เอกสารอ้างอิง

เกษม นันทชัย และ สมไฉน นาถภากุล. 2543. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงงานวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงและความสามารถในการแข่งขันตลาดต่างประเทศ.สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

คุ้มเกล้า ดาลาดิลก. 2552. การผลิตน้ำกระเทียมดองชนิดผงโดยการทำแห้งแบบโฟมแมท. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). เชียงใหม่: ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชุติมา อนุเทศ วิไล สนธิเพิ่มพูน ธีรพร กงบังเกิด และพันธ์ณรงค์ จันแสงสี. 2553. สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผงสำเร็จรูปจากตะไคร้ด้วยการทำแห้งแบบโฟม-แมท. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 20 (3).524-533.

ชูทวีป ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา. 2542. การศึกษาสภาวะที่มีผลต่อการขจัดน้ำออกจากมะม่วงแก้วด้วยวิธีออสโมซิสสำหรับการอบแห้ง. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นฤมล มานิพพาน. 2537. การเพาะปลูกและขยายพันธุ์มะม่วง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ส่งเสริมอาชีพธุรกิจเพชรกระรัตจำกัด. 25 หน้า.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และ ไพโรจน์ วิริยจารี. 2547. เทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 228 หน้า.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2534. คอลลอยด์. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 112 หน้า.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2544. หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. 88 หน้า.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2551. เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. 487 หน้า.

บวรศักดิ์ ลีนานนท์. 2548. คู่มือบทปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางอาหาร. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 76 หน้า.

เปรมปรี ณ สงขลา. 2537. รวมกลยุทธ์มะม่วง. กรุงเทพฯ : วารสารเคหะการเกษตร.

พันธิตร์ มะลิสุวรรณ. 2549. คู่มือการเพิ่มผลผลิตชุดการปลูกมะม่วงปลอดสารพิษและวิธีเพิ่มผลผลิตอีกเท่าตัว. นนทบุรี: ยูทิไลซ์. 61 หน้า.

พานิชย์ ยศปัญญา. 2544. คำภีย์อาชีพ : มะม่วงนอกฤดู. กรุงเทพ : มติชน. 173หน้า.

รุจิภรณ์ พัฒนจันทร์. 2546. ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ระหว่างสุกและการเก็บรักษาแบบแช่เยือกแข็ง. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). เชียงใหม่: ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิริยา พรมกอง อภิญญา เอกพงษ์ และเอกสิทธิ์ อ่อนสะอาด. 2552. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่องการศึกษากระบวนการผลิตมะขามอบแห้งแบบโฟม. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

สมบัติ ขอทวีวัฒนา. 2529. กรรมวิธีการอบแห้ง. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.281 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. ผงปรุงรสอาหาร (มผช 494/2547). http://www.tisi.go.th/otop/standard/standards.html. สืบค้นเมื่อ 03/04/2011.

สุวีณา จันทพิรักษ์. 2553. การประยุกต์ใช้แบคทีเรียโปรไบโอติกในไอศกรีมเสาวรส. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร.มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อรทัย บุญทะวงศ์. 2547. กรรมวิธีและลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์มะเกี๋ยง (*Cleistocalyx nrvosum* var. *paniala*) ผงชงละลายที่ผลิตโดยวิธีเคลือบผิวน้ำตาลและวิธีอบแห้งแบบโฟม-แมท. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). เชียงใหม่: ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Akpinar EK, Bicer Y, Yildiz C. 2003. Thin layer drying of red paper. J. Food Eng. 59: 99-104.

AOAC. 2000. Official method of analysis.15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Inc.,Verginia.

Bates RP. 1964. Factors affecting foam production and stabilization of tropical fruit products. Food Technol.18:93-96.

Beristain CI, Garcia HS, Varquez A. 1993. Foam-mat dehydration of jamica (*Hibiscus sabdariffa* L.). Drying Tech 11(1): 221-228.

Bikerman JJ. 1973. Foam. New York. Springer-Verlag.

Britton G, Hornero-Mandez D. 1997. Carotenoids and Color in Fruit and Vegetables. In: Tomas-Barveran FA, Robins RJ, editors. Phytochemistry of Fruit and Vegetables. Oxford. Oxford Science Publications : 11-27.

Compendium of Methods for Food Analysis. 2003. American public health association. Washington DC.

D-Foam Incorparated. 2006. สืบค้นจาก: www.d-foam.com/Foam.html. ค้นเมื่อ 2/2/2010.

Dickinson E. 1992. Foams:An Introduction to food Colloids. New York. Oxford University Press.

Dow Chemical Company. 2002. Methocel Cellulose ethers technical handbook. Dow chemical Company. U.S.A.

Dow Chemical Company. 2010. Methocel Building Materials resource center. สืบค้นจาก: http://dowhpc.custhelp.com/app/answers/detail/a_id/2064/~/methocel-technical-overview ค้นเมื่อ 2/2/2010.

Falade KO, Adeyanju KI, Uzo-Peters PI. 2003. Foam-mat drying of cowpea (*vigna unguiculata*) using glyceryl monostearate and egg albumin as foaming agents. Eur Food Res Technol 217:486-491.

Fellows P. 2000. Food processing technology: Principles and practice (2nd ed.). Cambridge. Woodhead publishing, Ltd.

Hao L, Bingren X, Lingbo Q. 2006. Structure analysis of ascorbic acid using near-infrared spectroscopy and generalized two-dimensional correlation spectroscopy. J Molec Struct 794: 12-17.

Hart MR, Graham RP, Ginnette IF, Morgan AI. 1963. Foams for Foam-mat drying. Food Technol 17(10): 90-92.

Kadam DM, Balasubramanian S. 2011. Foam mat drying of tomato juice. J Food Proc Prev. Forthcoming.

Karim AA, Wai CC. 1999. Foam-mat drying of starfruit (*Averrhoa carambola* L.) puree. Stability and air drying characteristics. Food Chem 64:337-343.

Moeenfard M, Tehrani MM. 2008. Effect of Some Stabilizers on the Physicochemical and Sensory Properties of Ice Cream Type Frozen Yogurt. J Agric & Environ Sci 4(5): 584-589.

Phoungchandang S, Woods JL. 2000. Moisture diffusion and desorption isotherms for banana. J Food Sci 65(4): 615-657.

Prin A. 1988. Principles of foam stability. . London. Elsevier Applied Science. 91-122.

Rajkumar P, Kailappan R, Viswanathan R, Parvathi K, Raghavan GSV, Orsat V. 2007a. Thin Layer Drying Study on Foamed Mango Pulp. Agric Eng Inter 6:1-14.

Rajkumar P, Kailappan R, Viswanathan R, Raghavan GSV, Rattic. 2007b. Foam mat drying of Alphoso mango pulp. Drying Tech 25: 357-365.

Rojanakorn T. 2004. Drying and storage of Khun Chiang sausage. (PhD. Thesis). Newcastle, UK. Science, Agricultural Engineering. University of Newcastle Upon Tyne.

Rzepecka-Stuchly MA. 1976. Microwave Energy in Foam-Mat Dehydration Process. J Microw Pow. 11(3): 255-266.

Siems W, Wiswedel I, Salerno C, Crifo C, Augustin W, Schild L, Claus-Dieter L, Sommerbu O. 2005. ß-Carotene breakdown products may impair mitochondrial functions-potential side effects of high-dose ß - carotene supplementation. J Nutr Biochem 16: 385-397.

Shaker RR., Jumah RY, Abu-Jdayil B. 2010. Sensory profiling and hedonic judgement of probiotic ice cream as a function of hydrocolloids, yogurt and milk Fat content. Lwt-Food Sci and Technol 43 1351-1358.

Thuwapanichayanan R, Prachayawarakorn S, Soponronnarit S. 2008. Drying characteristics and quality of banana foam mat. J Food Eng 86:573-583.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตารางวิเคราะห์สถิติ

ตารางที่ 14การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความหนาแน่นของโฟมเนื้อมะม่วงโชคอนันต์ที่แปรปริมาณสาร methylcellulose และเวลาในการตีปั่น

Source	df	Mean Square	F	Sig.
Level MC	3	0.356	24065.865	.000*
Whipping time	3	.255	17233.045	.000*
Level MC*Time	9	.045	3017.295	.000*
Error	16	1.480E-05		
Total	32			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 15การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าร้อยละการขึ้นฟูของโฟมเนื้อมะม่วงโชคอนันต์ที่แปรปริมาณสาร methylcellulose และเวลาในการตีปั่น

Source	df	Mean Square	F	Sig.
Level MC	3	23460.849	6826.179	.000*
Whipping time	3	14965.452	4354.354	.000*
Level MC*Time	9	4137.974	1203.987	.000*
Error	16	3.437		
Total	32			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 16การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการแยกตัวของน้ำออกจากโฟมของโฟมเนื้อมะม่วงโชคอนันต์ที่แปรปริมาณสารmethylcellulos และเวลาในการตีปั่น

Source	df	Mean Square	F	Sig.
Level MC	3	446.114	72.506	.000*
Whipping time	3	35.775	5.814	.007*
Level MC*Time	9	58.817	9.559	.000*
Error	16	6.153		
Total	32			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 17การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความสว่าง (L*) ของผงมะม่วงโชคอนันต์ที่ได้จากวิธีทำแห้งแบบโฟม-แมทที่อุณหภูมิต่างๆ

Source	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	2	3.387	432.398	.000*
Error	3	0.008		
Total	5			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 18การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a*) ของผงมะม่วงโชคอนันต์ที่ได้จากวิธีทำแห้งแบบโฟม-แมทที่อุณหภูมิต่างๆ

Source	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	2	.121	22.481	.016*
Error	3	.005		
Total	5			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) ของผงมะม่วงโชคอนันต์ที่ได้จากวิธีทำแห้งแบบโฟม-แมทที่อุณหภูมิต่างๆ

Source	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	2	5.890	1.985E3	.000*
Error	3	.003		
Total	5			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความชื้นของโฟมมะม่วงโชคอนันต์แห้งที่ได้จากการทำแห้งแบบโฟมที่อุณหภูมิต่างๆ

Source	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	2	1.317E-5	.888	.498
Error	3	1.483E-5		
Total	5			

ตารางที่ 21การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าปริมาณ ß-carotene ของโฟมมะม่วงโชคอนันต์แห้งที่ได้จากการทำแห้งแบบโฟมที่อุณหภูมิต่างๆ

Source	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	2	.672	0.070	0.934
Error	3	9.643		
Total	5			

ตารางที่ 22การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าปริมาณ ascorbic acid ของโฟมมะม่วงโชคอนันต์แห้งที่ได้จากการทำแห้งแบบโฟมที่อุณหภูมิต่างๆ

Source	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	2	3817.045	25.413	.013*
Error	3	150.200		
Total	5			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ตารางที่ 23การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าคะแนนความชอบด้านสีของโฟมมะม่วงแห้งที่ได้จากการทำแห้งแบบ โฟมที่อุณหภูมิต่างๆ

Source	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	2	.933	1.109	.337
Block	29	3.222	3.829	.000*
Error	58	.841		
Total	90			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 24การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นของโฟมมะม่วงแห้งที่ได้จากการทำแห้งแบบ โฟมที่อุณหภูมิต่างๆ

Source	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	2	1.678	1.391	.257
Block	29	3.401	2.819	.000*
Error	58	1.207		
Total	90			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 25การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าคะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวมของโฟมมะม่วงแห้งที่ได้จากการทำแห้งแบบ โฟมที่อุณหภูมิต่างๆ

Source	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	2	.533	0.659	.521
Block	29	2.569	3.175	.000*
Error	58	.809		
Total	90			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าร้อยละการขึ้นฟูของไอศกรีมมะม่วงที่ผลิตจากเนื้อมะม่วงสดและเนื้อมะม่วงคืนรูป

Source	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	1	14.841	24.455	.039*
Error	2	.607		
Total	3			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าร้อยละการละลายของไอศกรีมมะม่วงที่ผลิตจากเนื้อมะม่วงสดและเนื้อมะม่วงคืนรูป

Source	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	1	29.244	13.654	.066
Error	2	2.142		
Total	3			

ตารางที่ 28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าคะแนนความชอบด้านสีของไอศกรีมมะม่วงผลิตจากเนื้อมะม่วงสดและเนื้อมะม่วงคืนรูป

Source	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	1	28.017	20.578	.000*
Block	29	3.568	2.621	.006*
Error	29	1.361		
Total	60			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นของไอศกรีมมะม่วงที่ผลิตจากเนื้อมะม่วงสดและเนื้อมะม่วงคืนรูป

Source	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	1	4.817	5.659	.024*
Block	29	2.244	2.637	.006*
Error	29	.851		
Total	60			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าคะแนนความชอบด้านรสชาติของไอศกรีมมะม่วงผลิตจากเนื้อมะม่วงสดและเนื้อมะม่วงคืนรูป

Source	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	1	14.017	11.456	.002*
Block	29	4.741	3.875	.000*
Error	29	1.224		
Total	60			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 31การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของไอศกรีมมะม่วงผลิตจากเนื้อมะม่วงสดและเนื้อมะม่วงคืนรูป

Source	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	1	4.267	3.780	.062
Block	29	3.894	3.450	.001*
Error	29	1.129		
Total	60			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าคะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวมของไอศกรีมมะม่วงผลิตจากเนื้อมะม่วงสดและเนื้อมะม่วงคืนรูป

Source	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	1	13.067	14.612	.001-*
Block	29	3.874	4.332	.000*
Error	29	.894		
Total	60			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ภาคผนวกข
การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

1. จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) (บวรศักดิ์ ลีนานนท์ 2548)

วัสดุอุปกรณ์

1.1 เครื่อง Stomacher

1.2 ปิเปต

1.3 จานเลี้ยงเชื้อ (Petri dish)

1.4 ตู้บ่ม

วิธีวิเคราะห์

1. สุ่มตัวอย่างมะม่วงผงแห้ง10 กรัม ใน 0.1% peptone water 90 มิลลิลิตรจากนั้น Homogenize ด้วยเครื่อง Stomacher ด้วยความเร็วต่ำเป็นเวลา 1 นาที

2. เจือจางสารละลายตัวอย่างที่ความเข้มข้น 1: 10 โดยปิเปตสารละลายตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ใน 0.1%peptone water 9 มิลลิลิตร

3. ปิเปตสารละลายตัวอย่างมา 1.0 มิลลิลิตรและเติมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (Plate Count Agar) โดยวิธี Pour Plate

4. บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นทำการนับโคโลนีอยู่ในช่วง 25 – 250 โคโลนี รายงานผลเป็น log cfu/g

2. ยีสต์และรา (บวรศักดิ์ ลีนานนท์ 2548)

วัสดุอุปกรณ์

1.1 เครื่อง Stomacher

1.2 ปิเปต

1.3 จานเลี้ยงเชื้อ (Petri dish)

1.4 ตู้บ่ม

วิธีวิเคราะห์

1. สุ่มตัวอย่างมะม่วงผงแห้ง10 กรัม ใน 0.1% peptone water 90 มิลลิลิตรจากนั้น Homogenize ด้วยเครื่อง Stomacher ด้วยความเร็วต่ำเป็นเวลา 1 นาที

2. เจือจางสารละลายตัวอย่างที่ความเข้มข้น 1: 10 โดยปิเปตสารละลายตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ใน 0.1 %peptone water 9 มิลลิลิตร

3. ปิเปตสารละลายตัวอย่างมา 1.0 มิลลิลิตรและเติมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato Dextrose Agar) โดยวิธี Pour Plate

4. บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นทำการนับโคโลนีอยู่ในช่วง 25 – 250 โคโลนี รายงานผลเป็น log cfu/g

3. การตรวจหาเชื้อแบคทีเรียในกลุ่ม coliforms ในอาหาร(บวรศักดิ์ ลีนานนท์ 2545)

วัสดุและอุปกรณ์

1. ตัวอย่าง
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ ได้แก่

   Tryptone Glucose Yeast Extract Agar

   Nutrient Broth

   Single Strength Lauyl Sulphate Tryptose Broth + Durham tube

   Double Strength Lauryl Sulphate Tryptose Broth + Durham tube

   Brilliant Green Lactose Bile Broth
3. สารเคมี ได้แก่ Phosphate Buffer และน้ำกลั่น
4. ปิเปต ขนาด 10 มิลลิลิตร และ ขนาด 1 มิลลิลิตรปลอดเชื้อ
5. จานเพาะเชื้อ

วิธีการทำ

การตรวจหา Coliform bacteria โดยวิธี Multiple-tube fermentation

1.1 Presumptive Coliforms

1. ปิเปตตัวอย่างจำนวน 10 มิลลิลิตร เติมลงใน double strength Laurylsulphate tryptose broth จำนวน 3 หลอด
2. ปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ลงใน Single Strength Lauyl Sulphate Tryptose Broth จำนวน 3หลอด
3. ปิเปตตัวอย่าง 0.1 มิลลิลิตร ลงใน Single Strength Lauyl Sulphate Tryptose Broth จำนวน 3หลอด
4. นำหลอดทั้งหมดบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
5. ตรวจโดยดูการเกิดกรดและก๊าซในหลอดดักก๊าซ ถ้าหลอดใดเกิดก๊าซให้นำไปทดสอบต้อในขั้น Coliform test ถ้าไม่เกิดก๊าซให้บ่มต่อจนครบ 48 ชั่วโมง
6. จากจำนวนหลอดที่เกิดก๊าซที่ยับได้ นำไปอ่านค่าจำนวน Coliform bacteria ที่น่าจะเป็นไปได้จากตาราง Most Probable Number

1.2 Confirmation Test for Coliforms

1. เลือกหลอดที่เกิดก๊าซจากข้อ 1.1.5 มาทำการถ่ายเชื้อ 1-2 ลูบ ลงในหลอดอาหาร Brilliant Green Lactose Bile Broth
2. บ่มในตู้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ถ้ามีก๊าซแสดงว่าให้ผลเป็นบวก

ภาคผนวกค

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ

การวิเคราะห์ทางเคมี

1 การวัดค่าสีระบบ Hunter Lab

เป็นการวัดค่าสี L* ค่าสี a* และค่าสี b* ของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องวัด Colorimeter(JUKI Model JC801) โดยค่า L* เป็นค่าความสว่าง (Lightness) a* เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (redness/greenness) และ b* เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (yellowness/blueness)

L* คือค่าความสว่างมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

a* คือค่าสีแดงและสีเขียวเมื่อ a มีค่าบวกเป็นสีแดง เมื่อ a มีค่าลบเป็นสีเขียว

b* คือค่าสีเหลืองและน้ำเงินเมื่อ b มีค่าบวกเป็นสีเหลือง b มีค่าลบเป็นสีน้ำเงิน

2 การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

1. ทำความสะอาด Hand refractometer ก่อนอ่านค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดด้วยกระดาษทิชชู
2. ทำการปรับค่าปริมาณของแข็งด้วยน้ำบริสุทธ์โดยปรับให้เท่ากับศูนย์
3. หลังจากปรับค่าบริกซ์ด้วยน้ำบริสุทธ์แล้วใช้กระดาษทิชชูเช็ดฝาครอบและด้านปริซึมให้สะอาดและแห้ง
4. นำตัวอย่างอาหารมาเกลี่ยบนด้านที่มีปริซึม
5. ใช้ฝาครอบ Hand refractometer ปิดลงแล้วอ่านค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์) โดยเร็วที่สุดถ้าตัวเลขที่ใช้วัดค่าความหวานเห็นไม่ชัดก็สามารถปรับได้ด้วยเลนส์ใกล้ตา
6. เมื่ออ่านค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดแล้วใช้น้ำสะอาดล้างตรวจบริเวณฝาครอบและด้านที่มีปริซึมให้สะอาดซับด้วยกระดาษทิชชูให้แห้ง

3 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น(AOAC 2000)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างมะม่วงผงประมาณ 1 กรัมใส่ใน moisture can ที่ผ่านการอบแห้งและทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสนานประมาณ 3 ชั่วโมงนำออกจากตู้อบแล้วปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นชั่งน้ำหนักนำไปอบซ้ำจนได้น้ำหนักที่แน่นอนคำนวณหาปริมาณความชื้นร้อยละ

$$\text{ความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักที่ระเหยไป} \times 100}{\text{น้ำหนักแห้งของตัวอย่างที่ใช้}}$$

4 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

นำเนื้อมะม่วงบดไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (Hanna Instruments : Model HI 9021) ซึ่งได้ปรับค่ามาตรฐานด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.00 และ 7.00 ตามลำดับ

5 การหาปริมาณกรดโดยการไตเตรท (AOAC 2000)

สารเคมี

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล (NaOH 0.1 N)
2. ฟีนอฟธาลีน (phenolphthalein indicator)

วิธีการ

1. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่าง 1 กรัม หรือ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในฟลาสต์ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร
2. หยดสารละลายฟีนอฟธาลีน ประมาณ 2-3 หยด เป็นอินดิเคเตอร์
3. นำไปไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนสังเกตเห็นจุดยุติเป็นสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาณของสารละลายโซเดียมที่ใช้ จากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก ดังนี้

$$\text{การคำนวณปริมาณกรด (ร้อยละ)} = \frac{\text{ความเข้มข้น NaOH} \times \text{ปริมาณ NaOH (มิลลิลิตร)} \times \text{กรัมสมมูลของกรดซิตริก} \times 100}{\text{ปริมาณตัวอย่างที่ใช้ (มิลลิลิตร)} \times 1000}$$

6 การหาปริมาณ Ascorbic acid โดยวิธี HPLC (Compendium of Methods for Food Analysis 2003)

สารเคมี

1. Standard L-ascorbic acid โดยสารละลายมาตรฐาน 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เตรียมได้จาก ละลาย ascorbic acid 100 มิลลิกรัม ด้วย 3% m-phosphoric acid แล้วปรับปริมาณให้เป็น 100 มิลลิลิตร
2. การเตรียมสารละลายมาตรฐานที่มีความเข็มข้นเป็น 2.5, 5.0, 20. 20 และ 30 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เตรียมได้จากการปิเปตสารละลายมาตรฐานจากข้อ 1 มา 0.25, 0.5, 1, 2 และ 3 มิลลิลิตรแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วย 3% m-phosphoric acid
3. การเตรียม 3% m-phosphoric acid โดยชั่งสารละลาย m-phosphoric acid มา 30 กรัม แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น
4. โมบายเฟสเป็น 3 มิลลิโมล potassium dihydrogen phosphate ใน 0.35% o-phosphoric acid คือ สารละลาย KH_2PO_4 0.408 กรัม ใน 0.3% o-phosphoric acid (โดยปริมาตร)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวิเคราะห์ (Analytical balance)
2. ปั๊มที่มีแรงดัน 3000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หัวฉีด 20-50 ไมโครลิตร
3. Detector , UV detector 248 มิลลิเมตร
4. Column C_{18}
5. อ่างเขย่า (Ultrasonic bath)
6. ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร

7. หัวกรองขนาดเบอร์ 4
8. แผ่นกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร

วิธีการ

1 การเตรียมกราฟมาตรฐาน

1.1 ฉีดสารละลายมาตรฐานที่เตรียมไว้ 20 ไมโครลิตร เข้าไปในเครื่อง HPLC จากนั้นวัดพื้นที่ใต้กราฟมาตรฐานที่ออกมา

1.2 กำหนดกราฟมาตรฐานโดย พล็อตความเข้มข้นของพื้นที่ใต้กราฟ

2 การเตรียมตัวอย่าง

2.1 นำตัวอย่างมะม่วงบดมา 2.5 กรัม ละลายกับสารละลาย 3% m-phosphoric acid แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร

2.2 นำไปเขย่า 2 นาที แล้วไล่อากาศด้วยเครื่องultrasonic bath เป็นเวลา 5 นาที แล้วปรับปริมาตรด้วย 3% m-phosphoric acid

2.3 นำไปกรองด้วย membrane filter ขนาด 0.45 ไมโครเมตร แล้วฉีดเข้าไปในเครื่อง HPLC ประมาณ 20 ไมโครลิตร อ่านค่าพื้นที่ใต้กราฟของตัวอย่างออกมา

3 การคำนวณ Ascorbic acid mg/100g

$$\text{Ascorbic acid} = \frac{C \times V}{10 \times W}$$

C = ความเข้มข้นของ Ascorbic acid ในสารละลายตัวอย่าง (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)

V = ปริมาณของสารละลายตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

7 การหาปริมาณ ß-carotene โดยวิธี HPLC (Compendium of Methods for Food Analysis 2003)

สารเคมี

1. Standard ß-carotene โดยสารละลาย ß-carotene5 มิลิกรัม ละลายด้วย hexane 100 มิลลิลิตรอาจใช้ความร้อนเข้าช่วยเล็กน้อย
2. การเตรียมสารละลายมาตรฐานที่มีความเข็มข้นเป็น 0.5, 1.0 และ 2.0 ไมโครลิตรต เตรียมได้จากการปิเปตสารละลายมาตรฐานจากข้อ 1 มา 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร ด้วย Isopropanol
3. hexane, petroleum ether
4. HPLC grade propan-2-ol (Isopropanol)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวิเคราะห์ (Analytical balance)

2. Centrifuge
3. Detector , UV detector 450 มิลลิเมตร
4. Column C_{18}
5. เครื่อง Rotary evaporator ที่ 40 องศาเซลเซียส
6. ขวดปรับปริมาตรและปิเปต

วิธีการ

1 การเตรียมกราฟมาตรฐาน

1.3 ฉีดสารละลายมาตรฐานที่เตรียมไว้ 20 ไมโครลิตร เข้าไปในเครื่อง HPLC จากนั้นวัดพื้นที่ใต้กราฟมาตรฐานที่ออกมา

1.4 กำหนดกราฟมาตรฐานโดย พล็อตความเข้มข้นของพื้นที่ใต้กราฟ

2 การเตรียมตัวอย่าง

2.1 นำตัวอย่างเนื้อมะม่วงไปบดให้ละเอียด 10 กรัมใส่ลงในหลอด centrifuge

2.2 นำไปสกัดด้วย petroleum ether 15 มิลลิลิตรเขย่า 2 นาที

2.3 นำไป centrifuge 2000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ทั้งหมด 3 ครั้ง

2.4 ระเหยด้วย Rotary evaporator

2.5 ละลาย isopropanol 25 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปกรองด้วย membrane filter ขนาด 0.45 ไมโครเมตร แล้วฉีดเข้าไปในเครื่อง HPLC ประมาณ 20 ไมโครลิตร อ่านค่าพื้นที่ใต้กราฟของตัวอย่างออกมา

3 การคำนวณ

$$\text{HPLC Std Conc (mg/L)} = \frac{\text{Stock Std Conc (mg/L)} \times \text{Aliguot Std (mL)}}{50}$$

ใช้พื้นที่ใต้กราฟ ความเข้มข้นของ แคโรทีนอยด์ HPLC (mg/L) ปริมาณแคโรทีนในตัวอย่างแสดงเป็น mg/kg ดังแสดงในสมการต่อไปนี้

การคำนวณ Vitamin mg/kg

$$\text{Vitamin (mg/kg)} = \frac{C \times V}{10 \times W}$$

C = ความเข้มข้นของ HPLC ของวิตามินในสารละลายตัวอย่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)

V = ปริมาณของสารละลายตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

ความหนาแน่นของโฟม (Foam density)(Karim and Wai1999)

นำโฟมมะม่วงที่ได้ใส่ลงในกระบอกตวงที่ทราบมวลที่แน่นอนให้เต็มดังภาพที่ 14 จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักของโฟมที่อยู่ในกระบอกตวงนำมวลของโฟมที่ได้ไปหารกับปริมาตรกระบอกตวงจะได้ค่าความหนาแน่นของโฟมออกมา

ภาพที่ 14การหาความหนาแน่นของโฟม

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{m}{V}$$

เมื่อ m = มวล (g)

V = ปริมาตร (ml)

ค่าการขึ้นโฟม (Foam overrun) (Rajkumar and others, 2007)

นำโฟมมะม่วงและของผสม (เนื้อมะม่วงบด+สารเมทธิลเซลลูโลส) ไปชั่งน้ำหนักดังภาพที่ 15แล้วนำไปคำนวณ

ภาพที่15การหาค่าการขยายตัวของโฟม

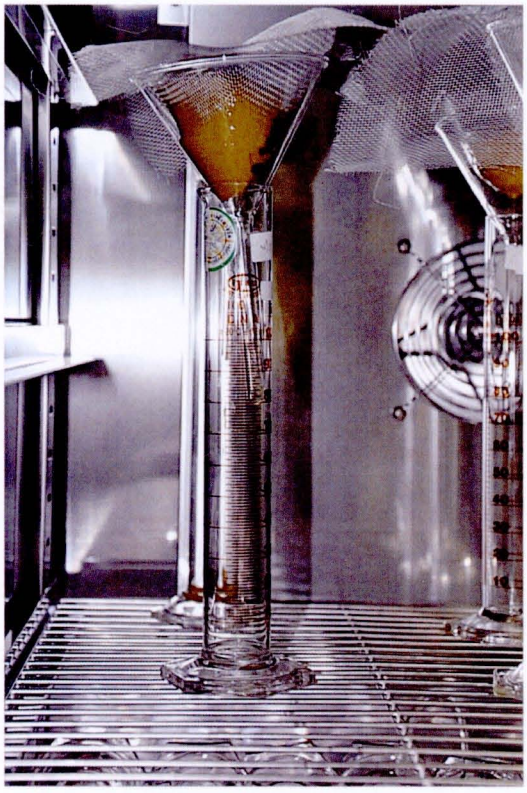
$$\text{การขึ้นโฟม} = V_1 - \left[\frac{V_0 \times 10}{V_0} \right]$$

V_0 = ปริมาตรของของผสม

V_1 = ปริมาตรของโฟม

ค่าความคงตัวของโฟม (Foam stability) (Karim and Wai, 1999)

นำโฟมมะม่วงวางบนกรวยแยก (โดยมีตะแกรงรอง) ที่วางอยู่บนกระบอกตัว จากนั้นนำทั้งหมดไปวางในตู้อบลมร้อนที่มีอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที แล้วอ่านค่าปริมาณน้ำ ที่แยกออกจากโฟมดังในภาพที่ 16



ภาพที่ 16การหาการค่าความคงตัวของโฟม

ภาคผนวกง

ตัวอย่างแบบสอบถาม

ตัวอย่าง

ID.....

แบบประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผงมะม่วง

วันที่ทำการทดสอบ..... เพศ ☐ชาย ☐หญิง

<u>คำชี้แจง</u>ดูสีตัวอย่างและดมกลิ่นตัวอย่าง แล้วให้<u>คะแนนตามความชอบ</u>ของท่าน โดยใช้คะแนน 1-9 และ

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก 5 = เฉยๆ 8 = ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง 6 = ชอบเล็กน้อย 9 = ชอบมากที่สุด

ตัวอย่าง...A.....

สี	กลิ่น	ความชอบโดยรวม

ตัวอย่าง...B.....

สี	กลิ่น	ความชอบโดยรวม

ตัวอย่าง....C.....

สี	กลิ่น	ความชอบโดยรวม

(กรุณาเคี้ยวขนมปังและบ้วนปากของท่านด้วยน้ำเปล่า เพื่อชำระล้างกลิ่นรสที่อาจตกค้าง ก่อนชิมตัวอย่างถัดไป)

ตัวอย่าง

ID.....

แบบประเมินความชอบผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะม่วง

วันที่ทำการทดสอบ..... เพศ ☐ชาย ☐หญิง

<u>คำชี้แจง</u>: กรุณาชิมตัวอย่างไอศกรีมมะม่วงต่อไปนี้ โดยไม่ต้องคำนึงถึงความเหมือนหรือแตกต่าง ของไอศกรีมโดยให้คะแนน

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก 5 = เฉยๆ 8 = ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง 6 = ชอบเล็กน้อย 9 = ชอบมากที่สุด

ตัวอย่าง...A.....

ความชอบต่อสี	ความชอบต่อกลิ่น	ความชอบต่อรสชาติ	ความชอบต่อลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม

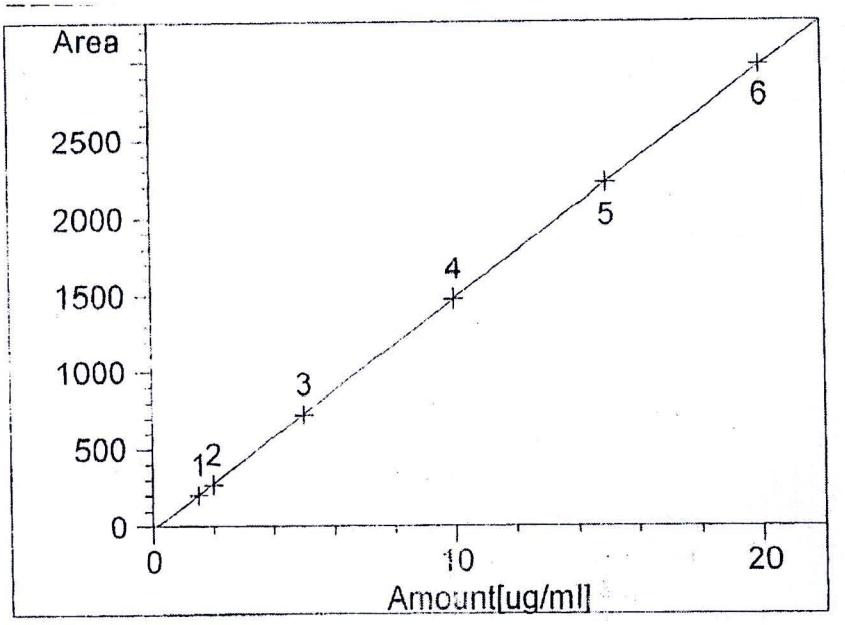
ตัวอย่าง...B.....

ความชอบต่อสี	ความชอบต่อกลิ่น	ความชอบต่อรสชาติ	ความชอบต่อลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม

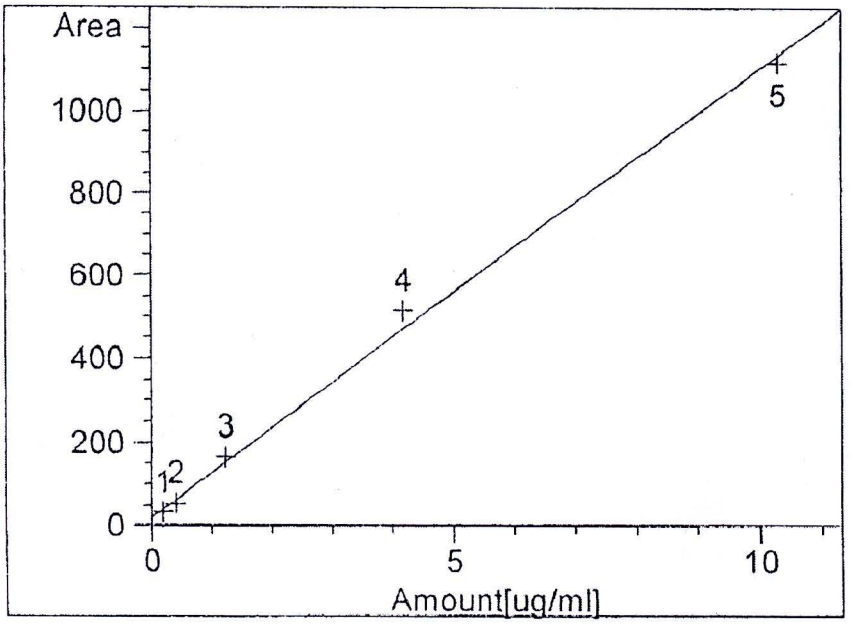
(กรุณาเคี้ยวขนมปังและบ้วนปากของท่านด้วยน้ำเปล่า เพื่อชำระล้างกลิ่นรสที่อาจตกค้าง ก่อนชิมตัวอย่างถัดไป)

ภาคผนวกจ

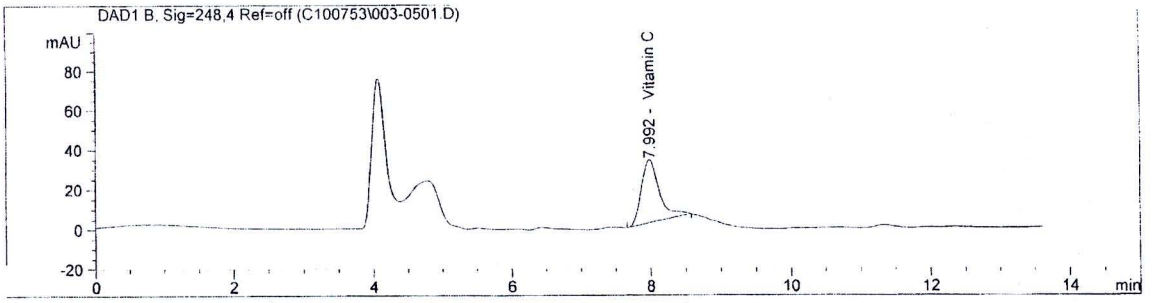
การมาตรฐานและกราฟแสดงปริมาณ ascorbic acid และ ß-carotene ในตัวอย่างเนื้อมะม่วงสดและโฟมมะม่วงแห้งที่วิเคราะห์ได้โดยใช้วิธี HPLC



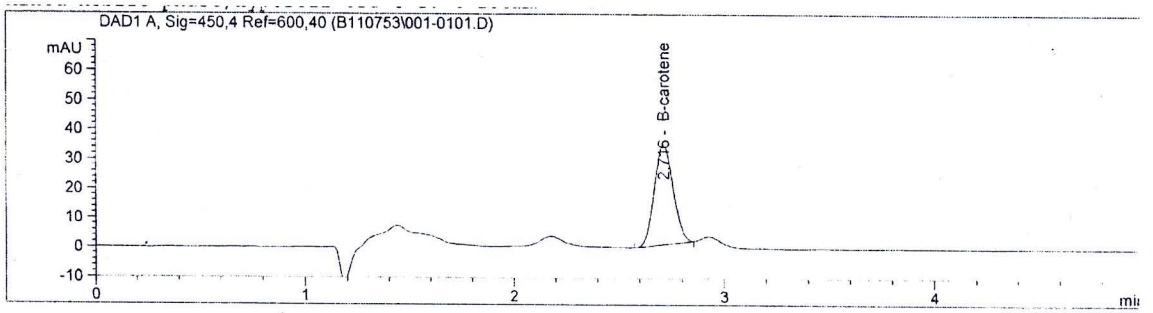
ภาพที่17 กราฟมาตรฐานของ ascorbic acid



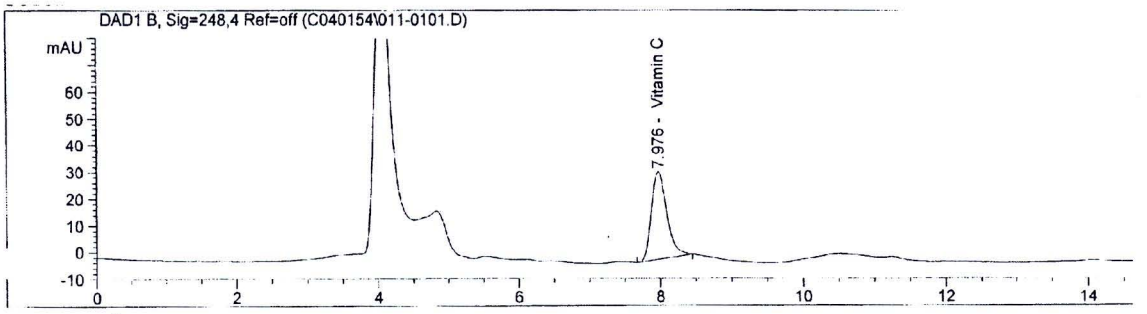
ภาพที่ 18กราฟมาตรฐาน ß-carotene



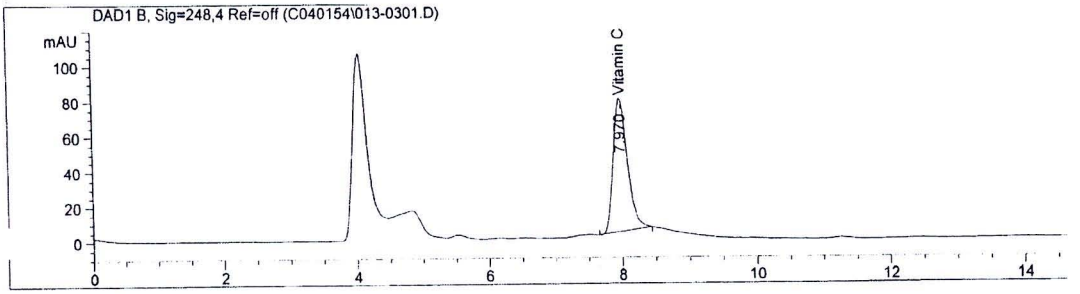
ภาพที่ 19กราฟแสดงปริมาณ ascorbic acid ในเนื้อมะม่วงโชคอนันต์



ภาพที่ 20กราฟแสดงปริมาณ ß-carotene ในเนื้อมะม่วงโชคอนันต์

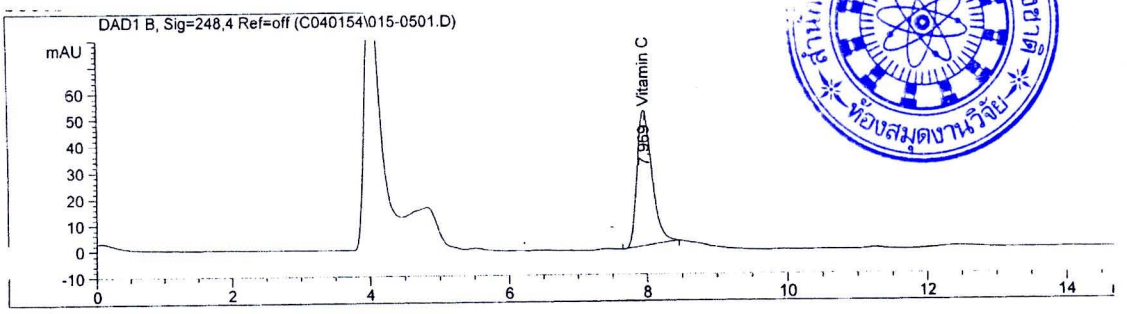


ภาพที่ 21กราฟแสดงปริมาณ ascorbic acid ในมะม่วงโชคอนันต์ผงแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

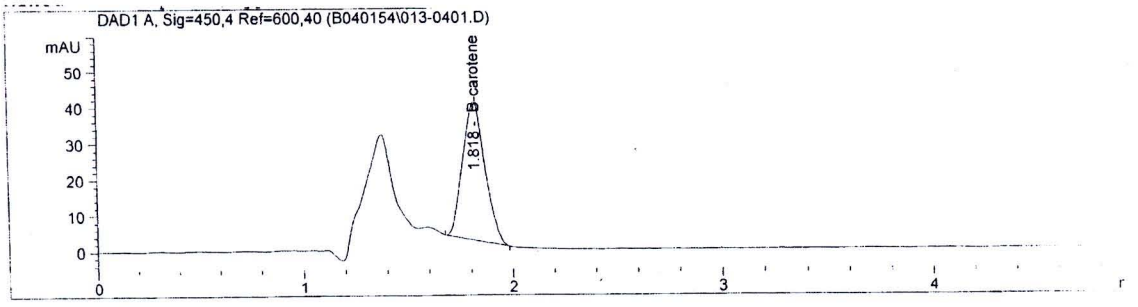


ภาพที่ 22กราฟแสดงปริมาณ ascorbic acid ในมะม่วงโชคอนันต์ผงแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

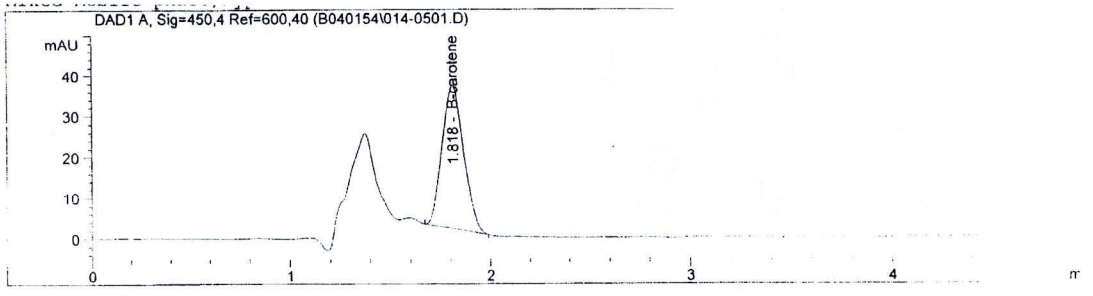
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย



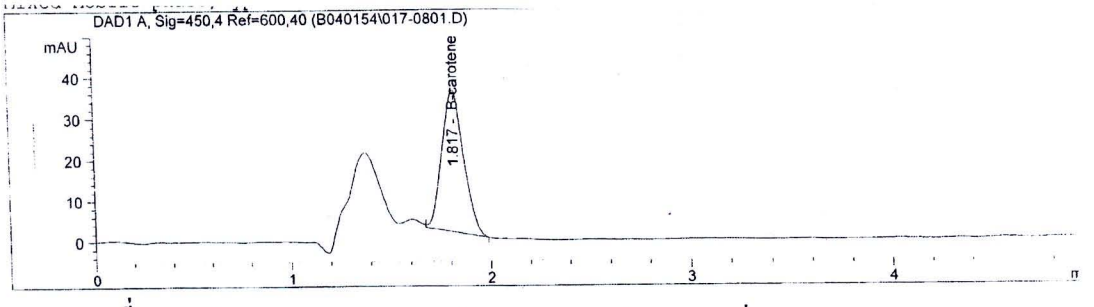
ภาพที่ 23กราฟแสดงปริมาณ ascorbic acid ในมะม่วงโชคอนันต์ผงแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 24กราฟแสดงปริมาณ ß-carotene ในมะม่วงโชคอนันต์ผงแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 25กราฟแสดงปริมาณ ß-carotene ในมะม่วงโชคอนันต์ผงแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 26กราฟแสดงปริมาณ ß-carotene ในมะม่วงโชคอนันต์ผงแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส