Bhobe, A.M., and Pai, J.S. 1985. Study of properties of frozen shrimp. Journal of Food Science and Technology. 23:143-147.

Boleman, S.J., Boleman, S.I., Bidner, T.D., Mcmillin, K.W., and Monlezun, C.J. 1995. Effects of postmortem time of calcium chloride injection on beef tenderness and dip, cooking and total loss. Meat Science. 39:35-41.

Briskey, E.J., and Fukazawa, T. 1971. Myofibrillar proteins of skeletal muscle. Advance Food Research. 19:279-320.

Chambers and Staruszkiewicz. 1981. Journal Associate Official Analytical Chemistry. V. 64 No. 3. Washington D.C.

Deman, J.M., and Melnychyn, D. 1971. Phosphates in Food Processing AVI Publishing Co., Inc., New York.

Douglas, J.S. 1994. Applied Research & Development. Air Product and Chemicals, Inc.

Prichard, E.F., et al. 1985. Quality in the Analytical Chemistry Laboratory. Jhon Wiley & Sons publishing. New York.

Ellinger, R.H. 1972. Phosphate as Food Ingredient. The chemical rubber. Co. Ohio. CRC press.

Falci, K. J., and Scott, R. N. 1980. Water and color retention treatment for frozen processed shrimp. United States Patent. 4,221,819.

Fennema, O.R., Karel, M. and Lund, D.B. 1975. Principle of Food Science in Physical Principles of Food Preservation. Marcel Dekker. Inc.,New York (4):190-192.

Giddings, G.G., and Hill, L.H. 1976. A scanning electron microscopy study of effects of processing on crustacean muscle. Journal of Food Science. 41:455-457.

Giddings, G.G., and Hill, L.H. 1978. Relationship of freezing preservation parameters to texture-related structural damage to thermally processed crustacean muscle. Journal of Food Processing and Preservation. 2:249-264.

Gupta, S.S., and Basu, S. 1992. Studies on individually quick frozen and block frozen prawns. Fishery Technology. 29:80-81.

Harder, E. L. 1979. Blast freezing system for quamtity food. Boston.

Hayashi, W. 1986. Frozen shrimp. Japan External Trade Organization Manufacturing Technology Geide : No. 23.

Heldman, D. R. 1983. Factor influencing food freezing rate. Food Technology. 37:103.

Hideyuki, H. 1986. Frozen Shrimp. Jetro Japan External Trade Organization. 23:31.

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

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

Macrae, R., Robinson, K., and Sadler, M. 1993. Encyclopaedia of Food Science Food Technology and Nutrition. Academic press. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers. New York.

Mallett, C. P. 1993. Frozen Food Technology. Blackie Academic Professional. New York.

Norman, W.D., and Donald, K.T. 1977. Fundamentals of Food Freezing. AVI Publishing Co., Inc., New York.

Pedraja, R.R. 1970. Change of composition of shrimp and other marine animals during processing. Food Technology. 24:1355-1358.

Regenstein, J.M., and Regenstein, C.E. 1984. Food Protein Chemistry. Academic Press., Inc.

Riaz, M., and Qadri, R.R. 1990. Time-temperature tolerance of frozen shrimp 2. Biochemical and microbiological changes during storage of frozen glazed shrimps. Tropical Science. 30:343-356.

Richard, J.L. 1989. Food Additive Handbook. Library of congress cataloging in publication data. United States.

Sebranek, J.G. 1982. Use of cryogenic for muscle foods. Food Technology. 36(4):120-127.

Selvaraj, P., Jasmine, G.I., and Jeyachandran, P. 1992. Effect of polyphosphate dip treatment on frozen storage of Indian squid oligo duvauceli orbigny. Journal of Food Science and Technology 19(4):248-249.

Shimp, L.A., Robbinsville, N. J., and Steinhauer, J. E. 1983. Shrimp processing. United States Patent. 4,394,396.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์และตรวจสอบ

ก1. วิธีการวิเคราะห์ทางกายภาพ

1.1 การหาเปอร์เซนต์การเพิ่มน้ำหนักเนื่องจากการแช่สารละลาย (weight gain) ,(ดัดแปลงจาก AOAC:35.1.13, 1995)

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างก่อนแช่สารละลาย บันทึกค่าที่ได้ (M_1)
2. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างหลังแช่สารละลายทันที บันทึกค่าที่ได้ (M_2)

วิธีการคำนวณ

เปอร์เซนต์การเพิ่มน้ำหนักเนื่องจากการแช่สารละลาย (weight gain)

$$= (M_2 - M_1)/M_1 *100$$

1.2 การหาเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการต้มสุก (cooking loss) ,(ดัดแปลงจาก AOAC:35.1.13, 1995)

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างก่อนการนึ่ง บันทึกค่าที่ได้ (M_2)
2. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างหลังการนึ่งทันที บันทึกค่าที่ได้ (M_3)

วิธีการคำนวณ

เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการลวกด้วยไอน้ำเดือด (cooking loss)

$$= (M_2 - M_3)/M_2 *100$$

1.3 การหาเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการแช่เยือกแข็ง (Freezing loss) ,(ดัดแปลงจาก AOAC:35.1.13, 1995)

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างหลังการลวกด้วยไอน้ำเดือด ทำให้เย็น ซึ่งพร้อมจะนำไปแช่เยือกแข็ง บันทึกค่าที่ได้ (M_3)
2. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างหลังการแช่เยือกแข็งทันที (M_4)

วิธีการคำนวณ

เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการแช่เยือกแข็ง (freezing loss)

$$= (M_3 - M_4)/M_3 *100$$

1.4 การหาเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการละลายน้ำแข็ง (thawing loss) ,(ดัดแปลงจาก AOAC:35.1.13,1995)

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างหลังการลวกด้วยไอน้ำเดือด ทำให้เย็น ซึ่งพร้อมจะนำไปแช่เยือกแข็ง บันทึกค่าที่ได้ (M_3)

2. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างหลังการแช่เยือกแข็งแล้วนำมาละลายน้ำแข็ง โดยทิ้งไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 10 ± 5°C 12 ชั่วโมง นำออกจากถุง วางบนตะแกรง 2 นาที ใช้กระดาษทิชชูซับน้ำให้แห้ง นำมาชั่งน้ำหนัก บันทึกค่าที่ได้ (M_5)

วิธีการคำนวณ

1. เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการละลายหลังการแช่เยือกแข็ง (thawing loss) = $(M_3-M_5)/M_3$ *100

1.5 การวัดสีของเนื้อกุ้งต้มสุก (เฉพาะส่วนสีขาว) วัดด้วยเครื่องวัดสี

นำกุ้งต้มสุก ผ่ากลางลำตัว ตัดส่วนเนื้อสีขาว ให้มีความหนา 3 มิลลิเมตร กว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 1 เซนติเมตร วัดสีของเนื้อกุ้ง ด้วยเครื่องวัดสี วางชิ้นเนื้อที่ตัดบนพลาสติก วางเครื่องวัดสีบนผลิตภัณฑ์ กดปุ่ม start เครื่องจะวัดสี รายงานผลเป็นค่า L, a*, b* โดยเครื่องวัดสีประกอบด้วย

1. แหล่งกำเนิดแสง ซึ่งจะให้แสงที่ความยาวคลื่นต่างๆ แก่วัตถุที่นำมาวัดแสง

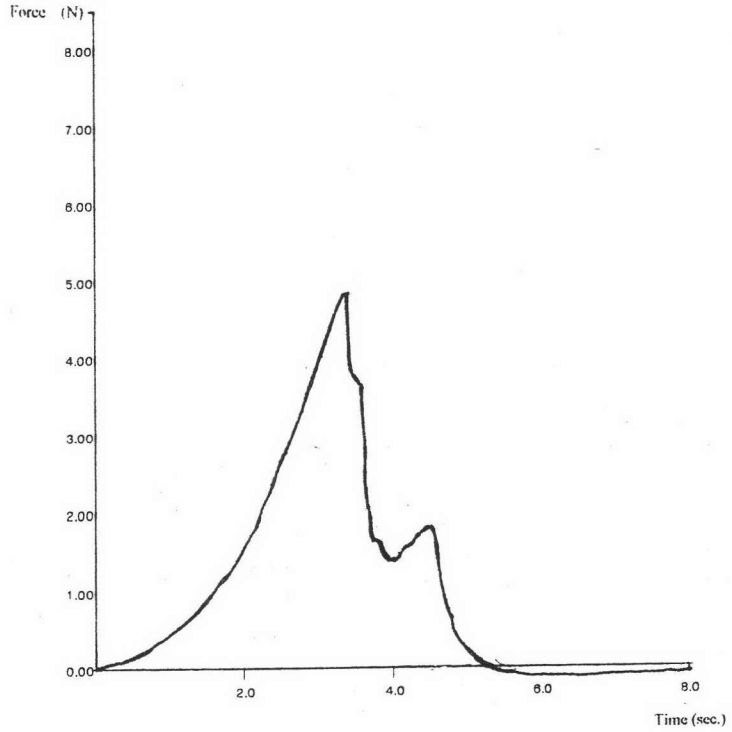
2. Monochromator หลังจากแสงตกกระทบวัตถุ จะเกิดการสะท้อนแสงของวัตถุออกมา ซึ่งเป็นสีที่ตามองเห็น โดย Monochromator จะปรับความยาวคลื่นของแสงให้อยู่ในช่วงแคบๆ คือ 380-700 nm

3. มาตรแสง จะทำหน้าที่เปลี่ยนคลื่นแสงให้เป็นสัญญานทางไฟฟ้า

4. เครื่องแปลสัญญาน ทำหน้าที่ขยายสัญญานทางไฟฟ้า และขจัดสิ่งรบกวนสัญญานออกไป แล้วแปรผลเป็นค่า L, a*, b* โดยการวัดสีใช้ระบบ CIE

1.6 การวัดเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่อง Texture analyzer TA.XT2

เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส วัดค่าแรงที่ใช้ในการเจาะ(นิวตัน) ผลิตภัณฑ์จะถูกวางบนฐานเครื่องและใช้หัววัด(P2 2mm DIA CYLINDER STAINLESS) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ใช้ความเร็วคงที่ 2 มิลลิเมตรต่อวินาที กดลงไปบนผิวหน้าของตัวอย่างเพื่อเจาะเข้าไปในเนื้อตัวอย่างเป็นระยะทาง 70 % ของความหนาตัวอย่าง ซึ่งจะคำนวณด้วยเครื่อง อ่านค่าแรงที่ใช้เจาะเนื้อกุ้งจากความสูงของกราฟ มีหน่วยเป็นนิวตัน



รูปที่ ก 1.6 กราฟแสดงค่าแรงที่ใช้เจาะเนื้อกุ้ง

ก2. วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

2.1 การหาปริมาณ Total Volatile Base Nitrogen (TVB-N) (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2528)

สารเคมี

1. Potassium ferrocyanide
2. Zinc acetate
3. Lithium carbonate
4. Phenolphthalein
5. Alizarin red
6. Ethanol 95%
7. Sulfuric acid

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างอาหารที่บดแล้วประมาณ 10 กรัม บันทึกน้ำหนัก
2. ถ่ายตัวอย่างใส่โถปั่น
3. เติมน้ำกลั่น 100 ml ปั่นให้ละเอียด ถ่ายใส่ Kjeldahl flask ขนาด 800 mL
4. เติม Potassium ferrocyanide 15% จำนวน 2 mL
5. เติม Phenolphthalein indicator 10 หยด
6. เติม Silicone antifoam 3-5 mL
7. เติม Lithium carbonate 0.8% จำนวน 40 mL ต่อเข้าเครื่องกลั่น

8. รับ Distillate ที่กลั่นได้ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 mL ที่มีน้ำอยู่ 50 mL และเติม Alizarin red 20 หยด เติม 0.02 N H_2SO_4 4 หยด ให้สารละลายมีสีเหลือง

9. หลังจากที่ Alizarin red เปลี่ยนเป็นสีแดงแล้ว ให้กลั่นต่อไปอีก 15 นาที

10. นำ Distillate ที่ได้มา titrate กับ 0.1 N H_2SO_4 จนได้ end point สีเหลืองเหมือนตอนแรก

<u>วิธีการคำนวณ</u>

ปริมาณ TVB-N (mg N / 100 gm) = VN * 1400.67 / น้ำหนักของตัวอย่าง(gm)

เมื่อ V = จำนวน mL ของ 0.1 N H_2SO_4

N = Normality ของ 0.1 N H_2SO_4

2.2 การหาปริมาณ phosphorus (AOAC:4.8.13, 1995)

<u>สารเคมี</u>

1. Nitric acid
2. Hydrochloric acid
3. Potassium dihydrogen phosphate (KH_2PO)
4. Ammonium molybdate . $4H_2O$
5. Ammonium metavanadate
6. Perchloric acid ($HCLO_4$)

<u>วิธีการเตรียม Molybdovanadate reagent</u>

1. ชั่ง Ammonium molybdate . $4H_2O$ มา 20 กรัม ละลายในน้ำร้อน 250 mL ปล่อยให้เย็น

2. Ammonium metavanadate 1 กรัม ละลายในน้ำร้อน 125 mL ปล่อยให้เย็น แล้วเติม $HCLO_4$ 70% ลงไป 125 mL

3. เติมสารละลาย ข้อ 1 ลงในข้อ 2 ปรับปริมาตรให้เป็น 1000 mL ด้วยน้ำกลั่น

<u>วิธีการ</u>

1. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียด จำนวน 2.5 กรัม ใส่ใน crucible
2. อบใน Air Oven 100°C 12 ชั่วโมง
3. นำไปเผาที่ 600°C 4 ชั่วโมง จนเป็นเถ้าสีขาว
4. ปล่อยให้เย็น หยดกรดไนตริกลงไป 5 หยด
5. เติม Hydrochloric acid (1+3) 25 mL
6. นำสารละลายในข้อ 5 มา 10 mL แล้วเติม Hydrochloric acid (1+3) 10 mL ต้มให้เดือด ปล่อยให้เย็น แล้วทำให้เป็น 100 mL

7. กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 42 นำส่วนที่กรองได้ 0.5 mL ใน volumetric flask ขนาด 100 mL

8. เติม molybdate reagent 20 mL ปรับปริมาตรให้เป็น 100 mL ด้วยน้ำกลั่น ทิ้งไว้ 10 นาที นำไปวัดค่า absorbance ที่ 400 nm ใช้น้ำกลั่น set 0

วิธีเตรียม Standard Curve

1. ชั่ง KH_2PO 8.788 กรัม
2. ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 1000 mL
3. Pipette สารละลาย ข้อ 2 มา 50 mL ปรับปริมาตรให้เป็น 1000 mL
4. Pipette สารละลาย ข้อ 3 จำนวน 0, 0.2, 0.4 และ 0.8 mL ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 mL
5. เติม molybdovanadate reagent 20 mL ปรับปริมาตรให้เป็น 100 mL
6. ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที
7. นำไปวัดค่า Absorbance ที่ความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร
8. Plot กราฟระหว่างความเข้มข้นของสารละลาย กับ ค่า Absorbance

วิธีคำนวณ

หาปริมาณ phosphorus จาก Standard curve ค่าที่ได้จะเป็นปริมาณของฟอสฟอรัส (P) แล้วเทียบน้ำหนักโมเลกุลหาปริมาณ P_2O_5

เช่น จาก Standard curve ได้ปริมาณ phosphorus = 0.05%

ดังนั้น ปริมาณ phosphorus ($\%P_2O_5$) = 0.05*141.94/30.97

= 0.23 % as P_2O_5

ก3 วิธีตรวจสอบทางประสาทสัมผัส

3.1 แบบทดสอบการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของกุ้งสุก เพื่อใช้ในขั้นตอนการศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมของการแช่สารละลาย หน้า 106

3.2 แบบทดสอบการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของกุ้งสุก เพื่อใช้ในขั้นตอนการศึกษาผลของการเตรียมกุ้งกุลาดำก่อนแช่เยือกแข็ง หน้า 107

3.3 แบบทดสอบการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของกุ้งต้มสุกเพื่อใช้ในขั้นตอนการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมของการแช่เยือกแข็งด้วยไนโตรเจนเหลว หน้า 108

3.4 แบบทดสอบการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของกุ้งต้มสุกเพื่อใช้ในขั้นตอนการศึกษาคุณภาพของกุ้งต้มสุกแช่เยือกแข็ง ที่ไม่แช่และแช่สารละลาย ผ่านการแช่เยือกแข็งด้วยวิธีต่างกัน เก็บรักษาเป็นเวลา 24 สัปดาห์ หน้า 109

แบบทดสอบการประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ผู้ทดสอบ.....วันที่.....

โปรดประเมินตัวอย่างกุ้งสุกต่อไปนี้ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม โดยให้คะแนนในระดับที่อธิบายความรู้สึกของท่านได้ดีที่สุด

1. คะแนนลักษณะปรากฏ

คะแนน	ความหมาย
1-5	บริเวณผิวหน้าไม่ชุ่มน้ำ มีลักษณะเหี่ยวย่นมาก และเนื้อกุ้งมีสีขาวใสปนมาก
6-10	บริเวณผิวหน้าชุ่มน้ำเล็กน้อยมีลักษณะเต่งตึงและเหี่ยวย่นเล็กน้อย เนื้อมีสีขาวขุ่นปานกลาง
11-15	บริเวณผิวหน้าชุ่มน้ำมีลักษณะเต่งตึงมากและไม่เหี่ยวย่น เนื้อมีสีขาวขุ่นมาก

2. คะแนนกลิ่น

คะแนน	ความหมาย
1-5	มีกลิ่นคาว
6-10	มีกลิ่นหอมปานกลาง
11-15	มีกลิ่นหอมมาก

3. คะแนนการยอมรับรวม

9 ชอบมากที่สุด	6 ชอบเล็กน้อย	3 ไม่ชอบปานกลาง
8 ชอบมาก	5 เฉยๆ	2 ไม่ชอบมาก
7 ชอบปานกลาง	4 ไม่ชอบเล็กน้อย	1 ไม่ชอบมากที่สุด

สมบัติที่ทดสอบ	คะแนนตัวอย่าง
1. ลักษณะปรากฏ	
2. กลิ่นรส	
3. ลักษณะเนื้อสัมผัส	
4. การยอมรับรวม	

ข้อเสนอแนะ.....

.....

แบบทดสอบการประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ผู้ทดสอบ.....วันที่.....

โปรดประเมินตัวอย่างกุ้งสุกต่อไปนี้ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม โดยให้คะแนนในระดับที่อธิบายความรู้สึกของท่านได้ดีที่สุด

1. คะแนนลักษณะปรากฏ

คะแนน	ความหมาย
1-5	บริเวณผิวหน้าไม่ชุ่มน้ำ มีลักษณะเหี่ยวย่นมาก และเนื้อกุ้งมีสีขาวใสปนมาก
6-10	บริเวณผิวหน้าชุ่มน้ำเล็กน้อยมีลักษณะเต่งตึงและเหี่ยวย่นเล็กน้อย เนื้อมีสีขาวขุ่นปานกลาง
11-15	บริเวณผิวหน้าชุ่มน้ำมีลักษณะเต่งตึงมากและไม่เหี่ยวย่น เนื้อมีสีขาวขุ่นมาก

2. คะแนนกลิ่นรส

คะแนน	ความหมาย
1-5	มีกลิ่นรสคาว และรสชาติไม่เป็นที่ยอมรับ
6-10	มีกลิ่นรสหอมหวานแบบกุ้งสุกปานกลาง
11-15	มีกลิ่นรสหอมหวานแบบกุ้งสุกมาก

3. คะแนนเนื้อสัมผัส

คะแนน	ความหมาย
1-5	ขณะเคี้ยวเนื้อกุ้งมีเนื้อแน่นเล็กน้อย และไม่ร่วน
6-10	ขณะเคี้ยวเนื้อกุ้งมีเนื้อแน่นปานกลาง และร่วนเล็กน้อย
11-15	ขณะเคี้ยวเนื้อกุ้งมีเนื้อแน่น กรอบและไม่ร่วน

4. คะแนนการยอมรับรวม

9 ชอบมากที่สุด	6 ชอบเล็กน้อย	3 ไม่ชอบปานกลาง
8 ชอบมาก	5 เฉยๆ	2 ไม่ชอบมาก
7 ชอบปานกลาง	4 ไม่ชอบเล็กน้อย	1 ไม่ชอบมากที่สุด

สมบัติที่ทดสอบ	คะแนนตัวอย่าง
1. ลักษณะปรากฏ	
2. กลิ่นรส	
3. เนื้อสัมผัส	
4. การยอมรับรวม	

ข้อเสนอแนะ.....

.....

แบบทดสอบการประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ผู้ทดสอบ.....วันที่.....

โปรดประเมินตัวอย่างกุ้งสุกต่อไปนี้ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม โดยให้คะแนนในลักษณะที่อธิบายความรู้สึกของท่านได้ดีที่สุด

1. คะแนนลักษณะปรากฏ

ค่าคะแนนของลักษณะปรากฏ	ความหมาย
1-5	บริเวณผิวหน้าแห้งและเนื้อเหี่ยวย่นมาก
6-10	บริเวณผิวหน้าชุ่มน้ำ เนื้อเต่งตึงและเหี่ยวย่นเล็กน้อย
11-15	บริเวณผิวหน้าชุ่มน้ำมาก เนื้อเต่งตึงมากและไม่เหี่ยวย่น

2. คะแนนกลิ่นรส

ค่าคะแนนของกลิ่นรส	ความหมาย
1-5	มีกลิ่นรสหอมหวานแบบกุ้งสุกเล็กน้อย
6-10	มีกลิ่นรสหอมหวานแบบกุ้งสุกปานกลาง
11-15	มีกลิ่นรสหอมหวานแบบกุ้งสุกมาก

3. คะแนนเนื้อสัมผัส

ค่าคะแนนของเนื้อสัมผัส	ความหมาย
1-5	ขณะเคี้ยวเนื้อกุ้งมีความแน่นเล็กน้อย
6-10	ขณะเคี้ยวเนื้อกุ้งมีความแน่นปานกลาง
11-15	ขณะเคี้ยวเนื้อกุ้งมีความแน่นมาก

4. การยอมรับรวม

9 ชอบมากที่สุด	6 ชอบเล็กน้อย	3 ไม่ชอบปานกลาง
8 ชอบมาก	5 เฉย ๆ	2 ไม่ชอบมาก
7 ชอบปานกลาง	4 ไม่ชอบเล็กน้อย	1 ไม่ชอบมากที่สุด

สมบัติที่ทดสอบ	คะแนนตัวอย่าง
1. ลักษณะปรากฏ	
2. กลิ่นรส	
3. เนื้อสัมผัส	
4. การยอมรับรวม	

ข้อเสนอแนะ.....

.....

แบบทดสอบการประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ผู้ทดสอบ.....วันที่.....

โปรดประเมินตัวอย่างต่อไปนี้ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม โดยให้คะแนนในระดับที่สามารถอธิบายความรู้สึกของท่านได้ดีที่สุด

1. ลักษณะปรากฏ

ค่าคะแนนของลักษณะปรากฏ	ความหมาย
5	บริเวณผิวหน้าชุ่มน้ำและเนื้อกุ้งมีลักษณะเต่งตึงมาก
4	บริเวณผิวหน้าชุ่มน้ำและเนื้อกุ้งมีลักษณะเต่งตึงปานกลาง
3	บริเวณผิวหน้าชุ่มน้ำและเนื้อกุ้งมีลักษณะเต่งตึงเล็กน้อย
2	บริเวณผิวหน้าเริ่มแห้งและเนื้อกุ้งมีลักษณะเหี่ยวย่นเล็กน้อย
1	บริเวณผิวหน้าแห้งและเนื้อกุ้งมีลักษณะเหี่ยวย่นมาก

2. กลิ่นรส

ค่าคะแนนของกลิ่นรส	ความหมาย
5	มีกลิ่นรสหอมหวานแบบกุ้งสุกมาก
4	มีกลิ่นรสหอมหวานแบบกุ้งสุกปานกลาง
3	มีกลิ่นรสหอมหวานแบบกุ้งสุกเพียงเล็กน้อย
2	มีกลิ่นรสไม่น่ารับประทาน
1	มีกลิ่นรสรับประทานไม่ได้

3. เนื้อสัมผัส

ค่าคะแนนของเนื้อสัมผัส	ความหมาย
5	ขณะเคี้ยวเนื้อกุ้งมีเนื้อไม่แน่นและกรอบมาก
4	ขณะเคี้ยวเนื้อกุ้งมีเนื้อไม่แน่นและกรอบปานกลาง
3	ขณะเคี้ยวเนื้อกุ้งมีเนื้อแน่นและเหนียวเล็กน้อย
2	ขณะเคี้ยวเนื้อกุ้งมีเนื้อแน่นและเหนียวปานกลาง
1	ขณะเคี้ยวเนื้อกุ้งมีเนื้อแน่นและเหนียวมาก

4. การยอมรับรวม

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

สมบัติที่ทดสอบ	ตัวอย่างหมายเลข
1. ลักษณะปรากฏ 2. กลิ่นรส 3. เนื้อสัมผัส 4. การยอมรับรวม	

ข้อเสนอแนะ.....

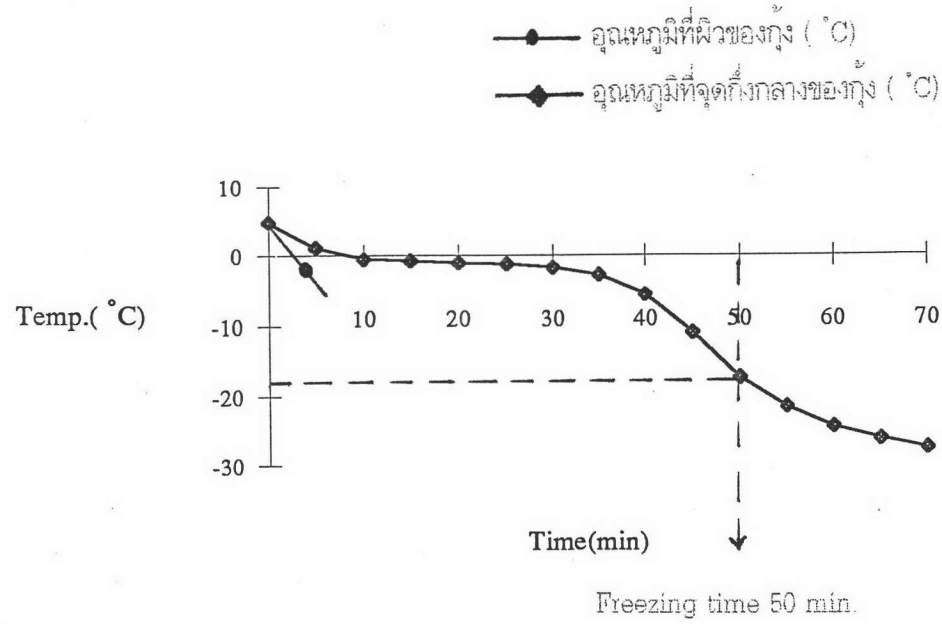
.....

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการหาเวลาและอัตราเร็วของการแช่เยือกแข็ง

การหาเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็ง (Freezing time) ของกุ้งต้มสุกที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด Nylon/LLDPE และแช่เยือกแข็งด้วยวิธีแช่เยือกแข็งต่างกัน บันทึกเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งตั้งแต่อุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ประมาณ 5˚C จนกระทั่งอุณหภูมิสุดท้าย ณ จุดกึ่งกลางของผลิตภัณฑ์เป็น -18˚C (IIR, 1972)

อัตราเร็วของการแช่เยือกแข็ง (Freezing rate) ของกุ้งต้มสุก สามารถคำนวณได้กราฟของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาสำหรับการแช่เยือกแข็ง ดูตัวอย่างในรูป ข. ซึ่งเป็นรูปที่ได้จากการนำกุ้งต้มสุกบรรจุในถุงพลาสติกชนิด Nylon/LLDPE และแช่เยือกแข็งด้วยลมเย็น ความหนาของกุ้งต้มสุกเท่ากับ 0.70 เซนติเมตร (วัดจากผิวถึงจุดกึ่งกลางของกุ้งต้มสุก) จากรูปที่แสดง พบว่า จุดเยือกแข็งของกุ้งต้มสุกเท่ากับ -2˚C และเวลาที่ใช้ตั้งแต่อุณหภูมิที่ผิวของกุ้งต้มสุกเท่ากับ 0˚C จนกระทั่งที่จุดกึ่งกลางของกุ้งต้มสุกลดต่ำลงจนถึง -12˚C จะมีค่าเท่ากับ 46 นาที 12 วินาที (0.77 ชั่วโมง) ดังนั้นอัตราเร็วของการแช่เยือกแข็งกุ้งต้มสุก คือ 0.70/0.77 เท่ากับ 0.91 เซนติเมตรต่อชั่วโมง (IIR, 1972)



รูป ข ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาของการแช่เยือกแข็งกุ้งต้มสุกด้วยลมเย็น

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการหาปริมาณการใช้ไนโตรเจนเหลวสำหรับแช่เยือกแข็ง

วิธีการดำเนินการ (Douglas, 1994)

1. เติมไนโตรเจนเหลว (N) ลงในถัง Dewar ไม่ต้องปิดฝา และปล่อยให้สมดุลย์ระยะเวลาหนึ่ง กดปุ่ม tare บนเครื่องชั่ง
2. บันทึกน้ำหนักลงใน ช่อง A ซึ่งจะมีค่าเป็น 0 และเริ่มจับเวลา เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที แล้วบันทึกน้ำหนัก บันทึกน้ำหนักลงใน ช่อง B
3. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างกุ้งต้มสุกที่ต้องการทดสอบ บันทึกผล นำไปหย่อนลงในถัง Dewar เป็นผลให้ไนโตรเจนเหลวในถังเกิดการเดือดที่รุนแรงระยะหนึ่ง ปฏิกิริยาจึงสิ้นสุด โดยไนโตรเจนเหลวหยุดเดือดผิวหน้าของไนโตรเจนเหลวจะเรียบ บันทึกน้ำหนักที่จุดสิ้นสุดปฏิกิริยานี้ลงใน ช่อง C จับเวลาตั้งแต่หย่อนชิ้นงานตัวอย่างจนถึงปฏิกิริยาสิ้นสุด บันทึกเวลาใน ช่อง E
4. หลังจากนั้นอีก 1 นาที บันทึกน้ำหนักอีกครั้งลงใน ช่อง D

ตาราง ค Data Table ของการคำนวณหาปริมาณการใช้ไนโตรเจนเหลวสำหรับการแช่เยือกแข็ง

ตัวอย่าง	น้ำหนัก N เริ่มต้น (g)	น้ำหนัก N เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที (g)	น้ำหนักตัวอย่าง(g)	น้ำหนัก N หลังเกิดปฏิกิริยา(g)	น้ำหนัก N หลังเกิดปฏิกิริยา 1 นาที(g)	เวลาจาก B-C (นาที)
	(A)	(B)		(C)	(D)	(E)
กุ้งต้มสุก	0	-2.5	106.49	-205.3	-208.1	4.70
กุ้งต้มสุกแช่เยือกแข็ง (-18°C)	0	-2.6	107.70	-53.8	-56.9	3.88

วิธีการคำนวณ

1. ไนโตรเจนเหลวที่ใช้ทำปฏิกิริยา 106.49(g) + 205.3(g) = 311.79(g)
2. ระบบสูญเสียปริมาณไนโตรเจน [[(A-B) + (C-D)] / 2] * (C-B)

   (g) (g) (min)

   = [[(0-(-2.5) + (-205.3-(-208.1)] / 2] * 4.70

   = 12.46 (g)
3. ปริมาณไนโตรเจนเหลวที่ใช้ทำปฏิกิริยา 311.79 - 12.46 = 299.34 (g)

4. ปริมาณไนโตรเจนเหลวที่ใช้แช่เยือกแข็งต่อกุ้งต้มสุก 1 g = 299.34 / 106.49

= 2.81 g

5. หาปริมาณไนโตรเจนที่ใช้แช่เยือกแข็งกุ้งต้มสุกอุณหภูมิ -18°C ทำเหมือนข้อ 1-4 จะได้ปริมาณไนโตรเจนเหลวที่ใช้ทำปฏิกิริยา = 1.40 g

6. ปริมาณไนโตรเจนสำหรับแช่เยือกแข็งกุ้งต้มสุกให้มีอุณหภูมิ -18°C เท่ากับข้อ 4-5

= 2.81-1.40

= 1.41 g nitrogen/g product

7. หาปริมาณความร้อนที่ถูก Remove ออกได้โดยคูณปริมาณไนโตรเจนที่ใช้แช่เยือกแข็ง กับค่าความร้อนของการกลายเป็นไอของไนโตรเจนเหลว = 1.41*85.8

= 120.98 Btu/lb

8. จากสูตรการหา Nitrogen consumption = Btu Removal/Btu Available Gas

$$= \frac{\text{Btu/lb}}{85.8 + 0.245[-(-320-(nT))]} * 1.2 \text{ (system losses)}$$

nT = Freezer operating temperature

9. ตั้งอุณหภูมิของการแช่เยือกแข็งด้วยไอไนโตรเจนเหลวที่อุณหภูมิ -70°C (-94°F)

$$\text{Nitrogen consumption} = \frac{120.98}{85.8 + 0.245[-(-320-(-94))]} * 1.2$$

= 1.03 lbs. nitrogen / lbs. product

= 1.03 kgs. nitrogen / kgs. product

ประวัติผู้เขียน

นางสาวอาจิณย์ ปั่นสันเทียะ เกิดวันที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2513 ที่จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม ในปีการศึกษา 2535 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2536 ในระหว่างศึกษาปริญญาโทเคยทำงานเป็นผู้ช่วยอาจารย์คุมปฏิบัติการ วิชาเคมีอาหาร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ทำงานในตำแหน่ง Research and Development Food Product บริษัทซีพี ผลิตภัณฑ์อาหารจำกัด เป็นเวลา 4 เดือน ปัจจุบันทำงานในตำแหน่ง Head of Food Laboratory Department บริษัท International Quality Assurance Laboratory จำกัด