



เอกสารอ้างอิง

1. ไศภิน ทันหิกรณ์, "ศึกษาการทำมะขามผง," ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2519.
2. สงวน วิจิตรสาร, "มะขามเปียกในตลาดต่างประเทศ," ข่าวพาณิชย์, 27 (7069), 1 กค. : 5, 2519.
3. ศูนย์สถิติการพาณิชย์, "ข้อมูลเศรษฐกิจพาณิชย์ - การส่งสินค้าออก แยกตามชนิดสินค้า" ศูนย์สถิติการพาณิชย์ กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์, กรุงเทพฯ ๒ 2521-2529.
4. กองเกษตรสัมพันธ์, "การปลูกมะขามเปรี้ยว," กองเกษตรสัมพันธ์ กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ, 2525.
5. สุรัญญา เกียรติกำพล, "การศึกษาวิธีผลิตและถนอมน้ำมะขามเปียกเข้มข้น ชนิดมีเนื้อและไม่มีเนื้อ," วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522.
6. Berk, Z., Braverman's Introduction to the Biochemistry of Foods, pp.149-167, Elsevier Scientific, Amsterdam, 1976.
7. Stadtman, E.R., "Non - enzymatic Browning in fruit Products," Advanced in Food Research (Mrak, E.M., and Stewart, G.F., eds.,) Vol.1, pp. 325-369, Academic Press, New York, 1948.

8. Lee, F.A., Basic Food Chemistry, pp.283-302, AVI Publishing Co., Westport Conn., 1983.
9. Eskin, N.A.M., Henderson, H.M., and Townsend, R.J., Biochemistry of Foods, pp. 69-108, Academic Press, New York, 1971.
10. Mauron, J., "Influence of Industrial and Household Handling on Food Protein Quality," Protein and Amino Acid Functions (BigWood, E.J. ed.) International Encyclopaedia of Foods and Nutrition, Vol.11, pp.417-473, Pergament Press, Oxford,1972.
11. Swaminathan, M., Food Science and Experimental Foods. pp.95-101, Ganesh & Company, Madras, 1979.
12. Schwimmer, S., Source Book of Enzymology, pp. 267-282, AVI Publishing, Co., Westport Conn., 1981.
13. Charley, H., Food Science, pp.459-486, John Wiley & Sons, New York, 1982.
14. Woodroof, L., Commercial Fruit Processing, pp.379-383, AVI Publishing Co., Westport Conn., 1975.

15. Joslyn, M.A. and Braverman, J.B.S., "The Chemistry and Technology of the Pretreatment and Preservation of Fruit and Vegetable Products with Sulfur Dioxide and Stewart, G.F., eds.) Vol.5, pp. 97-147, Academic Press New York, 1954.
16. Mathew, A.G. and Parpia, H.A.B., "Food Browning as a Polyphenol Reaction," Advances in Food Research (Chichester, C.O., Mrak, E.M. and Stewart, G.F., eds.) Vol.19, pp.75-132, Academic Press Inc., New York, 1971,
17. Tate, J.N., Luh, B.S., and York, G.K., "Polyphenol Oxidase in Bartlett Pears," J. Food Sci., 29 (6), 829-836, 1964.
18. Furia, T.E., CRC Handbook of Food Additives, pp.142-147, CRC Press, Ohio, 2nd ed., 1972.
19. Taylor, S.L., Higley, N.A., and Bush, R.K., "Sulfite in Food" Uses, Analytical Methods, Residues, Fate, Exposure Assessment, Metabolism, Toxicity, and Hypersensitivity," Advances in Food Research (Chichester, C.O., Mrak, E.M., and Schweogert. B.S., eds.) Vol.30, pp.1-76, Academic Press, New York, 1986.
20. Considine, D.M., Foods and Food Products Encyclopedia, pp.49-50, Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1982.

