รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมส่งเสริมการเกษตร, ฝ่ายข้อมูลส่งเสริมการเกษตร. 2541. สถิติการปลูกไม้ผล-ไม้ยืนต้น ปี 2538. กรุงเทพมหานคร: ฝ่ายข้อมูลส่งเสริมการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร.

กรมอนามัย, กองโภชนาการ. 2530. ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม. กรุงเทพมหานคร: กองโภชนาการ กรมอนามัย.

นฤชิต แววศรีผ่อง. 2529. การปลูกขนุน. กรุงเทพฯ: พิมพ์สวย.

ประสิทธิ์ ชุติชูเดช. 2538. พืชผลยืนต้น. มหาสารคาม:อภิชาติการพิมพ์.

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2543. เอ็นไซม์ทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พานิชย์ ยศปัญญา. 2536. ขนุน: ยักษ์ใหญ่แห่งวงการไม้ผล. กรุงเทพมหานคร: พิฆเณศ พริ้นติ้ง.

ทนง ภัครัชพันธุ์. 2540. อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม. ใน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. หน้า 406-418. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลามอนด์, อลิซาเบธ. 2534. วิธีปฏิบัติการการประเมินอาหารทางประสาทสัมผัส. แปลโดย สุคนธ์ชื่น ศรีงาม. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิภาดา ศุภจรรยา และ ปราณี อ่านเปรื่อง. 2537. การสกัดหัวเชื้อทุเรียนโดยการใช้เอ็นไซม์เพคติเนส เซลลูเลส และ อะมัยเลส ภายใต้ภาวะปฏิกิริยาแบบต่อเนื่องและแบบตามลำดับ. อาหาร. 24(3): 173-180.

วารสารเคหะการเกษตร, ฝ่ายข้อมูล. 2532. ขนุน. ใน ไม้ผลเศรษฐกิจของไทย. หน้า 1-17. กรุงเทพมหานคร: เจริญรัฐการพิมพ์.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2537. สรีรวิทยาไม้ผล. กรุงเทพมหานคร:โรงพิมพ์ศิริภัณฑ์ออฟเซ็ท.

สุพจน์ ตั้งจตุพร. มปป. รวมกลยุทธ์ขนุน. กรุงเทพมหานคร: มิตรเกษตรการตลาดและโฆษณา.

สุเมษ เกตุวราภรณ์. 2537. ไม้ผลเบื้องต้น. เชียงใหม่: ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้.

สุรพล มนัสเสรี. 2531. หลักพืชศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ศาสนา.

อรุณี เพียรทวีรัชต์ และ ปราณี อ่านเปรื่อง. 2536. ผลของเพคติเนส เซลลูเลส และ อะมัยเลส ต่อการผลิตน้ำกล้วยหอม. อาหาร. 23(3): 188-196.

ภาษาอังกฤษ

A.O.A.C. 1995. Official Method of Analysis. 15 th.ed Washington D.C.:Association of Official Analytical Chemists.

Ashurst, P. R. 1991. Food flavoring. East Kilbrid: Blackie and son Ltd.

Baumann, J. W. 1981. Application of enzymes in fruit juice technology. In G.G.Birch; N. Blakebrough, and K. J. Parker (eds.). Enzymes and Food Processing.pp. 129-147. Essex: Applied Science Publishers.

Bolin, H. R., and Salunkhe, D. K. 1971. Physicchem and Volatile flavor change occuring in fruit juice concentration and foam-mat drying. J. Food Sci. 36: 665-668

Chang, T. S., Siddiq, M., Sinha, N. K., and Cash, J. N. 1994. Plum juice quality affected by enzyme treatment and fining. J. Food Sci. 59(5): 1065-1069.

Charley, H. 1972. Fruit and vegetable. In J. Bowers. (eds.).Food theory and application. 234-251. Singapore: Macmillian.

Cochran, W. G., and Cox, G. M. 1957. Experiment design. New York: John Wiley&Son, Inc.

Deshpande, S. S., Bolin, H. R., and Salunkhe, D. K. 1982. Freeze concentration of fruit juice. Food Techol. 36(5): 68-82.

Duckworth, R. B. 1966. Fruit and Vegetables. Oxford: Pergamom Press.

Gross, J. 1991. Pigment in vegetable: Chlorophylls and carotenoids. New York: AVI.

Heath, H. B. 1978. Flavor technology : Profiles, products, application. Westport: AVI.

Hopkins, W. G. 1999. Introduction to plant physiology. New York: John Wiley&Son, Inc.

Janda, W. 1983. Fruit juice. In Godfrey, T and Reichelt, J. (eds.), Industrial Enzymology. 315-320. Surrey: Macmillan.

Jennisken, L. H. D., Voragen, A G. J., Pilnik, W., and Posthumas, M. A. 1991. Effects of the treatment of apple pulp with liquefying enzymes on the aroma of apple juice. Lebensm.-Wiss. u-Technol. 24(1): 86-92.

John, P. J., and P. Narasimham. 1993. Processing and evaluation of carbonated beverage from jackfruit waste (*Artocarpus heterophyllus*.). Journal of Processing and Preservation. 16: 373-380.

Karel, M. 1975. Concentration of food: Principle of food science : part 2. New York: Marcel Dekker, Inc.

Kilara, A. 1982. Enzymes and their uses in the processed apple industry: A review. Process Biochemistry. 17: 35-41.

Madsen, R.F. 1974. Membrane concentration advance in preconcentration and dehydration of fruit juice. J. Food Sci. 39: 704-711.

Morgan, A. I., Lowe, E., Merson, R. L., and Dunkee, E. L. 1965. Reverse osmosis. Food Technol. 30: 391-402.

Pilnik, W., and Rombouts, F. M. 1979. Pectic enzymes. In Polysaccharide in Food. pp. 109-126. London: Butterworths.

Plat, D., Shalom, N. B., and Livi, A. 1991. Change in pectic substances in carrots during dehydration with and without blanching. Food Chemistry. 39: 1-12.

Rahman, M. A.,Flug, E., Mian, A. J., and Chesson, A. G. 1995. Microscopic and chemical changes occurring during the ripening of two forms of jackfruit (Artocarpus heterophyllus L.). Food Chem. 52: 405-410.

Rahman, M. A., Nahar, N., Mian, J. A., and Mosihuzzaman, M. 1999. Variation of carbohydrate composition of two forms of fruit from jack tree (Artocarpus heterophyllus L.). with maturity and climatic conditions. Food Chem. 65: 91-97.

Ranganna, S. 1977. Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing company Limited.

Rasmussen, P. 1983. Identification of volatile components of jackfruit by gas chromatography mass spectrometry with two different columns. Anal. Chem. 55: 1331-1335.

Reinneccius, G. 1994. Source book of flavors. 2nd ed. New York: AVI.

Sakho, M., Chassagne, D., Jaus, A., Chiarazzo, E., and Crouzet., J. 1998. Enzymatic maceration: Effects on volatile components of mango pulp. J. Food Sci. 63(6): 975-978.

Selvaraj, Y., and Pal, D. K. 1989. Biochemical Changes during the ripening of jackfruit (Artocarpus heterophyllus L.). J. Fd. Sci. Technol. 26(6): 304-307.

Shalom, P., Gur-Arie, A. R., and Levi, A. H. 1999. Extraction of plum juice after liquefaction with commercial enzymes. [On-line]. Italian Journal of Food science 11:(1) 29-38. Abstract from: Institue for Scientific Information.

Swords, G., Bobbio, P. A., and Hunter, G. L. K. 1978. Volatile constituents of jack fruit (Arthocarpus heterophyllus). J. Food Sci. 43: 639-640.

Thijssen, H. A. G. 1970 Concentration process for liquid foods containning volatile flavours and aromas. J. Food Technol. 5: 211-229.

Voragen, A. G. J, Pilnik, W., Thibault, J. F., Axelos, M. A. V., and Renard, C. M. C. Pectins. 1995. In A. M. Stephen (ed.), Food Polysaccharides and Their Application. New York: Marcel Dekker, Inc.

Voragen, A. G. J, Schols, H. A., Siliha, H. A. I., and Pilnik, W. 1985. Enzymatic lysis of pectic substances in cell wall: Some implication for fruit juice tecnology, In Chemistry and Functions of Pectins, pp. 230-247. London: Butterworths

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

ภาคผนวก ก

สมบัติของเอนไซม์เพคติเนส

ชื่อทางการค้า : Pectinex® Ultra SP-L

เป็นเอนไซม์ที่มีแอคติวิตีของเพคติเนสสูง ซึ่งมีความพิเศษสามารถย่อยสลายเนื้อเยื่อพืช (mesh treatment) โดยเฉพาะในพวกแอปเปิลและแพร์

ชนิดของผลิตภัณฑ์ : ผลิตจากกลุ่มเชื้อ *Aspergillus aculeatus*. เอนไซม์นี้จะประกอบด้วยแอคติวิตีของเพคติเนส และ เฮมิเซลลูเลส ซึ่งสามารถย่อยผนังเซลล์ของพืชได้ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดน้ำผลไม้

ลักษณะปรากฏ : เป็นของเหลวสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นอ่อนๆ ที่เกิดจากการหมัก มีค่าความเป็นกรดด่าง 4.5

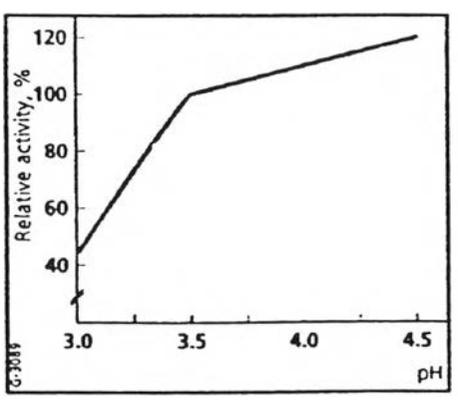
แอคติวิตีของเอนไซม์ : 26000 ยูนิต PG/ มิลลิลิตร (ค่าความเป็นกรดด่าง3.5)

ข้อกำหนด : ได้รับอนุญาตจาก FAO/WHO, JECFA และ FCC เพื่อใช้ในอาหาร

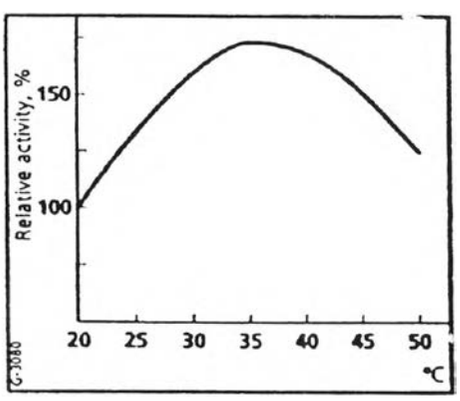
การละลาย : สามารถละลายในน้ำได้ทุกความเข้มข้น

ความปลอดภัย : อาจทำให้เกิดการแพ้เมื่อสัมผัสกับผิวหนัง ดวงตา หรือเยื่อบุ

ลักษณะเฉพาะของเอนไซม์ :



ภาพที่ ก.1 แอกติวิตีของเอนไซม์ที่ pH ต่างๆ ที่อุณหภูมิ 20°C



ภาพที่ ก.2 แอกติวิตีของเอนไซม์ที่อุณหภูมิต่างๆ ที่ pH 3.5

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

ภาคผนวก ข

การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ข.1 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความพอใจต่อกลิ่นของขนุน

ชื่อ_____ วันที่_____

ตัวอย่าง : เนื้อขนุนสุกดีปน

คำแนะนำ : กรุณาดมกลิ่นตัวอย่างแล้วลงผลการทดสอบที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุดโดยขีดเส้นตรง I กำหนดจุดตัดบนแกนที่ กำหนดให้พร้องทั้งระบุรหัสตัวอย่าง ในด้านกลิ่นผิดปรกติหากมีกรุณาระบุกลิ่นที่พบด้วย

1. กลิ่นหอมของขนุน

2. กลิ่นผิดปรกติ

3.การยอมรับรวม

ข้อเสนอแนะ

_____

_____

_____

ข.2 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ใช้ฝึกฝนผู้ทดสอบ

ชื่อ_____วันที่_____

ตัวอย่าง : เนื้อขนุนสุกดีปัน

คำแนะนำ : มีตัวอย่างเนื้อขนุนสุกดีปัน 2 ตัวอย่างที่เหมือนกันทุกประการ และมีตัวอย่างหนึ่งที่แตกต่างออกไป กรุณาดมกลิ่นตัวอย่างและชี้ว่า

1. ตัวอย่างใดที่มีคุณภาพแตกต่างออกไป

รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่างที่มีคุณภาพแตกต่างออกไป
_____	_____
_____	_____
_____	_____

2. ตัวอย่างมีความแตกต่างกันในระดับใด

แตกต่างกันเล็กน้อย	_____
แตกต่างกันปานกลาง	_____
แตกต่างกันมาก	_____

3. ตัวอย่างที่มีกลิ่นหอมของขนุนมากกว่า คือ

ตัวอย่างคู่	_____
ตัวอย่างที่แตกต่างออกไป	_____

ข้อเสนอแนะ

_____

_____

_____

ข.3 แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำเชื่อมขนุน

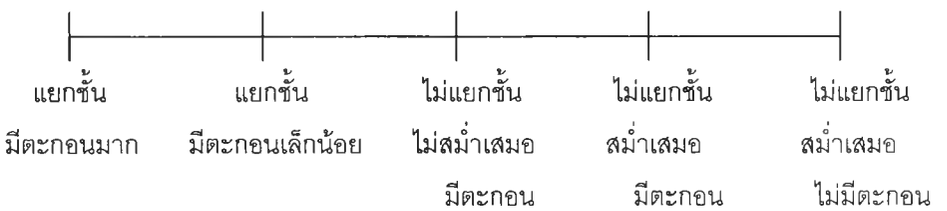
ชื่อ_____วันที่_____

ตัวอย่าง : น้ำเชื่อมขนุน

คำแนะนำ : กรุณาดมกลิ่นตัวอย่างแล้วลงผลการทดสอบที่ตรงกับความรู้สึกพอใจของท่านต่อคุณลักษณะต่างๆ มากที่สุดโดยขีดเส้นตรง I กำหนดจุดตัดบนแกนที่ กำหนดให้พร้องทั้งระบุรหัสตัวอย่าง

1. สี

2. ความคงตัวของความข่น



3. กลิ่นขนุน

4. การยอมรับรวม

ข้อเสนอแนะ

_____

_____

_____

ข.4 แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสการเปลี่ยนแปลงของน้ำเชื่อมขนุนต่ออุณหภูมิ

ชื่อ_____วันที่_____

ตัวอย่าง : น้ำเชื่อมขนุน

คำแนะนำ : กรุณาดมกลิ่นตัวอย่างแล้วลงผลการทดสอบที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุดโดยขีดเส้นตรง I กำหนดจุดตัดบนแกนที่ กำหนดให้พร้องทั้งระบุรหัสตัวอย่าง ในด้านกลิ่นผิดปรกติหากมีกรุณาระบุกลิ่นที่พบด้วย

1. กลิ่นขนุน

2. กลิ่นผิดปรกติ

3. การยอมรับรวม

ข้อเสนอแนะ

_____

_____

_____

ภาคผนวก ค

วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

ค.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ตามวิธีการของ A.O.A.C. (1995)

อุปกรณ์ : ตู้อบลมร้อน

วิธีการทดลอง :

1. ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน ใส่ใน aluminium dish (ซึ่งอบแห้งที่ 100°C 1 ชั่วโมง แล้วทิ้ง ให้เย็นใน desiccator จนน้ำหนักคงที่)
2. นำมาอบแห้งที่ 105°C นาน 2 ชั่วโมง
3. ปิดฝา aluminium dish แล้วใส่ใน desiccator ครึ่งชั่วโมงจนเย็น
4. อบอีก 1 ชั่วโมงจนน้ำหนักคงที่
5. ปิดฝา aluminium dish แล้วใส่ใน desiccator ครึ่งชั่วโมงจนเย็น
6. เปิดฝา ชั่งน้ำหนัก
7. คำนวณปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)}} \times 100$$

ค.2 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ตามวิธีการของ A.O.A.C (1995)

อุปกรณ์ : ชุดย่อยโปรตีน Gerhardt and Vadopest Kjeldahltherm digestion unit
ชุดกลั่นโปรตีน Gerhardt 85

วิธีการทดลอง :

1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน ใส่ใน digestion tube
2. เติม conc. Sulfuric acid 20 มิลลิลิตร และ kjeltab (catalyst) 1 เม็ด ย่อยในเครื่องย่อยโปรตีน ใช้อุณหภูมิ 250°F เป็นเวลาประมาณ 15-20 นาที

3. เพิ่มอุณหภูมิการย่อยเป็น 400°F เป็นเวลาประมาณ 30-45 นาที หรือจนจนสารละลายใส ย่อยต่ออีกครึ่งชั่วโมง ทิ้งให้เย็น
4. เติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร
5. ต่อ digestion tube เข้ากับชุดกลั่นโดยให้ปลายสาย condenser จุ่มใน flask ที่มี 4% boric acid 50 มิลลิลิตร และหยดเมทธิลเรด อินดิเคเตอร์ 3-4 หยด
6. เติม 50% NaOH จนมากเกินพอ
7. กลั่นจนได้ปริมาตรของเหลวใน flask ประมาณ 250 มิลลิลิตร
8. ไทเทรตกับ 0.1N HCl (standardized หาความเข้มข้นที่แน่นอนแล้ว)
9. คำนวณปริมาณโปรตีน โดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณโปรตีน (\%)} = \frac{X \times N \times \text{factor} \times 1.4007}{W}$$

เมื่อ X = ปริมาตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรตเป็นมิลลิลิตร
N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเป็นนอร์มัล
W = น้ำหนักของตัวอย่างเป็นกรัม

ค.3 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ตามวิธีของ A.O.A.C (1995)

ค.3.1 ไขมันในยวงขนุน

อุปกรณ์ : ชุดสกัดไขมัน

วิธีการทดลอง :

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้งที่ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 2 กรัม ห่อด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1
2. ใส่ห่อตัวอย่างใน thimble
3. นำขวดก้นกลมไปอบให้แห้งสนิท ทิ้งให้เย็นใน desiccator แล้วนำไปชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
4. เติม petroleum ether 250 มิลลิลิตร ลงในชุดสกัด ให้ความร้อนปานกลาง

5. สกัดไขมันเป็นเวลาประมาณ 3-5 ชั่วโมง
6. ระเหย petroleum ether ออกจากส่วนไขมันที่สกัดได้
7. อบขวดก้นกลมที่ 60°C จนน้ำหนักคงที่ ทิ้งให้เย็นใน desiccator แล้วนำไปชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
8. คำนวณปริมาณไขมันจากสูตร

$$\text{ปริมาณไขมัน (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันที่สกัดได้ (กรัม) x 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

ค.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณไขมันในน้ำเชื่อมขนุน

วิธีการทดลอง :

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 2 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ 50 ml
2. เติมแอลกอฮอล์ 2 ml
3. เติมกรดไฮโดรคลอริก (กรดไฮโดคลอริก25มล.+น้ำ11มล.) ผสมให้เข้ากัน
4. ตั้งในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 30 นาที พร้อมคนไปด้วย
5. เติมแอลกอฮอล์ 10 ml
6. ถ่ายใส่ Mojonnier fat extraction แล้วล้างบีกเกอร์ด้วย diethyl ether ใส่ลงใน Mojonnier fat extraction ปิดฝาและเขย่าแรงๆ 1 นาที
7. เติม petroleum ether 25 ml เขย่าแรงๆ อีก 1นาที
8. ตั้งทิ้งไว้จนส่วนบนใส รินส่วนที่เป็น ether-fat ลงใน flask ที่อบและชั่งน้ำหนักคงที่แล้ว
9. สกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยใช้ ether ชนิดละ 15 ml รินส่วนใสใส่ใน flask อันเดิม
10. นำ flask ที่ได้ไประเหย ether ออกและอบที่อุณหภูมิ $100 \pm 2^{\circ}C$ ประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วนำไปทำให้เย็น ชั่งน้ำหนัก
11. คำนวณปริมาณไขมันจากสูตร

$$\text{ปริมาณไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนัก flask ที่ได้จากข้อ 10 (กรัม) - น้ำหนัก flask ที่ได้จากข้อ 8 (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$$

ค.4 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า ตามวิธีการของ A.O.A.C (1995)

วิธีการทดลอง :

1. เผา crucible ที่ 550°C จนน้ำหนักคงที่
9. ทิ้งให้เย็นใน desiccator ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
10. ชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใส่ใน crucible ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว
11. เผาบน hot plate ในตู้ควัน จนหมดควัน
12. เผาต่อในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 550°C จนตัวอย่างเปลี่ยนเป็นสีขาวทั้งหมด
13. ทิ้งให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งน้ำหนัก
14. คำนวณปริมาณเถ้าจากสูตร

$$\text{ปริมาณเถ้า (\%)} = \frac{(A - B)}{C} \times 100$$

เมื่อ A = น้ำหนักที่แน่นอนของ crucible + ตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

B = น้ำหนักที่แน่นอนของ crucible (กรัม)

C = น้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่าง (กรัม)

ค.5 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยหยาบ ตามวิธีการของ A.O.A.C (1995)

วิธีการทดลอง :

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่อบแห้งแล้วประมาณ 2 กรัม (A) บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
2. ย่อยด้วย Sulfuric acid 0.225 N ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดนาน 30 นาที กรองบนกระดาษกรอง และล้างด้วยน้ำร้อนจนหมดกรด
3. ถ่ายกากที่ได้ลงในสารละลาย NaOH 0.313 N ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ต้มเดือดนาน 30 นาที กรองบนกระดาษกรอง และล้างด้วยน้ำร้อนจนหมดเบส
4. ล้างด้วยแอลกอฮอล์ 95% ปริมาตร 25 มิลลิลิตร จำนวน 2 ครั้ง
5. ใส่กากในถ้วย crucible

6. อบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 105-110°C นาน 2 ชั่วโมง
7. ทิ้งให้เย็นใน desiccator ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน (B)
8. เผากากที่ได้ในถ้วย crucible ในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550°C
9. ทิ้งให้เย็นใน desiccator จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน (C)
10. คำนวณปริมาณเส้นใยหยาบจากสูตร

$$\text{ปริมาณเส้นใยหยาบ (\%)} = \frac{B - C}{A} \times 100$$

เมื่อ A = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

B = น้ำหนักเถ้า + เส้นใยหยาบ (กรัม)

C = น้ำหนักเถ้า (กรัม)

ค.6 การวิเคราะห์ปริมาณเพคติน ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Ranganna (1977)

วิธีการทดลอง :

1. ชั่งตัวอย่างที่ตีป่นละเอียดแล้ว 50 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร
2. สกัดด้วย กรดไฮโดรคลอลิก 0.05 N 400 มิลลิลิตร เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นทำให้เย็น
3. กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.4 เก็บของเหลวที่กรองได้ไว้
4. สกัดกากซ้ำอีกครั้งด้วยน้ำเย็น นำไปต้มให้เดือด กรอง รวมของเหลวที่กรองได้เข้ากับของเหลวในข้อ 4
5. ปรับปริมาตรให้เป็น 1000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น
6. ทำให้เป็นกลางด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N โดยใช้ฟีนอล์ฟธาลีนเป็นอินดิเคเตอร์
7. ปิเปตสารละลายตัวอย่างมา 200 มิลลิลิตร เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N 10 มิลลิลิตร โดยคนอย่างคงที่ จากนั้นตั้งทิ้งไว้ข้ามคืน
8. เติมกรดอะซิติก 1 N 50 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที
9. เติมแคลเซียมคลอไรด์ 1 N 25 มิลลิลิตร โดยคนไปด้วย
10. ต้มเดือด 1 – 2 นาที
11. กรองผ่านกระดาษกรองที่อบและชั่งน้ำหนักคงที่ไว้แล้ว
12. ล้างตะกอนด้วยน้ำเดือดจนไม่มีคลอไรด์ ใช้ซิลเวอร์ไนเตรทเป็นอินดิเคเตอร์

13. นำกระดาษกรองที่มีตะกอนของแคลเซียมเพคเตทใส่ลงในถ้วยที่อบไว้แล้ว
14. นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส นาน 2 - 4 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่ คำนวณหาปริมาณเพคตินจากสูตร

$$\text{ปริมาณเพคติน (ในรูปแคลเซียมเพคเตท)} = \frac{\text{น้ำหนักกากที่เหลือบนกระดาษกรอง} \times 1000}{\text{นำหนักตัวอย่าง} \times 200} \times 100$$

ค.7 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

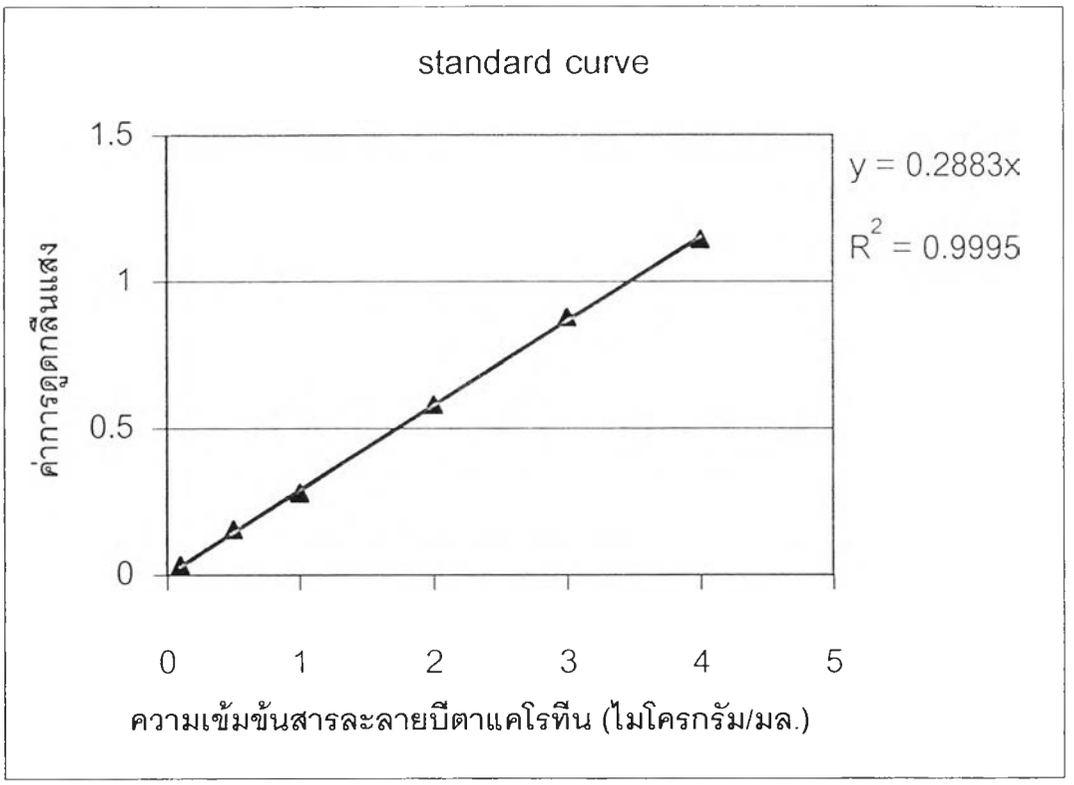
คำนวณจากสูตร

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (%) = 100 - (องค์ประกอบอื่นๆ ทั้งหมด)

ค.8 วิธีวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีน ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Ranganna (1977)

วิธีวิเคราะห์ :

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 2 กรัม บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
2. สกัดด้วยอะซิโตน ประมาณครั้งละ 10 – 15 มล. กรอง เก็บส่วนกรองได้ไว้ สกัดซ้ำหลายๆ ครั้ง จนตัวอย่างเป็นสีขาว รวมส่วนกรองได้ทั้งหมดเข้าด้วยกัน
1. ถ่ายใส่ separating fennel เติมปิโตรเลียมอีเธอร์ 15 มล. เขย่าแรงๆ
2. เติมสารละลายโซเดียมซัลเฟต 10% (w / v) ครั้งละ 10 มล. เขย่าแรงๆ ทำซ้ำจนสารละลายที่เป็นชั้นสีเหลืองใน
3. ไขสารละลายด้านล่างทิ้ง เก็บสารละลายด้านบนที่เป็นสีเหลืองใสไว้
4. ปรับปริมาตรเป็น 50 มล. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 446 nm
5. ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด (ในรูป บีตาแคโรทีน) หาได้จากกราฟมาตรฐานของค่าการดูดกลืนแสงของ บีตาแคโรทีน ที่ความเข้มข้นต่างๆ (ภาพที่ ค.1)



ภาพที่ ค.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายบีตาแคโรทีน

ค.9 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด ตามวิธีการของ A.O.A.C. (1995)

วิธีวิเคราะห์ :

1. เจือจางตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอนด้วยน้ำกลั่นต้มเดือดใหม่ๆ
2. ไตเตรทด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N โดยใช้ฟีนอล์ฟธาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ ไตเตรทจนได้จุดยุติเป็นสีชมพูคงอยู่อย่างน้อย 30 วินาที
3. คำนวณปริมาณกรดทั้งหมดโดยใช้สูตร

$$\%TA\ (as\ citric\ acid) = \frac{NxVx0.7x100}{sample(g)}$$

เมื่อ N คือ ความเข้มข้นเป็นนอร์มอลที่แน่นอนของสารละลาย Sodium hydroxide

V คือ ปริมาตร (ml) ของสารละลาย Sodium hydroxide ที่ใช้ไตเตรท

ค.10 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ตามวิธีการของ A.O.A.C (1995)

วิธีเตรียมสารเคมี :

1. Shaffer-Somogyi carbonate 50 reagents

ละลาย anhydrous Na_2CO_3 จำนวน 25 กรัม และ 25 กรัม Knatartrate.$4H_2O$ (Rochelle salt) ในน้ำกลั่น 500 มล. ค่อยๆ รินสารละลาย $Cu_2SO_4.5H_2O$ (ใช้ 100 กรัมของ $Cu_2SO_4.5H_2O$ ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร) เติม $NaHCO_3$ 20 กรัม คนให้ละลาย เติม KI 5 กรัม เทสารละลายลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 1 ลิตร เติมสารละลาย 0.1N KIO_3 250 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman No.4 ทิ้งไว้ค้างคืนก่อนใช้

2. Iodide-oxalate solution

ละลาย KI 2.5 กรัม และ $K_2C_2O_4$ 2.5 กรัม ในน้ำกลั่น เทสารละลายลงในขวดปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น (ใช้ได้ 1 สัปดาห์)

3. Thaiosulfate standard solution

เตรียมสารละลาย 0.005N $Na_2S_2O_3.5H_2O$ จาก standard stock ของ $Na_2S_2O_3.5H_2O$ (ละลาย $Na_2S_2O_3.5H_2O$ ประมาณ 25 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มเดือดอย่างอ่อนๆ 5 นาที) แล้วถ่ายใส่ขวดสีชาเก็บไว้ในตู้เย็น

การ standardization **สารละลาย** sodium thiosulfate

ชั่ง $K_2Cr_2O_7$ ที่ผ่านการอบแห้งแล้ว 0.007-0.015 กรัม ใส่ฟลาสก์ เติม KI 2 กรัม และน้ำกลั่น 8 มล. จากนั้นเติม HCl 1N 20 มล. เขย่าให้ละลาย นำไปเก็บในที่มืด 10 นาที แล้วนำไปไตเตรทกับสารละลาย 0.005N ของ $Na_2S_2O_3.5H_2O$ ที่เตรียมไว้โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์

$$\text{Noamality ของ } Na_2S_2O_3 = \frac{\text{น้ำหนัก (กรัม) ของ } K_2Cr_2O_7 \times 1000}{\text{มล.ของ } Na_2S_2O_3 \text{ ที่ใช้ไตเตรท} \times 49.032}$$

4. Starch indicator

ละลาย soluble starch 0.5 กรัม ในน้ำเดือด 100 มล. จนได้สารละลายใส

วิธีวิเคราะห์ :

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 5 มล. ใส่ในหลอดทดลอง
2. เติมสารละลาย shaffer 5 มล. เขย่าให้เข้ากัน และเตรียม blank โดยใช้น้ำกลั่น 5 มล. แทนสารละลายตัวอย่าง
3. ต้มในอ่างน้ำเดือด 15 นาที ค่อยๆ นำหลอดไปแช่ในน้ำเย็น 4 นาที พยายามไม่ให้เกิดการเขย่า

4. เติมสารละลาย iodide-oxalate 2 มล. ลงทางด้านข้างของหลอดทดลองอย่างช้าๆ แล้วเติมสารละลาย 2N H_2SO_4 3 มล. เขย่าให้ผสมกัน
5. แช่ในอ่างน้ำเย็น 5 นาที (เขย่าประมาณ 2 ครั้ง)
6. ไตเตรทกับ0.005N $Na_2S_2O_3$ โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ นำปริมาณของ $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ไตเตรทตัวอย่างลบออกจากที่ใช้ไตเตรท blank แล้วหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของกลูโคส จากสูตร

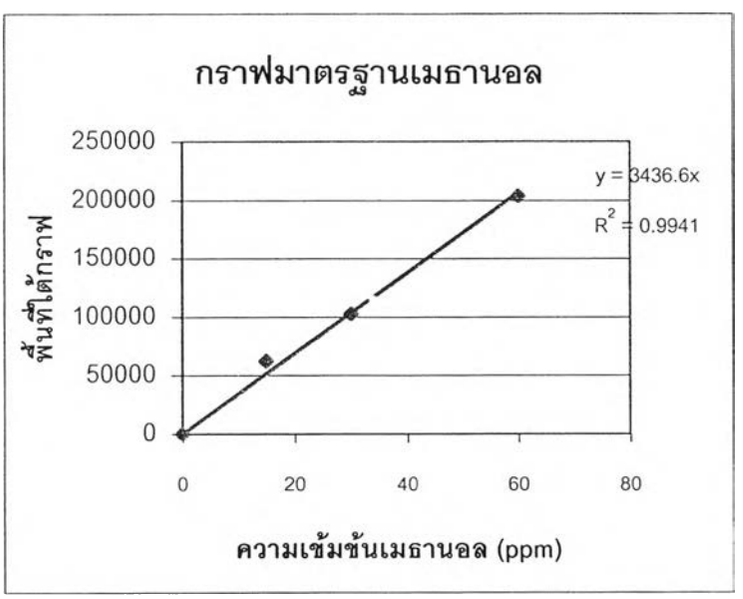
mg glucose = 0.1099xml0.005N $Na_2S_2O_3$ +0.048

ค.10 การวิเคราะห์ปริมาณเมธานอล โดยใช้ gas chromatography **ดัดแปลง จากวิธีการของ** A.O.A.C. (1995)

สภาวะที่ใช้ :

Column	DX-10 (glass packed column)
Column temperature	100°C
Injection temperature	100°C
Detection temperature	120°C
Carrier gas	hydrogen (flow rate 30 ml/min)

หาปริมาณเมธานอลจากกราฟมาตรฐาน (ภาพที่ ค.2)



ภาพที่ ค.2 กราฟมาตรฐานเมธานอล

ภาคผนวก ง

การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

ง.1 การตรวจหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ดัดแปลงจากวิธีการของ A.O.A.C. (1995)

อาหารเลี้ยงเชื้อ :

Plate count agar เตรียมที่ความเข้มข้น 23.5 กรัม / น้ำ 1 ลิตร ต้มให้ละลายหมด นำไปฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

วิธีการทดลอง :

1. ปิเปตตัวอย่าง 1 ml ลงในหลอดทดลองมีฝาปิดที่มีน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 9 ml (สารละลายนี้ถือเป็น dilution ที่ 10^{-1})
2. ผสมให้เข้ากันด้วย shaker
3. เจือจางถึง dilution 10^{-2}
4. ปิเปตสารละลายเจือจาง 10^{0} 10^{-1} และ 10^{-2} จำนวน 1 ml ลงใน sterile plate dilution ละ 2 plate
5. pour plate ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อที่หลอมเหลวอุณหภูมิประมาณ $45^{\circ}C$
6. incubate ที่อุณหภูมิ 35-37$^{\circ}C$ นาน 48 ชั่วโมง
7. นับ plate ที่มีโคโลนีขึ้นระหว่าง 30-300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยแล้ว คำนวณเป็น cfu/ml

ง.1 การตรวจหาจำนวนยีตส์และรา ดัดแปลงจากวิธีการของ A.O.A.C. (1995)

อาหารเลี้ยงเชื้อ :

Plate count agar เตรียมที่ความเข้มข้น 39 กรัม / น้ำ 1 ลิตร ต้มให้ละลายหมด นำไปฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที ทำให้เย็นจนมีอุณหภูมิ 45 – 50 องศาเซลเซียส เติมสารละลายกรดทาร์ทาริกที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 18 มล. ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ 100 มล. เทอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมแล้วลงใน plate ทิ้งให้แข็งตัว 1 คืน แล้วจึงนำมาใช้

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน

ตารางที่ จ.1 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนคะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความพอใจต่อกลิ่นของยวงขนุนพันธุ์มาเลย์ ที่มีของแข็งทั้งหมดในช่วงต่างกัน

SOV	df	MS		
		กลิ่นหอมของขนุน	กลิ่นผิดปกติ	การยอมรับรวม
Treatment	2	36.611*	31.539*	122.666*
Panelist	8	1.451	1.548*	0.383
Error	43	0.524	0.359	0.549

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ จ.2 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนคะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความพอใจต่อกลิ่นของยวงขนุนพันธุ์จำปากรอบ ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด ในช่วงต่างกัน

SOV	df	MS		
		กลิ่นหอมของขนุน	กลิ่นผิดปกติ	การยอมรับรวม
Treatment	2	10.555*	43.863*	47.190*
Panelist	8	0.723	3.464*	2.447*
Error	43	0.636	0.444	0.311

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ จ.3 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของความหนืดของขนุนตีป่น และร้อยละของน้ำขนุนที่สกัดได้จากขนุนพันธุ์มาเลย์ หลังบ่มด้วยเอนไซม์เป็นเวลา 30 60 90 120 150 และ 180 นาที

SOV	df	MS	
		ความหนืด	%yield
Between group	5	318746.500*	578.879*
Within group	12	2030.667	3.346
Total	17		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ จ.4 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของความหนืดของขนุนตีป่น และร้อยละของน้ำขนุนที่สกัดได้จากขนุนพันธุ์จำปากรอบ หลังบ่มด้วยเอนไซม์เป็นเวลา 30 60 90 120 150 และ 180 นาที

SOV	df	MS	
		ความหนืด	%yield
Between group	5	318746.500*	633.512*
Within group	12	2030.667	6.856
Total	17		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ จ.5 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำเชื่อมขนุน

SOV	df	MS					
		ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	น้ำตาลรีดิวซ์	แคโรทีน
Between gr.	3	0.112	0.604*	0.142*	9.516E-02*	0.142*	114.218*
Within gr.	8	0.380	5.983E-03	5.100E--03	1.500	5.100E--03	0.129
Total	11						

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ จ.6 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำเชื่อมขนุน

SOV	df	MS			
		pH	ปริมาณกรด	ความหนืด	A_w
Between gr.	3	0.294*	0.130*	2294.083*	1.697E-03*
Within gr.	8	2.417E-03	1.800E-03	15.750	1.925E-05
Total	11				

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ จ.7 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าสี (L,a*,b*) ของน้ำเชื่อมขนุน

SOV	df	MS		
		L	a*	b*
Between group	3	2.994	15.457*	71.184*
Within group	8	0.669	9.875E-03	0.245
Total	11			

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ จ.8 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนคะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความพอใจต่อคุณลักษณะต่างๆ ของน้ำเชื่อมขนุน

SOV	df	MS			
		สี	ความคงตัว	กลิ่น	ความชอบรวม
Treatment	3	155.271*	1.170E-02	18.685*	13.728*
Panelist	8	0.387*	1.060*	0.305	0.538
Error	60	9.632E-02	3.091E-02	0.308	0.375

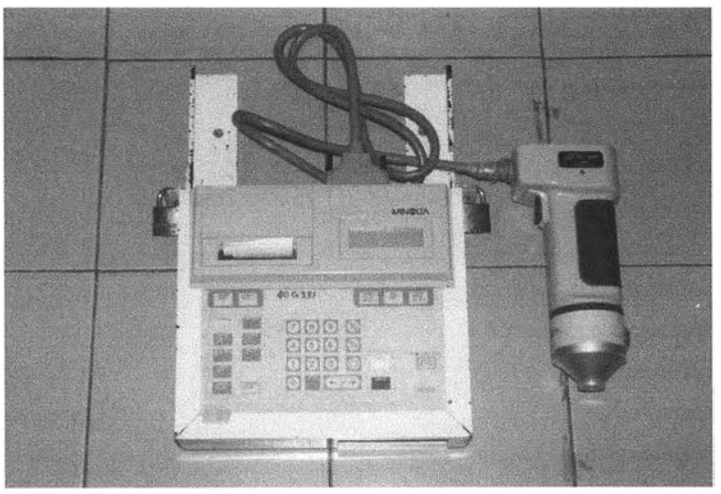
* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ จ.9 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนคะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นน้ำเชื่อมขนุนที่อุณหภูมิต่างๆ

SOV	df	MS		
		กลิ่นขนุน	กลิ่นผิดปกติ	การยอมรับรวม
Treatment	4	55.170*	50.667*	12.075*
Panelist	8	0.588*	1.434*	1.087*
Error	77	0.230	0.189	0.203

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย



ภาพที่ ฉ.3 เครื่องวัดสี (Minolta Chroma meter, CR-300series, Japan)

ภาพที่ ฉ.4 เครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็ง(Hetro, Dry winner8, Denmark)

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวดวงภรณ์ รัตนทัศนีย เกิดเมื่อวันที่ 14 มีนาคม 2520 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปีการศึกษา 2540 และได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี 2541 มีผลงานทางวิชาการเรื่องกระบวนการแปรรูปโดยเอนไซม์และลักษณะเฉพาะของน้ำเชื่อมขนุน อยู่ในระหว่างการตีพิมพ์ในวารสารอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์