เอกสารอ้างอิง

จรัญ จันทลักขณา. 2527. สถิติ วิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. หน้า 219-271. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทย. 2527. กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

ถวิล ข่ายสุวรรณ. 2522. มะม่วงพันธุ์ดี. วารสารพัฒนาที่ดิน 16: 28-32.

มะละกอ: ผลิตภัณฑ์และการตลาด. 2524. สรุปข่าวธุรกิจ 12: 31-40.

มะละกอ. 16 เมษายน 2529. ข่าวพาณิชย์: 1-2.

เลอศักดิ์ จตุรภุช. 17 ตุลาคม 2527. มะละกอพืชที่น่าสนใจ. ข่าวพาณิชย์: 1-2.

สายใจ สีมาวิจัย. 2532. ลู่ทางการตลาดมะม่วงไทย...ไปได้อีกไกล. สรุปข่าวธุรกิจ 20: 26-32.

สิรินาถ เมฆมณี. 2533. ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางความร้อนของลับปะรด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2524. มอก. 373-2524: มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งสาลีชนิดทำเค็ก. กระทรวงอุตสาหกรรม.

Alam, A., and Shove, G.C. 1972. Hygroscopicity and thermal properties of soybeans. TRANSACTIONS of the ASAE 15: 320-325.

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

Baghe-Khandan, M.S., Okos, M.R., and Sweat, V.E. 1982. The thermal conductivity of beef as affected by temperature and composition. TRANSACTIONS of the ASAE 25: 1118-1122.

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

Bennett, C.O., and Myers, J.E. 1974. Momentum, Heat and Mass Transfer. pp. 247-251. 2nd ed. Japan: McGraw Hill International Book Company.

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

Chakrabarti, S.M., and Johnson, W.H. 1972. Specific heat of flue cured tobacco by differential scanning calorimetry. TRANSACTIONS of the ASAE 15: 928-931.

Choi, Y., and Okos, M.R. 1983. The thermal properties of tomato juice concentrates. TRANSACTIONS of the ASAE 26: 305-311.

Chowdary, T.P. 1988. Thermal properties of mangoes. Master's Thesis, Asian Institute of Technology.

Constenla, D.T., Lozano, J.E., and Crapiste, G.H. 1989. Thermophysical properties of clarified apple juice as a function of concentration and temperature. Journal of Food Science 54: 663-668.

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

Drusas, A.E., and Saravacos, G.D. 1985. Thermal conductivity of tomato paste. Journal of Food Engineering 4: 157-168.

Haswell, G.A. 1954. A note on the specific heat of rice, oats and their products. Cereal Chemistry 31: 341-342.

Hayes, C.F. 1984. Thermal diffusivity of papaya fruit (Carica papaya L., Var. Solo) Journal of Food Science 49: 1219, 1221.

Heldman, D.R. 1979. Food Process Engineering. pp. 96-98. Westport, Connecticut: The AVI Publishing.

Hill, J.E., Leitman, J.D., and Sunderland, J.E. 1967. Thermal conductivity of various meats. 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.

Kazarian, E.A., and Hall, C.W. 1965. Thermal properties of grain. TRANSACTIONS of the ASAE 8: 33-37,48.

Kent, M., Christiansen, K., Haneghem, I.A.V., Holtz, E., Morley, M.J., Nesvadba, P., and Poulsent, K.P. 1984. Cost 90 collaborative measurements of thermal properties of foods. Journal of Food Engineering 3: 117-150.

Keppeler, R.A., and Arboleda, J.R. 1982. The thermal properties of frozen invert sugar solutions. Journal of Food Process Engineering 5: 89-111.

Kreith, F., and Bohn, M.S. 1986. Principles of Heat Transfer. pp. 651-652. 4th ed. New York: Harper & Row Publishers.

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

Lamberge, I., and Hallstrom, B. 1986. Thermal properties of potatoes and computer simulation model of a blanching process. Journal of Food Technology 21: 577-585.

Lozano, J.E., Urbicain, M.J., and Rotstein, E. 1979. Thermal conductivity of apples as a function of moisture content. Journal of Food Science 44: 198-199.

MacCarthy, D.A. 1985. Effect of temperature and bulk density on thermal conductivity of spray-dried whole milk powder. Journal of Food Engineering 4: 249-263.

McProud, L.M., and Lund, D.B. 1983. Thermal properties of beef loaf produced in foodservice systems. Journal of Food Science 48: 677-680.

Mohsenin, N.N. 1980. Thermal Properties of Foods and Agricultural Materials. pp. 26-33,37-39,47,52-53,105-107,129-131,162-165. New York: Gordon and Breach Science Publishers.

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.

Perez, M.G.R., and Calvelo, A. 1984. Modeling the thermal conductivity of cooked meat. Journal of Food Science 49: 152-156.

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.

Ramaswamy, H.S., and Tung, M.A. 1981. Thermophysical properties of apples in relation to freezing. Journal of Food Science 46: 724-728.

Rao, M.A., Barnard, J., and Kenny, J.F. 1975. Thermal conductivity and thermal diffusivity of process variety squash and white potatoes. TRANSACTIONS of the ASAE 18: 1188-1192.