21. Marcy, J.E., Graumlich, T.R., Crandall, P.G., and Marshall, M.R.
"Factors Affecting Storage of Orange Concentrate,
J. Food Sci. 49 : 1628, 1984.
22. Dryden, E.C., Buch, M.L., and Hills, C.H., "A Study of Color
Change in Stored Apple Juice Concentrate," Food
Technol. 9(5) : 264, 1955.
23. เจียรชัย ลือชัยประสิทธิ์, "การปรับปรุงการทำมะขามผง," ปัญหาพิเศษปริญญาตรีภาค
วิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522.
24. Stephens, S.G., "Sacks, Shipping, Paper," Packaging Reference
Issue : Including the 1986 Encyclopedia, 31(4),
179-181, 1986.
25. Meydav, S., Saguy, I., and Kopelman, I.J., "Browning
Determination in Citrus Products," J. Agric. Food
Chem. 25(3), 602-604, 1977.
26. Resnik, S., and Chirife, J., "Effect of Moisture Content and
Temperature on some Aspects of Non-Enzymatic Browning
in Dehydrated Apple," J. Food Sci., 44(2), 601-605,
1979.
27. Nagaraja, K.V., Manijunath, M.N., and Nalini, M.L., "Chemical
Composition of Commercial Tamarind Juice Concentrate,"
Indian Food Packer, Vol. 29(5); 17-20, 1975.

28. Lee, R., Food Analysis : Analytical and Quality Control Methods for the Food Manufacturer and Buyer, pp.156-157, Leonard Hill Books, London, 1975.
29. Pearson, D., The Chemical Analysis of Foods, pp. 369, Churchill Livingstone, London, 7th ed., 1976.
30. Montgomery, D.C., Design and Analysis of Experiments, John Wiley and Sons, New York, 2nd ed., 1984.
31. Indian Standards Institution, "Specification for Tamarind Pulp," IS : 6364-1979 ; Indian Standards Institution, New Delhi, 1980.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.



1. วิธีวิเคราะห์

1.1 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (25)

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของจานอลูมิเนียมพร้อมทั้งฝาปิด
2. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างมะขาม (ประมาณ 5 กรัม) พร้อมจานอลูมิเนียม
3. นำเข้าอบในตู้อบแห้งแบบสุญญากาศอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ความดันไม่มากกว่า 50 มิลลิเมตรปรอท
4. ภายหลัง 6 ชั่วโมงนำจานตัวอย่างออกทิ้งไว้ให้เย็นใน desiccator แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก ออบจานตัวอย่างซ้ำเหมือนเดิมทุก 2 ชั่วโมง จนกระทั่งน้ำหนักที่ชั่งได้แตกต่างกันไม่มากกว่า 0.5 มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\text{ร้อยละของความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่าง} - \text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

| | | | | |
|----------|-------------------------------------|---|---|------|
| | น้ำหนักจานอลูมิเนียม + ตัวอย่าง | = | 27.8177 | กรัม |
| ตัวอย่าง | น้ำหนักจานอลูมิเนียม | = | 22.9946 | กรัม |
| | น้ำหนักตัวอย่าง | = | 27.8177 - 22.9946 | กรัม |
| | | = | 4.8231 | กรัม |
| | น้ำหนักจานอลูมิเนียม + ตัวอย่างแห้ง | = | 27.4414 | กรัม |
| | น้ำหนักตัวอย่างแห้ง | = | 27.4414 - 22.9946 | กรัม |
| | | = | 4.4468 | กรัม |
| | ร้อยละของความชื้น | = | $\frac{(4.8231 - 4.4468) \times 100}{4.8231}$ | |
| | | = | 7.8020 | |

ในการทดลอง ได้ทำตัวอย่างละ 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

1.2 การวิเคราะห์ปริมาณเกลือ (26)

โดยวิธี chromate indicator method

วิธีการทดลอง

1.2.1 ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างมะขาม (ประมาณ 10 กรัม) ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 200 มิลลิลิตร

1.2.2 เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตรนำไปต้มให้เดือดประมาณ 10 นาที กรอง ผ่านกระดาษกรอง Whatman No.54 เก็บ filtrate ไว้ ทำซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

1.2.3 ล้างกระดาษกรองด้วยน้ำกลั่น ทำปริมาตร filtrate ให้เป็น 100 มิลลิลิตร

1.2.4 บีบ filtrate 10 มิลลิลิตรใส่ volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตรทำสารละลายให้เป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

1.2.5 บีบสารละลายมา 10 มิลลิลิตรใส่ erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตรเติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตรหยด chromate indicator 3 หยดนำไปตีเตรท กับสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรท

1.2.6 ทำ blank test โดยใช้ น้ำกลั่นแทนสารละลายที่สกัดจากมะขาม

การคำนวณ

ร้อยละของเกลือ = $\frac{\text{มิลลิลิตรของซิลเวอร์ไนเตรท} \times \text{ความเข้มข้นของซิลเวอร์ไนเตรท} \times 0.0585 \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times 100}$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3 การหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์

โดยวิธีของ Shipton's modification of Monier - Williams.

วิธีการทดลอง

- 1.3.1 ใส่สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (เข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์) ในขวดดักก๊าซใบที่ 1 และ 2 ปริมาตร 20 มิลลิลิตรและ 10 มิลลิลิตร ตามลำดับ
- 1.3.2 ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างมะขาม (ประมาณ 5 กรัม) ใส่ในขวดก้นกลม
- 1.3.3 เติมน้ำกลั่นในขวดก้นกลม 35 มิลลิลิตรแล้วเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร
- 1.3.4 ต่อเครื่องมือดังรูปที่ 8 ปรับให้ก๊าซไนโตรเจนไหลผ่านขวดดักก๊าซด้วยอัตรา 6 - 12 ฟองต่อนาที
- 1.3.5 ทำการกลั่น 30 นาทีโดยใช้น้ำ cooling
- 1.3.6 ถอดขวดดักก๊าซใบที่ 1 และ 2 ล้างสารละลายในขวดดักก๊าซใบที่ 2 ใส่ในขวดใบที่ 1 หยด bromophenol blue (0.4 เปอร์เซ็นต์) 3 หยด ตีเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.05 โมลาร์
- 1.3.7 ตีเตรทปริมาณกรดอิสระในสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 30 มิลลิลิตรแล้วนำปริมาตรที่ได้ไปหักออกจากปริมาตรที่ใช้กับตัวอย่าง

การคำนวณ

$$\text{ppm. SO}_2 = \frac{\text{มิลลิลิตร ของ NaOH} \times \text{ความเข้มข้นของ NaOH} \times (32) \times (1000)}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

น้ำหนักตัวอย่าง

ภาคผนวก ข
แบบทดสอบ คุณภาพทางประสาทสัมผัส
ผลิตภัณฑ์ มะขามเปียก

| หัวข้อตรวจสอบ | คะแนนเต็ม | รายละเอียด |
|---------------|-----------|--|
| ลักษณะปรากฏ | 30 | ไม่แห้งหรือแฉะเกินไป (21-30) แห้งมากเกินไป (11-20) แฉะมากเกินไป (1-10) |
| สี | 40 | สีน้ำตาลอ่อน (31-40) สีน้ำตาลเข้ม (21-30) สีน้ำตาลคล้ำค่อนข้างดำ (11-20) สีดำ (1-10) |
| กลิ่น | 30 | กลิ่นหอมของมะขามมาก (21-30) กลิ่นหอมของมะขามลดลง (11-20) มีกลิ่นแปลกปลอมอื่น ๆ เช่นกลิ่น อับ (1-10) |

แบบทดสอบ คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ มะขามแห้ง

| หัวข้อตรวจสอบ | คะแนนเต็ม | รายละเอียด |
|---------------|-----------|---|
| ลักษณะปรากฏ | 30 | ลักษณะแห้ง ร่วน กรอบ (21-30) ลักษณะค่อนข้างชื้น (11-20) ลักษณะชื้นมาก (1-10) |
| สี | 40 | สีน้ำตาลอ่อน (31-40) สีน้ำตาลเข้ม (21-30) สีน้ำตาลคล้ำค่อนข้างดำ(11-20) สีดำ (1-10) |
| กลิ่น | 30 | กลิ่นหอมของมะขามมาก(21-30) กลิ่นหอมของมะขามลดลง(11-20) มีกลิ่นแปลกปลอมอื่น ๆ เช่นกลิ่นฉุน อับ (1-10) |



ชื่อ..... เพศ..... อายุ..... วันที่.....

โปรดพิจารณาลักษณะปรากฏ สี และกลิ่นของตัวอย่างมะขามต่อไปนี้ แล้วให้
คะแนน ตามรายละเอียดที่กำหนดให้

| หัวข้อตรวจสอบ | ตัวอย่าง | | | | | | | | | |
|----------------|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | |
| 1. ลักษณะปรากฏ | | | | | | | | | | |
| 2. สี | | | | | | | | | | |
| 3. กลิ่น | | | | | | | | | | |
| 4. คะแนนรวม | | | | | | | | | | |

ชื่อเสนอแนะ.....

.....
.....
.....



ภาคผนวก ค.

ตัวอย่างการวัดความเข้มข้นของสี

การเตรียมตัวอย่าง

1. ชั่งน้ำหนักมะขามเปียกประมาณ 30 - 50 กรัม ใส่ในเครื่องปั่นน้ำผลไม้
2. เติมน้ำกลั่น 20 เท่าของน้ำหนักมะขามเปียก บดมะขามเปียก 1 นาที

การวัดความเข้มข้นของสี

1. ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างมะขามเปียกที่เตรียมไว้โดยให้ได้น้ำหนักเนื้อมะขามเท่ากับ 5 กรัม
2. เติมน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร คนแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตะกอนนอนก้น
3. กรองผ่านกระดาษกรอง What Man เบอร์ 1
4. บีบ filtrate ที่ได้ 10 มิลลิลิตรใส่ volumetric flask ขนาด 200 มิลลิลิตร ทำปริมาตร filtrate ให้เป็น 200 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น
5. นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 282 นาโนเมตร

หมายเหตุ (สำหรับมะขามแห้ง ใช้ filtrate 1 มิลลิลิตรแล้วทำปริมาตรให้เป็น 200 มิลลิลิตร)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง.

การ treat มะขามเปียกด้วยเกลือและโซเดียมโบรไซด์ไฟต์

นำตัวอย่างมะขามที่ต้องการ treat ไปหาความชื้น คำนวณปริมาณน้ำ เกลือ และ โซเดียมโบรไซด์ไฟต์ที่ต้องใช้ตามสมการ 1 2 และ 3

- กำหนดให้ a = ปริมาณความชื้นเริ่มต้นของมะขาม(ร้อยละ)
 X = ปริมาณน้ำ(กรัม)
 Y = ปริมาณเกลือ(กรัม)
 Z = ปริมาณโซเดียมโบรไซด์ไฟต์(กรัม)

โดยต้องการให้มะขามเปียกมีความชื้นร้อยละ 25 เกลือร้อยละ 1.0 และ โซเดียมโบรไซด์ไฟต์ร้อยละ 1.0 ใช้ตัวอย่างมะขามเปียก 1000 กรัม

$$(a + X)100/(1000 + X + Y + Z) = 25 \dots\dots\dots 1$$

$$(Y)100/(1000 + X + Y + Z) = 0.1 \dots\dots\dots 2$$

$$(Z)100/(1000 + X + Y + Z) = 1.0 \dots\dots\dots 3$$

หลังจาก treat มะขามแล้วนำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตามวิธีในภาคผนวก ก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ.

ตัวอย่างการคำนวณ ความแปรปรวน และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ความเข้มของสี (O.D.282) ของมะขามเปียก

ตารางที่ 1 ผลการวัดค่าความเข้มของสี (O.D.282) ของมะขามเปียกที่ระดับต่าง ๆ ของระยะเวลาการเก็บ ปริมาณเกลือ และปริมาณเซลล์เฟอร์ไดออกไซด์

| เวลา(A) (เดือน) | NaCl (B) (ร้อยละ) | SO ₂ (C) (ppm.) | ค่าความเข้มของสี(O.D.282) | |
|--------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-------|
| | | | 1 | 2 |
| 0 | 0 | 0 | 0.150 | 0.150 |
| | | 500 | 0.156 | 0.159 |
| | | 1500 | 0.147 | 0.150 |
| | 0.5 | 0 | 0.149 | 0.153 |
| | | 500 | 0.152 | 0.153 |
| | | 1500 | 0.149 | 0.156 |
| | 1.0 | 0 | 0.152 | 0.154 |
| | | 500 | 0.155 | 0.148 |
| | | 1500 | 0.153 | 0.153 |
| 1 | 0 | 0 | 0.152 | 0.154 |
| | | 500 | 0.155 | 0.148 |
| | | 1500 | 0.153 | 0.153 |
| | 0.5 | 0 | 0.168 | 0.155 |
| | | 500 | 0.174 | 0.158 |
| | | 1500 | 0.162 | 0.172 |

ตารางที่ 1 ต่อ

| เวลา(A) (เดือน) | NaCl (B) (ร้อยละ) | SO ₂ (C) (ppm.) | ค่าความเข้มของสี(O.D.282) | | |
|--------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-------|-------|
| | | | 1 | 2 | |
| 2 | 1.0 | 0 | 0.161 | 0.151 | |
| | | 500 | 0.169 | 0.156 | |
| | | 1500 | 0.154 | 0.152 | |
| | 0 | 0 | 0 | 0.194 | 0.196 |
| | | | 500 | 0.211 | 0.209 |
| | | | 1500 | 0.181 | 0.181 |
| | 0.5 | 0 | 0 | 0.205 | 0.199 |
| | | | 500 | 0.204 | 0.201 |
| | | | 1500 | 0.192 | 0.198 |
| 1.0 | | 0 | 0 | 0.195 | 0.194 |
| | | | 500 | 0.189 | 0.188 |
| | | | 1500 | 0.173 | 0.167 |
| 3 | 0.0 | 0 | 0.232 | 0.227 | |
| | | 500 | 0.227 | 0.222 | |
| | | 1500 | 0.225 | 0.220 | |
| | 0.5 | 0 | 0 | 0.212 | 0.218 |
| | | | 500 | 0.220 | 0.220 |
| | | | 1500 | 0.196 | 0.199 |
| | 1.0 | 0 | 0 | 0.222 | 0.224 |
| | | | 500 | 0.216 | 0.209 |
| | | | 1500 | 0.208 | 0.204 |

ตารางที่ 1 ต่อ

| เวลา(A) (เดือน) | NaCl (B) (ร้อยละ) | SO ₂ (C) (ppm.) | ค่าความเข้มของสี(O.D.282) | | |
|--------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-------|-------|
| | | | 1 | 2 | |
| 4 | 0 | 0 | 0.225 | 0.226 | |
| | | 500 | 0.238 | 0.258 | |
| | | 1500 | 0.222 | 0.218 | |
| | 0.5 | 0 | 0.240 | 0.240 | |
| | | 500 | 0.228 | 0.222 | |
| | | 1500 | 0.224 | 0.221 | |
| | 1.0 | 0 | 0.225 | 0.238 | |
| | | 500 | 0.221 | 0.222 | |
| | | 1500 | 0.204 | 0.207 | |
| | Total | | | 8.549 | 8.468 |

การคำนวณ

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Correction term} &= (17.017)^2 / 90 \\
 &= 3.1257 \\
 2. \text{ Total SS} &= (0.150^2 + 0.156^2 + \dots + 0.207^2) - \text{C.T.} \\
 &= 0.921 \\
 3. \text{ Treatment SS} &= (0.300^2 + 0.315^2 + \dots + 0.411^2) / 2 - \text{C.T.} \\
 &= 0.0908 \\
 4. \text{ Error SS} &= 0.921 - 0.0908 \\
 &= 0.0013
 \end{aligned}$$

ตารางที่ 11

| เวลาการเก็บ(A) เดือน | NaCl(B) ร้อยละ | | | Total |
|-------------------------|----------------|-------|-------|--------|
| | 0 | 0.5 | 1.0 | |
| 0 | 0.912 | 0.912 | 0.915 | 2.739 |
| 1 | 0.899 | 0.989 | 0.933 | 2.821 |
| 2 | 1.172 | 1.199 | 1.106 | 3.477 |
| 3 | 1.353 | 1.265 | 1.283 | 3.901 |
| 4 | 1.387 | 1.375 | 1.317 | 4.079 |
| Total | 5.723 | 5.740 | 5.554 | 17.017 |

$$5. \text{ Total SS in } \Pi = (0.912^2 + 0.899^2 + 1.317^2) / 6 \text{ - C.T.} \\ = 0.854$$

$$6. \text{ SS A (Time)} = (2.739^2 + 2.821^2 + \dots + 4.079^2) / 18 \text{ - C.T.} \\ = 0.828$$

$$7. \text{ SS B (NaCl)} = (5.723^2 + 5.740^2 + 5.554^2) / 30 \text{ - C.T.} \\ = 0.0007$$

$$8. \text{ SS AB} = 0.854 - 0.828 - 0.0007 \\ = 0.0019$$

ตารางที่ III

| เวลาการเก็บ(A) เดือน | SO ₂ (C) ppm. | | | Total |
|-------------------------|--------------------------|-------|-------|--------|
| | 0 | 500 | 1500 | |
| 0 | 0.908 | 0.923 | 0.908 | 2.739 |
| 1 | 0.963 | 0.946 | 0.912 | 2.821 |
| 2 | 1.183 | 1.202 | 1.092 | 3.477 |
| 3 | 1.335 | 1.314 | 1.252 | 3.901 |
| 4 | 1.394 | 1.389 | 1.296 | 4.079 |
| Total | 5.783 | 5.774 | 5.460 | 17.017 |

$$9. \text{ Total SS in III} = (0.098^2 + 0.963^2 + \dots + 1.296^2) / 6 \text{ - C.T.}$$

$$= 0.0858$$

$$10. \text{ SS C (SO}_2\text{)} = (5.783^2 + 5.774^2 + 5.460^2) / 30 \text{ - C.T.}$$

$$= 0.00225$$

$$11. \text{ SS AC} = 0.0858 \text{ - } 0.0828 \text{ - } 0.00225$$

$$= 0.0008$$



ตารางที่ IV

| NaCl(B) ร้อยละ | SO ₂ (C) ppm. | | | Total |
|-------------------|--------------------------|-------|-------|--------|
| | 0 | 500 | 1500 | |
| 0 | 1.928 | 1.969 | 1.826 | 5.723 |
| 0.5 | 1.939 | 1.932 | 1.869 | 5.740 |
| 1.0 | 1.916 | 1.873 | 1.765 | 5.554 |
| Total | 5.783 | 5.774 | 5.460 | 17.017 |

$$12. \text{ Total SS in IV} = (1.928^2 + 1.939^2 + \dots + 1.765^2) / 10 \text{ - C.T.}$$
$$= 0.00329$$

$$13. \text{ SS BC} = 0.00329 - 0.0007 - 0.00225$$
$$= 0.00034$$

$$14. \text{ SS ABC} = 0.0908 - (0.828 + 0.0007 + 0.00225 +$$
$$0.0019 + 0.0008 + 0.00034)$$
$$= 0.0020$$

ศูนย์วิทยุโทรพยากรณ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ V ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ค่าเฉลี่ยความเข้มของสี (O.D.282) ของ
มะขามเปียก

| SOURCE | SUM SQUARES | DEGREES FREEDOM | MEAN SQUARE | F-TEST RATIO |
|-----------|----------------|--------------------|----------------|-----------------|
| FACTOR A | 0.08280 | 4 | 0.02070 | 690.00 s |
| FACTOR B | 0.00070 | 2 | 0.00035 | 11.67 s |
| FACTOR C | 0.00225 | 2 | 0.00113 | 37.67 s |
| A TIMES B | 0.00190 | 8 | 0.00024 | 8.00 s |
| A TIMES C | 0.00080 | 8 | 0.00010 | 3.33 s |
| B TIMES C | 0.00034 | 4 | 0.00085 | 2.83 s |
| A * B * C | 0.00200 | 16 | 0.00010 | 3.33 s |
| ERROR | 0.00130 | 45 | 0.00003 | |

s - ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ VI การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสี (O.D.282) ของมะขามเปียก

| ตัวแปร A เวลา(เดือน) | ค่าเฉลี่ย | ตัวแปร B NaCl(ร้อยละ) | ค่าเฉลี่ย | ตัวแปร C SO ₂ (ppm) | ค่าเฉลี่ย |
|-------------------------|-----------|--------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|
| 0 | 0.1522 a | 0 | 0.1908 a | 0 | 0.1928 a |
| 1 | 0.1567 b | 0.5 | 0.1913 a | 500 | 0.1925 a |
| 2 | 0.1932 c | 1.0 | 0.1852 b | 1500 | 0.1820 b |
| 3 | 0.2167 d | | | | |
| 4 | 0.2266 e | | | | |

- ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแถวตั้งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธีของ DUNCAN

FACTOR A

$$S_x = \sqrt{MS_e / rbc}$$

$$MS_e = \text{MEAN SQUARE ERROR} = 0.00003$$

$$r = \text{จำนวนซ้ำที่คิดค่าเฉลี่ย} = 2$$

$$b = \text{ระดับของ FACTOR B} = 3$$

$$c = \text{ระดับของ FACTOR C} = 3$$

$$S_x = \sqrt{0.00003 / 18} = 0.0013$$

| | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| P | 2 | 3 | 4 | 5 |
| SSR.05 | 2.86 | 3.01 | 3.10 | 3.17 |
| LSR | 0.0037 | 0.0039 | 0.0040 | 0.0041 |

เรียงลำดับค่าเฉลี่ยความเข้มของสีจากน้อยไปมาก

| อันดับที่ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0.1522 | 0.1567 | 0.1932 | 0.2167 | 0.2266 |

หาผลต่างระหว่างอันดับ

| | | |
|------------------------------------|------------|------------------------|
| $5 - 1 = 0.2266 - 0.1522 = 0.0744$ | $; 0.0041$ | ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ |
| $5 - 2 = 0.2266 - 0.1567 = 0.0699$ | $; 0.0040$ | ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ |
| $5 - 3 = 0.2266 - 0.1932 = 0.0334$ | $; 0.0039$ | ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ |
| $5 - 4 = 0.2266 - 0.2167 = 0.0099$ | $; 0.0037$ | ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ |
| $4 - 1 = 0.2167 - 0.1522 = 0.0645$ | $; 0.0040$ | ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ |
| $4 - 2 = 0.2167 - 0.1567 = 0.0600$ | $; 0.0039$ | ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ |
| $4 - 3 = 0.2167 - 0.1932 = 0.0235$ | $; 0.0037$ | ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ |
| $3 - 1 = 0.1932 - 0.1522 = 0.0410$ | $; 0.0039$ | ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ |
| $3 - 2 = 0.1932 - 0.1567 = 0.0365$ | $; 0.0037$ | ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ |
| $2 - 1 = 0.1567 - 0.1522 = 0.0045$ | $; 0.0037$ | ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ |

FACTOR B

$$S_x = \sqrt{MS_e / rac}$$

$$MS_e = \text{MEAN SQUARE ERROR} = 0.00003$$

$$r = \text{จำนวนซ้ำที่คิดค่าเฉลี่ย} = 2$$

$$a = \text{ระดับของ FACTOR A} = 5$$

$$c = \text{ระดับของ FACTOR C} = 3$$

$$S_x = \sqrt{0.00003/30}$$

$$= 0.001$$

| | | |
|--------|--------|--------|
| P | 2 | 3 |
| SSR.05 | 2.86 | 3.01 |
| LSR | 0.0029 | 0.0030 |

เรียงลำดับค่าเฉลี่ยความเข้มของสีจากน้อยไปมาก

| | | | |
|-----------|--------|--------|--------|
| อันดับที่ | 1 | 2 | 3 |
| | 0.1852 | 0.1908 | 0.1913 |

หาผลต่างระหว่างอันดับ

$$3 - 1 = 0.1913 - 0.1852 = 0.0061 ; 0.0030 \quad \text{ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ}$$

$$3 - 2 = 0.1913 - 0.1908 = 0.0005 ; 0.0029 \quad \text{ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ}$$

$$2 - 1 = 0.1908 - 0.1852 = 0.0056 ; 0.0029 \quad \text{ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ}$$

FACTOR C

$$S_x = \sqrt{MS_e/rab}$$

$$MS_e = \text{MEAN SQUARE ERROR} = 0.00003$$

$$r = \text{จำนวนซ้ำที่คิดค่าเฉลี่ย} = 2$$

$$a = \text{ระดับของ FACTOR A} = 5$$

$$b = \text{ระดับของ FACTOR B} = 3$$

$$S_x = \sqrt{0.00003/30}$$

$$= 0.001$$

| | | |
|--------|--------|--------|
| P | 2 | 3 |
| SSR.05 | 2.86 | 3.01 |
| LSR | 0.0029 | 0.0030 |

เรียงลำดับค่าเฉลี่ยความเข้มของสีจากน้อยไปมาก

| | | | |
|-----------|--------|--------|--------|
| อันดับที่ | 1 | 2 | 3 |
| | 0.1820 | 0.1925 | 0.1928 |

หาผลต่างระหว่างอันดับ

$$3 - 1 = 0.1928 - 0.1820 = 0.0108 ; 0.0030 \quad \text{ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ}$$

$$3 - 2 = 0.1928 - 0.1925 = 0.0003 ; 0.0029 \quad \text{ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ}$$

$$2 - 1 = 0.1925 - 0.1820 = 0.0105 ; 0.0029 \quad \text{ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ ว่าที่ ร.ต. แสนพล ถิ่นมธุรส
วัน, เดือน, ปีเกิด 20 มิถุนายน 2497
การศึกษา 2520 วท.บ. วิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2520-2522 หัวหน้าฝ่ายผลิต บริษัทไทยचना ฟู้ดอินดัสเทรียล จำกัด
2522-ปัจจุบัน อาจารย์ 1 วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี กรมอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย