รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ประจวบ หลำอุบล. 2527. กุ้ง .พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิชญ์อร วนาอินทรายุธ. 2536. สมบัติทางความร้อนของปลาหมึกกล้วยและปลาหมึกกระดอง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มณฑิรา อัมพะเศวต. 2534. สถานการณ์สินค้าเกษตรกรรม ปี 2533 และแนวโน้มปี 2534. กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์: 3,60-62.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535. วิศวกรรมแปรรูปอาหาร : การถนอมอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

วัลลภ คงเพิ่มพูน. 2532. กุ้งกุลาดำ. กรุงเทพมหานคร: โครงการหนังสือเกษตรชุมชน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิโรจน์ ฤดีศานต์. 2535. ผลของอุณหภูมิและความชื้นต่อสมบัติทางความร้อนของมะละกอและมะม่วง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิทย์ ชื่นสินธุ์. 2531. การเลี้ยงกุ้งแชบ๊วย และกุ้งกุลาดำ. กรุงเทพมหานคร: เรืองแสงการพิมพ์.

สิรินาถ เมฆมณี. 2533. ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางความร้อนของสับปะรด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

แสงสวัสดิ์ อุดมเดชวัฒนา. 2537. สมบัติทางความร้อนของกล้วยไข่ (Musa suerier) และกล้วยน้ำว้า (Musa sapientum). วิทยานิพนธ์ปริญญมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed. Virginia: Association of Official Analytical Chemists.

Albin, F.V., Badari-narayana, K., Srinivasa-Murthy, S., and Krishna-Murthy, M.V. 1979. Thermal diffusivities of some unfrozen and frozen food models. Journal of Food Technology 14: 361-367.

Annamma, T.T., and Rao, C.V.N. 1974. Studiesof thermal diffusivity and conductivity of fresh and dry fish. Fishery Technology 11(1): 28-33.

Bahge - Khandan, M.S., Choi, Y., and Okos, M.R. 1981. Improved line heat source thermal conductivity probe. Journal of Food Science 46: 1430-1432.

Barrera, M., and Zaritzky, N.E. 1983. Thermal conductivity of frozen beef liver. Journal of Food Science 48: 1779-1782.

Bayazitoglu, Y., and Ozisik, M.N. 1988. Elements of Heat Transfer. Singapore:McGraw-Hill Book Co.

Bennett, C.O., and Myers, J.E. 1974. Momentum, Heat and Mass Transfer. 2nd ed. Japan: McGraw-Hill International Book Company.

Bhowmik, S.R., and Hayakawa, K.I. 1979. A new method for determining the apparent thermal diffusivity of thermally conductive food. Journal of Food Science 44: 469-474.

Chen, C.S. 1985. Thermodynamic analysis of the freezing and thawing of foods: enthalpy and apparent specific heat. Journal of Food Science 50: 1158-1166.

Dickerson, R.W.,Jr. 1965. An apparatus for the measurement of thermal diffusivity of foods. Food Technology 19: 880-886.

El - Sahrigi, A.E., Hassan, Y.M., Soliman, S.A., and Ec - Mansy, H.A. 1981. Physico - thermal properties of some varieties of fish and meat. Proceeding of European Meeting of Meat Research Workers 1(27): 339-342.

Fennema, O.R., Powrie, W.D., and Marth, E.H. 1973. Low Temperature Preservation of Food and Living Matter. New York: Marcel Dekker,Inc. pp 87-96.

Fleming, A.K. 1969. Calorimetric properties of lamb and other meats. Journal of food Technology 4: 199-215.

Heldman, D.R. 1979. Food process engineering. Westport, Connecticut: The AVI Publishing.

Hill, J.E., Leitman, J.D. and Sunderland, J.E. 1967. Thermal conductivity of various meat. Food Technology 21: 1143-1148.

Hwang, M.P., and Hayakawa, K. 1979. A specific heat calorimeter for foods. Journal of Food Science 44: 435-438, 448.

Kent, M., Christionsen, K., Van-Haneghem, I.A., Holtz, E., Morley, M.J., Nesvaba, P., and Poulsent, K.P. 1984. Cost 90 collaborative measurements of thermal properties of food. Journal of Food Engineering 3: 117-150.

Kleinbaum, D.G., and Kupper, L.L. 1978. Applied regression analysis and other multivariable method. Massachusetts: Duxbury Press, a Division of Wadsworth Publishing Company Inc.

Kubota, K., Takase, Y., Suzuki, K., and Esaka, M. 1983. A study on the thermal diffusivity of potato slabs in various conditions. Journal of the Faculty of Applied Biological Science: Hiroshima University 22: 141-152.

Kulack, F.A., and Kennedy, S.C. 1978. Measurement of the thermophysical properties of common cookie dough. Journal of Food Science 43: 380-384.

Kumbhar, B.K., Agrawal, R.S., and Das, K. 1981. Thermal properties of fresh and frozen fish. International Journal of Refrigeration 4(3): 143-146.

Lamb, J. 1976. Influence of water on thermal properties of food. Chemistry and Industry 24: 1046-1048.

Lentz, C.P. 1961. Thermal conductivity of meats, fat, gelatin, gels and ice. Food Technology. 15(5): 243-247.

Levy, F.L. 1979. Enthalpy and specific heat of meat and fish in the freezing range. Journal of Food Technology 14: 549-560.

_____. 1982. Calculating the thermal conductivity of meat and fish in the freezing range. International Journal of Refrigeration 5(3): 149-154.

Long, R.A.K. 1955. Some thermodynamic properties of fish and their effect on the rate of freezing. Journal of Science Food and Agricultural 6(10): 621-633.

Matuszek, T., Niesteruk, R., and Ojahuga, A.G. 1983. Temperature conductivity of krill, shrimp and squid over the temperature range 240-330 K. Proceeding of the 6th International Congress of Food Science and Technology 1: 221-222.

Miller, H.C., and Sunderland, I.E. 1963. Thermal conductivity of beef. Food technology : 490-492.

Mohsenin, N.N. 1980. Thermal Properties of Food and Agricultural Material. New York: Gordon and Breach Science Publisher.

Moline, S.W.., Sawdye, J.A., Short, A.J., and Rinfret, A.P. 1961. Thermal properties of food at low temperature. Food Technology 15: 228-231.

Murakami, E.G. 1980. Thermal Properties of Shredded Coconut. Master's Thesis, Asian Institute of Technology.

Nesvadba, P. 1982. A new transient method for the measurement of temperature dependent thermal diffusivity. Journal of Physics D: Applied Physics,15: 725-738.

_____. and Eunson, C. 1984. Moisture and temperature dependence of thermal diffusivity of cod minces. Journal of Food Technology 19: 585-592.

Pham, Q.T., and Willix, J. 1989. Thermal conductivity of fresh lamb meat, offals and fat in the range -40 to 30°C: measurements and correlations. Journal of Food Science 54(3): 508-515.

Polley, S.L., Snyder, O.P., and Kotnour, P. 1980. A compilation of thermal properties of foods. Food Technology 34(11): 76-80,82-84,86-88,90-92,94.

Rahman, M.S., and Potluri, P.L. 1991. Thermal conductivity of fresh and dried squid meat by line heat source thermal conductivity probe. Journal of Food Science 56: 582-583.

Reidy, G.A., and Rippen, A.L. 1971. Method for determining thermal conductivity in foods. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers 14: 248-254.

Rizvi, S.S.H., Blaisdell, J.L., and Harper, W.J. 1980. Thermal diffusivity of model meat analog systems. Journal of food Science 45: 1727-1731.

Suzuki, M., Kobayashi, T., and Yanagimoto, M. 1979. Thermal characteristics of antarctic krill. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 45(6): 745-751.

Sweat, V.E. Haugh, C.G., and Stademan, W.J. 1973. Thermal conductivity of chicken meat at temperatures between -75 and 20 °C. Journal of Food Science 38: 158-160.

_____. 1974. Experimental values of thermal conductivity of selected fruits and vegetables. Journal of Food Science 39: 1080-1083.

Toledo, R.T. 1991. Fundamentals of Food Process Engineering. 2nd edition. New York: Van Nostrand Reinhold. pp.134-139,233-235.

Wang, D.Q., and Kolbe, E. 1990. Thermal conductivity of surimi: Measurement and modeling. Journal of Food Science 55(5): 1217-1221.

_____. and Kolbe, E. 1991. Thermal properties of surimi analyzed using DSC. Journal of Food Science 56(2): 302-308.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ข.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC 14.004 (1984)

อุปกรณ์

ตู้อบลมร้อนของ WTE BINDER รุ่น E-53

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ใส่ในภาชนะอะลูมิเนียมซึ่งแห้งสนิท
2. นำตัวอย่างเข้าอบหาความชื้นในอุปกรณ์ดังกล่าว ซึ่งควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมงและทำให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งน้ำหนัก
3. อบตัวอย่างจนกระทั่งตัวอย่างมีน้ำหนักคงที่

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{(\text{น้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่าง} - \text{น้ำหนักที่คงที่ของตัวอย่างหลังการอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง}}$$

ข.2 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC 2.057 (1984)

อุปกรณ์

Gerhardt Kjeldatherm Digestion Unit และ Gerhardt Vapodest I ผลิตโดยบริษัท Gerhardt Bonn ประเทศเยอรมัน

สารเคมี

1. สารละลายกรด sulphuric เข้มข้น
2. สารละลายกรด sulphuric เข้มข้น 0.1 %
3. สารละลาย sodium hydroxide เข้มข้น 50%
4. สารละลายกรด boric เข้มข้น 4%

5. Catalyst (ส่วนผสมของ K_2SO_4 และ Se ในอัตราส่วน 100:1)

6. Indicator ซึ่งเป็นส่วนผสมของ Methyl Red และ Methylene Blue

<u>วิธีทดลอง</u>

1. ชั่งตัวอย่างแห้ง 2 กรัมใส่ลงในขวดย่อย

2. เติม Catalyst 10 กรัม

3. เติมสารละลายกรด sulphuric เข้มข้น 30 มิลลิลิตร

4. ย่อยตัวอย่างด้วยเครื่อง Gerhardt Kjeldatherm ซึ่งควบคุมอุณหภูมิในการย่อยเป็น 3 ช่วงคือ

ช่วงที่ 1 ใช้อุณหภูมิ 250 °C เป็นเวลา 15 - 20 นาที

ช่วงที่ 2 ใช้อุณหภูมิ 380 °C เป็นเวลา 30 - 45 นาที

ช่วงที่ 3 ใช้อุณหภูมิ 380 °C เป็นเวลา 20 - 30 นาที เพิ่มจากช่วงที่ 2 ย่อยตัวอย่างจนได้สารละลายใสสีเหลืองอ่อน

5. กลั่นตัวอย่างที่ย่อยแล้วด้วยเครื่อง Gerhardt Vapodest I โดยใช้สารละลาย sodium hydroxide เข้มข้น 50 % เป็นตัวทำปฏิกิริยาและเก็บสารที่กลั่นได้ในสารละลายกรดบอริคซึ่งเติม indicator 5 - 6 หยด

6. ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้ด้วยสารละลายกรด sulphuric เข้มข้น 0.1 N

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{A \times B \times 6.25 \times 1.4}{C}$$

A = normality ของกรด sulphuric ที่ใช้ไตเตรท

B = ปริมาตรกรด sulphuric ที่ใช้ไตเตรท

C = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

ข.3 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

ตามวิธีของ AOAC 14.0089 (1984)

<u>อุปกรณ์</u>

Soxtherm Automatic รุ่น S-166

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างแห้ง 2 กรัมแล้วห่อด้วยกระดาษกรอง Whatman NO. 1 โดยห่อ 2 ชั้น
2. ใส่ห่อตัวอย่างใน thimble ซึ่งบรรจุในขวดสกัดที่แห้งสนิทและทราบน้ำหนักที่แน่นอน
3. เติม petroleum ether ซึ่งใช้เป็นตัวสกัด 100 มิลลิลิตรลงในขวดสกัด
4. สกัดไขมันเป็นเวลาประมาณ 3 - 4 ชั่วโมงโดยควบคุมอุณหภูมิของ silicone oil ซึ่งเป็นตัวถ่ายเทความร้อนให้กับอุปกรณ์ที่ใช้สกัดที่ 150 °C
5. ระเหย petroleum ether ออกจากส่วนไขมันที่สกัดได้แล้วอบขวดสกัดที่ 100 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมงหรือจนน้ำหนักคงที่
6. ทำให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งน้ำหนักขวดสกัด

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{ปริมาณไขมันที่สกัดได้(กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

ข.4 ปริมาณเถ้า

ตามวิธีของ AOAC 7.009 (1984)

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างแห้ง 2 กรัม ใส่ใน crucible ที่แห้งสนิทและรู้น้ำหนักที่แน่นอน
2. นำตัวอย่างเข้าเผาใน furnace muffle ที่ 600 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
3. ทำให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งน้ำหนัก

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{\text{ปริมาณเถ้า(กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง(กรัม)}}$$

ข.5 ปริมาณเส้นใย

ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC 7.006 (1984)

อุปกรณ์

ชุดวิเคราะห์เส้นใยของ Gerhardt รุ่น RF-16/6 ซึ่งประกอบด้วย hot plate, beaker 600 cc., round condenser

สารเคมี

1. สารละลายกรด sulphuric เข้มข้น 0.255 N
2. สารละลาย sodium hydroxide เข้มข้น 0.31 N
3. 95% ethyl alcohol

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างที่สกัดไขมันออกแล้วใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดที่กำลังเดือด 200 มิลลิลิตร จากนั้นต่อ round condenser เข้ากับบีกเกอร์เพื่อรักษาระดับของกรดให้คงที่ขณะย่อยซึ่งใช้เวลาประมาณ 30 นาที
2. กรองส่วนผสมผ่านกระดาษกรองชนิดที่ไม่มีเถ้าซึ่งรู้น้ำหนักที่แน่นอน ล้างส่วนที่ติดบนกระดาษกรองด้วยน้ำร้อนจนหมดความเป็นกรด
3. ล้างส่วนที่ติดบนกระดาษกรองลงในบีกเกอร์ด้วยสารละลาย sodium hydroxide 200 มิลลิลิตร จากนั้นย่อยต่อไปอีก 30 นาที
4. กรองส่วนผสมด้วยกระดาษกรองแผ่นเดิมแล้วล้างด้วยน้ำร้อนจนหมดความเป็นด่าง จากนั้นล้างด้วย แอลกอฮอล์ 100 มิลลิลิตร
5. นำส่วนที่ติดบนกระดาษกรองไปอบให้แห้ง แล้วใส่ใน crucible เพื่อหาปริมาณเถ้าที่เหลืออยู่
6. ทิ้งให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งน้ำหนัก crucible

$$\text{ปริมาณเส้นใย (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไประหว่างเผาเถ้า (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม}}$$

ภาคผนวก ค

ตารางที่ ค.1 ค่าสภาพนำความร้อนของกุ้งกุลาดำและกุ้งแชบ๊วยแช่แข็ง ทั้งที่แช่แข็งด้วยวิธี air-blast freezing และวิธี dry-ice freezing

พันธุ์กุ้ง	วิธีการแช่แข็ง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	สภาพนำความร้อน(วัตต์/เมตร องศาเคลวิน)				
			ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย	Std. dev.
กุลาดำ	AIR-BLAST FREEZING	-30	1.288	1.276	1.269	1.278	0.010
		-18	1.198	1.200	1.222	1.207	0.013
		-10	1.109	1.067	1.065	1.080	0.025
	DRY-ICE FREEZING	-30	1.291	1.282	1.278	1.284	0.007
		-18	1.223	1.216	1.233	1.224	0.009
		-10	1.101	1.066	1.077	1.081	0.018
แชบ๊วย	AIR-BLAST FREEZING	-30	1.290	1.300	1.304	1.298	0.007
		-18	1.257	1.251	1.243	1.250	0.007
		-10	1.117	1.119	1.116	1.117	0.002
	DRY-ICE FREEZING	-30	1.310	1.313	1.307	1.310	0.003
		-18	1.263	1.269	1.266	1.266	0.003
		-10	1.124	1.146	1.122	1.131	0.013

ตารางที่ ค.2 ค่าความร้อนจำเพาะของกุ้งกุลาดำและกุ้งแชบ๊วยแช่แข็ง ทั้งที่แช่แข็งด้วยวิธี air-blast freezing และวิธี dry-ice freezing

พันธุ์กุ้ง	วิธีการแช่แข็ง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความร้อนจำเพาะ(แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)				
			ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย	Std. dev.
กุลาดำ	AIR-BLAST FREEZING	-30	0.468	0.489	0.423	0.460	0.034
		-18	0.665	0.673	0.646	0.661	0.014
		-10	1.147	1.144	1.148	1.146	0.002
	DRY-ICE FREEZING	-30	0.456	0.46	0.433	0.450	0.015
		-18	0.659	0.656	0.648	0.654	0.006
		-10	1.147	1.144	1.145	1.145	0.002
แชบ๊วย	AIR-BLAST FREEZING	-30	0.523	0.519	0.516	0.519	0.004
		-18	0.686	0.689	0.685	0.687	0.002
		-10	1.206	1.195	1.182	1.194	0.012
	DRY-ICE FREEZING	-30	0.523	0.517	0.509	0.516	0.007
		-18	0.68	0.662	0.682	0.675	0.011
		-10	1.186	1.198	1.184	1.189	0.008

ตารางที่ ค.3 ค่าสภาพแพร่ความร้อนของกุ้งกุลาดำและกุ้งแชบ๊วยแช่แข็ง ทั้งที่แช่แข็งด้วยวิธี air-blast freezing และวิธี dry-ice freezing

พันธุ์กุ้ง	วิธีการแช่แข็ง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	สภาพแพร่ความร้อน(เมตร^2/วินาที)x10^{-7}				
			ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย	Std. dev.
กุลาดำ	AIR-BLAST FREEZING	-30	6.942	6.843	6.549	6.778	0.204
		-18	6.111	6.342	6.048	6.167	0.155
		-10	5.828	5.489	5.116	5.478	0.356
	DRY-ICE FREEZING	-30	7.851	7.444	6.989	7.428	0.431
		-18	6.738	6.363	5.927	6.343	0.406
		-10	5.936	5.837	5.869	5.881	0.051
แชบ๊วย	AIR-BLAST FREEZING	-30	6.749	6.942	7.141	6.944	0.196
		-18	6.119	6.608	6.219	6.315	0.258
		-10	5.999	6.076	5.908	5.994	0.084
	DRY-ICE FREEZING	-30	7.490	7.800	7.112	7.467	0.345
		-18	6.600	6.432	6.349	6.460	0.128
		-10	6.038	5.942	6.123	6.034	0.091

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายสรายุทธ ชำนิกุล เกิดวันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2510 ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชา อุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปีการศึกษา 2532 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2533