Reidy, G.A., and Rippen, A.L. 1971. Methods for determining thermal conductivity in foods. TRANSACTIONS of the ASAE 14: 248-254.

Rice, P., Selman, J.D., and Abdul-Rezzak, R.K. 1988. Effect of temperature on thermal properties of"Record"potatoes. International Journal of Food Science and Technology 23: 281-286.

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.

Rohsenow, W.M., Hartnett, J.P., and Ganic, E.N. 1973. Handbook of Heat Transfer Fundamentals. pp. 50-53. 2nd ed. New York: McGraw Hill International Book Company.

Saravacos, G.D., and Pilsworth, M.N., Jr. 1965. Thermal conductivity of freeze-dried model food gels. Journal of Food Science 30: 773-778.

Sharma, D.K. and Thompson, T.L. 1973. Specific heat and thermal conductivity of sorghum. TRANSACTIONS of the ASAE 16: 114-117.

Siebel, E. 1982. Specific heats of various products. Ice and Refrigeration 2: 256-257.

Suter, D.A., Agrawal, K.K., and Clary, B.L. 1975. Thermal properties of peanut pods, hulls and kernels. TRANSACTIONS of the ASAE 18:370-375.

Sweat, V.E. 1974. Experimental values of thermal conductivity of selected fruits and vegetables. Journal of Food Science 39: 1080-1083.

_____. 1975. Modeling the thermal conductivity of meats. TRANSACTIONS of the ASAE 18: 564-567.

_____. 1978. Measurement of thermal conductivity of dairy products and margarines. Journal of Food Process Engineering 2: 187-197.

_____., and Haugh, C.G. 1974. A thermal conductivity probe for small food samples. TRANSACTIONS of the ASAE 17: 56-58.

_____., _____., and Stadelman, W.J. 1973. Thermal conductivity of chicken meat at temperatures between -75 and 20°C. Journal of Food Science 38: 158-160.

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

Unklesbay, N., Unklesbay, K., Nahaisi, M., and Krause, G. 1982. Thermal conductivity of white bread during convective heat processing. Journal of Food Science 47: 249-253,259.

Wallapapan, K., and Sweat, V.E. 1982. Thermal conductivity of defatted soy flour. TRANSACTIONS of the ASAE 25: 1440-1444.

_____., _____., Aree, J.A., and Dahm, P.F. 1984. Thermal diffusivity and conductivity of defatted soy flour. TRANSACTIONS of the ASAE 27: 1610-1613.

Walters, R.E., and May, K.N. 1963. Thermal conductivity and density of chicken breast, muscle and skin. Food Technology 17: 808-811.

Ward, T.L., Singleton, W.S., and Freeman, A.F. 1950. Heat capacity of peanut butter. Food Research 15: 146-149.

Welty, J.R., Wicks, C.E., and Wilson, R.E. 1984. Fundamental of Momentum, Heat, and Mass Transfer. pp. 223-224. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons.

Woodams, E.E., and Nowrey, J.E. 1968. Literature values of thermal conductivities of foods. Food Technology 22 (4): 150-158.

Young, J.H., and Whitaker, T.B. 1973. Specific heat of peanuts by differential scanning calorimetry. TRANSACTIONS of the ASAE 16: 522-524.

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

วิธีการคำนวณ

ก.1 ตัวอย่างการคำนวณค่าความร้อนจำเพาะ

-มะละกอที่มีความชื้นร้อยละ 70.93 ที่อุณหภูมิ 62.8 องศาเซลเซียส

น้ำหนักของมะละกอ (W_s)	=	150.90	กรัม
น้ำหนักของน้ำ (W_w)	=	400.00	กรัม
อุณหภูมิเริ่มต้นของมะละกอ (T_s)	=	62.8	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำ (T_w)	=	26.9	องศาเซลเซียส
ความร้อนจำเพาะของน้ำ (C_{pw})	=	1	แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส
ความจุความร้อนของแคลอริมิเตอร์ (H_c)	=	39.594	แคลอรี/องศาเซลเซียส

จากกราฟระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของน้ำในแคลอริมิเตอร์ (รูปที่ 1) พบว่า

อุณหภูมิที่จุดสมดุล (T_F)	=	34.3	องศาเซลเซียส
เวลาที่จุดสมดุล (t_F)	=	52	นาที
ความชันของกราฟเส้นตรงภายหลังภาวะสมดุล (dT/dt)	=	-0.006	องศาเซลเซียส/นาที

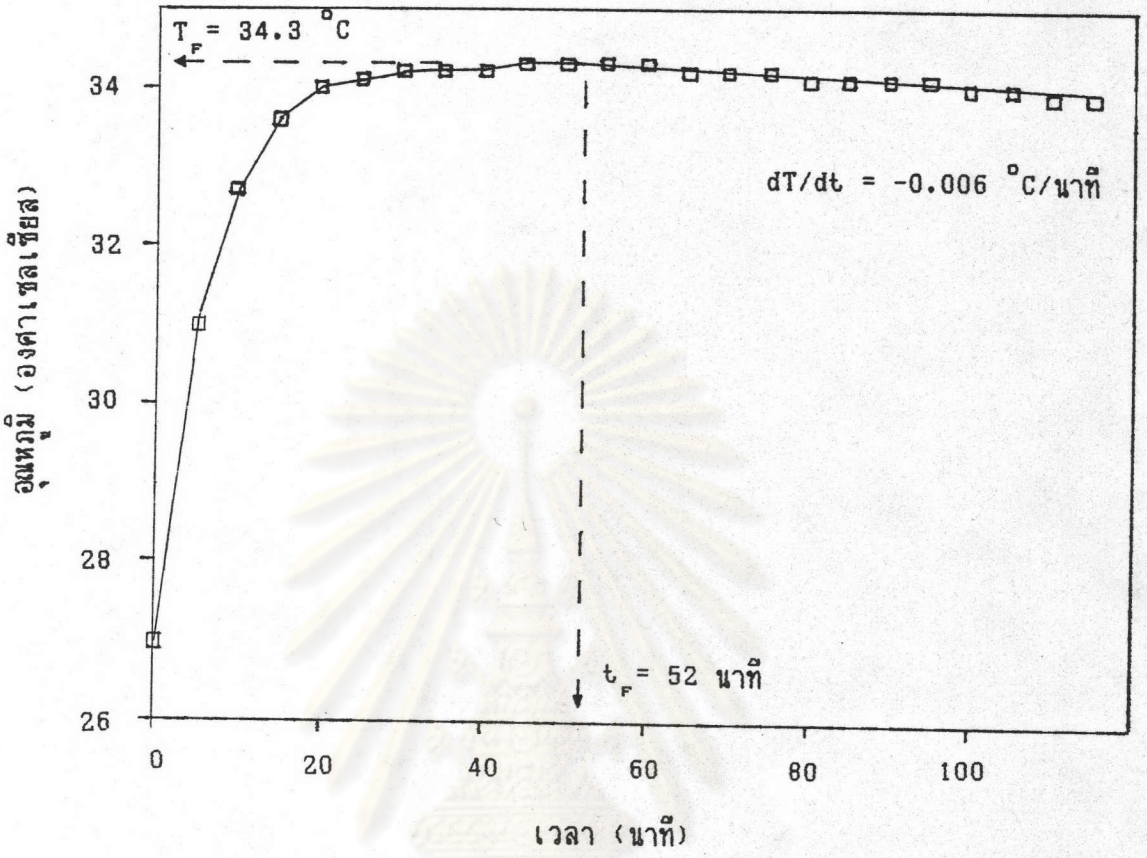
คำนวณค่าความร้อนจำเพาะของมะละกอ (C_{ps}) โดยแทนค่าต่าง ๆ ในสมการ (17) คือ

$$C_{ps}W_sT_s + C_{pw}W_wT_w + H_cT_c = C_{ps}W_sT_F + C_{pw}W_wT_F + H_cT_F - L \quad ...(17)$$

เมื่อ $L = (C_{pw}W_w + H_c + C_{ps}W_s)(dT/dt)t_F$

ได้ค่าความร้อนจำเพาะของมะละกอ = 0.800 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของน้ำในแคลอริมิเตอร์ของมะละกอที่มีความชื้นร้อยละ 70.93 ที่อุณหภูมิ 62.8 องศาเซลเซียส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.2 ตัวอย่างการคำนวณค่าสภาพนำความร้อน

-มะละกอที่มีความชื้นร้อยละ 70.31 ที่อุณหภูมิ 60.3 องศาเซลเซียส

คำนวณค่าสภาพนำความร้อน (k) จากกราฟระหว่างอุณหภูมิกับ ln (t) ของมะละกอ (รูปที่ 2) โดยใช้ thermal conductivity probe ที่มี q = 2.341 วัตต์/เมตร และแทนค่าต่าง ๆ ในสมการ (29) คือ

$$q = 4\pi Sk \qquad .....(29)$$

หรือ $$k = q/4\pi S$$

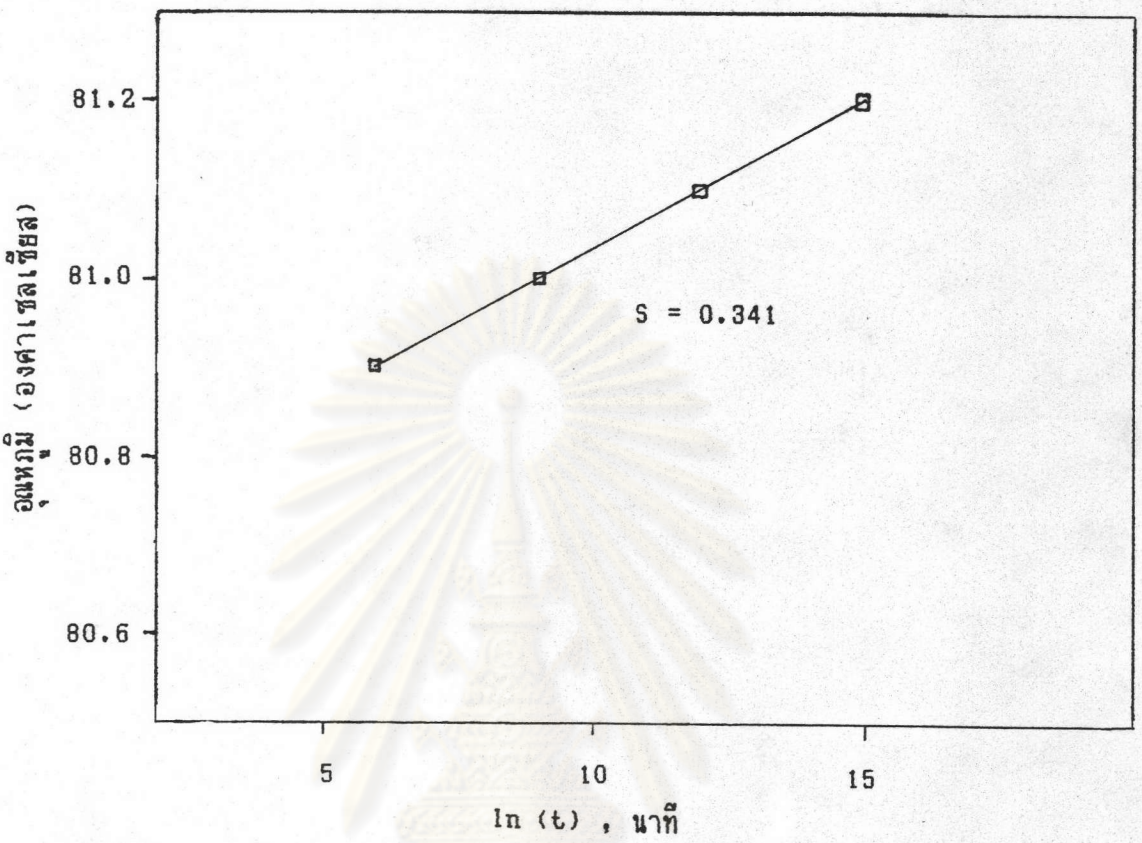
ได้ผลดังนี้

ครั้งที่	R^2	ความชัน (S)	k (วัตต์/เมตร องศาเคลวิน)
1	0.989	0.341	0.546
2	0.990	0.343	0.543
3	0.989	0.336	0.554
4	0.985	0.339	0.549
5	0.990	0.344	0.542

เฉลี่ย k = 0.547 $\pm$ 0.005

ได้ค่าสภาพนำความร้อนของมะละกอเท่ากับ = 0.547 วัตต์/เมตร องศาเคลวิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับ ln (t) ของมะละกอ ที่มีความชื้นร้อยละ 70.31 ที่อุณหภูมิ 60.3 องศาเซลเซียส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก3. ตัวอย่างการคำนวณค่าสภาพแพร่ความร้อน

-มะม่วงที่มีความชื้นร้อยละ 59.55 ที่อุณหภูมิ 60.5-67.1 องศาเซลเซียส

จากกราฟระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของการแพร่ความร้อน (รูปที่ 3) พบว่า

อัตราการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำมัน (A) = 0.167 องศาเซลเซียส/นาที

= 2.78×10^{-3} องศาเซลเซียส/วินาที

ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำมันและมะม่วง ($T_R - T_o$) = 3.1 องศาเซลเซียส

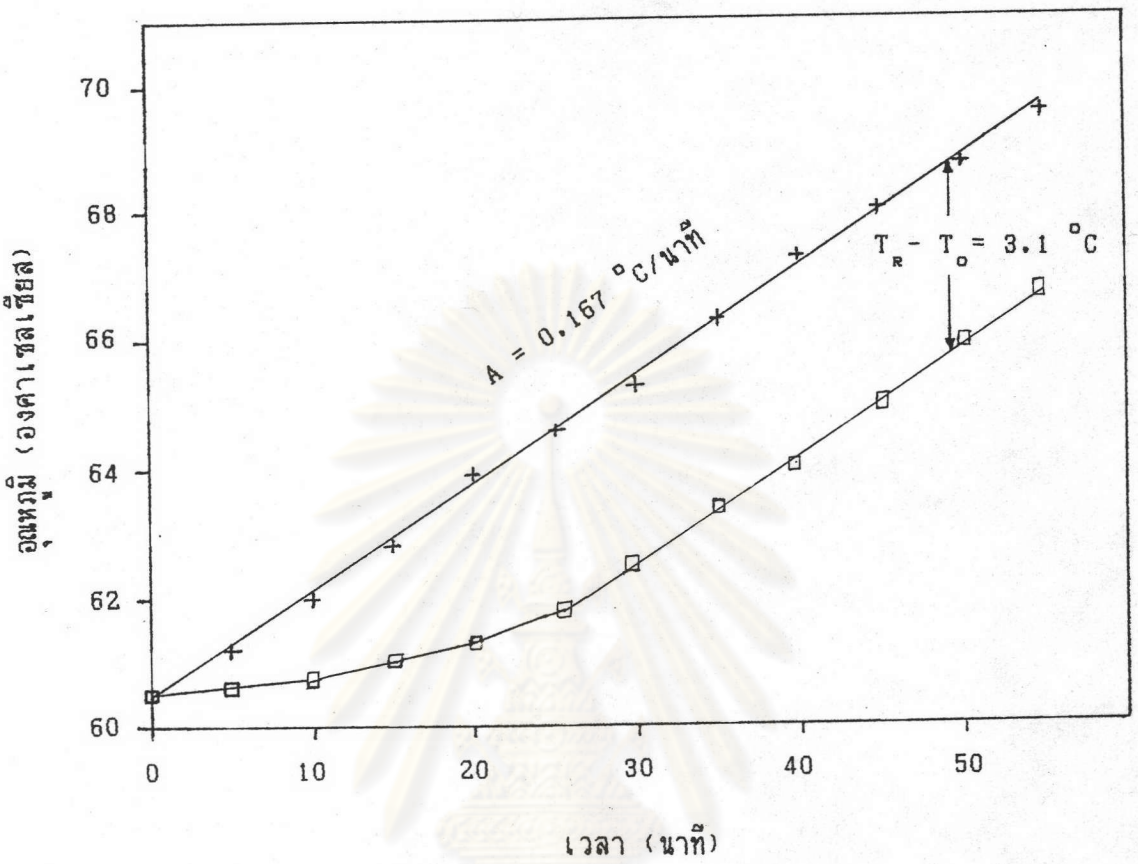
รัศมีภายในของ thermal diffusivity tube (R) = 2.54×10^{-2} เมตร

คำนวณค่าสภาพแพร่ความร้อนโดยแทนค่าต่าง ๆ ในสมการ (25) คือ

$$\alpha = AR^2/4(T_R - T_o) \qquad .....(25)$$

ได้ค่าสภาพแพร่ความร้อนของมะม่วง = 1.450×10^{-7} เมตร^2/วินาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของการแพร่ความร้อนของมะม่วง ที่มีความชื้นร้อยละ 59.55 ที่อุณหภูมิ 60.5-67.1 องศาเซลเซียส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

1. จัดอันดับค่าเฉลี่ยจากค่าต่ำสุดไปหาสูงสุด หรือค่าสูงสุดไปค่าต่ำสุด
2. คำนวณค่า standard error (S_x) จาก

$$S_x = (MS_E/r)^{0.5}$$

เมื่อ MS_E = mean square error จาก one-way ANOVA

r = จำนวนซ้ำของการทดลอง

3. Degree of freedom (df) ที่ใช้คือ degree of freedom ของ residual error term
4. ใช้ตาราง Significant Studentized Ranges (SSR) หาค่าของ SSR ที่ degree of freedom นั้น ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ตั้งแต่ p = 2 ถึงจำนวนค่าเฉลี่ยที่จะเปรียบเทียบ
5. คำนวณค่า Least Significant Ranges (LSR) จาก

$$LSR = SSR \times S_x$$

6. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละคู่ กับค่า LSR ถ้าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมากกว่าค่า LSR แสดงว่าค่าเฉลี่ยทั้งสองมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข.2 ตัวอย่างการคำนวณค่า mean square error

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ one-way ANOVA ของมะม่วงที่อุณหภูมิ 60-65 °C ที่ความชื้น 3 ระดับ โดยทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ได้ผลดังนี้

ความชื้นร้อยละ 59-61, C_p = 0.874, 0.877, 0.868 cal/g°C

ความชื้นร้อยละ 69-71, C_p = 0.892, 0.882, 0.897 cal/g°C

ความชื้นร้อยละ 79-81, C_p = 0.907, 0.900, 0.918 cal/g°C

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	2	1.8×10^{-3}	9.3×10^{-4}	17.36
Error	6	3.2×10^{-4}	5.4×10^{-5}	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข.3 ตัวอย่างการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความร้อนจำเพาะ ที่อุณหภูมิ 60-65 °C ที่ความชื้นต่าง ๆ ดังนี้

ความชื้นร้อยละ 59-61, C_p (1) = 0.873 cal/g°C

ความชื้นร้อยละ 69-71, C_p (2) = 0.890 cal/g°C

ความชื้นร้อยละ 79-81, C_p (3) = 0.908 cal/g°C

Degree of freedom = 6

จาก one-way ANOVA $MS_E = 5.4 \times 10^{-5}$

$S_x = (MS_E/r)^{0.5} = (5.4 \times 10^{-5} / 3)^{0.5}$

$= 4.2 \times 10^{-3}$

LSR = SSR x S_x

จากตาราง

	p = 2	p = 3
$SSR_{0.05}$	3.46	3.58
ดังนั้น $LSR_{0.05}$	0.014	0.015

C_p (3) - C_p (2) = 0.908-0.890 = 0.018 > 0.015

C_p (3) - C_p (1) = 0.908-0.873 = 0.035 > 0.014

C_p (2) - C_p (1) = 0.890-0.873 = 0.017 > 0.014

แสดงว่า C_p (3) และ C_p (2) มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

C_p (3) และ C_p (1) มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

C_p (2) และ C_p (1) มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ข้อมูลสมบัติทางความร้อนที่ได้จากการทดลอง

ตารางที่ 1 ค่าความร้อนจำเพาะของมะละกอในช่วงอุณหภูมิสูง ที่อุณหภูมิและความชื้นต่าง ๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ความร้อนจำเพาะ (แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)
64.0	69.71	0.799
62.8	70.93	0.800
64.8	69.95	0.795
61.4	79.20	0.842
60.6	79.39	0.825
63.5	80.61	0.850
62.1	89.96	0.927
63.8	90.10	0.909
64.2	89.32	0.925
80.3	69.30	0.827
83.5	69.46	0.808
81.0	69.53	0.835
83.8	79.25	0.925
84.2	80.24	0.930
84.3	80.83	0.948
84.8	89.95	1.051
84.0	90.24	1.062
83.6	89.29	1.039
95.8	70.81	0.792
95.1	70.21	0.690
95.0	69.83	0.745
95.6	80.24	0.789
95.4	80.84	0.818
95.3	79.76	0.790
95.1	90.84	0.871
95.4	90.88	0.863
95.0	89.49	0.810

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 ค่าความร้อนจำเพาะของมะละกอในช่วงอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำที่อุณหภูมิและความชื้นต่าง ๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ความร้อนจำเพาะ (แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)
-30.8	69.52	0.409
-30.1	69.22	0.418
-30.5	69.78	0.427
-30.2	80.28	0.435
-30.8	79.11	0.416
-30.9	79.38	0.442
-30.9	89.96	0.438
-29.3	90.96	0.430
-30.3	89.17	0.454
-18.8	69.20	0.428
-18.3	70.03	0.444
-18.2	70.10	0.454
-18.1	80.83	0.458
-18.8	79.27	0.460
-18.6	79.13	0.467
-18.6	89.25	0.493
-18.9	89.24	0.446
-18.0	90.15	0.473
-10.9	69.11	0.455
-10.7	69.72	0.441
-10.1	70.85	0.471
-9.0	80.89	0.481
-10.3	79.25	0.479
-10.9	79.01	0.467
-10.9	89.17	0.478
-10.2	89.00	0.486
-9.3	90.69	0.501

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 ค่าสภาพนำความร้อนของมะละกอในช่วงอุณหภูมิสูง ที่อุณหภูมิและความชื้นต่าง ๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	สภาพนำความร้อน (วัตต์/เมตร องศาเคลวิน)
60.3	70.31	0.547
60.4	70.50	0.570
60.8	70.13	0.598
60.4	80.36	0.667
60.7	80.19	0.624
60.6	79.12	0.672
60.9	89.36	0.849
60.2	89.43	0.868
60.3	90.40	0.854
80.9	69.28	0.707
80.4	69.08	0.755
80.1	70.13	0.743
80.5	80.18	0.839
80.3	79.41	0.849
80.8	80.21	0.841
80.4	90.44	0.927
80.6	89.88	0.940
80.2	90.12	0.923
95.2	70.80	0.784
95.8	70.08	0.818
95.9	69.79	0.788
95.1	80.19	0.848
95.3	79.11	0.861
95.5	80.37	0.856
95.2	89.17	0.932
95.5	90.10	0.952
95.1	89.89	0.946

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 ค่าสภาพนำความร้อนของมะละกอในช่วงอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำที่อุณหภูมิและความชื้นต่าง ๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	สภาพนำความร้อน (วัตต์/เมตร องศาเคลวิน)
-30.3	70.89	1.082
-30.6	69.15	1.080
-30.5	70.81	1.044
-30.2	80.55	1.109
-30.8	79.40	1.092
-30.6	79.40	1.119
-30.4	90.44	1.181
-30.1	90.06	1.171
-30.5	90.44	1.178
-18.8	69.31	0.916
-18.3	70.41	0.955
-18.7	70.15	0.946
-18.3	79.81	1.041
-18.5	80.55	0.992
-18.6	80.06	1.033
-18.0	90.89	1.137
-18.3	89.36	1.170
-18.5	89.56	1.102
-10.2	69.39	0.817
-10.5	70.43	0.851
-10.1	70.16	0.834
-10.8	80.16	0.912
-10.5	79.06	0.914
-10.3	80.87	0.917
-10.9	90.81	1.096
-10.4	89.75	1.096
-10.1	89.51	1.086

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ค่าสภาพแพร่ความร้อนของมะละกอในช่วงอุณหภูมิสูง ที่อุณหภูมิและความชื้นต่าง ๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	สภาพแพร่ความร้อน (เมตร^2/วินาที) x 10^7
61.5-65.4	70.49	1.551
61.5-65.3	69.95	1.460
61.4-65.2	69.15	1.379
60.6-65.3	79.66	1.861
60.5-65.2	80.60	1.758
60.5-65.0	79.62	1.665
60.7-66.0	89.80	2.211
60.6-65.9	90.59	2.073
60.7-65.9	89.23	2.073
81.9-85.7	70.77	2.055
81.9-85.5	69.38	1.884
81.8-85.5	70.05	1.884
81.7-86.2	79.14	2.263
81.6-86.3	79.08	2.263
81.6-86.3	80.73	2.489
80.7-85.7	89.48	2.547
80.7-85.7	89.30	2.547
80.8-85.9	90.84	2.801
95.4-101.0	69.23	2.284
95.5-101.1	69.33	2.475
95.3-101.0	69.89	2.121
95.5-97.9	79.26	2.472
95.5-97.9	79.46	2.472
95.3-98.0	79.59	2.472
95.1-97.7	90.33	2.666
95.2-97.8	90.47	2.666
95.3-97.9	89.83	2.666

ตารางที่ 6 ค่าสภาพแพร่ความร้อนของมะละกอในช่วงอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำที่อุณหภูมิและความชื้นต่าง ๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	สภาพแพร่ความร้อน (เมตร^2/วินาที) x 10^7
-30.2 ถึง -15.6	69.45	5.823
-29.4 ถึง -14.2	69.09	5.948
-29.9 ถึง -19.5	69.13	5.691
-30.1 ถึง -15.7	80.81	6.352
-29.6 ถึง -14.2	79.71	5.948
-29.8 ถึง -19.2	79.00	6.324
-29.9 ถึง -15.5	89.37	6.352
-29.4 ถึง -14.2	89.51	6.488
-29.8 ถึง -19.0	90.02	6.324
-17.4 ถึง -6.0	69.84	5.189
-17.4 ถึง -3.8	70.67	5.264
-18.3 ถึง -6.9	70.43	5.239
-17.5 ถึง -5.8	80.12	6.227
-17.4 ถึง -3.8	80.04	5.703
-18.3 ถึง -6.9	79.91	5.762
-17.3 ถึง -6.1	89.43	6.227
-17.1 ถึง -3.6	89.98	6.221
-18.0 ถึง -6.8	90.65	6.403
-10.0 ถึง -0.3	69.37	4.586
-10.0 ถึง -0.3	69.95	4.586
-9.8 ถึง -0.4	69.58	4.204
-10.0 ถึง -0.8	79.80	5.546
-10.1 ถึง -0.8	80.80	5.546
-10.0 ถึง -1.1	79.48	5.042
-10.4 ถึง -1.5	89.65	5.700
-10.3 ถึง -1.4	89.95	5.700
-10.4 ถึง -1.5	89.11	5.700

ตารางที่ 7 ค่าความร้อนจำเพาะของมะม่วงในช่วงอุณหภูมิสูง ที่อุณหภูมิและความชื้นต่าง ๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ความร้อนจำเพาะ (แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)
60.1	59.31	0.874
61.1	59.78	0.877
60.3	59.19	0.868
60.1	69.09	0.892
61.7	70.78	0.882
61.9	70.80	0.897
61.7	79.37	0.907
60.2	80.86	0.900
63.0	80.47	0.918
80.0	60.97	0.889
80.9	60.31	0.874
81.0	59.77	0.895
80.1	70.71	0.898
82.4	69.41	0.902
82.7	70.98	0.907
83.2	80.62	0.911
82.9	80.85	0.921
80.1	79.77	0.914
95.1	59.47	0.908
95.2	59.09	0.906
95.8	60.90	0.921
95.1	70.39	0.933
95.2	69.36	0.924
95.0	69.45	0.916
95.3	79.67	0.933
95.5	79.48	0.941
95.0	80.84	0.934

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 ค่าความร้อนจำเพาะของมะม่วงในช่วงอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำที่อุณหภูมิและความชื้นต่าง ๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ความร้อนจำเพาะ (แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)
-30.7	59.07	0.405
-30.1	60.16	0.402
-30.9	60.22	0.427
-30.6	69.62	0.432
-30.8	70.56	0.398
-30.6	70.31	0.447
-30.4	79.20	0.431
-30.2	79.10	0.403
-30.7	80.12	0.469
-18.4	59.67	0.432
-18.9	60.61	0.422
-18.2	59.50	0.412
-18.4	70.51	0.431
-18.7	70.99	0.466
-18.8	70.72	0.441
-18.5	80.78	0.465
-18.3	79.87	0.486
-18.6	80.99	0.459
-11.0	60.96	0.444
-10.7	60.26	0.441
-10.2	59.12	0.439
-10.5	69.25	0.469
-10.6	70.26	0.473
-10.6	70.36	0.454
-10.7	79.11	0.491
-10.6	80.85	0.486
-11.0	80.64	0.479

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 ค่าสภาพน้ำความร้อนของมะม่วงในช่วงอุณหภูมิสูง ที่อุณหภูมิและความชื้นต่าง ๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	สภาพนำความร้อน (วัตต์/เมตร องศาเคลวิน)
60.5	59.48	0.499
60.8	60.30	0.534
60.9	60.31	0.488
60.1	70.54	0.554
60.3	69.20	0.574
60.4	70.71	0.522
60.9	80.01	0.691
60.0	79.93	0.614
61.1	79.56	0.719
80.7	60.89	0.526
80.2	60.50	0.505
80.3	60.83	0.568
80.1	69.19	0.683
80.6	69.04	0.598
80.9	70.43	0.740
80.3	80.83	0.751
80.7	79.62	0.717
80.8	79.54	0.711
95.3	60.13	0.582
95.9	59.90	0.534
95.8	60.30	0.592
95.4	70.89	0.794
95.5	69.40	0.729
95.1	69.70	0.887
95.0	79.08	0.875
95.7	80.24	0.895
95.3	80.69	0.796

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ค่าสภาพนำความร้อนของมะม่วงในช่วงอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำที่อุณหภูมิและความชื้นต่าง ๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	สภาพนำความร้อน (วัตต์/เมตร องศาเคลวิน)
-30.9	59.35	0.900
-30.2	60.19	0.944
-30.6	60.80	0.874
-30.1	70.14	0.900
-30.6	70.25	0.936
-30.8	70.30	1.018
-30.6	79.80	1.143
-30.7	80.06	1.127
-30.2	80.99	1.132
-18.4	59.51	0.755
-18.8	59.42	0.692
-18.5	59.94	0.699
-18.6	69.89	0.791
-18.1	70.28	0.823
-18.0	70.19	0.791
-18.5	80.18	0.898
-18.3	80.19	0.905
-18.6	79.84	0.973
-10.2	60.40	0.668
-10.0	60.50	0.725
-10.4	60.15	0.639
-10.6	69.31	0.810
-10.5	69.11	0.745
-10.9	70.94	0.823
-10.3	80.41	0.829
-10.7	79.61	0.931
-10.3	80.65	0.820

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 ค่าสภาพแพร่ความร้อนของมะม่วงในช่วงอุณหภูมิสูง ที่อุณหภูมิและความชื้นต่าง ๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	สภาพแพร่ความร้อน (เมตร^2/วินาที) x 10^7
61.5-66.6	60.74	1.422
60.2-67.1	59.66	1.426
60.5-67.1	59.55	1.450
60.8-67.3	70.01	1.498
60.1-67.2	69.07	1.532
60.2-67.1	69.83	1.477
61.7-66.9	79.63	1.557
60.6-67.6	80.43	1.605
60.3-67.3	79.43	1.591
80.3-84.0	60.73	1.472
80.6-86.5	59.91	1.511
80.3-85.7	59.42	1.493
80.0-83.8	70.25	1.683
80.4-86.5	70.13	1.571
80.3-85.7	70.65	1.564
80.3-84.1	80.33	1.812
80.8-86.9	80.29	1.708
80.2-86.0	79.94	1.728
95.6-99.7	59.17	1.551
95.3-100.0	60.56	1.636
95.4-100.1	60.59	1.540
95.6-100.2	70.89	1.861
95.8-100.0	69.56	1.744
95.6-100.3	69.35	1.746
95.6-100.4	80.77	2.147
95.8-100.1	79.57	1.994
95.7-100.4	80.17	2.014

ตารางที่ 12 ค่าสภาพแพร่ความร้อนของมะม่วงในช่วงอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำที่อุณหภูมิและความชื้นต่าง ๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	สภาพแพร่ความร้อน (เมตร^2/วินาที) x 10^7
-29.5 ถึง -15.9	60.56	5.120
-29.4 ถึง -14.0	59.68	5.299
-30.6 ถึง -13.8	60.50	5.318
-29.6 ถึง -15.9	70.27	5.485
-29.5 ถึง -14.0	70.89	5.678
-30.7 ถึง -13.5	69.90	5.673
-29.2 ถึง -15.8	80.75	5.907
-29.8 ถึง -13.9	80.91	6.114
-30.8 ถึง -13.4	80.86	6.078
-18.2 ถึง -6.2	60.20	4.511
-18.0 ถึง -7.2	59.75	4.712
-18.2 ถึง -8.6	60.89	4.724
-18.3 ถึง -5.7	69.15	4.858
-17.9 ถึง -7.0	69.59	4.712
-18.3 ถึง -8.9	70.05	4.724
-18.4 ถึง -5.7	80.45	5.741
-17.8 ถึง -6.8	80.31	5.759
-18.5 ถึง -8.5	79.81	5.774
-10.7 ถึง -2.2	60.78	4.130
-10.6 ถึง -2.5	59.46	3.786
-10.0 ถึง -2.2	60.44	3.795
-9.9 ถึง -1.7	69.40	4.140
-9.8 ถึง -2.0	70.80	3.795
-10.3 ถึง -2.4	70.27	4.168
-10.6 ถึง -2.8	80.46	4.397
-10.1 ถึง -2.1	79.35	4.631
-10.1 ถึง -2.0	79.81	4.554

ประวัติผู้เขียน

นายวิโรจน์ ฤดีศานต์ เกิดวันที่ 5 กันยายน พ.ศ. 2509 ที่จังหวัดกรุงเทพ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2531 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการอาหาร ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2532

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย