จารุวัฒน์ นภีตะภัฏ "การทดลองเพาะฟักปลาหมึก II ปลาหมึกกระดอง Sepia pharanosis Ehrenbers" งานประมงน้ำกร่อยสถานีประมงจังหวัดระยอง กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2521

3. _____ "แนวความคิดในการเพาะเลี้ยงปลาหมึกในเชิงพาณิชย์" การประชุมสัมมนาวิชาการ การประมง การแปรรูป และการตลาดของปลาหมึกกระดอง หน้า 3-6 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2527

4. แสงไทย พจน์สมพงส์ "ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาหมึกกระดอง" แผนกอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กองสำรวจและค้นคว้า กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2526

5. ASHRAE "ASHRAE HANDBOOK & PRODUCT DIRECTORY 1978 APPLICATIONS" Chapter 30. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineer Inc., New York, 1978.

6. Fennema, O.R., Karel, M. and Lund, D.B. Principle of Food Science in Physical Principles of Food Preservation. Vol.4 pt.2 pp. 190 - 192 Marcel Dekker. Inc., New York, 1975.

7. IIR "Recommendations for the Processing and Handling of Frozen Foods" International Institute of Refrigeration Paris, 1972.

8. ASHRAE "ASHRAE HANDBOOK & PRODUCT DIRECTORY 1978 APPLICATIONS" Chapter 25. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., New York, 1978.

9. นิมิตร นนทพันธาวาทย์ "การตลาดสินค้าสัตว์น้ำของไทย" การประชุมสัมมนาวิชาการแนวทางพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ หน้า 31 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2527.

10. มาลา สุพงษ์พันธุ์ "การประมงปลาหมึกกระดองสด : แนวโน้มผลผลิตปลาหมึกกระดองในอนาคตของประเทศไทย" การประชุมสัมมนาวิชาการ การประมง การแปรรูป และการตลาดของปลาหมึกกระดอง หน้า 3-5 จุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย 2527.

11. หน่วยสำรวจแหล่งประมง กรมประมง กระทรวงเกษตร "สัตว์ทะเลที่เป็นอาหารของไทย" หน้า 605, 2512.

12. บริษัทอินเตอร์เนชั่นแนลบิสซิเนสรีเสิร์ช (ประเทศไทย) จำกัด "คู่มือพ่อค้าส่งออก : สรุปภาวะและแนวโน้มทางตลาดของสินค้าส่งออก 100 ชนิดของประเทศไทย" หน้า 136 - 137, 2526.

13. JETRO "Frozen Cuttlefish and Squid" Japan External Trade Organization 2-5, Toranomon 2 - Chome Minato-ku, Tokyo, 1979.

14. กองโภชนาการ กรมอนามัย "ตารางแสดงคุณค่าทางอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม" 2521

15. Bjorn, D. and Erla, S. "A Comparative Study of Freezing Qualities of Seafoods Obtained by Using Different Freezing Method" J. Food Sci. 41 (1976) : 1165 - 1167.

16. Heldman, D.R. "Factor Influencing Food Freezing Rate " Food Technol. 37 (4) , (1983) : 103.

17. Sebranek, J.G. "Use of Cryogenics for Muscle Foods" Food Technol. 36 (4), (1982) : 120.

18. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม " มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาหมึกแยือกแข็ง" กระทรวงอุตสาหกรรม 2525

19. Indian Standard Institution. "Specification for Frozen Cuttlefish and Squid." Manak Bhavan, Bahadur Shah Zafar Marg., New Delhi, 1976.

20. สนีนาถ จริยโชติเลิศ "ภาชนะบรรจุปลาสดเพื่อการขนส่ง" การประชุมสัมมนาวิชาการ แนวทางพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ หน้า 2 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2527

21. Sacharow, S. and Griffin, R.C. in Food Packaging . Chapter 6. pp. 176 - 183., AVI Publishing Co., Inc., New York, 1970.

22. The Editors of Modern Plastics Encyclopedia in Guide to Plastics pp. 128 Mc. Graw-Hill, Inc., New York, 1970.

23. Kramer, A. and Twigg, B.A. in Quality Control for the Food Industry 3 rd.ed., Vol. 1 pp. 151 - 152., AVI Publishing Co.,Inc., New York, 1975.

24. AOAC "Official Method of Analysis." 13 th ed., pp 823 - 825., Association of Official Agricultural Chemist, Washington,D.C., 1980.

25. Snedecor, G.W. and Cocharn, W.G. in Statistical Methods. 6 th ed., Chapter 12. pp. 339 - 379, Iowa State University Press, 1973.

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ตัวอย่างแบบทดสอบการประเมินผลทางประสาทสัมผัส

วันที่ .....

ผู้ทดสอบ .....

กรุณากรอกตัวเลขของค่าคะแนนเพียงค่าเดียวลงในตารางหมายเลขของปลาหมึกกระดองดิบที่ใช้ในการทดลองนี้ ยกเว้นข้อที่ 1 ให้กรอกคำว่า "ปกติ" หรือ "ผิดปกติ" พร้อมทั้งวิจารณ์ยี่แจงเหตุผลประกอบด้วย

1. <u>ลักษณะปรากฏ</u>

สมบัติที่ทดสอบ	ตัวอย่างหมายเลข		
ลักษณะปรากฏ	"_____"	"_____"	"_____"
	เพราะ____	เพราะ___	เพราะ____
	_____	_____	_____

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. กลิ่น

ค่าคะแนนของกลิ่น	ความหมาย
5	กลิ่นคาวเล็กน้อย, มีกลิ่นคล้ายสาหร่ายทะเล, กลิ่นหวาน
4	กลิ่นคาวเล็กน้อย, มีกลิ่นหวานเล็กน้อย
3	กลิ่นคาวเล็กน้อย, กลิ่นคล้ายใบเตย, กลิ่นสาบ
2	เริ่มมีกลิ่นเน่าเล็กน้อย
1	กลิ่นเหม็นเน่า

สมบัติที่ทดสอบ	ตัวอย่างหมายเลข		
กลิ่น	_____	_____	_____

3. ลักษณะเนื้อสัมผัส

ค่าคะแนนของลักษณะเนื้อสัมผัส	ความหมาย
5	สำตัวแข็ง มีความยืดหยุ่นดีมาก
4	สำตัวแข็ง มีความยืดหยุ่นดี
3	สำตัวแข็งเล็กน้อย มีความยืดหยุ่นปานกลาง
2	สำตัวเริ่มเหลว มีความยืดหยุ่นน้อย
1	สำตัวเหลว ไม่มีความยืดหยุ่น

สมบัติที่ทดสอบ	ตัวอย่างหมายเลข		
ลักษณะเนื้อสัมผัส			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. การยอมรับ

ค่าคะแนนของการยอมรับ	ความหมาย
5	ดีมาก
4	ดี
3	ปานกลาง
2	ไม่ดี
1	ไม่ดีมาก

สมบัติที่ทดสอบ	ตัวอย่างหมายเลข		
การยอมรับ			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วันที่ .....

ผู้ทดสอบ .....

กรุณากรอกตัวเลขของค่าคะแนนเพียงค่าเดียวลงในตารางหมายเลขของปลาหมึกกระดองสุก ที่ใช้ในการทดลองนี้ ยกเว้นข้อที่ 1 ให้กรอกคำว่า "ปกติ" หรือ "ผิดปกติ" พร้อมทั้งวิจารณ์ชี้แจงเหตุผลประกอบด้วย

1. ลักษณะปรากฏ

สมบัติที่ทดสอบ	ตัวอย่างหมายเลข		
ลักษณะปรากฏ	"_____" เพราะ_____ _____	"_____" เพราะ_____ _____	"_____" เพราะ_____ _____

2. กลิ่น

ค่าคะแนนของกลิ่น	ความหมาย
5	มีกลิ่นหอมหวานชวนรับประทาน
4	มีกลิ่นหอมหวานเล็กน้อย
3	ไม่มีกลิ่นหอมหวาน
2	มีกลิ่นสาบ, เริ่มมีกลิ่นเน่า
1	กลิ่นเหม็น

สมบัติที่ทดสอบ	ตัวอย่างหมายเลข		
กลิ่น			

3. รสชาติ

ค่าคะแนนของรสชาติ	ความหมาย
5	รสหวานปานกลาง
4	รสหวานเล็กน้อย
3	รสจืดยืด
2	รสไม่น่ารับประทาน
1	รสที่รับประทานไม่ได้

สมบัติทดสอบ	ตัวอย่างหมายเลข		
รสชาติ			

4. ลักษณะเนื้อสัมผัส

ค่าคะแนนของลักษณะเนื้อสัมผัส	ความหมาย
5	ขณะเคี้ยวมีความยืดหยุ่นดีมาก, เนื้อเหนียว กรอบดีมาก
4	ขณะเคี้ยวมีความยืดหยุ่น, เนื้อเหนียวกรอบดี
3	ขณะเคี้ยวมีความยืดหยุ่นปานกลาง, เนื้อเริ่มนิ่ม
2	ขณะเคี้ยวมีความยืดหยุ่นน้อย, เนื้อนิ่มเล็กน้อย
1	ขณะเคี้ยวไม่มีความยืดหยุ่น, เนื้อนิ่มยุ่ยมาก

สมบัติที่ทดสอบ	ตัวอย่างหมายเลข		
ลักษณะเนื้อสัมผัส			

5. การยอมรับ

ค่าคะแนนของการยอมรับ	ความหมาย
5	ดีมาก
4	ดี
3	ปานกลาง
2	ไม่ดี
1	ไม่ดีมาก

สมบัติที่ทดสอบ	ตัวอย่างหมายเลข		
การยอมรับ			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

วิธีการตรวจสอบจำนวนบักเตรีทั้งหมด

1. การเตรียมสารละลายและตัวอย่าง

1.1 การเตรียมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (stock phosphate buffer solution)

ละลายโปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 34 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วปรับความเป็นกรด-ด่างให้เป็น 7.2 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มัล (ประมาณ 175 มิลลิลิตร) แล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 1,000 มิลลิลิตร นำไปเก็บไว้ในตู้เย็น เมื่อจะนำมาใช้เป็นสารละลายให้ดูดสต๊อกฟอสเฟตบัฟเฟอร์มา 1.25 มิลลิลิตร ด้วยปิเปตผสมลงในน้ำกลั่นจำนวนหนึ่งแล้วเติมให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

1.2 การเตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์

ชั่งปลาหมึกกระดองแช่แข็งขณะอยู่ในสภาพแช่แข็ง 50 กรัม บดผสมกับฟอสเฟตบัฟเฟอร์ที่มีความเป็นกรด-ด่าง 7.2 (ข้อ 1.1) จำนวน 450 มิลลิลิตร ในเครื่องบดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว บดให้เข้ากันเป็นเวลานาน 2 นาที สารละลายนี้จะมีความเข้มข้น 1: 10 จากสารละลายนี้ทำให้เป็นสารละลาย 1 : 100, 1 : 1,000 และ 1 : 10,000 ตามต้องการ โดยใช้ฟอสเฟตบัฟเฟอร์มีความเป็นกรด-ด่าง 7.2

2. การตรวจสอบบักเตรีทั้งหมด

2.1 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ชั่งอาหารนิวเตรียน อะการ์ (Nutrient agar) สำเร็จรูปของ Difco 23.5 กรัม ลงในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ละลายอาหารด้วยความร้อนจนได้สารละลายใส เทใส่ในขวด flask อุดปากขวดด้วยสำลีและปิดปากขวดด้วยแผ่นอลูมิเนียม นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งให้เย็นที่ 42 องศาเซลเซียส

2.2 ความเข้มข้นของตัวอย่างที่ใช้ (dilution)

ใช้ตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 1 : 10, 1 : 100, 1 : 1,000 และ 1:10,000 (ข้อ 1.2)

2.3 วิธีทำ

2.3.1 ใช้ปิเปตดูดแต่ละตัวอย่างที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน (ข้อ 2.2) มาอย่างละ 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อจานละหนึ่งตัวอย่าง (ทำ 2 ครั้ง)

2.3.2 เทอาหารเลี้ยงเชื้อซึ่งมีอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ลงในจานเลี้ยงเชื้อที่ใส่ตัวอย่างไว้แล้ว ประมาณจานละ 10 ถึง 15 มิลลิลิตร ผสมอาหารและตัวอย่างให้เข้ากันโดยการหมุนจาน

2.3.3 ทิ้งให้อาหารแข็ง กลับจานเลี้ยงเชื้อคว่ำลง นำไปบ่มเพาะเชื้อ (incubate) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2.3.4 นับโคโลนีที่ขึ้นบนจานเลี้ยงเชื้อ โดยนับจากจานที่มีโคโลนีขึ้นระหว่าง 30 ถึง 300 โคโลนี แล้วคำนวณหาจำนวนบักเตรีทั้งหมดต่อน้ำหนักปลาหมึกกระดอง 1 กรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

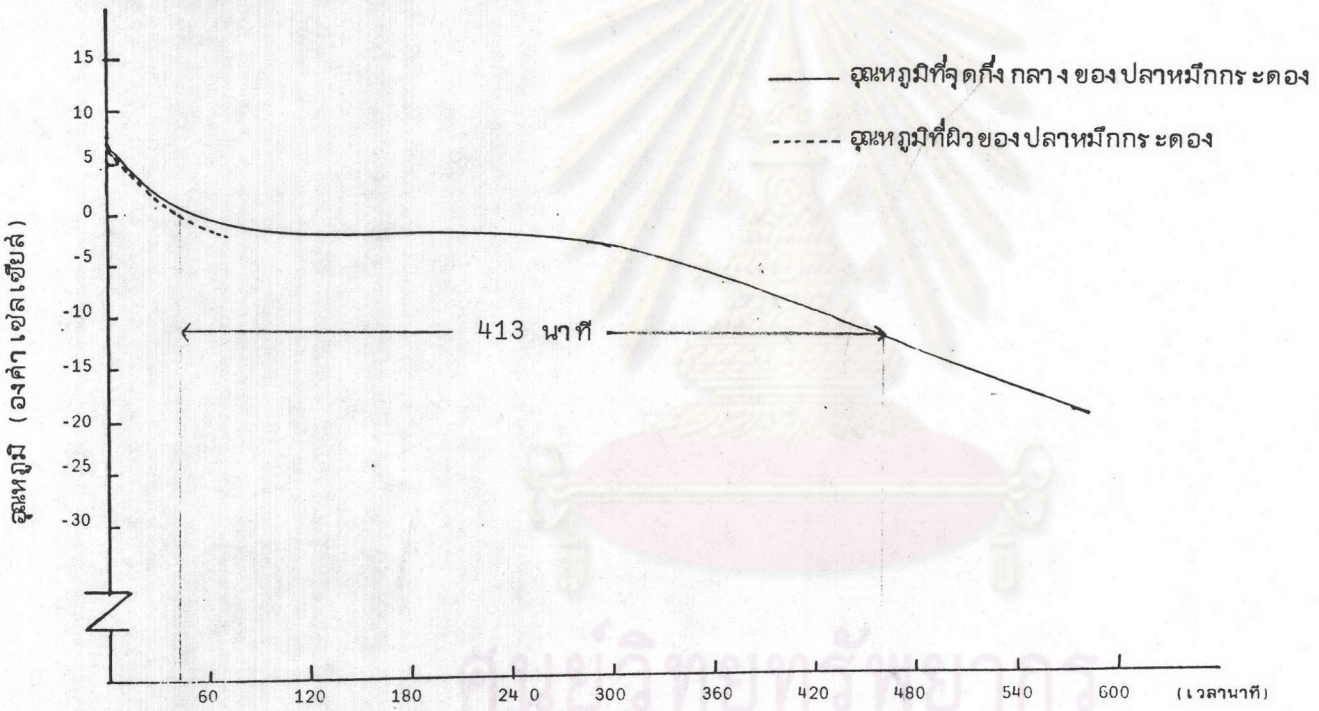
ภาคผนวก ค.

ตัวอย่างการหาอัตราเร็วของการแช่แข็ง

อัตราเร็วของการแช่แข็งของปลาหมึกกระดอง สามารถคำนวณได้จากกราฟของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาสำหรับการแช่แข็ง ดูตัวอย่างในรูป ค. ซึ่งเป็นรูปที่ได้จากการนำปลาหมึกกระดองบรรจุในถุงที่ทำจากแผ่นฟิล์มพลาสติกชนิด LDPE และแช่แข็งด้วยวิธี still air freezing ความหนาของปลาหมึกกระดองเท่ากับ 0.90 เซนติเมตร (วัดจากผิวถึงจุดกึ่งกลางของผลิตภัณฑ์) จากรูปที่แสดงไว้นั้น พบว่าจุดเยือกแข็งของปลาหมึกกระดองเท่ากับ - 2 องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้ตั้งแต่อุณหภูมิที่ผิวของปลาหมึกกระดองเท่ากับ 0 องศา-เซลเซียสจนกระทั่งที่จุดกึ่งกลางของปลาหมึกกระดองเท่ากับ - 18 องศาเซลเซียสจะมีค่าเท่ากับ 6.88 ชั่วโมง (413 นาที) ดังนั้นอัตราเร็วของการแช่แข็งปลาหมึกกระดองนี้ คือ

$$\frac{0.90}{6.88} \frac{\text{เซนติเมตร}}{\text{ชั่วโมง}}$$ ซึ่งเท่ากับ 0.131 เซนติเมตร/ชั่วโมง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ค. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาสำหรับการแช่แข็งปลาหมึกกระดองที่บรรจุในถุงที่ทำจากแผ่นฟิล์มพลาสติกชนิด LDPE ซึ่งแช่แข็งด้วยวิธี still air freezing

ภาคผนวก ง.

ตัวอย่างการคำนวณค่าความแปรปรวนและการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Tukey

ตัวอย่างการคำนวณค่าความแปรปรวน

ในที่นี้จะยกตัวอย่างการคำนวณค่าความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของปลาหมึกกระดองแช่แข็ง เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่สภาวะแช่แข็งอุณหภูมิ - 18 องศาเซลเซียส โดยมีตัวแปรที่ศึกษาคือ วิธีแช่แข็ง แผ่นฟิล์มพลาสติก และอายุการเก็บ

วิธีการคำนวณค่าความแปรปรวนการเริ่มจากเก็บข้อมูลเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของปลาหมึกกระดองแช่แข็ง ลงในตารางที่ ง-1 ต่อจากนั้นจะคำนวณหาความแปรปรวนตามวิธีของ Snedcor (23) ดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง - 1 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของปลาหมึกกระดองแช่แข็งที่บรรจุในถุงที่ทำจากแผ่นฟิล์มพลาสติกต่างชนิดกัน ผ่านการแช่แข็งด้วยวิธีแช่แข็งต่างกันและเก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งไว้เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ ที่สภาวะแช่แข็งอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

อายุการเก็บ (สัปดาห์)	วิธีแช่แข็ง	ชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติก	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก การทดลองครั้งที่		ผลรวม
			1	2	
0	F_1	HDPE	0.35	0.34	0.69
		LDPE	0.40	0.42	0.82
	F_2	HDPE	0.91	0.87	1.78
		LDPE	1.01	1.09	2.10
	F_3	HDPE	0.18	0.22	0.40
		LDPE	0.21	0.23	0.44
6	F_1	HDPE	0.77	0.76	1.53
		LDPE	0.72	0.70	1.42
	F_2	HDPE	0.98	0.94	1.92
		LDPE	1.31	1.30	2.16
	F_3	HDPE	0.36	0.39	0.75
		LDPE	0.33	0.32	0.65
12	F_1	HDPE	1.77	1.24	3.01
		LDPE	1.84	1.30	3.14
	F_2	HDPE	1.66	1.11	2.77
		LDPE	1.76	1.29	3.05
	F_3	HDPE	1.12	1.04	2.16
		LDPE	1.69	1.24	2.93
18	F_1	HDPE	1.65	1.65	3.30
		LDPE	1.98	1.82	3.80
	F_2	HDPE	1.80	1.77	3.57
		LDPE	2.00	1.78	3.78
	F_3	HDPE	1.66	1.65	3.31
		LDPE	1.98	1.82	3.80
24	F_1	HDPE	2.12	2.12	4.24
		LDPE	2.15	2.15	4.30
	F_2	HDPE	2.21	2.21	4.42
		LDPE	2.22	2.22	4.44
	F_3	HDPE	2.13	2.13	4.26
		LDPE	2.16	2.15	4.31
		ผลรวม	41.43	38.27	79.70

Table A

วิธีแย่แย็ง	อายุการเก็บ (สัปดาห์)					ผลรวม
	0	6	12	18	24	
F_1	1.51	2.95	6.15	7.10	8.54	26.25
F_2	3.88	4.53	5.82	7.35	8.86	30.44
F_3	0.84	1.40	5.09	7.11	8.57	23.01
	6.23	8.88	17.06	21.56	25.97	79.70

Table B

วิธีแย่แย็ง	ชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติก		ผลรวม
	HDPE	LDPE	
F_1	12.77	13.48	26.25
F_2	14.46	15.98	30.44
F_3	10.88	12.13	23.01
ผลรวม	38.11	41.59	79.70

Table C

แผ่นฟิล์มพลาสติก	อายุการเก็บ (สัปดาห์)					ผลรวม
	0	6	12	18	24	
HDPE	2.87	4.20	7.94	10.18	12.92	38.11
LDPE	3.36	4.68	9.12	11.38	13.05	41.59
ผลรวม	6.23	8.88	17.06	21.56	25.97	79.70

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การคำนวณ Sum of Squares

1. Correction factor (CF) $= (79.70)^2/60$

$= 105.8682$

2. Total $= 0.35^2 + 0.34^2 + \ldots + 2.15^2 - CF$

$= 132.8434 - CF$

$= 26.9752$

3. Treatment $= (0.69^2 + 0.82^2 + .. + 4.31^2)/2 - CF$

$= 132.1338 - CF$

$= 26.2656$

4. Replication $= (41.43^2 + 38.27^2)/30 - CF$

$= 106.0346 - CF$

$= 0.1664$

5. Error $= 26.9752 - (26.2656 + 0.1664)$

$= 0.5432$

6. Entries are sum of 2 levels of packaging materials

1.51 $= 0.69 + 0.82$, etc

7. Total in A $= (1.51^2 + 2.95^2 + \ldots + 8.57^2)/4 - CF$

$= 131.6718 - CF$

$= 25.8036$

8. Freezing Method (A) $= (26.25^2 + 30.44^2 + 23.01^2)/20 - CF$

$= 107.2558 - CF$

$= 1.3876$

9. Entries are sum of 5 levels of Shelf - life

12.77 $= 0.69 + 1.53 + 3.01 + 3.30 + 4.24$, etc.

10. Total in B = $(12.77^2 + 13.48^2 + \ldots + 12.13^2)/10 - CF$

= 107.4747 - CF

= 1.6065

11. Packaging Material (B)

= $(38.11^2 + 41.59^2)/30 - CF$

= 106.0700 - CF

= 0.2018

12. Freezing Method - Packaging Material

(AB) = 1.6065 - (1.3876 + 0.2018)

= 0.0171

13. Entries are sum of 3 levels of Freezing Method

2.87 = 0.69 + 1.78 + 0.40, etc.

14. Total in C = $(2.87^2 + 4.20^2 + \ldots + 13.05^2)/6 - CF$

= 129.2754

= 23.4072

15. Shelf life (C) = $(6.23^2 + 8.88^2 + \ldots + 25.97^2)/12 - CF$

= 128.9988 - CF

= 23.1306

16. Freezing Method - Shelf-life

(AC) = 25.8036 - (1.3876 + 23.1304)

= 1.2854

17. Packaging Material - Shelf - life

(BC) = 23.4072 - (0.2018 + 23.1306)

= 0.0748

18. Freezing Method- Packaging Material-Shelf-life

(ABC) = 26.265 - (1.3874 + 0.2018 + 0.0171

+ 23.1306 + 1.2854 + 0.0748)

= 0.1683

การคำนวณ Mean Squares

Degree of Freedom Freezing Method (d_{fA}) = 2

Sam of Squares Freezing Method (SS_A) = 1.3876

∴ Mean Squares Freezing Method (MS_A) = $\frac{1.3876}{2}$ = 0.6938

Degree of Freedom Error (df_E) = 29

Sum of Squares Error (SS_E) = 0.5432

∴ Mean Squares Error (MS_E) = $\frac{0.5432}{29}$ = 0.0187

จากตัวอย่างข้างต้นสามารถหาค่า Mean Squares ของทรีทเมนต์ต่าง ๆ ได้ในทำนองเดียวกัน ซึ่งสรุปได้ว่าค่า Mean Squares (MS) = $\frac{\text{Sum of Squares (SS)}}{\text{Degree of Freedom (df)}}$

การคำนวณค่า F

$$\text{Computed F} = \frac{MS}{MS_E}$$

$$\therefore \text{ Computed } F_A \text{ (F-Freezing Method)} = \frac{MS_A}{MS_E}$$

$$= \frac{0.6938}{0.0187}$$

$$= 37.1016$$

Table F (Fo.05, 2, 29) = 3.32

F จากการคำนวณมีค่ามากกว่า F จากตารางที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($\alpha = 0.05$) ซึ่งสรุปได้ว่าวิธีแช่แข็งทั้ง 3 วิธีจะให้ผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของปลาหมึกกระดองแช่แข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่า F ของทรีทเมนต์ต่าง ๆ สามารถคำนวณหาได้จากวิธีข้างต้น ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของปลาหมึกกระดองแช่แข็งสรุปได้ดังตารางที่ ง-2

ตารางที่ ง-2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของปลาหมึกกระดองแช่แข็ง เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่สภาวะแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส โดยมีตัวแปรที่ศึกษาคือ วิธีแช่แข็ง, แผ่นฟิล์มพลาสติก และอายุการเก็บ

Source of Variation	Degree of Freedom (df)	Sum of Squares	Mean Squares	Computed F	Table F (F0.05, df, 29)
จำนวนซ้ำ (r)	1	0.1664			
วิธีแช่แข็ง (A)	2	1.3876	0.6938	37.1016*	3.32
ชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติก (B)	1	0.2018	0.2018	10.7914*	4.17
อายุการเก็บ (C)	4	23.1306	5.7827	309.2353*	2.69
AB	2	0.0171	0.0086	0.4599^{ns}	3.32
AC	8	1.2854	0.1067	8.5936*	2.27
BC	4	0.0748	0.0187	1.0000^{ns}	2.69
ABC	8	0.1683	0.0210	1.1230^{ns}	2.27
ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง (r=2)	29	0.5432	0.0187		
ผลรวม	59				

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอย่างการคำนวณการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการของ Tukey

วิธีการของ Tukey นี้เป็นวิธีที่เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเพื่อบ่งบอกว่าระดับใดภายในทรีทเมนต์ที่ก่อให้เกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจะทำหลังจากเมื่อทราบถึงผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของทรีทเมนต์ที่ก่อให้เกิดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ในที่นี้จะยกตัวอย่างการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของการสูญเสียน้ำหนักของปลาหมึกกระดองแช่แข็ง ที่ผ่านการแช่แข็งด้วยวิธีแช่แข็งทั้ง 3 วิธี มีวิธีการดังนี้

1. สร้างตารางของค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการสูญเสียน้ำหนักของปลาหมึกกระดองแช่แข็ง ที่ผ่านการแช่แข็งด้วยวิธีแช่แข็งต่าง ๆ

วิธีแช่แข็ง (F_i)	ค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของการสูญเสียน้ำหนัก ($\bar{X}_i$)
F_1	1.3125
F_2	1.5220
F_3	1.1505

2. จัดเรียงลำดับค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของการสูญเสียน้ำหนักลงจากมากไปน้อย และคำนวนผลต่างของค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของการสูญเสียน้ำหนักแต่ละคู่

ผลต่าง ค่าเฉลี่ย $\bar{X}_i$	$\bar{X}_i - \bar{X}_3$	$\bar{X}_i - \bar{X}_1$
$\bar{X}_2 = 1.5220$	0.3715	0.2095
$\bar{X}_1 = 1.3125$	0.1620	
$\bar{X}_3 = 1.1505$		

3. จากตาราง Studentized-Range สำหรับการแจกแจงของ $q_{\alpha,r,m}$

α = 0.05, r (ทรีทเมนต์) = 3 และ m (Degree of Freedom Error) = 29

จากตาราง $q_{0.05,3,29}$ = 3.486

$$\frac{S}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{MS_E}{n}}$$ (n = จำนวนค่าสังเกตในแต่ละทรีทเมนต์)

$$= \sqrt{\frac{0.0187}{20}}$$

$$= 0.0306$$

$$q_{0.05,3,29} \frac{S}{\sqrt{n}} = 3.486\ (0.0306)$$

$$= 0.1067$$

4. ถ้าผลต่างค่าเฉลี่ย (ข้อ 2) ค่า $q_{0.05,3,29} \frac{S}{\sqrt{n}}$ แสดงว่าทรีทเมนต์คู่นั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

5. จากการคำนวณในข้อ 2 และ 3 พบว่าวิธีแช่แข็งทั้ง 3 วิธี ให้ผลต่อเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักของปลาหมึกกระดองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นาย อดุลย์ ศิริจันทร์ เกิดเมื่อวันที่ 6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2503 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อ พ.ศ. 2525 เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท ภาควิชาเคมีเทคนิค สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร เมื่อ พ.ศ. 2525 ในระหว่างศึกษาปริญญาโทเคยทำงานพิเศษเป็นผู้ช่วยวิจัย บริษัทธนากรผลิตภัณฑ์น้ำมันพืช จำกัด เป็นเวลาประมาณ 4 เดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย