เอกสารอ้างอิง

1. มาโนช ทองเจียม, มันเทศ, เอกสารโรเนียว, สถาบันวิจัยพืชสวน, กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ, 2528.
2. กรมวิชาการเกษตร,และกรมส่งเสริมการเกษตร, แนวทาง และแผนพัฒนามันเทศในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ.2530-2534), กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,กรุงเทพฯ,2529.
3. กองแผนงาน และโครงการพิเศษ, สถิติการปลูกพืชไร่ ปี 2523-2528, กรมส่งเสริมการเกษตร,กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,กรุงเทพฯ,2528.
4. เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, มันเทศ ,ภาควิชาพืชไร่นา,คณะเกษตร,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ,2529.
5. Winton,A.L., and K.B.Winton, The Structure and Composition of Foods, Vol.2, pp.102-110, John Wiley & Sons,Inc., London, 1935.
6. Bradbury,J.H. ,J.Baines ,B.Hammer ,M.Anders ,and J.S.Miller, "Analysis of Sweet Potato (Ipomoea batatas) from the highlands of Papua New Guinea," J.Agric.Food Chem., 32(3),469-473,1984.
7. พงศ์ศักดิ์ กิ่งแก้ว และเกษม สุชาพันธุ์, การปลูกมันเทศโดยระบบชลประทาน, กองค้นคว้าและทดลอง, กรมกสิกรรม, กรุงเทพฯ ,2514.
8. นรินทร์ พูลเพิ่ม, มันเทศ, กองพืชสวน, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ ,2529.
9. ประดิษฐ์ โฮมวงศ์,"การค้นคว้าเกี่ยวกับแป้งในหัวมันเทศ," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะกสิกรรมและสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2500.

10. Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC), Sweet Potato : Proceedings of the First International Symposium, pp.373-383,Hong Wen Printing Works,Taiwan, China,1982.

11. Richard, R.H.,"Tailoring Starches for the Baking Industry", The Baker Digest, pp. 48-53, 1968.

12. วรนุช ศรีเจษฎารักษ์,"การแปรสภาพแป้งมันฝรั่ง เพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร, บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

13. Doremus,G.L. ,F.A.Crenshaw ,and F.H.Thurber," Amylose Content of Sweet Potato Starch," Cereal Chem.,28(4),308-317,1951.

14. Madamba,L.S.P.,A.R.Bustrillose ,and E.L.San pedro," Sweet Potato Starch : Physicochemical Properties of the Whole Starch,"The Philippine Agriculturist,58(9 & 10), 338-350, 1975.

15. Whistler,R.L.,and C.L.Smart, Polysaccharide Chemistry, pp.239-245, Academic Press Inc Publisher, New York, 1953.

16. VanBeynum,G.M.A.,and J.A.Roel, Starch Conversion Technology, pp.66-83,Marcel Dekker,Inc.,New York,1985.

17. Whistler R.L., and E.F. Paschall, Starch : Chemistry and Technology, pp. 289-364, 331-345, 349-381, Academic Press,Inc. Publisher, New York, 1965.

18. จิตรา เศรษฐอุดม," ผลของตัวแปรในกระบวนการผลิตต่อคุณภาพของแป้งมันฝรั่งที่ปลูกในประเทศไทย," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,ภาควิชาเทคโนโลยี-ทางอาหาร,บัณฑิตวิทยาลัย,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2528.

19. William,M., J.R.Walter, and W.E.Schadel," Effect of Lye Peeling Conditions on Sweet Potato Tissue," J. Food Science, 47(3), 813-817, 1982.

20. Miller,B.S.,R.I.Derby,and H.B.Trimbo," A Pictorial Explanation for the Increase in Viscosity of a Heated Wheat Starch Water Suspension," Cereal Chem.,50(2),271,1973.

21. Collison R.,"Starch Retrogradation," Starch and Its Derivatives, (Radley, J.A.), 4 th ed., pp.194-202, Chapman and Hall, London, 1968.

22. Schoch,T.J.," Food Applications," Functional Properties of Food Components, (Pomeranz,Y.), pp.51-59, Academic Press,Inc., London, 1985.

23. Mazurs,E.G. ,T.J.Schoch and F.E.Kite," Graphical Analysis of Brabender Viscosity Curve of Various Starch," Cereal Chem.,34(3),141-152,1957.

24. Collins,J.L., and N.A.Abdulaziz," Sweet Potato as an Ingredient of Yeast-Raised Doughnuts," J.Food Science, 47(4),1133-1139, 1982.

25. Association of Official Agricultural Chemists,William Byrd Press,Inc.,Virginia,1984.

26. Montgomery,D.C., Design and Analysis of Experiments ,2nd.ed., pp.85-118,189-254,John Wiley & Sons,Inc.,New York,1984.

27. Mac Master,M.M.," Microscopic Techniques for Determining Starch Granule Properties," Method in Carbohydrate Chemistry (Whistler R.L. ,R.J.Smith and J.N.BeMiller),Vol.IV, pp.233-237,Academic Press,New York,1964.

28. Leach,H.W., L.D.McCowen, and T.J.Schoch," Structure of the Starch Granule : I.Swelling and Solubility Patterns of Various Starches," Cereal Chem., 36(4), 534-544, 1959.

29. Juliano,B.O.," A Simplified Assay for Milled-Rice Amylose," Cereal Science Today ,16(4),334-338,340-360,1971.

30. International Organization for Standardization," ISO 5378 : Starches and Derived Products-Determination of Nitrogen Content by the Kjeldahl method-Spectrophotometric method," 1978.

31. International Organization for Standardization," ISO 3946 : Starches and Derived Products-Determination of Total Phosphorus Content-Spectrophotometric method," 1982.

32. Arsdel,W.B.,and M.J.Copley, Food Dehydration ,Vol.2,pp.83-135,AVI Publishing Co.Inc.,Westport,Connecticut,1964.

33. Swinkels,J.J.M.,"Source of Starch, Its Chemistry and Physics," Starch Conversion Technology, (Van Beynum,G.M.A.,and J.A.Roles), pp.15-45, Marcel Dekker,Inc., New York, 1985.

34. Furia,T.E., CRC Handbook of Food Additive, pp.384-392,542-545, Vol.1, CRC Press,Inc., Ohio, 1972.

35. Freeman,J.E., and W.J.Verr," A Rapid Procedure for measuring Starch Paste Development and Its Application to Corn and Sorghum Starches," Cereal Science Today, 17(2), 46-53, 1972.

ภาคผนวก ก.

วิธีวิเคราะห์

ก.1 <u>ปริมาณความชื้นในมันเทศสด</u> A.O.A.C. 3.003-1984 (25)

<u>วิธีทดลอง</u>

1. ชั่งตัวอย่างจำนวน 2.0000 กรัม ใส่ลงในถ้วยอลูมิเนียม (aluminium dish) ที่มีฝาปิด เกลี่ยให้กระจายอย่างสม่ำเสมอ

2. นำไปอบแห้งในเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 135 $\pm$ 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ขณะที่อบเปิดฝาไว้

3. หลังจากอบ ปิดฝาให้สนิทและนำไปใส่ในเดสซิเคเตอร์ เพื่อให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง

4. ชั่งน้ำหนัก และคำนวนน้ำหนักของน้ำที่สูญเสียไป

ก.2 <u>ปริมาณแป้งในมันเทศสด</u> A.O.A.C. 3.128-1984 (25)

<u>สารเคมี</u>

1. ไอโอดีน (iodine) ของบริษัท E.Merck เกรด GR.

2. โปแตสเซียมไอโอไดด์ ของบริษัท E.Merck. เกรด GR.

3. เอทิลแอลกอฮอล์สัมบูรณ์ (absolute ethyl alcohol) ของบริษัท E.Merck เกรด GR.

4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) ของบริษัท Riedel เกรด A.R.

5. โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) ของบริษัท Riedel เกรด A.R.

6. กรดเกลือเข้มข้น (conc. hydrochloric acid) ของบริษัท E.Merck เกรด GR.

7. ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (anhydrous disodium hydrogen phosphate) ของบริษัท E.Merck เกรด GR.

8. คอปเปอร์ซัลเฟต (copper II sulphate.pentahydrate) ของบริษัท E.Merck เกรด GR.

9. โซเดียมซัลเฟต (anhydrous sodium sulphate) ของบริษัท E.Merck เกรด GR.

10. โปแตสเซียมไอโอเดท (potassium iodate) ของบริษัท Carlo Erba เกรด A.R.

11. โซเดียมไธโอซัลเฟต (sodium thiosulphate) ของบริษัท E.Merck เกรด GR.

12. โซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate) ของบริษัท Riedel เกรด A.R.

การเตรียมรีเอเจนต์

1. สารละลายไอโอดีน-โปแตสเซียมไอโอไดด์

บดผสมไอโอดีน 7.5 กรัม และโปแตสเซียมไอโอไดด์ 7.5 กรัมให้เข้ากัน ละ-ลายด้วยน้ำกลั่น 150 มิลลิลิตร

เจือจางสารละลายด้วยน้ำกลั่น ให้มีปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตรและนำไปกรอง

2. สารละลายแอลกอฮอลิคโซเดียมคลอไรด์ (alcoholic sodium chloride)

ผสมแอลกอฮอล์ 350 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 80 มิลลิลิตรและสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 20 จำนวน 50 มิลลิลิตร

เจือจางด้วยน้ำกลั่นเป็น 500 มิลลิลิตร

3. สารละลายแอลกอฮอลิคโซเดียมไฮดรอกไซด์ (alcoholic sodium hydroxide)

ผสมแอลกอฮอล์ 350 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไฮ-ดรอกไซด์ความเข้มข้น 5 นอร์มัล จำนวน 25 มิลลิลิตร

เจือจางด้วยน้ำกลั่นเป็น 500 มิลลิลิตร

4. สารละลายกรดเกลือเจือจาง (dilute hydrochloric acid)

เจือจางกรดเกลือเข้มข้น จำนวน 60 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 1 ลิตร

5. Somogyi phosphate sugar reagent

ละลายไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต จำนวน 56 กรัม และเกลือ Rochelle จำนวน 80 กรัม ด้วยน้ำกลั่น 1 ลิตร

เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.00 นอร์มัล จำนวน 200 มิลลิลิตร

เติมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตความเข้มข้นร้อยละ 10 จำนวน 160 มิลลิลิตร โดยเติมอย่างช้า ๆ และกวนสม่ำเสมอ

ละลายแอนไฮดรัสโซเดียมซัลเฟต จำนวน 360 กรัม ด้วยสารละลายที่เตรียมได้ข้างต้น

เติมสารละลายโปแตสเซียมไอโอเดทความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จำนวน 200 มิลลิลิตร เขย่า

ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 2 ลิตร ตั้งไว้ 1-2 วัน

กรอง โดยทิ้งสารละลายที่กรองได้ครั้งแรกประมาณ 50 มิลลิลิตร

เก็บรีเอเจนต์ที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส

6. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต

ละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 2.73 กรัมด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 2 ลิตร

วิเคราะห์ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน โดยผสมสารละลายโปแตสเซียม-ไอโอไดด์ 1 มิลลิลิตร กรดกำมะถันความเข้มข้น 1.5 นอร์มัล 3 มิลลิลิตร และ Somogyi sugar reagent 5 มิลลิลิตรตั้งไว้ 5 นาที ไตเตรดด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอ-ซัลเฟต โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ (indicator)

7. สารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์

เตรียมสารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 และเติมโซเดียมคาร์บอเนตเล็กน้อยเพื่อช่วยให้มีเสถียรภาพ

8. น้ำแป้ง

ชั่งแป้ง 1.5 กรัม ค่อย ๆ เติมน้ำเดือด จำนวน 300 มิลลิลิตร

วิธีทดลอง

1. สุ่มตัวอย่าง ทำความสะอาด ผึ่งให้แห้งและบดผ่านตะแกรงร่อนขนาด 80 เมช (mesh)

2. ชั่งตัวอย่างที่บดอย่างละเอียด 1.0 กรัม ใส่ในหลอดทดลองขนาด 25 x 150 มิลลิเมตร ใส่ทรายละเอียด 200 มิลลิกรัม และเติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร เขย่า

3. นำไปให้ความร้อนในอ่างน้ำเดือดนาน 15 นาที เพื่อให้แป้งเป็นเจล

4. ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้องโดยแช่ในน้ำที่มีอุณหภูมิ 22-25 องศาเซลเซียส

5. เติมสารละลายไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 60 จำนวน 5 มิลลิลิตร อย่างรวดเร็ว

6. บดเนื้อเยื่อกับผนังหลอดด้วยแท่งแก้ว

7. ถ่ายใส่ขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 100 มิลลิลิตร

8. เติมสารละลายยูรานิลอะซีเตทความเข้มข้นร้อยละ 5 จำนวน 3 มิลลิลิตร เพื่อตกตะกอนโปรตีน และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

9. นำไปปั่นแยกตะกอนด้วยเครื่องปั่นแยก และปิเปตส่วนของสารละลายใส (clear supernate) จำนวน 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองขนาด 25 x 150 มิลลิเมตร เติมซีไลต์ (celite) 100 มิลลิกรัม สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 20 จำนวน 5 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน-โปแตสเซียมไอโอไดด์ จำนวน 2 มิลลิลิตร

10. เขย่า และตั้งไว้ 12 ชั่วโมง

11. นำไปปั่นแยกด้วยเครื่องปั่นแยกเอาส่วนตะกอน ซึ่งแยกเป็นตะกอนของแป้งมาล้างด้วยสารละลายแอลกอฮอลิคโซเดียมคลอไรด์จำนวน 5 มิลลิลิตร

12. เติมสารละลายแอลกอฮอลิ์คโซเดียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 2 มิลลิลิตร เขย่าจนตะกอนไม่มีสีน้ำเงิน และล้างผนังหลอดทดลองด้วยสารละลายแอลกอฮอลิคโซเดียมคลอไรด์ จำนวน 5 มิลลิลิตร ปั่นแยกตะกอนและล้างตะกอนอีกครั้งด้วยสารละลายแอลกอฮอลิคโซเดียม-คลอไรด์ จำนวน 5 มิลลิลิตร

13. เติมสารละลายกรดเกลือความเข้มข้น 0.7 นอร์มัล จำนวน 2 มิลลิลิตร ลงในส่วนของตะกอนที่แยกได้ นำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที

14. ทำให้เย็น และถ่ายใส่ volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร

15. เติมฟีนอลเรด (phenol red) 1-2 หยด และทำให้สารละลายเป็นกลาง โดยเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 นอร์มัล และเจือจางด้วยกรดออกซาลิค (oxalic acid) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัลให้มีปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตร

16. ปิเปตสารละลายในข้อ 15 จำนวน 5 มิลลิลิตร เติม Somogyi phosphate sugar reagent จำนวน 5 มิลลิลิตร ปิดปากขวด นำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที แล้วจึงทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ทำเปรียบเทียบกับ blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนสารละลายในข้อ 15

17. เติมสารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ความเข้มข้น ร้อยละ 2.5 จำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าและเติมสารละลายกรดกำมะถันความเข้มข้น 1.5 นอร์มัล จำนวน 3 มิลลิลิตร เขย่าอย่างเร็ว จนตะกอนเกลือออกไซด์ของทองแดง (Cu_2O) ละลาย

18. ไตเตรทสารละลายด้วยสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.005 นอร์มัล โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ จนถึงจุดยุติ (end point) บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ และทำเปรียบเทียบกับ blank

19. หาค่าปริมาณกลูโคสซึ่งสมมูลกับสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.005 นอร์มัลจำนวน 1 มิลลิลิตร โดยชั่งสารมาตรฐานกลูโคสอย่างละเอียดจำนวน 150 มิลลิกรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 ลิตร ปิเปตสารละลายกลูโคสจำนวน 5 มิลลิลิตร เติม Somogyi phosphate sugar reagent จำนวน 5 มิลลิลิตร ปิดขวด ต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที ทำให้เย็น ไตเตรดด้วยสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตเช่นเดียวกับข้อ 18 และคำนวนปริมาณกลูโคส (มิลลิกรัม) ที่สมมูลกับสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.005 นอร์มัล จำนวน 1 มิลลิลิตร

20. คำนวณร้อยละของปริมาณแป้งที่มีในตัวอย่าง

สูตร

$$\text{ปริมาณแป้ง (ร้อยละ)} = 50x(\text{ml.Blank}-\text{ml.Sample})x(0.90/\text{mg.Sample}) \\ x(N/0.005)xGx100$$

เมื่อ 50 คือ ค่าคงที่ในการเจือจางสารละลายตัวอย่าง (dilution factor)

ml Blank คือ ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรตกับ blank ในหน่วยมิลลิลิตร

ml Sample คือ ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรตกับสารละลายตัวอย่าง ในหน่วยมิลลิลิตร

0.90 คือ factor glucose starch

mg Sample คือ น้ำหนักของตัวอย่างในหน่วยมิลลิกรัม

N คือ ความเข้มข้นเป็นนอร์มัลที่แท้จริงของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต

G คือ ปริมาณกลูโคส (มิลลิกรัม) ที่สมมูลกับสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.005 นอร์มัล จำนวน 1 มิลลิลิตร

ก.3 ปริมาณอะไมโลสในแป้ง (29)

เครื่องมือ

UV-VIS spectrophotometer ของบริษัท Shimuzu รุ่น UV 240 ประเทศญี่ปุ่น

สารเคมี

1. กรดน้ำส้มสายชูเข้มข้น (acetic acid) ของ บริษัท E.Merek เกรด GR.
2. ไอโอดีน (iodine) ของบริษัท E.Merck เกรด GR.
3. โปแตสเซียมไอโอไดด์ ของบริษัท E.Merck. เกรด GR.
4. สารมาตรฐานอะไมโลส (มันฝรั่ง) (potato amylose) น้ำหนักโมเลกุล 100,000 ของบริษัท Serva เกรด biochemistry
5. เอทิลแอลกอฮอล์สัมบูรณ์ (absolute ethyl alcohol) ของบริษัท E.Merck เกรด GR.
6. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide) ของบริษัท Riedel เกรด A.R.

การเตรียมรีเอเจนต์

1. สารละลายกรดน้ำส้มสายชูความเข้มข้น 1 โมลาร์

ตวงกรดน้ำส้มสายชูเข้มข้นปริมาตร 56.9 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร

2. สารละลายไอโอดีน

ชั่งไอโอดีน 0.2000 กรัม และโปแตสเซียมไอโอไดด์ 2.0000 กรัม ผสมให้เข้ากัน ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร และเก็บในขวดสีชา

3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 โมลาร์

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.0 กรัม ละลายและปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

4. สารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95

ตวงเอทิลแอลกอฮอล์สัมบูรณ์ จำนวน 96 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

5. สารละลายมาตรฐานอะไมโลส

ชั่งสารมาตรฐานอะไมโลส 0.0400 กรัม เติมสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 จำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 โมลาร์ จำนวน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งไว้ 15-24 ชั่วโมง ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

วิธีทดลอง

1. การเตรียมกราฟมาตรฐาน (calibration curve)

ปิเปตสารละลายมาตรฐานอะไมโลสจำนวน 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร เพื่อเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นต่างกัน 5 ระดับ

เติมน้ำกลั่นลงในแต่ละขวด 70 มิลลิลิตร และปิเปตสารละลายกรดน้ำส้มสายชูความเข้มข้น 1 โมลาร์ จำนวน 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิลิตรตามลำดับ

เติมสารละลายไอโอดีนลงในแต่ละขวด 2 มิลลิลิตร

ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานอะไมโลส ซึ่งเทียบเท่ากับปริมาณอะไมโลสในสารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้นร้อยละ 8, 16, 24, 32 และ 40 ตามลำดับ

เขย่าและตั้งไว้ 20 นาที

นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร

เขียนกราฟระหว่างค่าการดูดคลื่นแสง กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานอะไมโลส

2. การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

ชั่งแป้งตัวอย่าง 0.1000 กรัม เติมสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 จำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ

เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 โมลาร์จำนวน 9 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

ตั้งไว้ 15-24 ชั่วโมง จะได้สารละลายตัวอย่างเพื่อใช้วิเคราะห์ความเข้มข้นของอะไมโลสต่อไป

3. การวิเคราะห์ความเข้มข้นของอะไมโลสในสารละลายตัวอย่าง

ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่เตรียมไว้ จำนวน 5 มิลลิลิตร กรณีทำ blank ใช้น้ำกลั่นจำนวน 5 มิลลิลิตรแทนสารละลายตัวอย่าง

เติมน้ำกลั่น 70 มิลลิลิตร กรดน้ำส้มสายชูความเข้มข้น 1 โมลาร์จำนวน 1 มิลลิลิตร สารละลายไอโอดีนจำนวน 2 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

เขย่าและตั้งไว้ 20 นาที

วัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร

คำนวนความเข้มข้นของอะไมโลสในตัวอย่างจากการกราฟมาตรฐาน

ก.4 ปริมาณแป้งในแป้งที่สกัดได้ A.O.A.C. 14.031,14.032-1984 (25)

เครื่องมือ

แซคคาโรมิเตอร์แบบอัตโนมัติ (automatic saccharometer) มีหลอดวัดยาว 200 มิลลิเมตร ของบริษัท Sucromat รุ่น D-3016 ประเทศเยอรมันตะวันตก

สารเคมี

1. โปแตสเซียมโซเดียมทาร์เทรต ของบริษัท E.Merck, เกรด GR.
2. เมอร์คิวริค (II) คลอไรด์ ของบริษัท Riedel เกรด A.R.
3. แคลเซียมคลอไรด์ (calcium chloride dihydrate) ของบริษัท E.Merck เกรด GR.
4. ยูรานิล อะซีเตต (uranyl acetate dihydrate) ของบริษัท E.Merck เกรด GR.
5. กรดน้ำส้มสายชูเข้มข้น (acetic acid) ของบริษัท Riedel เกรด A.R.

การเตรียมรีเอเจนต์

1. สารละลายโปแตสเซียมโซเดียมทาร์เทรต

ชั่งโปแตสเซียมโซเดียมทาร์เทรต 30 กรัม เติมน้ำกลั่น 70 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

2. สารละลายเมอร์คิวริค (II) คลอไรด์

ชั่งเมอร์คิวริค (II) คอลไรด์ 1.0 กรัม เติมน้ำกลั่น 900 มิลลิลิตรเอธิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 จำนวน 100 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

3. สารละลายแคลเซียมคลอไรด์

ชั่งแคลเซียมคลอไรด์ 550 กรัม เติมน้ำกลั่น 760 มิลลิลิตรปรับให้มีความถ่วงจำเพาะเป็น 1.3 และปรับให้มี pH เป็น 2.0 ด้วย กรดน้ำส้มสายชู

4. สารละลายยูรานิลอะซีเตต

ชั่งยูรานิลอะซีเตต 10 กรัม เติมน้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร กรดน้ำส้มสายชู 20 มิลลิลิตร และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 100 มิลลิลิตร

วิธีทดลอง

1. ชั่งแป้ง 2.0000 กรัม เติมสารละลายเมอร์คิวริค (II) คลอไรด์ 10 มิลลิลิตร เขย่า 2 นาที กรอง

2. ชะแป้งออกจากกระดาษกรองโดยใช้น้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร

3. เติมสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 60 มิลลิลิตร

4. ต้ม 30 นาทีหรือมากกว่า

5. ทำให้เย็นในอ่างน้ำแข็ง

6. เติมสารละลายยูรานิลอะซีเตต 10 มิลลิลิตร

7. ถ่ายสารละลายลงใน Kohlrauch flask ขนาด 100 มิลลิลิตร

8. ปรับปริมาตรของสารละลายเป็น 100 มิลลิลิตร โดยใช้สารละลายแคล-เซียมคลอไรด์ เขย่านาน 5 นาที

9. กรองและนำสารละลายที่กรองได้ไปวัดค่า °S ด้วยเครื่องแซคคาโรมิเตอร์แบบอัตโนมัติ และคำนวนปริมาณแป้ง

สูตร

$$\text{ปริมาณแป้ง (ร้อยละ)} = \frac{^{\circ}S \times 100 \times 100 \times 100 \times 0.3462}{200 \times 203 \times \text{wt.Sample} \times (100 - \% H_2O)}$$

เมื่อ °S คือ ค่า rotation ที่อ่านจาก saccharimeter

0.3462 คือ แฟคเตอร์สำหรับเปลี่ยนหน่วย °S เป็น °R

200 คือ ความยาวของหลอดโพลาริมิเตอร์

203 คือ specific rotation ของแป้ง

wt.Sample คือ น้ำหนักของตัวอย่าง เป็นกรัม

% H_2O คือ ปริมาณความชื้นของตัวอย่าง

ก.5 ปริมาณความชื้น A.O.A.C 14.004-1984 (25)

วิธีทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างแป้งอย่างละเอียดประมาณ 2 กรัม ใส่ในภาชนะ(dish) ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว

2. นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 130 $\pm$ 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมงหรือจนได้น้ำหนักคงที่

3. นำมาทำให้เย็นในเดสซิเคเตอร์และชั่งน้ำหนัก

ก.6 ปริมาณโปรตีน ISO 5378-1978 (30)

เครื่องมือ

1. Kjeldahl flask ที่มี ground joint ขนาด 500-800 มิลลิลิตร
2. ชุดกลั่นที่มี dropping funnel ขนาด 200 มิลลิลิตรที่ส่วนบน
3. เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ของบริษัท Jasco รุ่น UVIDEC-650 ประเทศญี่ปุ่น

สารเคมี

1. แอมโมเนียมซัลเฟต (ammonium sulphate) ของบริษัท E.Merck เกรด GR.
2. คอปเปอร์ซัลเฟต ของบริษัท E.Merck เกรด GR.
3. เมอร์คิวรีไอโอไดด์ (mercury II iodide) ของบริษัท E.Merck เกรด GR.
4. โปแตสเซียมไอโอไดด์ ของบริษัท E.Merck. เกรด GR.
5. โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ของบริษัท E.Merck. เกรด GR.
6. โปแตสเซียมซัลเฟต ของบริษัท BDH เกรด A.R.
7. โซเดียมไฮดรอกไซด์ ของบริษัท Riedel เกรด A.R.
8. กรดกำมะถันเข้มข้น (conc.sulphuric acid) ของบริษัท E.Merck เกรด GR.

การเตรียมรีเอเจนต์

1. สารเร่งปฏิกิริยา

ชั่งโปแตสเซียมซัลเฟตจำนวน 97 กรัม และคอปเปอร์ซัลเฟตจำนวน 3 กรัม ผสมให้เข้ากันดี

2. Nessler reagent

เตรียมสารละลาย A โดยชั่งเมอร์คิวรีไอโอไดด์ 10 กรัม และโปแตสเซียมไอโอไดด์ 7 กรัม ผสมให้เข้ากัน ละลายในน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร

เตรียมสารละลาย B โดยชั่งโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 22.4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 70 มิลลิลิตร ตั้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

ผสมสารละลาย A และ B ให้เข้ากัน และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 100 มิลลิลิตร เก็บไว้ 2 วัน

วิธีทดลอง

1. การเตรียมกราฟมาตรฐานของไนโตรเจน

เตรียมสารละลายมาตรฐานของไนโตรเจนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยชั่งแอมโมเนียมซัลเฟต 0.0118 กรัม ละลาย และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 500 มิลลิลิตร จะได้สารละลายที่มีปริมาณไนโตรเจน 250 ไมโครกรัมใน 50 มิลลิลิตร และปิเปตสารละลายนี้จำนวน 80 60 40 และ 20 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายที่มีปริมาณไนโตรเจนใน 50 มิลลิลิตรเป็น 200 150 100 และ 50 ไมโครกรัม ตามลำดับ

ในแต่ละความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่เตรียมได้ปิเปตสารละลายจำนวน 50 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร และ Nessler reagent 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งไว้ 10 นาที

วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 430 นาโนเมตร

เขียนกราฟมาตรฐานระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและปริมาณไนโตรเจน

2. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในตัวอย่างแป้ง

ชั่งแป้ง 4.0000 $\pm$ 0.0001 กรัม (m_o) ถ่ายใส่ Kjeldahl flask เติมสารเร่งปฏิกิริยา 3 กรัม และกรดกำมะถันเข้มข้น 20 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ใส่ลูกแก้ว (glass bead)

ย่อยสารละลายโดยให้ความร้อนแก่ของเหลวเดือดเบา ๆ จนได้สารละลายใส ทำให้เย็น ล้างคอขวดด้วยน้ำกลั่นประมาณ 1-2 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

นำไปติดตั้งกับชุดกลั่นที่มี dropping funnel อยู่ด้านบน และให้ปลายด้านทางออกของสารที่กลั่นได้ต่อกับขวดปรับปริมาตรขนาด 200 มิลลิลิตร ที่มีสารละลายกรดกำมะถันความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จำนวน 25 มิลลิลิตร โดยให้ปลายนั้นจุ่มอยู่ในสารละลายกรดกำมะถัน

เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 30 จำนวน 120 มิลลิลิตร ลงใน dropping funnel

ทำการกลั่นโดยให้ความร้อน และค่อย ๆ ปล่อยสารละลายใน dropping funnel ลงมา ก๊าซแอมโมเนียจะเริ่มเกิดขึ้น กลั่นจนได้สารละลายในขวดปรับปริมาตรประมาณ 100 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 200 มิลลิลิตร

ปิเปตสารละลายที่กลั่นได้ จำนวน V มิลลิลิตร (ไม่ควรมีไนโตรเจนมากกว่า 175 ไมโครกรัมต่อ 50 มิลลิลิตร) น้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร และ Nessler reagent 1 มิลลิลิตร เขย่า และตั้งไว้ 10 นาที

วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 430 นาโนเมตร และอ่านค่าปริมาณไนโตรเจนจากกราฟมาตรฐานของไนโตรเจน (m_1)

ทดสอบ blank โดยใช้น้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร แทนสารละลายเจือจางของของเหลวที่ได้หลังจากการย่อย นำไปกลั่นเช่นเดียวกับตัวอย่างแป้ง โดยให้มีปริมาตร V เท่ากับ 50 มิลลิลิตร และปริมาณไนโตรเจนที่อ่านได้จากกราฟมาตรฐาน คือ m_2

3. การคำนวน

สูตร

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน (ร้อยละ)} = \frac{(m_1/V)-(m_2/50)}{50\ m_o} \times 100$$

ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ) = 6.25 x ปริมาณไนโตรเจน (ร้อยละ)

ก.7 <u>ปริมาณไขมันในแป้ง</u> A.O.A.C. 1984-14.018 (25)

<u>เครื่องมือ</u>

1. Soxhlet
2. Extraction flask
3. Paper extraction thimble
4. Desiccator
5. Heating mentle

<u>สารเคมี</u>

ปิโตรเลียมอีเธอร์ (petroleum ether) ของบริษัท BDH เกรด A.R.

<u>วิธีทดลอง</u>

1. ชั่งแป้ง 2.000 กรัม (m_o) ใส่ในกระดาษกรอง
2. ล้างแป้งด้วยน้ำกลั่น จำนวน 20 มิลลิลิตร 5 ครั้ง นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
3. อบ extraction flask ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียสนาน 1 ชั่วโมง และปล่อยให้เย็นในเดสซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก extraction flask $\pm$ 0.0001 กรัม (m_1)
4. นำแป้งห่อใส่ใน paper extraction thimble และใส่ลง Soxhlet ประกอบชุดสกัดไขมัน
5. ให้ความร้อนเพื่อให้ปิโตรเลียมอีเธอร์ระเหยขึ้นไปเป็นเวลา 16 ชั่วโมง โดยให้ปิโตรเลียม อีเธอร์กลั่นตัวลงมาในอัตราเร็ว 2-3 หยดต่อวินาที
6. ระเหยปิโตรเลียมอีเธอร์ออก จนเหลือประมาณ 5 มิลลิลิตร นำไปอบแห้งใน hot air oven ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสนาน 1 ชั่วโมง

7. นำออกไปเก็บไว้ในเดสซิเคเตอร์จนเย็น

8. ชั่งน้ำหนักปริมาณไขมันที่ได้ (m_2)

9. การคำนวน

สูตร

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{(m_2-m_1)\times 100}{m_o}$$

ก.8 <u>ปริมาณฟอสฟอรัสในแป้ง</u> ISO 3946-1982(E) (31)

<u>เครื่องมือ</u>

1. UV-VIS spectrophotometer ของบริษัท Shimadzu รุ่น UV240 ประเทศญี่ปุ่น

2. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่งแบบดิจิตอลของบริษัท Sartorius รุ่น A200S ประเทศเยอรมันตะวันตก

<u>สารเคมี</u>

1. กรดกำมะถันเข้มข้น ของบริษัท E.Merck เกรด GR.

2. กรดดินปะสิวเข้มข้น (nitric acid) ของบริษัท Riedel เกรด A.R.

3. วิตามินซี (ascorbic acid) ของบริษัท E.Merck เกรด GR.

4. แอมโมเนียมโมลิบเดต (ammonium molybdate) ของบริษัท Riedel เกรด A.R.

5. โซเดียมไฮดรอกไซด์ ของบริษัท Riedel เกรด A.R.

6. โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนออร์โธฟอสเฟต (anhydrous potassium dihydrogen orthophophate) ของบริษัท Carlo Erba เกรด A.R.

<u>การเตรียมรีเอเจนต์</u>

1. Sulpho-nitric reagent

ผสมกรดกำมะถันเข้มข้นและกรดดินปะสิวเข้มข้น ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยปริมาตร

2. สารละลายวิตามินซี

ละลายวิตามินซี 50 กรัมในน้ำกลั่น 1 ลิตร

3. สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต

ชั่งแอมโมเนียมโมลิบเดต 10.6 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร เติมกรดกำมะถันความเข้มข้น 10 โมลาร์ จำนวน 500 มิลลิลิตร ทำให้เย็นเท่ากับอุณหภูมิห้อง

4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 200 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร จะได้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 10 โมลาร์

5. สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส

5.1 stock solution

นำโปแตสเซียมไดไฮโดรเจนออร์โธฟอสเฟตไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และปล่อยให้เย็นในเดสซิเคเตอร์จนถึงอุณหภูมิห้อง ชั่งสารดังกล่าว 0.4393 $\pm$ 0.0005 กรัม ละลายและปรับปริมาตรสารละลายด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 ลิตร จะได้สารละลายที่มีฟอสฟอรัส 100 ไมโครกรัมต่อ 1 มิลลิลิตร

5.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

ปิเปต stock solution จำนวน 10 มิลลิลิตร และเจือจางด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 250 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานที่มีฟอสฟอรัส 4 ไมโครกรัมต่อ 1 มิลลิลิตร

<u>วิธีทดลอง</u>

1. การเตรียมกราฟมาตรฐาน (calibration curve)

ปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสความเข้มข้น 4 ไมโครกรัมต่อ 1 มิลลิลิตร จำนวน 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 10 มิลลิลิตร ตามลำดับ และปรับปริมาตรในแต่ละขวดด้วยน้ำกลั่นเป็น 30 มิลลิลิตร

ปิเปตสารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต จำนวน 4 มิลลิลิตร และสารละลายวิตามินซี จำนวน 2 มิลลิลิตรใส่ในสารละลายแต่ละขวด

เขย่าและให้ความร้อนในอ่างน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที

ทำให้เย็นและปรับปริมาตรของสารละลายด้วยน้ำกลั่นเป็น 50 มิลลิลิตร

นำไปวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแรงด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 825 นาโนเมตร

เขียนกราฟระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในหน่วยไมโครกรัมกับค่าการดูดกลืนคลื่นแสง

2. การเตรียมตัวอย่าง

ชั่งแป้ง 0.5000 $\pm$ 0.0002 กรัม (m_o)

ถ่ายใส่ digestion flask และเติม sulpho-nitric reagent จำนวน 15 มิลลิลิตร ให้ความร้อนของเหลวจนเดือดเบา ๆ และไอสีน้ำตาลกลายเป็นสีขาว ของเหลวที่ได้สุดท้ายจะต้องใส ถ้าของเหลวมีสีดำให้เติมกรดดินปะสิวเข้มข้นและย่อยต่อ

ทำให้เย็น และเติมน้ำกลั่น จำนวน 10 มิลลิลิตร

ให้ความร้อนเพื่อไล่กรดดินปะสิวส่วนเกิน

ทำให้เย็นและเติมน้ำกลั่น จำนวน 45 มิลลิลิตร

ปรับ pH ให้เป็น 7.00 โดยเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 100 มิลลิลิตร (V_o)

3. การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในตัวอย่าง

ปิเปตสารละลายที่เตรียมในข้อ 2 จำนวน 25 มิลลิลิตร (V_1)

เติมสารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต จำนวน 4 มิลลิลิตร และสารละลายวิตามินซี จำนวน 2 มิลลิลิตร

เขย่าและนำไปต้มในอ่างน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที

ทำให้เย็น และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 50 มิลลิลิตร

นำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 825 นาโนเมตร

นำค่าการดูดกลืนคลื่นแสงเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานในข้อ 1 เพื่อหาปริมาณฟอสฟอรัสในสารละลาย (m_1)

4. การคำนวน

สูตร

$$\text{ปริมาณฟอสฟอรัส (ร้อยละ)} = \frac{m_1 V_o \times 100}{m_o V_1 \times 10^6}$$

ก.9 ปริมาณเถ้าในแป้ง A.O.A.C. 14.006-1984 (25)

เครื่องมือ

เตาเผา ของบริษัท Sybron Thermolyne รุ่น FA 10520 P-1-26 ประเทศสหรัฐ-อเมริกา

วิธีทดลอง

1. เผาครูซิเบิล (crucible) ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งตัวอย่างแป้ง 1.0000 $\pm$ 0.0001 กรัม ใส่ในครูซิเบิล อบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

3. นำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 °ซ จนได้น้ำหนักคงที่

4. นำมาทำให้เย็นในเดสซิเคเตอร์ และชั่งน้ำหนัก

5. การคำนวณ

สูตร

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{[(\text{น้ำหนักครูซิเบิล + เถ้า}) - \text{น้ำหนักครูซิเบิล}] \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

ก.10 pH ของแป้ง A.O.A.C. 14.022-1984 (25)

เครื่องมือ

pH meter ของ บริษัท Fisher Instrument รุ่น 805 MP ประเทศสหรัฐอเมริกา

วิธีทดลอง

1. ชั่งแป้งหนัก 10 กรัม
2. เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร กวนแป้งให้กระจายสม่ำเสมอ
3. ต้มสารละลายแป้งด้วยความร้อนนาน 30 นาที ขณะต้มกวนสารละลายบ่อย ๆ
4. ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที หรือมากกว่า
5. กรองแยกสารละลาย
6. นำส่วนที่กรองได้วัดค่า pH ด้วย pH meter

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช.

ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติคำนวนด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC/XT compatible ของบริษัท ARC รุ่น MODEL 10 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ คือ S.P.S. และ Statistical Analysis Package และโปรแกรม spread sheet คือ LOTUS-123

กำหนดสัญญลักษณ์ดังนี้

A คือ ตัวแปรที่เป็นอายุการเก็บเกี่ยว

B คือ ตัวแปรที่เป็นสายพันธุ์

AB คือ ผลร่วมของตัวแปรระหว่างอายุการเก็บเกี่ยว และสายพันธุ์

NS คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ช.1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของผลผลิตแป้ง

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	2.8056	2.8056	44.6756
B	3	43.7927	14.5975	232.4451
AB	3	0.5995	0.1998	3.1822^{NS}
Error	8	0.5024	0.0628	
Total	15	47.7002		

ช.2 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นของมันเทศ

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	0.0391	0.0391	0.4460^{NS}
B	3	0.0474	0.0158	0.1803^{NS}
AB	3	0.0014	0.0005	0.0054^{NS}
Error	8	0.7011	0.0876	
Total	15	0.7890		

ช.3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของปริมาณแป้ง (ร้อยละโดยน้ำหนักสด) ของมันเทศ

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	1.4824	1.4823	425.79
B	3	109.6570	36.5523	10499.77
AB	3	0.5608	0.1869	53.69
Error	8	0.0278	0.0035	
Total	15	111.7279		

ช.4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของปริมาณแป้ง (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) ของมันเทศ

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	3.5063	3.5063	47.50
B	3	228.4856	76.1619	1031.74
AB	3	2.7853	0.9384	12.58
Error	8	0.5901	0.0738	
Total	15	235.3673		

ช.5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของความชื้นของมันเทศ

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	1.4161	1.4161	29.51
B	3	361.3708	120.4570	2510.17
AB	3	1.5303	0.5101	10.63
Error	8	0.3839	0.0480	
Total	15	364.4129		

ช.6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของปริมาณของแป้งในแป้งที่สกัดได้

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	192.3769	192.3769	164.73
B	3	35.9295	11.9765	10.26
AB	3	35.7315	11.9105	10.20
Error	8	9.3427	1.1678	
Total	15	255.8641		

ช.7 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของปริมาณอะไมโลสในแป้งที่สกัดได้

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	0.0053	0.0053	0.0022^{NS}
B	3	17.0590	5.6863	2.3794^{NS}
AB	3	18.7009	6.2336	2.6085^{NS}
Error	8	19.1182	2.3898	
Total	15	54.8833		

ข.8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นในแป้งที่สกัดได้

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	1.6262	1.6262	4.8112^{NS}
B	3	4.0383	1.3461	3.9825^{NS}
AB	3	0.2725	0.0908	0.2687^{NS}
Error	8	2.7040	0.3380	
Total	15	14.0489		

ข.9 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีนในแป้งที่สกัดได้

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	2.89×10^{-4}	2.89×10^{-4}	4.5779^{NS}
B	3	1.04×10^{-3}	3.48×10^{-4}	5.5069^{NS}
AB	3	1.77×10^{-3}	5.90×10^{-4}	9.3348^{NS}
Error	8	5.06×10^{-4}	6.32×10^{-5}	
Total	15	4.18×10^{-3}		

ข.10 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของปริมาณไขมันในแป้งที่สกัดได้

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	0.0005	0.0005	6.8825^{NS}
B	3	0.0219	0.0073	93.7218
AB	3	0.0344	0.0115	146.9429
Error	8	0.0006	0.0001	
Total	15	0.0575		

ข.11 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสฟอรัสในแป้งที่สกัดได้

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	6.25×10^{-8}	6.25×10^{-8}	0.1196^{NS}
B	3	7.29×10^{-6}	2.43×10^{-6}	4.6507^{NS}
AB	3	6.37×10^{-6}	2.12×10^{-6}	4.0622^{NS}
Error	8	4.18×10^{-6}	5.22×10^{-7}	
Total	15	1.79×10^{-5}		

ช.12 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของปริมาณเถ้าในแป้งที่สกัดได้

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	0.0793	0.0793	4.6899^{NS}
B	3	0.1099	0.0366	2.1661^{NS}
AB	3	0.1274	0.0425	2.5105^{NS}
Error	8	0.1353	0.0169	
Total	15	0.5026		

ช.13 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของขนาดเม็ดแป้ง

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	68.6826	7.6314	1.3344^{NS}
B	3	21.4176	7.1392	1.2483^{NS}
AB	3	8.4978	4.2489	0.7429^{NS}
Error	72	411.7752	5.7191	
Total	79	510.3732		

ข.14 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของ pH ของแป้งเปียก

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	0.0036	0.0036	0.6180^{NS}
B	3	0.1293	0.0431	7.3977^{NS}
AB	3	0.0179	0.0060	1.0243^{NS}
Error	8	0.0466	0.0058	
Total	15	0.1974		

ข.15 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของความหนืดใน heating-cooling cycle ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	1.99×10^{4}	1.99×10^{4}	191.16
B	3	8.62×10^{2}	2.87×10^{2}	2.76^{NS}
AB	3	1.61×10^{4}	5.36×10^{3}	51.5112
Error	8	8.32×10^{2}	1.04×10^{2}	
Total	15	3.76×10^{4}		

ข.16 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของความหนืดใน heating-cooling cycle ที่จุดสูงสุดช่วง heating cycle

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	6.63×10^{4}	6.63×10^{2}	1.0287^{NS}
B	3	1.72×10^{4}	7.36×10^{3}	8.9033^{NS}
AB	3	2.21×10^{4}	5.74×10^{3}	11.4259^{NS}
Error	8	5.16×10^{3}	6.45×10^{2}	
Total	15	4.51×10^{4}		

ข.17 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของความหนืดใน heating-cooling cycle ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	4.63×10^{4}	4.63×10^{4}	981.88
B	3	2.89×10^{2}	96.20	2.04^{NS}
AB	3	1.62×10^{4}	5.39×10^{3}	114.31
Error	8	3.70×10^{2}	47.20	
Total	15	6.32×10^{4}		

ช.18 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของความหนืดใน heating-cooling cycle ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	1.06×10^{5}	1.06×10^{5}	1.32×10^{3}
B	3	1.51×10^{3}	5.03×10^{2}	6.25^{NS}
AB	3	2.79×10^{4}	9.30×10^{3}	115.49
Error	8	6.45×10^{2}	80.60	
Total	15	1.36×10^{5}		

ช.19 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของความหนืดใน heating-cooling cycle ที่จุดสูงสุดช่วง cooling cycle

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	1.22×10^{5}	1.22×10^{5}	7.95×10^{2}
B	3	1.85×10^{3}	6.17×10^{2}	4.03^{NS}
AB	3	2.91×10^{4}	9.72×10^{3}	63.48
Error	8	1.22×10^{3}	1.53×10^{2}	
Total	15	1.54×10^{5}		

ข.20 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของความหนืดใน heating-cooling cycle ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	5.89×10^{4}	5.89×10^{4}	2.70×10^{2}
B	3	3.49×10^{3}	1.16×10^{3}	5.34^{NS}
AB	3	2.52×10^{4}	8.40×10^{3}	38.47
Error	8	1.75×10^{3}	2.18×10^{2}	
Total	15	8.94×10^{4}		

ข.21 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นวิกฤตที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	0.9264	0.9264	149.27
B	3	0.0699	0.2333	3.75^{NS}
AB	3	0.1111	0.2370	5.97^{NS}
Error	8	0.0496	0.0062	
Total	15	1.1578		

ข.22 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของการพองตัวที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	593.17	593.17	181.39
B	3	96.63	32.21	9.85^{NS}
AB	3	52.88	17.63	5.39^{NS}
Error	8	26.16	3.27	
Total	15	768.83		

ข.23 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของการละลายที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
A	1	252.97	252.97	95.23
B	3	24.53	8.18	3.08^{NS}
AB	3	43.85	14.62	5.50^{NS}
Error	8	21.25	2.66	
Total	15	342.61		

ช.24 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของผลต่างความหนืดของแป้งเปียกระหว่างการลดอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็น 25 องศาเซลเซียส และ 25 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง ของแป้งเปียกจากสายพันธุ์โนริน 03 ที่อายุการเก็บเกี่ยว 4 เดือน

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
Treatment	1	7.08×10^{5}	7.08×10^{5}	0.1279^{NS}
Error	2	1.11×10^{7}	5.53×10^{6}	
Total	3	1.18×10^{7}		

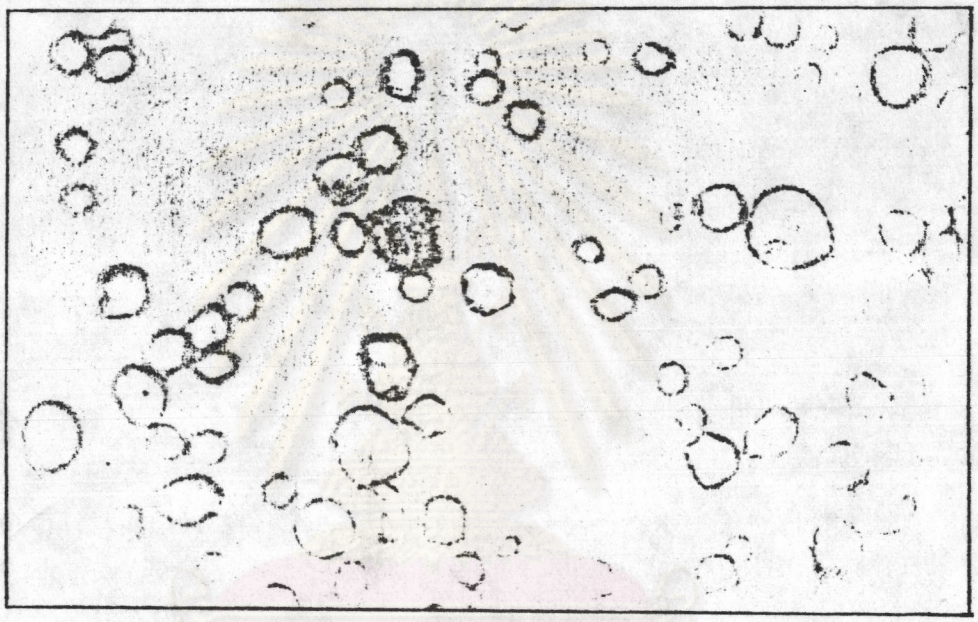
ช.25 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของผลต่างความหนืดของแป้งเปียกระหว่างการลดอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็น 25 องศาเซลเซียส และ 25 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง ของแป้งจากสายพันธุ์โอกุด

source	d.f.	sum of square	mean square	F-value
Treatment	1	5.21×10^{6}	5.21×10^{6}	1.93×10^{-2NS}
Error	2	5.40×10^{8}	2.70×10^{8}	
Total	3	5.45×10^{8}		

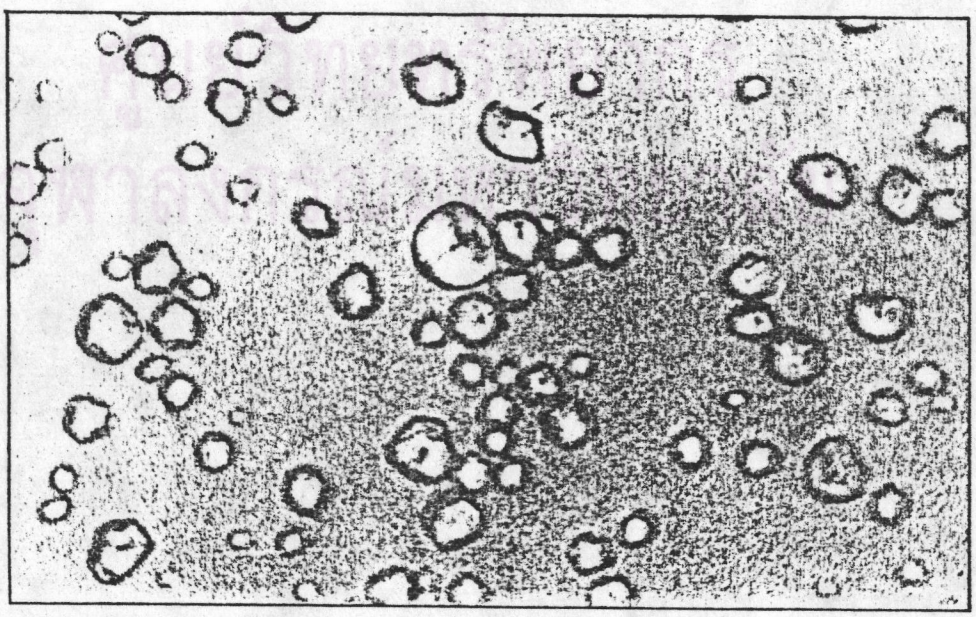
ภาคผนวก ค.

ภาพแสดงลักษณะรูปร่างของเม็ดแป้งจากแป้งมันเทศที่สกัดได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงธรรมดา (normal light) กำลังขยาย 100 เท่า

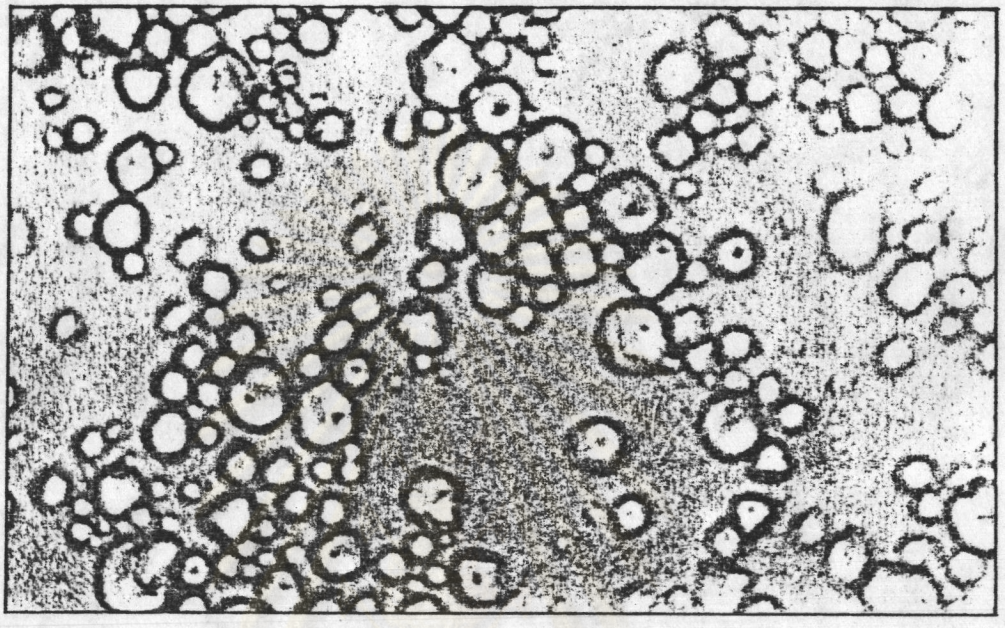
ค.1 แป้งมันเทศสายพันธุ์ TIS 8250 อายุการเก็บเกี่ยว 3 เดือน



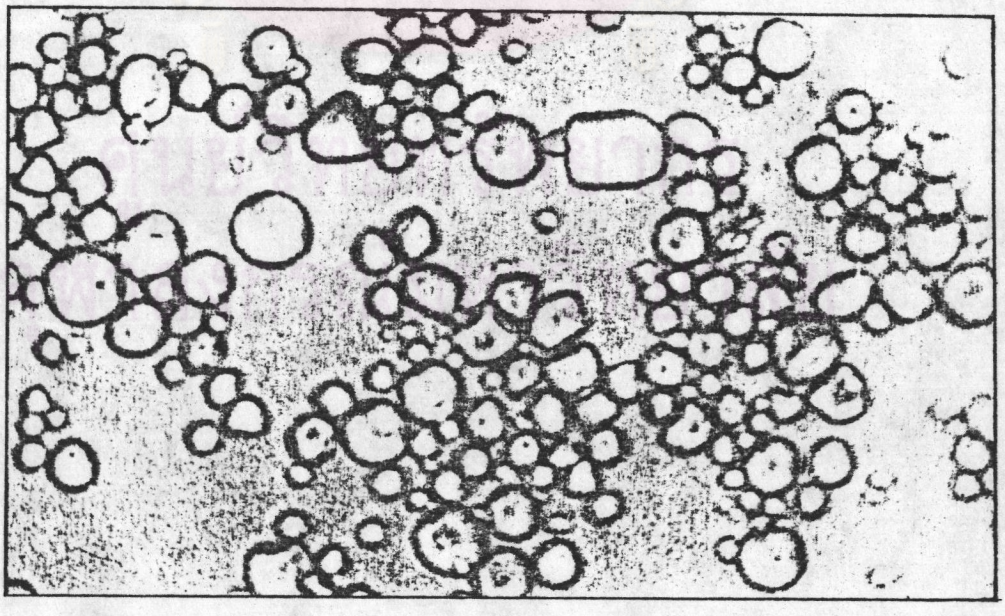
ค.2 แป้งมันเทศสายพันธุ์โนริน 03 อายุการเก็บเกี่ยว 3 เดือน



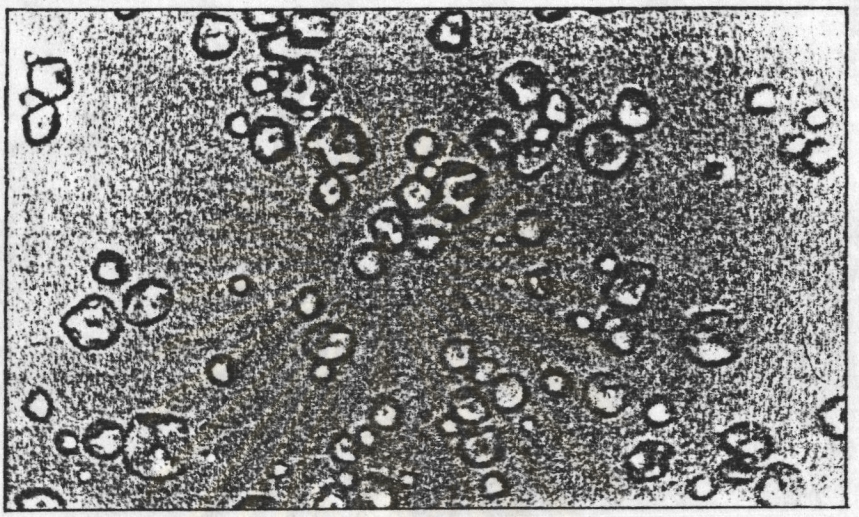
ค.3 แป้งมันเทศสายพันธุ์ พม.พจ.2 อายุการเก็บเกี่ยว 3 เดือน



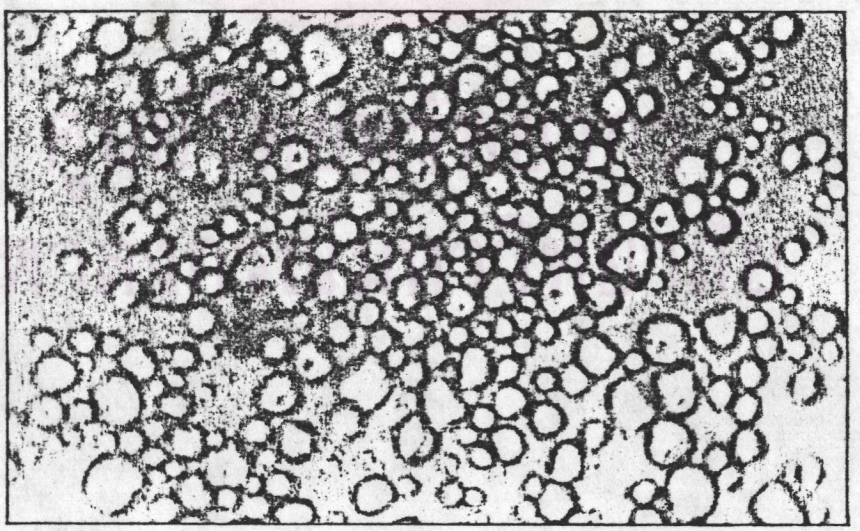
ค.4 แป้งมันเทศสายพันธุ์ พม.03-2 อายุการเก็บเกี่ยว 3 เดือน



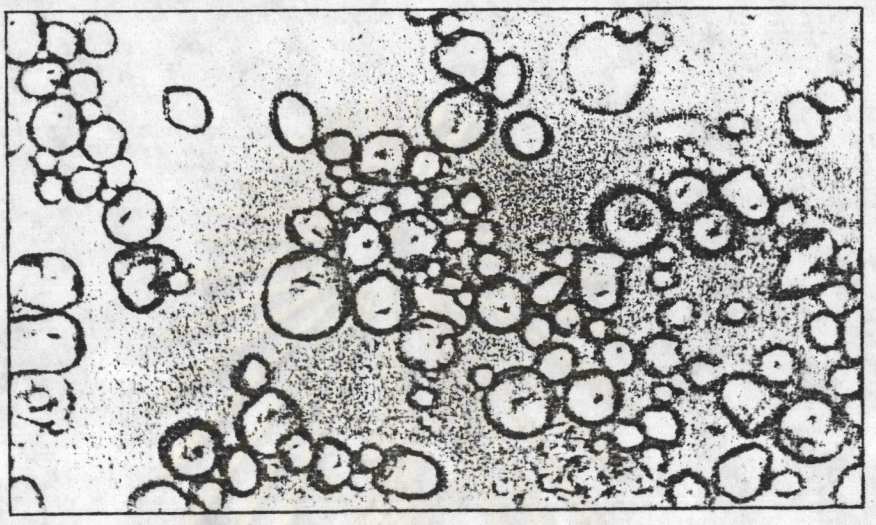
ค.5 แป้งมันเทศสายพันธุ์ TIS 8250 อายุการเก็บเกี่ยว 4 เดือน



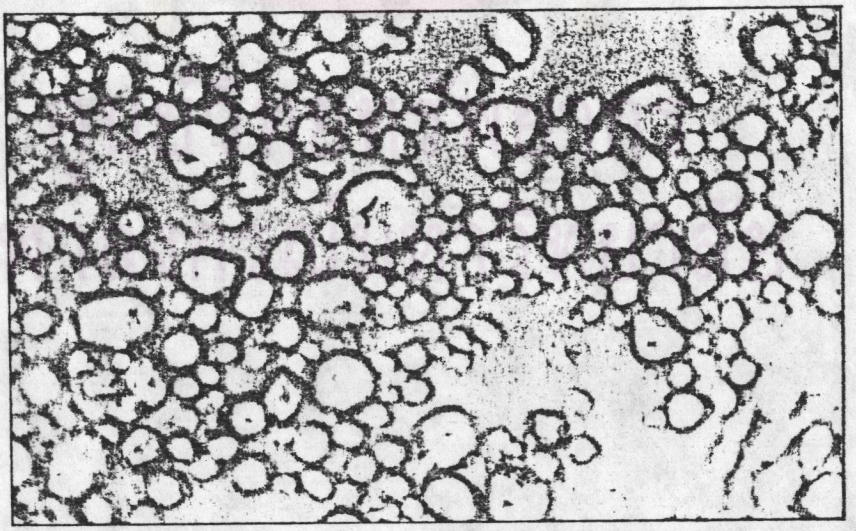
ค.6 แป้งมันเทศสายพันธุ์โนริน 03 อายุการเก็บเกี่ยว 4 เดือน



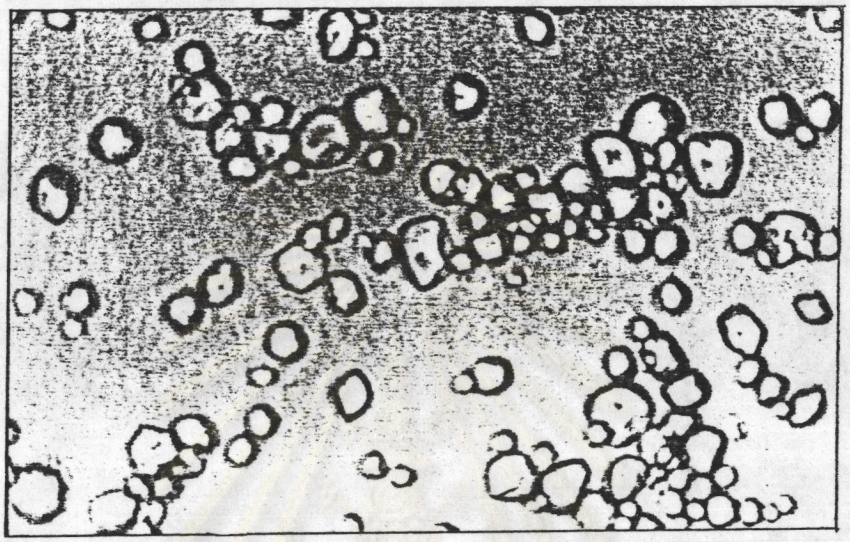
ค.7 แป้งมันเทศสายพันธุ์ พม.พจ.2 อายุการเก็บเกี่ยว 4 เดือน



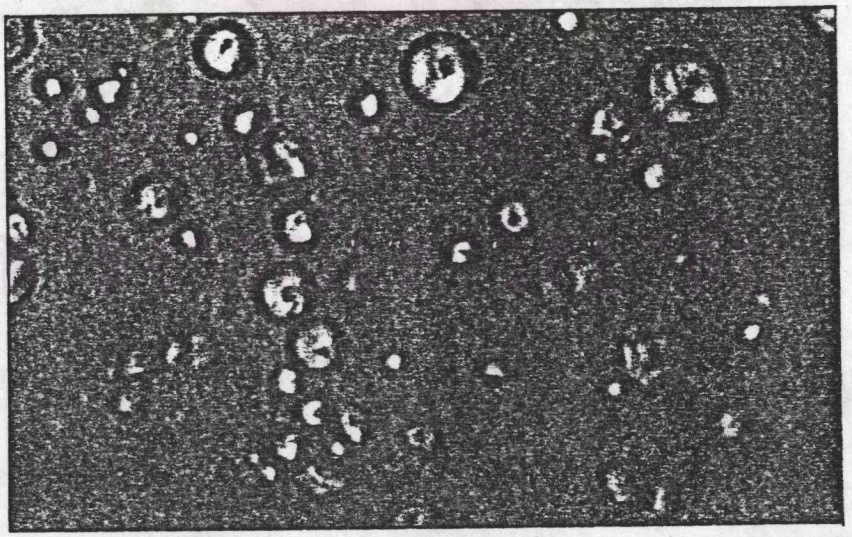
ค.8 แป้งมันเทศสายพันธุ์ พม.03-2 อายุการเก็บเกี่ยว 4 เดือน



ค.9 แป้งมันเทศสายพันธุ์โอกุด



ค.10 แป้งมันเทศสายพันธุ์กระต่าย



ประวัติ

ชื่อ นายเวชยันต์ ธนบดีภัทร

วัน เดือน ปีเกิด 2 ธันวาคม พ.ศ.2504

การศึกษา 2526 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สาขาเคมี)
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย