เอกสารอ้างอิง

1. นที ทองเขาอ่อน, "มะพร้าว," กองพืชสวน, กรมวิชาการเกษตร, 2528.

2. ดวงเดือน อินทร. "มะพร้าวขูดแห้ง," วารสารวิทยาศาสตร์ไทย, 5 (46), 7-8, 2521.

3. กองส่งเสริมพืชพันธุ์, "สถิติการนำเข้าและส่งออกไม้ผลชนิดต่าง ๆ ปี 2526-2527," ฝ่ายไม้ผล, กรมส่งเสริมการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ, 2526-2527.

4. โอวาท จุฑานนท์, พืชเศรษฐกิจ เล่ม 2, ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2527.

5. กรมวิทยาศาสตร์, "มะพร้าว-พืชอุตสาหกรรมที่น่าสนใจ," วารสารวิทยาศาสตร์การอาหาร, 2 (2) 65-70, 2513.

6. อรุณ เขมฤกษ์อำพล, "มะพร้าว," สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคใต้จังหวัดสงขลา, กรมส่งเสริมการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2521.

7. Thampan, P.K., The Coconut Plam and Its Products, Green Yilla Publishing House, 1978.

8. Child Reginale, Coconut, LONGMAN GROUP, LONDON, 2nd ed., 1974.

9. Linard, F.M., W.F., Wilkins, Volatiles Flavors Components of Coconut Meat," J. Food Sci., 35, 358-359, 1970.

10. สร้อยถวิล เดชารักษ์, สมพิศ อยู่วิจิตร, ประเสริฐ ทองทิพย์, สุพัตรา พันชาตรี และยุทธนา ดำรงภาวทรัพย์, "มะพร้าว," เอกสารเผยแพร่กรมการค้าภายใน, กระทรวงพาณิชย์, 2526.

11. Woodroof, J.G., Coconut : Product, Processing Product, AVI Publishing Company. INC Westsport, Connecticut, 1970.

12. ศรีประพันธ์ ฟุ้งเกียรติ, "การวิจัยเรื่องเนื้อมะพร้าวแห้ง," กองค้นคว้าและทดลอง, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ, 2510.

13. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. "มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมะพร้าวอบแห้ง, มอก.120-2522," กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ, 2522.

14. Industrial Sales Department, "Baker's Coconut for the Food Industries," Dover, 1977.

15. Asian and Pacific Coconut Community, "Coconut Processing Technology Information Documents Part 4 of 7 Desiccated Coconut," 1982.

16. Rajasekharan, N., D.S. Bhatia, "Processing of Desiccated Coconut," The Indian Coconut Journal, 15 (2), 48, 1962.

17. Amglemier, A.F., M.W. Montgomery, Principle of Food Science, Part I. pp. 205-283, Edited by O.R. Fennema, New York: Marcel Dekker, 1975.

18. ชวลี สุรวัฒนานนท์, "ผลิตภัณฑ์เนื้อมะพร้าวชิ้นเล็กอบแห้ง," ปัญหาพิเศษภาควิชา-วิทยาศาสตร์การอาหาร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523.

19. วิชัย หฤทัยธนาสันติ์, "มะพร้าวและประโยชน์จากมะพร้าว," วารสารวิทยาศาสตร์การอาหาร, 2 (2), 13, 2513.

20. Myer, L.H., Food Chemistry, New Delhi: Affiliated East West Press, 1973.

21. Biltcliffe, D.O. "Chemistry of Browning Reaction in Model System," J. of Agri.and Food Chem., 1, 928-935, 1953.

22. Borton, H.S., D.J. McWeeny, "Non-enzymic Browning: The Role of Unsaturated Carbonyl Compounds as Intermediates and of SO_2 as an Inhibitor of Browning," J. of Agri. and Food Chem., 14, 911-919, 1963.

23. Robert, A.C., D.J. McWeeny, "The Uses of sulphurdioxide in the food industry," J. Food Technol., 7, 211-238, 1970.

24. ประสิทธิ์ อติระกุล, ผักและผลไม้, ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2525.

25. McBean, D.McG., "Level of free and combined SO_2 in fruits during sulphuring and drying," Food Technol., 21, 112-116, 1967.

26. McBean, D.McG., M.W. Miller, A.A. Johnson and, J.I.Pitt, "Sulphur dioxide levels for sulphuring tree fruits before drying," Food Preserv. Q., 27 (1), 22-27, 1967.

27. Joslyn, M.A., J.B.S. Braverman, "The chemistry and technology of the pretreatment and preservation of fruit and vegetable products with sulphur dioxide and sulphite," Advances in Food Res., 5, 97-160, 1954.

28. Bolin,HH.R., F.P. Boyle, "Effect of storage and processing on SO_2 in preserved fruits," Food Prod. Dev., 6, 82-86, 1972.

29. Schaulthm et al., "Lipid and Their Oxidation," Symposium on Foods, Connecticut: The AVI Publishing, 1962,

30. Dugan, L.R., Jr., "Lipid," Principle of Food Science (Fennema, O.R. editior), Part 1, PP, 168-187, Marcel Dekker Inc., New York, 1976.

31. Sidwell, C.G., "Measurement of Oxidation in Dried Milk Products with Thiobarbituric Acid, J. Am. Oil Chem. Soc., 32, 13-16, 1955.

32. Tarladgis, B.G., "Distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde rancid food," J. Am. Oil. Chem. Soc., 38, 44-48, 1960.

33. Werjburg, O.B., "Antioxidant," Handbook of Food Additives (Furia, T.E. ed.), Vol. I, pp.308-350, CRC Press, New York, 2nd ed., 1972.

34. A.O.A.C., "Official Methods of Analysis of theAssociation of Official Agricultural Chemists," 12th ed., Washington, D.C., 1980.

35. สาธารณสุข, กระทรวง. ประกาศเรื่อง การใช้วัตถุเจือปนในอาหาร และฉลากสำหรับอาหารที่มีวัตถุเจือปนในอาหาร ฉบับที่ 20, 2517.

36. ICMSF. Microorganism in Food I: Their significance and methods of enumeration, A publication of the International Commission on Microbiological Specification of Foods, Toronto, Canada, 2nd ed., 1978.

37. Pearson, D., The Chemical Analysis of Food, New York: Chemic l Publishing, 6th ed., 1970.

38. Rangana, S., Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products, Tata Mc.Graw-Hill Publishing Company Ltd., New Delhi, 1977.

39. Snedecor, G.W., W.G., Cocharn, Statistical Methods 6th ed., chapter 12., pp. 339-379, Iowa State University Press, 1973.

40. จรัญ จันทลักขณา, สถิติวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย, ไทยวัฒนาพานิช, พิมพ์ครั้งที่ 4, 2523.

41. Karel, M., "Protective Packaging of Food," Principle of Food Science (Fennema, O.R..editor), Part 2, pp. 400-455, Marcel Dekker Inc., New York, 1975.

42. กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรม, "การใช้ประโยชน์จากมะพร้าว." 2 (1-4), 24, 2513.

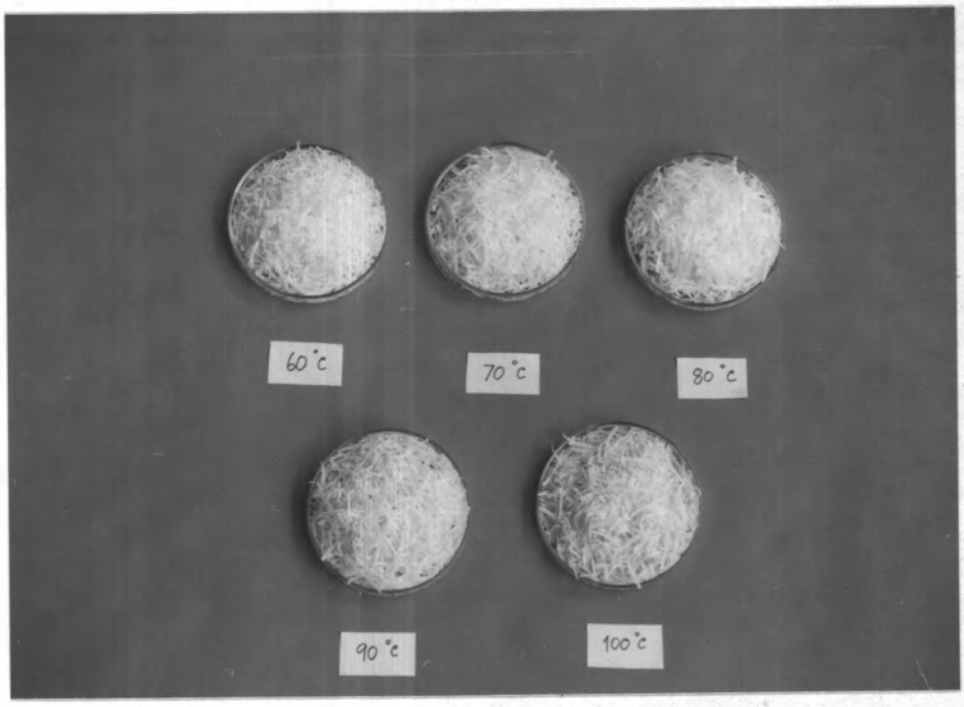
43. ธิติรัตน์ ปานม่วง, "การศึกษาการเก็บถนอมน้ำกะทิ," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

44. Food and Agriculture Organization of the United Nations Work Health Organization. A Review of the Technological Efficacy of some Antioxidant and Synergists. Rome, 1972.

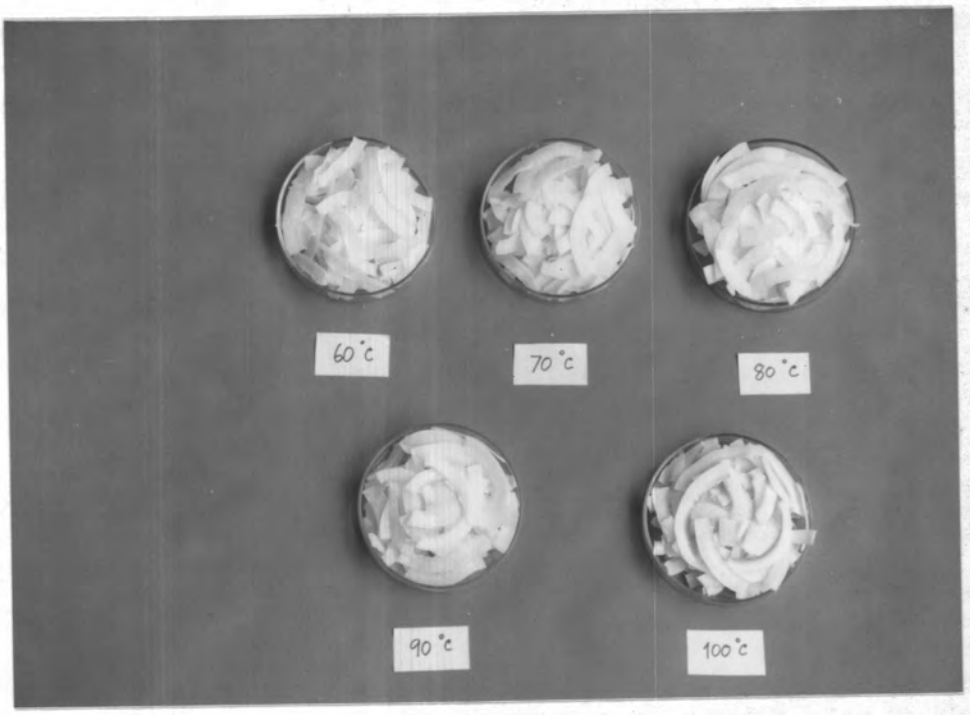
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รูปที่ ก-1 มะพร้าวอบแห้งชนิดผงเมื่ออบที่อุณหภูมิ 60, 70, 80, 90 และ 100 องศาเซลเซียส



รูปที่ ก-2 มะพร้าวอบแห้งชนิดเส้นเมื่ออบที่อุณหภูมิ 60, 70, 80, 90 และ 100 องศาเซลเซียส



รูปที่ ก-3 มะพร้าวอบแห้งชนิดแผ่นเมื่ออบที่อุณหภูมิ 60, 70, 80, 90 และ 100 องศาเซลเซียส

ภาคนวก ข

ตารางที่ ข-1 Properties of some plastics used in food packaging

Property	Low density polyethylene	High density polyethylene	Poly propylene	poly styrene
Tensile strength (MN/m^2)	7-16	22-38	30-39	35-83
Ultimate elongation (%)	90-650	50-800	50-600	1-3
Impact strength (ft lb./in of notch)	Do not break	2-12	2.5-4.0	0.2-0.35
Softening point (^oC) (VICAT)	85-87	120-130	150	83-103
Water vapor transmission (g per mil per 100 in^2 day 100^oF and 90% RH)	1.0-1.5	0.3-0.4	0.25	0.7-10.0
Oxygen permeability (CC. per mil per 100 in^2 day atm adn 23^oC)	420	120	150	350
Clarity/transparency	Translucent to opaque	Translucent to opaque	Transparent to translucent	Transparent

ภาคผนวก ค

ตาราง ค-1 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในมะพร้าวอบแห้งชนิดผง ชนิดเส้น และชนิดแผ่น เมื่อใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ปริมาณต่าง ๆ โดยวิธีพ่นเป็นฝอย

ปริมาณโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ที่ใช้ (ppm)	ปริมาณโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ที่ตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ (ppm)		
	ชนิดผง	ชนิดเส้น	ชนิดแผ่น
200	37.8	20.2	26.4
300	88.4	117.2	92.0
400	119.4	132.0	104.64
500	168.4	180.5	461.75
600	377.2	276.6	258.7
700	385.2	414.2	488.3

ตาราง ค-2 ปริมาณ BHT ที่ตกค้างในมะพร้าวอบแห้งชนิดผง เมื่อใช้ BHT 0.005% และ 0.01% โดยวิธีพ่นเป็นฝอย

ปริมาณ BHT ที่ใช้ (ppm)	ปริมาณ BHT ที่ตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์
50	45
100	80

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบคุณภาพของมะพร้าวที่ผ่านการลวก

วันที่ทดสอบ.....

ชื่อ.....เพศ.....เวลา.....น.

โปรดให้คะแนนคุณภาพของมะพร้าว

1. ลักษณะสี

ขาวมาก	3
คล้ำเล็กน้อย	2
คล้ำและออกสีน้ำตาล	1

2. ลักษณะกลิ่น

หอมกลิ่นมะพร้าวมาก	3
หอมกลิ่นมะพร้าวเล็กน้อย	2
ไม่มีกลิ่นหอมของมะพร้าว	1

คุณภาพ					
สี					
กลิ่น					

คำแนะนำ.....

ขอขอบพระคุณมาก

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของมะพร้าวอบแห้งชนิดผง ชนิดเส้น และชนิดแผ่น

วันที่ทดสอบ.....

ชื่อ.....เพศ.....เวลา.....น.

พิจารณาตัวอย่างที่นำมาให้ทดสอบ แล้วให้คะแนนการยอมรับตามความเหมาะสม

การยอมรับ	คะแนน
ชอบมากที่สุด	9
ชอบมาก	8
ชอบเล็กน้อย	7
ชอบ	6
เฉย ๆ	5
ไม่ชอบ	4
ไม่ชอบเล็กน้อย	3
ไม่ชอบมาก	2
ไม่ชอบมากที่สุด	1

คุณภาพ					
สี กลิ่น					

ข้อเสนอแนะ.....

ขอขอบพระคุณมาก

ภาคผนวก จ

1. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน โดยวิธี Soxhlet method A.O.A.C. 1980-7.056

เครื่องมือ

1. thimble
2. Soxhlet apparatus
3. heating mantle
4. desiccator
5. Oven

สารเคมี

- Petroleum ether

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างที่แห้ง 2-5 กรัม (ทราบน้ำหนักแน่นอน) ห่อด้วยกระดาษกรองแล้วนำไปใส่ใน thimble ใน extraction tube ของ Soxhlet apparatus

2. ใส่ Petroleum ether ประมาณ 200 มิลลิลิตร ลงในขวดก้นกลม (ของ Soxhlet apparatus) ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว

3. นำไป reflux บน heating mantle ใช้อุณหภูมิปานกลางโดยให้อัตราการกลั่นตัวของ Petroleum ehter 2-3 หยดต่อวินาที ใช้เวลาในการ reflux 16 ชั่วโมง

4. ระเหยเอา Petroleum ether ออกจากขวดก้นกลมที่สกัด fat จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 30 นาที

5. ทำให้เย็นใน desiccator ชั่งน้ำหนัก flask

การคำนวณ

$$\% \text{ fat} = \frac{(\text{น้ำหนักของ flask + fat}) - \text{น้ำหนักflask}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้}} \times 100$$

2. การวิเคราะห์กรดไขมันอิสระ

<u>เครื่องมือ</u>

1. เครื่องชั่ง SAUTER ชนิดไฟฟ้า
2. Burette 50 มิลลิลิตร , Pyrex
3. Erlenmeyer Flask 125 มิลลิลิตร , Pyrex

<u>สารเคมี</u>

1. Diethyl Ether
2. Alcohol 95%
3. Phenolphthalein
4. Sodium Hydroxide

<u>สารละลาย</u>

1. Phenolphthalein solution 1%
2. Sodium hydroxide solution 0.1 Normal

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

1. ผสม Diethyl Ether 25 มิลลิลิตร กับ Alcohol (95%) 25 มิลลิลิตร และ Phenolphthalein solution 1 มิลลิลิตร เข้าด้วยกัน

2. ทำสารละลายข้อ 1 ให้เป็นกลางด้วย 0.1 M. Sodium Hydroxide ประมาณ 2-3 หยด

3. นำตัวอย่างที่ชั่งแล้วประมาณ 1-10 กรัม ใส่ลงในสารละลายที่ทำให้เป็นกลางแล้วนั้น เขย่าให้เข้ากันดี

4. ไตเตรทด้วย 0.1 M. Sodium Hydroxide Solution พร้อมกับเขย่าอย่างสม่ำเสมอ จนกระทั่งเกิดสีชมพูขึ้น และสีนั้นคงอยู่ 15 นาที วัดปริมาณของสารละลายที่ใช้ในการไตเตรทไว้

ทำสองตัวอย่างแล้วหาค่าเฉลี่ย

<u>การคำนวณ</u>

$$\text{Acid Value} = \frac{\text{ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการไตเตรท}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้}} \times 100$$

3. การวิเคราะห์ปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงสี

ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสีโดยใช้ Ethyl alcohol 50% สกัดสีจากตัวอย่าง

อุปกรณ์

1. หลอดแก้วยาว
2. เครื่องเหวี่ยง
3. Mixer
4. Spectrophotometer (Spectronic 21)

สารเคมี

- 50% Ethyl alcohol

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างน้ำหนักแน่นอน 3 กรัม ใส่ในหลอดแก้วยาว
2. เติม 50% Ethyl alcohol
3. เขย่าแรง ๆ ให้เข้ากันโดยใช้ Mixer แล้วนำเข้าเครื่องเหวี่ยงเป็นเวลา 30 นาที
4. กรองด้วยกระดาษกรอง แยกเอาเฉพาะสารละลายใส
5. วัดสภาพการดูดกลืนแสงของสารละลายใสที่แยกได้ โดยใช้ Spectronic 21 วัดที่ 420 นาโนเมตร และใช้เอทธิลอัลกอฮอล์ 50% เป็นตัวเทียบ (Blank) สภาพการดูดกลืนแสดงที่วัดได้จะเป็นตัวชี้ความมากน้อยของปฏิกิริยา

4. การวิเคราะห์ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมัน โดยใช้วิธีการของ Tarladgis (48)

ตรวจสอบกลิ่นหืนโดยการกลั่นมาโลนัลดีไฮด์ออกจากตัวอย่าง และทำปฏิกิริยากับ 2-thiobarbituric acid เพื่อหาค่า

อุปกรณ์

1. Kjeldahl flask
2. ชุดกลั่น
3. Water bath
4. หลอดแก้วยาว
5. Spectrophotometer (Spectronic 21)

สารเคมี

1. 2-thiobarbituric acid
2. Glacial acetic acid
3. 4 N. HCl

วิธีการ

1. เตรียม TBA reagent โดยใช้

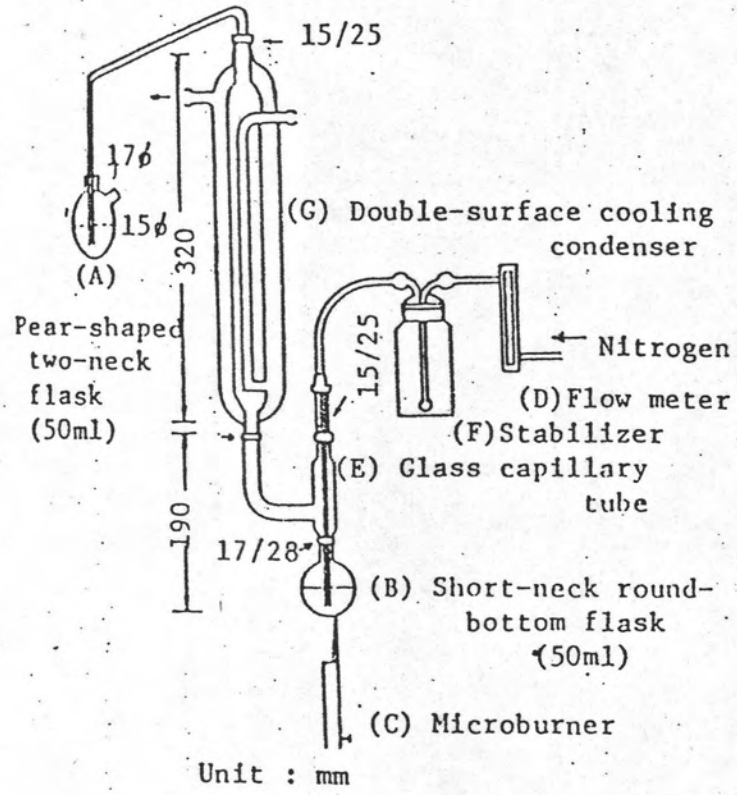
2-Thiobarbituric acid	0.2883	กรัม
Glacial acetic acid	90	มล.
น้ำ	10	มล.

2. เตรียมเครื่องมือการกลั่น และกลั่นตามวิธีต่อไปนี้ คือ

- ชั่งตัวอย่างน้ำหนักแน่นอน 10 กรัม ใส่ใน
- เติมน้ำกลั่น 97.5 มล. และกรด 4 M. HCl 2.5 มล. เขย่าให้เข้ากัน แล้วใส่เศษกระเบื้อง 2-3 ชิ้น
- นำไปกลั่นบนเตา โดยให้ความร้อนมากสุด เพื่อให้เดือดเร็วที่สุด
- เก็บของเหลวที่กลั่นได้ เมื่อปริมาตรครบ 50 มล. ปิดขวดที่เก็บของเหลว แล้วเขย่ากลับไปกลับมาให้ผสมกันที่ก่อนนำไปใช้
- ใช้ปิเปตดูดของเหลวที่กลั่นได้จำนวน 5 มล. ใส่ในหลอดแก้วที่มีจุกปิด
- ใช้ปิเปตดูดสารละลาย TBA จำนวน 5 มล. ใส่ในหลอดแก้วที่มีของเหลวที่กลั่นได้ ปิดฝาหลอด แล้วผสมให้เข้ากัน
- คลายฝาออก จุ่มหลอดแก้วในอ่างน้ำเดือด ต้มเป็นเวลา 35 นาที
- เมื่อครบเวลา ทำให้หลอดแก้วเย็น โดยแช่ในน้ำประปา เป็นเวลา 10 นาที
- ได้สารละลายสีชมพู นำมาวัดสภาพการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่อง Spectronic 21 วัดที่ 538 นาโนเมตร และใช้น้ำรวมกับสารละลาย TBA อย่างละ 5 มล. เป็นตัวเทียบ (Blank) สภาพการดูดกลืนแสงที่วัดได้ เมื่อคูณด้วยค่าคงที่ 7.8 จะเป็นค่า TBA ซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมของมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง

5. การวิเคราะห์ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ชุดกลั่น



รูปที่ จ-1 ชุดกลั่นซัลเฟอร์ไดออกไซด์

นอกจากชุดกลั่นดังกล่าวแล้วยังมี Nitrogen gas cylinder with pressure reducing value Reagents

1. Methanol

2. H_2O_2 solution 3.0% (w/v) เจือจาง 10 มล. ของ 30% H_2O_2 ปรับด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 100 มล. (เตรียมใหม่ ๆ)

3. Indicator ผสมของ 0.03% methyl red (in ethanol) และ 0.05% methylene blue (in ehtanol) แล้วกรอง

4. NaOH 0.01 M.

5. conc. Phosphoric acid (88%) หรือ conc. HCl

วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง ต้องคาดคะเนปริมาณ SO_2 ของตัวอย่างที่จะหาโดยคร่าว ๆ เพื่อชั่งปริมาณตัวอย่างและการใช้น้ำตามตารางข้างล่าง แล้วใส่ในน้ำกลั่น

ตาราง จ-1 การเตรียมตัวอย่าง

ปริมาณ SO_2 (ppm)	น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)	ปริมาตรน้ำ (มล.)
10	50	20
10-100	25	30
มากกว่า 100	10	40

2. ใส่ 50 มล. 3% ของ H_2O_2 ใน receiver ตัวที่หนึ่ง (A_1) พร้อมกับหยด indicator เล็กน้อย จากนั้นปรับให้เป็นกลางด้วย 0.01 N NaOH ทีละหยดจนสีของ indicator เปลี่ยนจากชมพูเป็นเขียว

3. ใส่ 15 มล. ของ H_2O_2 ที่เป็นกลาง (ปรับด้วย NaOH) ใน receiver ตัวที่สอง (A_2)

4. เติม 15 มล. ของ H_3PO_4 ในขวดกลั่น ต่อ condencer โดยเร็ว

5. ปล่อยก๊าซไนโตรเจนควบคุมโดยให้มีฟอง 1 ครั้ง/วินาที

6. ให้ความร้อนจนเดือด แล้วลดความร้อนลงพอให้เดือด น้อย ๆ เป็นเวลา 30 นาที

7. รวบรวมสารละลายจาก Receivers ทั้งสองตัวโดยใช้น้ำกลั่นล้างที่ tube ส่วนที่จุ่มอยู่ในของเหลว

8. ไตเตรทสารละลายจากข้อ 7 ที่ได้ (H_2SO_4) โดยใช้ 0.01 N. NaOH จะปรากฏสีเขียว

การคำนวณ

$$SO_2 \text{ (ppm)} = \frac{(V) \times (N) \times (32) \times (1000)}{S}$$

V = มล.ของ NaOH ที่ใช้ไตเตรท

N = normality ของ NaOH

S = น้ำหนักเป็นกรัมของตัวอย่าง

ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างการคำนวณค่าความแปรปรวนและการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test (47)

ตัวอย่างการคำนวณค่าความแปรปรวน

ในที่นี้จะยกตัวอย่างการคำนวณค่าความแปรปรวนของค่า OD_{420} ของมะพร้าวอบแห้งชนิดผงที่ใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ความเข้มข้น 0, 0.02 และ 0.04% โดยวิธีแช่ในสารละลายและวิธีพ่นเป็นฝอย เมื่อเก็บเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง ตัวแปรที่ศึกษาคือ ความเข้มข้นของโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ ($Na_2S_2O_5$) วิธีการใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ ($Na_2S_2O_5$) และอายุการเก็บ

วิธีการคำนวณค่าความแปรปรวนเริ่มจากเก็บข้อมูลค่า OD_{420} ของมะพร้าวอบแห้งชนิดผงลงในตารางที่ ฉ-1 คำนวณหาความแปรปรวนตามวิธีของ Snedcor (47) ดังต่อไปนี้

ตารางที่ ฉ-1 แสดงค่า OD_{420} เมื่อใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์โดยวิธีแช่ในสารละลายและพ่นเป็นฝอย ความเข้มข้น 0, 0.02 และ 0.04% เมื่อเก็บ 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

อายุการเก็บ (A)	วิธีการใช้ $Na_2S_2O_5$ (B)	ความเข้มข้น $Na_2S_2O_5$ (%) (C)	OD_{420} การทดลองครั้งที่ 1	OD_{420} การทดลองครั้งที่ 2	OD_{420} ผลรวม	OD_{420} เฉลี่ย
0	B_1	0	0.012	0.010	0.022	0.011
		0.02	0.002	0.003	0.005	0.002
		0.04	0.002	0.001	0.003	0.001
	B_2	0	0.012	0.010	0.022	0.014
		0.02	0.004	0.003	0.007	0.002
		0.04	0.003	0.002	0.005	0.002
1	B_1	0	0.015	0.013	0.028	0.014
		0.02	0.003	0.002	0.005	0.002
		0.04	0.002	0.003	0.005	0;002
	B_2	0	0.015	0.013	0.028	0.014
		0.02	0.006	0.005	0.011	0.005
		0.04	0.006	0.003	0.009	0.004
2	B_1	0	0.018	0.017	0.135	0.017
		0.02	0.004	0.005	0.009	0.004
		0.04	0.002	0.004	0.006	0.003
	B_2	0	0.018	0.017	0.035	0.017
		0.02	0.010	0.008	0.018	0.009
		0.04	0.009	0.008	0.017	0.008
3	B_1	0	0.016	0.017	0.033	0.016
		0.02	0.015	0.016	0.031	0.015
		0.04	0.010	0.009	0.019	0.009
	B_2	0	0.016	0.014	0.033	0.016
		0.02	0.015	0.016	0.031	0.016
		0.04	0.017	0.016	0.033	0.015
4	B_1	0	0.020	0.019	0.039	0.019
		0.02	0.019	0.018	0.037	0.018
		0.04	0.013	0.012	0.025	0.012
	B_2	0	0.020	0.019	0.039	0.019
		0.02	0.020	0.019	0.039	0.019
		0.04	0.018	0.019	0.037	0.018
		ผลรวม	0.342	0.324	0.666	0.333

ตารางที่ ฉ-2 พิจารณาเฉพาะวิธีการใช้ $Na_2S_2O_5$ และอายุการเก็บ

วิธีการใช้ $Na_2S_2O_5$ (B)	อายุการเก็บ (เดือน) (A)					ผลรวม
	0	1	2	3	4	
B_1	0.030	0.038	0.050	0.083	0.101	0.302
B_2	0.034	0.048	0.070	0.097	0.115	0.364

ตารางที่ ฉ-3 พิจารณาเฉพาะวิธีการใช้ $Na_2S_2O_5$ และความเข้มข้น

วิธีการใช้ $Na_2S_2O_5$ (B)	ความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_5$ ที่ใช้ (C)			ผลรวม
	0%	0.02%	0.04%	
B_1	0.157	0.087	0.058	0.302
B_2	0.157	0.106	0.101	0.364
ผลรวม	0.314	0.193	0.159	0.666

ตารางที่ ฉ-4 พิจารณาเฉพาะความเข้มข้นและอายุการเก็บ

ความเข้มข้น $Na_2S_2O_5$ (C)	อายุการเก็บ (เดือน)(A)					ผลรวม
	0	1	2	3	4	
0%	0.044	0.056	0.070	0.066	0.078	0.514
0.02%	0.012	0.016	0.027	0.062	0.076	0.193
0.04%	0.008	0.014	0.023	0.052	0.062	0.159
ผลรวม	0.064	0.086	0.120	0.180	0.216	0.666

การคำนวณ Sum of Squares

1. Correction factor (CF) = $(0.0666)^2/60 = 7.3926 \times 10^{-3}$

2. Total SS = $(0.012)^2 + (0.010)^2 + (0.002)^2 + \ldots + (0.019)^2 - CF$

= $9.804 \times 10^{-3} - 7.396 \times 10^{-3}$

= 2.4114×10^{-3}

3. Treatment SS = $(0.022^2 + 0.005^2 + 0.003^2 + \ldots + 0.034^2)/_2 - CF$

= $9.776 \times 10^{-3} - 7.3926 \times 10^{-3}$

= 2.3834×10^{-3}

4. Replication = $(0.342^2 + 0.324^2)/_{30} - CF$

= $7.398 \times 10^{-3} - 7.3926 \times 10^{-3}$

= 5.4×10^{-6}

5. Error = $2.4114 \times 10^{-3} - (2.3834 \times 10^{-3} + 5.4 \times 10^{-6})$

= 2.26×10^{-5}

6. รวมข้อมูลทั้ง 3 ความเข้มข้นเข้าด้วยกัน

0.03 = 0.022+0.005+0.003 etc.

7. Total in B = $(0.030^2 + 0.038^2 + 0.050^2 + \ldots + 0.115^2)/_6 - CF$

= $8.821 \times 10^{-3} - 7.3926 \times 10^{-3}$

= 1.428×10^{-3}

8. วิธีการใช้ $Na_2S_2O_5$ (B) = $(0.302^2 + 0.364^2/_{30} - CF$

= $7.457 \times 10^{-3} - 7.393 \times 10^{-3}$

= 6.4×10^{-5}

9. รวมข้อมูลทั้งอายุการเก็บ 5 ระดับ เข้าด้วยกัน

0.157 = 0.022+0.028+0.035+0.033+0.039

10. Total in C = $(0.157^2 + 0.087^2 + 0.058^2 + 0.157^2 + 0.106^2 + 0.101^2)/_{10}$

= $8.167 \times 10^{-3} - 7.393 \times 10^{-3}$

= 7.74×10^{-4}

11. ความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_5$ (C) = $(0.314^2+0.193^2+0.159^2)/_{20}$ - CF

$= 8.056\times10^{-3} - 7.393\times10^{-3}$

$= 6.63\times10^{-4}$

12. วิธีการใช้ $Na_2S_2O_5$ - ความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_5$

BC $= 7.74\times10^{-4}-(6.4\times10^{5}+6.63\times10^{-4})$

$= 4.7\times10^{-5}$

13. รวมข้อมูลจากทั้งวิธีการใช้ $Na_2S_2O_5$ ทั้ง 2 วิธีเข้าด้วยกัน

0.044 = 0.022 + 0.022

14. Total in A = $(0.044^2+0.056^2+0.070^2+...+0.062^2)/_4$ - CF

$= 9.6245\times10^{-3} - 7.393\times10^{-3}$

$= 2.232\times10^{-3}$

15. อายุการเก็บ (A) = $(0.064^2+0.086^2+0.120^2+0.180^2+0.216^2)/_{12}$ - CF

$= 8.746\times10^{-3} - 7.393\times10^{-3}$

$= 1.353\times10^{-3}$

16. วิธีการใช้ $Na_2S_2O_5$ - อายุการเก็บ

AB $= 1.428\times10^{-3} - (6.4\times10^{-5}-1.353\times10^{-3})$

$= 1.1\times10^{-5}$

17. ความเข้มข้น $Na_2S_2O_5$ - อายุการเก็บ

AC $= 2.232\times10^{-3}-(6.63\times10^{-4}+1.353\times10^{-3})$

$= 2.16\times10^{-4}$

18. วิธีการใช้ $Na_2S_2O_5$ - ความเข้มข้น $Na_2S_2O_5$ - อายุการเก็บ

ABC $= 2.414\times10^{-3}- (6.4\times10^{-5}+6.63\times10^{-4}+4.7\times10^{-5}$

$+ 1.353\times10^{-3}+.1.1\times10^{-5}+2.16\times10^{-4})$

$= 6.0\times10^{-5}$

การคำนวณ Mean Squares

Degree of Freedom วิธีการใช้ $Na_2S_2O_5$ (df_B)

Sum of Squares วิธีการใช้ $Na_2S_2O_5$ (SS_B) = 6.4×10^{-5}

$\therefore$ Mean Square วิธีการใช้ $Na_2S_2O_5$ (MS_B) = $\frac{6.4 \times 10^{-5}}{1} = 6.4 \times 10^{-5}$

Degree of Freedom Error (df_E) = 30

Sum of Squares Error (SS_E) = 2.26×10^{-5}

$\therefore$ Mean Squares Error (MS_E) = $\frac{2.26 \times 10^{-5}}{30} = 7.533 \times 10^{-7}$

จากตัวอย่างข้างต้นสามารถหาค่า Mean Square ของทรีตเมนต์ต่าง ๆ ได้ในทำนองเดียวกัน ซึ่งสรุปได้ว่า ค่า

$$\text{Mean Squares (MS)} = \frac{\text{Sum of Squares (SS)}}{\text{Degree of Freedom (df)}}$$

การคำนวณค่า F

$$\text{Computed F} = \frac{MS}{MS_E}$$

$\therefore$ Computed F_B (B - วิธีการใช้ $Na_2S_2O_5$) = $\frac{MS_B}{MS_E}$

$= \frac{6.4 \times 10^{-5}}{7.793 \times 10^{-7}} = 84.96$

Table F ($F_{0.05,1,30}$) = 4.17

F จากการคำนวณมีค่ามากกว่า F จากตารางที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (= 0.05) ซึ่งสรุปได้ว่า วิธีการใช้ $Na_2S_2O_5$ ทั้ง 2 วิธีจะให้ผลต่อค่าสภาพการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร (OD_{420}) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และค่า F ของทรีทเมนต์ต่าง ๆ สามารถคำนวณหาได้จากวิธีข้างต้น ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสภาพการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร (OD_{420}) สรุปได้ดังตารางที่ ฉ-5

ตารางที่ ฉ-5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า OD_{420} ที่วัดจากมะพร้าวอบแห้งชนิดผง ที่ใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์โดยวิธีแช่ในสารละลายและวิธีพ่นเป็นฝอย ความเข้มข้น 0, 0.02% และ 0.04% เมื่อเก็บเป็นเวลา 4 เดือน

Source of Variation	Degree of Freedom (df)	Sum of Square	Mean Square	Computed F	Table F ($F_{0.05}$, df_{30})
อายุการเก็บ (A)	4	1.353×10^{-3}	3.383×10^{-4}	449.004*	2.69
วิธีการใช้ (B)	1	6.4×10^{-5}	6.4×10^{-5}	84.956*	4.17
ความเข้มข้น (C)	2	6.63×10^{-4}	3.315×10^{-4}	440.044*	3.32
AB	4	1.1×10^{-5}	2.75×10^{-6}	3.650*	2.69
AC	8	2.16×10^{-4}	2.7×10^{-5}	35.841*	2.27
BC	2	4.7×10^{-5}	2.35×10^{-5}	31.195*	3.32
ABC	8	$6. \times 10^{-5}$	7.5×10^{-6}	9.956*	2.27
ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง	30	2.26×10^{-5}	7.533×10^{-7}		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ ฉ-5 สรุปได้ดังนี้คือ

- มะพร้าวอบแห้งชนิดผงที่เก็บเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน จะมีค่า OD_{420} แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

- วิธีการใช้ $Na_2S_2O_5$ โดยการแช่ในสารละลายและพ่นเป็นฝอย จะมีค่า OD_{420} แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

- ความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_5$ ทั้ง 3 ความเข้มข้น มีค่า OD_{420} แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

- มีอิทธิพลร่วมระหว่างตัวแปรต่าง ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตัวอย่างการคำนวณการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test (47)

วิธีนี้เป็นวิธีที่เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเพื่อบ่งบอกว่าระดับภายในตัวแปรก่อให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันอย่างไร ซึ่งจะทำหลังจากเมื่อทราบถึงผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแล้วว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งในการวิจัยนี้จะเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสภาพการดูดกลืนแสง (OD_{420}) ค่า TBA และคะแนนการยอมรับสีและกลิ่นของมะพร้าวอบแห้งทั้ง 3 ชนิด โดยมีตัวแปรดังนี้คือ วิธีการใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ ($Na_2S_2O_5$) 2 วิธี ความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_5$ 3 ระดับ อายุการเก็บ 5 ระดับ โดยมีวิธีคำนวณค่าเฉลี่ยต่าง ๆ ดังนี้

ในที่นี้จะยกตัวอย่างการเปรียบเทียบค่า OD_{420} ของมะพร้าวอบแห้งชนิดผง โดยมีตัวแปร คือ อายุการเก็บ (A) วิธีการใช้ $Na_2S_2O_5$ (B) ความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_5$ (C) ซึ่งจะหาค่าเฉลี่ยได้จากตารางที่ ฉ-1 ดังนี้

ตัวแปร A อายุการเก็บ 0 เดือน = (0.011+0.002+0.001+0.014+0.002+0.002)/6 = 0.005

" 1 " = (0.014+0.002+0.002+0.014+0.005+0.004)/6 = 0.007

" 2 " = (0.017+0.004+0.003+0.017+0.009+0.008)/6 = 0.009

" 3 " = (0.016+0.015+0.009+0.016+0.016+0.015)/6 = 0.014

" 4 " = (0.019+0.018+0.012+0.019+0.019+0.018)/6 = 0.017

ตัวแปร B แช่ในสารละลาย $Na_2S_2O_5$ = (0.014+0.002+0.002+...+0.019+0.019+0.016)/15

= 0.011

ตัวแปร B พ่นในสารละลาย $Na_2S_2O_5$ = (0.011+0.002+0.001+...+0.019+0.018+0.012)/15

= 0.009

ตัวแปร C ความเข้มข้น $Na_2S_2O_5$ 0% = (0.011+0.014+0.014+...+0.016+0.019+0.019)/10

= 0.015

ตัวแปร C ความเข้มข้น $Na_2S_2O_5$ 0.02% = (0.002+0.002+0.002+...+0.016+0.018+0.019)/10

= 0.009

ตัวแปร C ความเข้มข้น $Na_2S_2O_5$ 0.04% = (0.001+0.001+0.002+...+0.015+0.012+0.018)/10

= 0.007

อายุการเก็บ (A)	ค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ย
0	0.005	แช่ในสารละลาย	0.011	$Na_2S_2O_5$ 0%	0.016
1	0.007				
2	0.009			$Na_2S_2O_5$ 0.02%	0.009
3	0.014	พ่นเป็นฝอย	0.009		
4	0.017			$Na_2S_2O_5$ 0.04%	0.007

ในที่นี้จะยกตัวอย่างเปรียบเทียบค่า OD_{420} เมื่อใช้ $Na_2S_2O_5$ ความเข้มข้น 3 ระดับ

<u>วิธีคำนวณ</u>

1. คำนวณหาค่า LSR (Least significant ranges)

$$LSR = SSR\ (S_{\bar{x}})$$

$$S_{\bar{x}} = \text{error mean square}/r$$

$$= Ms_E/r$$

เมื่อ r = จำนวนซ้ำในแต่ละ treatment

SSR = significant studentized ranges

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน

$$MS_E = 7.533 \times 10^{-7}$$

$$r = 2$$

$$S_{\bar{x}} = 7.533 \times 10^{-7}/2$$

$$= 6.135 \times 10^{-4}$$

เปิดตาราง SSR สำหรับค่า 5 เปอร์เซนต์ มีค่า degree of freedom ของ Error = 30

ค่า P	2	3
SSR	2.89	3.04
LSR = SSR ($S_{\bar{x}}$)	0.0017	0.0018

2. เรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากต่ำไปหาสูง

ลำดับ	1	2	3
ค่าเฉลี่ย	0.007	0.009	0.016

3. การเปรียบเทียบเริ่มจากค่าสูงสุดกับต่ำสุด ตามลำดับ

3 กับ 1 = 0.016 - 0.007 = 0.009 > 0.0018 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

3 กับ 2 = 0.016 - 0.009 = 0.007 > 0.0017 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

2 กับ 1 = 0.009 - 0.007 = 0.002 > 0.0017 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

4. การใส่ตัวอักษร

	ความเข้มข้น $Na_2S_2O_5$ (%)		
	0	0.02	0.04
ค่าเฉลี่ย OD_{420}	0.016^a	0.009^b	0.007^c

ตัวอักษรไม่เหมือนกันแสดงว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ประวัติผู้เขียน

นางสาว วิชชุดา วรกุล เกิดเมื่อวันที่ 27 กันยายน พ.ศ. 2505 ที่จังหวัดสงขลา ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัย-สงขลานครินทร์ ในปี 2526