หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

นพรัตน์ แซ่อึ้ง , ศิริพรรณ หวังอารีย์. "การศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับแป้งที่ผลิตในประเทศไทย", โครงงานนิสิตวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2528.

เรียวโซ โทเอ. " อุปกรณ์อบแห้งในอุตสาหกรรม " , สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 1986.

วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล. "การศึกษาและพัฒนาการระเบิดพูของผลิตภัณฑ์เกษตร", รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 , เงินทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2532.

_____. "การศึกษาและพัฒนาการระเบิดพูของผลิตภัณฑ์เกษตร", รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 , เงินทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2532.

_____."การศึกษาและพัฒนาการระเบิดพูของผลิตภัณฑ์เกษตร", รายงานฉบับสมบูรณ์, เงินทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2532.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี , "ประมวลข้อมูลสถิติที่สำคัญของประเทศไทย พ.ศ. 2533", หน้า 24,81.

ภาษาอังกฤษ

Chirife, J., Cachero, R.A., "Through-circulation drying of tapioca root", J. Food Sci.,35:364-368,1970.

Cording, J.Jr., Eskew , R.K., Sullivan, J.F., Eisenhardt, N.H., " Quick Cooking Dehydrated Vegetables. ", Food Eng 35(6): 52, 1963

_____, Eskew , R.K., Sullivan, J.F., Eisenhardt, N.H., "Quick Cooking Dehydrated Potato Pieces.", Food Eng 36(6):49, 1964

_____, Eskew , R.K. , Sullivan, J.F., "Quick Cooking Dehydrated Sweet Potatoes.", Food Eng, 35(9): 59-60,1963

Eisenhardt, N.H., Cording, J.Jr., Eskew, R.K., and Sullivan, J.F., "Quick-Cooking dehydrated vegetable pieces. I.Properties of potato and carrot products.", Food Technol. 16(5):143, 1962

Eskew, R.K., Cording, J.Jr., and Sullivan, J.F., "Explosion Puffing Applied to Apples and Blueberries.", Food Eng. 36(6):53-55, 1964

_____, Cording, J.Jr.,Sullivan, J.F., and Eisenhardt, R.K ., " Quick-Cooking dehydrated vegetable pieces. II. Process for carrots and beets. " Paper presented at 1 st Intl. Congress of food science and Technology, London, Sept., 1962.

_____, Cording, J.Jr., Sullivan, J.F., " Explosion puffing " ,Food Eng. 35(4):91. 1963.

Foust, A.S., Wenzel, L.A., Clump, C.W., Louis Maus, Andersen, L.B., "Principles of units operations", Second Edition, John Wiley & Sons, 1980.

Heiland, W.K., "Puffing Gun", U.S. Patent 3,299,799.,1967

_____, and Mercaldo, R.G., "Automatic Explosive Puffing apparatus", U.S. Patent 3,456,576., 1969

_____, Sullivan, J.F., Konstance, R.P., Craig, J.C.Jr., Cording, J.Jr., and Aceto, N.C., " A continuous

explosion puffing system." , Food Technol. 31(11):32, 1977.

Hubble and Prestion, E., "Consider microwave drying", Chem Eng (New York). 89(20),1982 : 125-127

Labuza, T.P., "Nutrient losses during drying and storage of dehydrated foods. ", CRC Crit. Rev. in Food Technol. 3:217,1972.

Phanaraya, K., "Alternating hot air current technique to maximize productivity of a through-flow dryer",Master's Thesis, Department of Chemical Engineering, Chulalongkorn University, 1978.

Rustimus , S., "Study of variable effecting drying rate of tapioca chips", Master'Thesis, Department of Chemical Technology, Chulalongkorn University,1978.

Sullivan, J.F., Cording, J. Jr., Eskew, R.W., and Heiland, W.K., " Superheated steam aids explosion puffing ", Food Eng. 37(10):116, 1965

_____, Cording, J. Jr., Eskew, R.W., and Heiland, W.K., " Continuous Explosion-puffing of Potatoes", J.Food Sci. 42(6):1462, 1977.

_____, Craig, J.C., Konstance, R.P., Egoville, M.J., and Aceto, N.C., "Continuous Explosion Puffing of Apples" , J.Food Sci. 45(6): 1550, 1980.

_____, Craig, J.C., Dekazos, E.D., Leiby, S.., and Konstance, R.P.,"Dehydrated Blueberries by the Continuous Explosion Puffing Process", J.Food Sci. 47:445, 1982.

_____,Craig, J.C. , " The Development of Explosion Puffing" ,Food Technol. 38(2):52, 1984.

Svensson, C., "Industrial applications for new steam drying process in forest and agricultural industry ", International drying symposium (Toei, R.). pp.541-546, 1984.

Tanthapanichakoon, W., Phanaraya, K. and Loychirakul, T., "Modeling and optimum Operating Condition of a Through-Flow Dryer", Drying' 86 Vol.1 ,Hemisphere Publishing Corporation, pp. 142-148, 1986.

Thanh, N.C., "Technological improvement of Tapioca chips and pellets produced in Thailand" , AIT research report 57, 1976.

_____, Muttamara, S., Lahani, B.N. and Burintratikul, "Optimisation of drying and pelleting techniques for tapioca roots", Enviromental division, AIT, Thailand, 1979.

Van Arsdel, W.B., Copley, M.J., and Morgan, A.I.Jr.," Food Dehydration.",AVI Pub. Co., Inc., Westport, CT., 1973.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

Table 1
Properties of saturated steam and saturated water (temperature)

Temp F	Press. psia	Volume, ft³/lb			Enthalpy, Btu/lb			Entropy, Btu/lb x F			Temp F
		Water v_f	Evap v_{fg}	Steam v_g	Water h_f	Evap h_{fg}	Steam h_g	Water s_f	Evap s_{fg}	Steam s_g	
32	0.08859	0.01602	3305	3305	−0.02	1075.5	1075.5	0.0000	2.1873	2.1873	32
35	0.09991	0.01602	2948	2948	3.00	1073.8	1076.8	0.0061	2.1706	2.1767	35
40	0.12163	0.01602	2446	2446	8.03	1071.0	1079.0	0.0162	2.1432	2.1594	40
45	0.14744	0.01602	2037.7	2037.8	13.04	1068.1	1081.2	0.0262	2.1164	2.1426	45
50	0.17796	0.01602	1704.8	1704.8	18.05	1065.3	1083.4	0.0361	2.0901	2.1262	50
60	0.2561	0.01603	1207.6	1207.6	28.06	1059.7	1087.7	0.0555	2.0391	2.0946	60
70	0.3629	0.01605	868.3	868.4	38.05	1054.0	1092.1	0.0745	1.9900	2.0645	70
80	0.5068	0.01607	633.3	633.3	48.04	1048.4	1096.4	0.0932	1.9426	2.0359	80
90	0.6981	0.01610	468.1	468.1	58.02	1042.7	1100.8	0.1115	1.8970	2.0086	90
100	0.9492	0.01613	350.4	350.4	68.00	1037.1	1105.1	0.1295	1.8530	1.9825	100
110	1.2750	0.01617	265.4	265.4	77.98	1031.4	1109.3	0.1472	1.8105	1.9577	110
120	1.6927	0.01620	203.25	203.26	87.97	1025.6	1113.6	0.1646	1.7693	1.9339	120
130	2.2230	0.01625	157.32	157.33	97.96	1019.8	1117.8	0.1817	1.7295	1.9112	130
140	2.8892	0.01629	122.98	123.00	107.95	1014.0	1122.0	0.1985	1.6910	1.8895	140
150	3.718	0.01634	97.05	97.07	117.95	1008.2	1126.1	0.2150	1.6536	1.8686	150
160	4.741	0.01640	77.27	77.29	127.96	1002.2	1130.2	0.2313	1.6174	1.8487	160
170	5.993	0.01645	62.04	62.06	137.97	996.2	1134.2	0.2473	1.5822	1.8295	170
180	7.511	0.01651	50.21	50.22	148.00	990.2	1138.2	0.2631	1.5480	1.8111	180
190	9.340	0.01657	40.94	40.96	158.04	984.1	1142.1	0.2787	1.5148	1.7934	190
200	11.526	0.01664	33.62	33.64	168.09	977.9	1146.0	0.2940	1.4824	1.7764	200
210	14.123	0.01671	27.80	27.82	178.15	971.6	1149.7	0.3091	1.4509	1.7600	210
212	14.696	0.01672	26.78	26.80	180.17	970.3	1150.5	0.3121	1.4447	1.7568	212
220	17.186	0.01678	23.13	23.15	188.23	965.2	1153.4	0.3241	1.4201	1.7442	220
230	20.779	0.01685	19.364	19.381	198.33	958.7	1157.1	0.3388	1.3902	1.7290	230
240	24.968	0.01693	16.304	16.321	208.45	952.1	1160.6	0.3533	1.3609	1.7142	240
250	29.825	0.01701	13.802	13.819	218.59	945.4	1164.0	0.3677	1.3323	1.7000	250
260	35.427	0.01709	11.745	11.762	228.76	938.6	1167.4	0.3819	1.3043	1.6862	260
270	41.856	0.01718	10.042	10.060	238.95	931.7	1170.6	0.3960	1.2769	1.6729	270
280	49.200	0.01726	8.627	8.644	249.17	924.6	1173.8	0.4098	1.2501	1.6599	280
290	57.550	0.01736	7.443	7.460	259.4	917.4	1176.8	0.4236	1.2238	1.6473	290
300	67.005	0.01745	6.448	6.466	269.7	910.0	1179.7	0.4372	1.1979	1.6351	300
310	77.67	0.01755	5.609	5.626	280.0	902.5	1182.5	0.4506	1.1726	1.6232	310
320	89.64	0.01766	4.896	4.914	290.4	894.8	1185.2	0.4640	1.1477	1.6116	320
340	117.99	0.01787	3.770	3.788	311.3	878.8	1190.1	0.4902	1.0990	1.5892	340
360	153.01	0.01811	2.939	2.957	332.3	862.1	1194.4	0.5161	1.0517	1.5678	360
380	195.73	0.01836	2.317	2.335	353.6	844.5	1198.0	0.5416	1.0057	1.5473	380
400	247.26	0.01864	1.8444	1.8630	375.1	825.9	1201.0	0.5667	0.9607	1.5274	400
420	308.78	0.01894	1.4808	1.4997	396.9	806.2	1203.1	0.5915	0.9165	1.5080	420
440	381.54	0.01926	1.1976	1.2169	419.0	785.4	1204.4	0.6161	0.8729	1.4890	440
460	466.9	0.0196	0.9746	0.9942	441.5	763.2	1204.8	0.6405	0.8299	1.4704	460
480	566.2	0.0200	0.7972	0.8172	464.5	739.6	1204.1	0.6648	0.7871	1.4518	480
500	680.9	0.0204	0.6545	0.6749	487.9	714.3	1202.2	0.6890	0.7443	1.4333	500
520	812.5	0.0209	0.5386	0.5596	512.0	687.0	1199.0	0.7133	0.7013	1.4146	520
540	962.8	0.0215	0.4437	0.4651	536.8	657.5	1194.3	0.7378	0.6577	1.3954	540
560	1133.4	0.0221	0.3651	0.3871	562.4	625.3	1187.7	0.7625	0.6132	1.3757	560
580	1326.2	0.0228	0.2994	0.3222	589.1	589.9	1179.0	0.7876	0.5673	1.3550	580
600	1543.2	0.0236	0.2438	0.2675	617.1	550.6	1167.7	0.8134	0.5196	1.3330	600
620	1786.9	0.0247	0.1962	0.2208	646.9	506.3	1153.2	0.8403	0.4689	1.3092	620
640	2059.9	0.0260	0.1543	0.1802	679.1	454.6	1133.7	0.8686	0.4134	1.2821	640
660	2365.7	0.0277	0.1166	0.1443	714.9	392.1	1107.0	0.8995	0.3502	1.2498	660
680	2708.6	0.0304	0.0808	0.1112	758.5	310.1	1068.5	0.9365	0.2720	1.2086	680
700	3094.3	0.0366	0.0386	0.0752	822.4	172.7	995.2	0.9901	0.1490	1.1390	700
705.5	3208.2	0.0508	0	0.0508	906.0	0	906.0	1.0612	0	1.0612	705.5

ภาคผนวก ข-1

วิธีคำนวณปริมาณความชื้นของวัสดุ

การคำนวณหาปริมาณความชื้นของวัสดุทำได้ดังนี้

จากข้อมูลการทดลองที่เวลา t_1

น้ำหนักวัสดุ	=	X_1	กรัม
น้ำหนักวัสดุแห้ง	=	X_2	กรัม
น้ำหนักน้ำที่มีอยู่ในวัสดุ	=	$X_1 - X_2$	กรัม

ปริมาณความชื้นของวัสดุที่เวลา t_1 = $\frac{X_1 - X_2}{X_2}$ กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง

ตัวอย่างการคำนวณ การทดลองที่ A-1

น้ำหนักวัสดุ	=	954.25	กรัม
น้ำหนักวัสดุแห้ง	=	303.61	กรัม
น้ำหนักน้ำที่มีอยู่ในวัสดุ	=	954.25-303.61	กรัม
	=	650.64	กรัม
ปริมาณความชื้นของวัสดุ	=	650.64/303.61	
	=	2.143	กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง

ภาคผนวก ข-2

วิธีคำนวณอัตราการอบแห้ง

$$\text{อัตราการอบแห้ง} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำที่ระเหยไปในช่วงเวลาสั้น ๆ}}{\text{น้ำหนักของวัสดุแห้ง} * \text{ช่วงเวลานั้น}}$$

นอกจากการใช้ความสัมพันธ์ข้างต้นแล้ว อัตราการอบแห้งยังหาได้จากการลากเส้นสัมผัสกับเส้นกราฟที่พลอตระหว่างความชื้นกับเวลา แล้วอ่านค่าความชันของเส้นสัมผัสนั้น

ในงานวิจัยนี้การหาค่าอัตราการอบแห้งจะใช้วิธีหลัง

ภาคผนวก ข-3

วิธีคำนวณค่าพลังงานของระบบ

1. วิธีคำนวณหาค่าพลังงานที่ใช้ในการอบแห้ง

$$Q = MC_p\Delta T$$

ตัวอย่างการคำนวณ

การทดลองที่ B-1

DRYING TEMPERATURE = 60 C

ROOM TEMPERATURE = 29 C

การอบแห้งช่วงแรกจากความชื้น 191.75 % ถึง 31.81 %

t_{fd} = 110 min

ρ = (29*273)/(22.4*302)

= 1.17 kg/m^3

$A = \pi r^2$

$= \pi*(0.0381)^2$

= 0.00456 m^2

M_{air} = 0.00456*0.6*60*1.17*110

= 21.13 kg

Q_{fd} = 21.13*0.25*31

= 163.79 Kcal

การอบแห้งช่วงสุดท้ายจากความชื้น 20.71 % ถึง 15 %

t_{sd} = 16 min

M_{air} = 0.00456*0.6*60*1.17*16

= 3.07 kg

Q_{sd} = 3.07*0.25*31

= 23.824 Kcal

Q_{Td} = Q_{fd} + Q_{sd}

= 163.79 + 23.824

= 187.614 Kcal

2. <u>วิธีคำนวณหาค่าพลังงานที่ใช้ในกระบวนการระเบิดพู</u>

Theoretical Puffing Energy = $Q_T + Q_v$

Q_T = Q used to increase T from T_{room} --> T_{steam}

= $(C_{ps} + W_{puff}C_{pw})(T_{steam}-T_{room})\ W_d$

Q_v = Q used to vaporize out water content during puffing

= $h_{fg}W_{water}$

ตัวอย่างการคำนวณ

การทดลองที่ B-1

Puffing pressure = 15 psig

= 29.696 psia

C_{ps} = 0.4 Kcal/kg C

W_{puff} = 0.31812 kg/kg

W_d = 227.597 g

T_{room} = 29 C

Evaporated Water = 25.28 g

จาก Steam Table ได้ว่า

Puffing Temperature = 120.96 C

Heat of evaporation = 945.58 Btu/lb

แทนค่าข้างต้นในสูตรจะได้ว่า

Q_T = (0.4 + 0.31812)(120.96 - 29)(227.597/1000)

= 15.03 Kcal

Q_v = (945.58*25.28*2.2*.2518)/1000

= 13.27 Kcal

$Q_{theo.}$ = 15.03 + 13.27

= 28.30 Kcal

3. <u>ค่าพลังงานทั้งระบบ</u>

$Q_T = Q_{Td} + Q_{theo.}$

จากการทดลองที่ B-1 จะได้ว่า

Q_T = 187.614 + 28.30

= 215.914 Kcal

ประวัติผู้วิจัย

นาย วัชรินทร์ แซ่เอ็ง เกิดวันที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ. 2506 จังหวัดตรัง สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเคมี จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อปีการศึกษา 2528