หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

1. Wurzburg, O. B., "Starch in the Food Industry," Handbook of Food Additives (Furia, T. E., ed.), Vol.1, pp. 361-375, CRC Press, New York, 2nd ed., 1972.
2. Schoch, T. J., "Carbohydrates : Starch," Functional Properties of Food Components (Pomeranz, Y. ed.), pp. 25-64, Academic Press Inc., London, 1985.
3. O'Dell, J., "The Use of Modified Starch in the Food Industry," Polysaccharides in Foods (Blanshard, J. M. V. and J. R. Mitchell, eds.), pp. 171-181, Butterworths, London, 1979.
4. Collison, R., "Starch Retrogradation," Starch and Its Derivatives (Radley, J. A. ed.), pp. 194-202, Chapman and Hall, London, 1968.
5. ศูนย์สถิติการพาณิชย์ กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์, รายงานการค้าระหว่างประเทศของไทย, ฝ่ายบริการข้อมูลเศรษฐกิจการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์, 2526-2532.
6. Hann R. R., "Tailoring Starches for the Baking Industry," The Bakers Digest, 43(3), pp. 48-52, 1969.
7. Tuschhoff, J. V., "Hydroxypropylated Starches," Modified Starches : Properties and Uses (Wurzburg, O. B. ed.) pp. 89-95, CRC Press Inc., Florida, 1987.
8. Wurzburg, O. B., "Cross-linked Starches," Modified Starches: Properties and Uses (Wurzburg, O. B. ed.) pp. 41-51, CRC Press Inc., Florida, 1987.
9. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง หน้า 1-3, กระทรวงอุตสาหกรรม, 2521.

10. Anonymous, "The Versatile Carbohydrate," Food, Flavourings, Ingradients, Packaging and Processing, 7(1), 23, 25-26, 1985.

11. Odigboh, E. U., "Cassava: Production, Processing and Utilization," Handbook of Tropical Foods (Chan, H. T. ed.) pp. 145-200, Marcel Dekker, New York, 1983.

12. Swinkles, J. M. (ed.), Differences Between Commercial Native Starches, Avebe B. A., International Marketing and Sales, Foxhol, 1983.

13. Peat, S., "The Biological Function of Starch," Starch and Its Derivatives (Radley, J. A. ed.), Vol.1, pp. 5-24, John Wiley & Son, New York, 3rd ed., 1954.

14. Anonymous, "Purely Functional," Food, Flavourings, Ingredients, Packaging and Processing, 7(1), 21-22, 26, 1985.

15. Brautlecht, C. A., "Tapioca Starch," Starch: Its Sources, Production and Uses, pp. 209-226, Reinhold Publishing Corporation, New York, 1953.

16. Fitt, L. E., and E. M. Snyder, "Photomicrographs of Starches," Starch Chemistry and Techonlogy (Whistler, R. L., J. N. BeMiller and E. F. Paschall, eds.), pp. 675-689, Academic Press Inc., New York, 2nd ed., 1984.

17. ณรงค์ นิยมวิทย์, อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ, "แป้ง," วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร, หน้า 107-160, ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2528.

18. Greenwood, C. T., "Observations on the Structure of the Starch Granule," Polysaccharides in Food (Blanshard, J. M. V.

and J. R. Mitchill eds.), pp. 129-138, Butterworths, London, 1979.

19. Wurzburg, O. B., "Introduction," Modified Starches: Properties and Uses (Wurzburg, O. B. ed.) pp. 1-13, CRC Press Inc., Florida, 1987

20. Zobel, H. F., "Gelatinization of Starch and Mechanical Properties of Starch Pastes," Starch Chemistry and Technology (Whistler, R. L., J. N. BeMiller, and E. F. Paschall. eds.), pp. 285-305, Academic Press Inc., New York, 2nd ed., 1984.

21. Schoch, T. J., and E. C. Maywald, "Microscopic Examination of Modified Starch," Analytical Chemistry, 28(3), 382-387, 1956.

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

23. Smith, P. S., "Starch Derivative and Their Use in Food," Food Carbohydrate (Lineback, D. R., and G. E. Inglett, eds.), pp. 236-269, AVI Publishing Company Inc., Westport Connecticut, 1979.

24. Trimble, E., "Modified Starches in Foods," J. of Consumer Studies &'Home Economics, 7(3), 247-260, 1983.

25. Solarek, D. B., "Phosphorylated Starches and Miscellaneous Inorganic Esters," Modified Starches: Properties and Uses (Wurzburg, O. B. ed.) pp. 97-112, CRC Press Inc., Florida, 1987.

26. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, "เรื่องวัตถุเจือปนอาหาร," ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 84, กระทรวงสาธารณสุข, 2527.

27. The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, "Modified Starch," Specifications for Identify and Purity of Certain Food Additive, FAO Food and Nutrition, NO.38, pp. 142-165, 1988.

28. Moore, C. D., J. V. Tuschhoff, C. W. Hastings, and R. V. Schanefelt, "Applications of Starches in Foods," Starch: Chemistry and Technology (Whistler, R. L., J. N. BeMiller, and E. F. Paschall, eds.), pp. 575-591, Academic Press Inc., New York, 2nd ed., 1984.

29. Jarowenko, W. "Acetylated Starch and Miscellaneous Organic Esters," Modified Starches: Properties and Uses (Wurzburg, O. B. ed.) pp. 41-53, CRC Press Inc., Florida, 1987.

30. Roberts, H. J., "Starch Derivative," Starch : Chemistry and Technology (Whistler, R. L., and E. F. Paschall, eds.), Vol.2, pp. 293-295, Academic Press Inc., New York, 1967.

31. Kesler, C. C., and E. T. Hjermstad, " Hydroxyethyl and Hydroxypropyl Starch," Method in Carbohydrate Chemistry: Starch (Whistler, R. L. ed.), Vol. IV, pp. 304-306, Academic Press Inc., New York, 1964.

32. Ganz, A. J. and G. C. Harris, "Freeze-Thaw Stable Food Products," U. S. pat. 3, 369, 910. Feb. 20, 1968.

33. Tsuzuki, T., "Hydroxypropyl Starch Ether," U. S. pat. 3, 378, 546, Apr.16, 1968.

34. Tuschhoff, J. V., G. L. Kessinger, and C. E. Hanson, "Phosphorous Oxyhalide Cross-linked Hydroxypropyl Starch Derivative," U. S. pat. 3, 422, Ø88, Jan. 14, 1969.

35. Caracci, J. R., and T. D. Yoshida, "Starch Derivatives," U. S. pat. 3, 751, 41Ø, Aug. 7, 1973.

36. Eastmann, J. E., and F. D. Valle, "Hydroxypropylated, Epichlorohydrin Crosslinked Tapioca Derivative for Acid Retort Media," U. S. pat. 4, 12Ø, 982, Sep. 22, 1975.

37. Smolka, G. E., and R. J. Alexander, "Modified Starch, Its Method of Manufature and the Salad Dressings Produced Therewith," U. S. pat. 4, 562, Ø86, Dec. 31, 1985.

38. Tuschhoff, J. V., and C. E. Hanson, "Hydroxyalkyl Starch Ethers Useful as Food Additives," U. S. pat. 3, 7Ø5, 891, July 14, 1972.

39. Jarowenko, W., "Method of Preparing Hydroxypropylated Starch Derivatives," U. S. 4, 112, 222, Jan. 7, 1977.

4Ø. Hjermstad, E. T., "Highly Hydroxypropylated Granule Potato Starch," U. S. pat. 3, 577, 4Ø7, May 4, 1971.

41. Fisher, E. E., and R. R. Estes, "Hydroxyalkylation of Amylose Suspension and Product Produced Thereby," U. S. pat. 3, 127, 392, Mar. 31, 1964.

42. Goldstein, A. M., F. A. Kohl, and L. Kaplan, "Modified Starch," U. S. pat. 3, 278, 522, Oct. 11, 1966.

43. Tuschhoff, J. V., and C. E. Smith, "Cross-linked Starch Ester and Process of Making Same," U. S. pat. 3, 238, 193, Mar. 1, 1966.

44. Smith, C. E., and J. V. Tuschhoff, "Process for Modifying Starch and the Resulting Products," U. S. pat. 3, 069, 410, Dec. 18, 1962.

45. Kite, F. E., "The Use of Phosphates in Food Products," Symposium: Phosphate in Food Processing (Deman, J. M. and P. Melnychyn, eds.), pp. 103-119, AVI Publishing Co., Westport, Connecticut, 1971.

46. Katzbeck, W., "Phosphate Cross-bonded Waxy Corn Starches Solve Many Food Application Problems," Food Technology, 26(3), 32-33, 1972.

47. Hofreiter, B. T., C. L. Mehitretter, J. Bennie, and G. E. Hamerstrand, "Starch products of Stable Viscosity," U. S. pat. 2, 929, 811, Mar. 22, 1960.

48. ศิวาพร ศิวเวชช, "แป้ง," วัตถุเจือปนในอาหาร, หน้า 181, ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.

49. Kerr, R. W., and F. C. Cleveland, "Process for the Preparation of Distarch Phosphate and the Resulting Products," U. S. pat. 2, 801, 242, July 30, 1957.

50. Hawley, G. G., (ed.), The Condensed Chemical Dictionary, pp. 944, Van Nostrand Reinhold Company Inc., New York, 1981.

51. Ruben, R. W., "Foodstuffs Containing Crosslinking Starches Using STMP," U. S. Pat. 4, 183, 969, Jan. 15, 1980.

52. Nicholas, B. P., "Starch Phosphate," Edible Starches and Starch Derivatived Syrup, pp. 114-117, Park Ridge, New Jersey, London, 1975.

53. Weltzstein, H. L., and P. Lyon, "Modified Starches," Chemical Abstract, Vol. 50, 13489, 1956.

54. Robinson, J. W., and J. V. Tuschhoff, "Cross-linked Cereal Starch Thickener for Foodstuffs," U. S. pat. 3, 437, 493, Apr. 8, 1969.

55. Schanefelt, R. V., J. E. Eastman, and J. F. Campbell, "Thin-thick Waxy Maize Based Starch Derivative for Acid and Neutral Retort Media," U. S. pat. 3, 951, 947, Apr. 20, 1974.

56. Frank, D. V., and J. V. Tuschhoff, "Thin-thick Retort Starch Derivatives," U. S. pat. 4, 000, 128, Dec. 28, 1976.

57. Eastmann, J. E., and F. D. Valle, "Thin-thick Hydroxypropylated, Epichlorohydrin Crosslinked Tapioca Derivative for Use in Acid Retort Media," U. S. pat. 4, 120, 983, Sep. 22, 1975.

58. Montgomery, D. C., Design and Analysis of Experiments, 367p. John Wiley & Sons, Inc., New York, 2nd.ed., 1984.

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

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

61. Smith, R. J., "Starch Pastes [30] Viscosity of Starch Pastes," Method in Carbohydrate Chemistry: Starch (Whistler, R. L. ed.), Vol. IV, pp. 114-123, Academic Press Inc., New York, 1964.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

63. 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.

64. Board, P. W., "Determination of Thermal Processes for Canned Foods," CSIRO Division of Food Research, Circular no. 7, 1977.

65. Sandstedt, R. M., and R. C. Abbott, "A Comparison of Method for Studying the Course of Starch Gelatinization," Cereal Science Today, 9(1), 13-17, 1964.

66. Lancaster, E. B., and H. F. Conway, "Alkali Sorption and Swelling of Starch," Cereal Science Today, 13(6), 248-250, 1968.

67. Wootton, M., and A. Manatsathit, "The Influence of Molar Substitution on the Gelatinization of Hydroxypropyl Maize Starches," Starch/Starke, 36(6), 207-208, 1984.

68. Schoch, T. J., "Effect of Freezing and Cold Storage on Pasted Starches," Freezing Preservation of Foods (Tressler, D. K., W. B. Van Arsdelland, and M. J. Copley, eds.), Vol. 4, pp. 44, AVI Publishing, Westport, Conn, 4th ed., 1968.

69. Osman, E. M., "Starch in the Food Industry," Starch : Chemistry and Technology (Whistler, R. L., and E. F. Paschall, eds.) Vol. II, Academic Press Inc., New York, 1967.

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ก.1 <u>การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทางสถิติโดยการทดสอบผลต่างค่าเฉลี่ยแบบ t-test</u> (58)

จากข้อมูลปริมาณหมู่ไฮดรอกซีโพรพิลในตัวอย่างแป้งที่ดัดแปรด้วยโพรพิลีนออกไซด์ ร้อยละ 10 (โดยน้ำหนักแป้งแห้ง) เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 50 °C โดยมีปริมาณโซเดียมคาร์บอเนต ร้อยละ 0.25 และ 2.70 (โดยน้ำหนักแป้งแห้ง)

ปริมาณโซเดียมคาร์บอเนต (ร้อยละ)	ปริมาณหมู่ไฮดรอกซีโพรพิล (ร้อยละ)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	จำนวนข้อมูล
0.25	1.095	0.016	2
2.70	1.126	0.033	2

สมมติฐานที่ทดสอบ คือ $H_o : X_1 - X_2 = 0$

$H_1 : X_1 - X_2 = 0$

คำนวณ

$$t = \frac{(Y_1 - Y_2)}{Sp\sqrt{1/n_1 + 1/n_2}}$$

$$Sp^2 = \frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ Y_1, Y_2 คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดที่ 1 และ 2

n_1, n_2 คือ จำนวนข้อมูลชุดที่ 1 และ 2

S_1, S_2 คือ ส่วนเบี่ยงเบนของข้อมูลชุดที่ 1 และ 2

ดังนั้น $$Sp^2 = \frac{(2-1)(0.016)^2 + (2-1)(0.033)^2}{2 + 2 - 2}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$= 6.725 \times 10^{-4}$$

$$Sp = 0.026$$

$$t = \frac{(1.095 - 1.126)}{0.026\sqrt{1/2 + 1/2}}$$

$$= -1.192$$

จาก ตาราง t-distribution

$$t_{0.025,\ 2} = \pm 4.303$$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยของปริมาณหมู่ไฮดรอกซีโพรพิลในตัวอย่างจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้หลัก functional analysis (58)

จากปริมาณหมู่ไฮดรอกซีโพรพิลในตัวอย่างแป้งที่แปรสภาพด้วยโพรพิลีนออกไซด์ ร้อยละ 5, 7.5 และ 10 (โดยน้ำหนักแป้งแห้ง) เป็นเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง

ปริมาณโพรพิลีนออกไซด์ (ร้อยละ, A)	เวลา (ชม., B)	ค่าเฉลี่ยปริมาณหมู่ไฮดรอกซีโพรพิล		ผลรวม
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	
5	6	0.640	0.680	1.320
	12	1.279	1.171	2.450
	24	1.761	1.877	3.638
7.5	6	0.786	0.811	1.597
	12	1.635	1.558	3.193
	24	2.479	2.413	4.892
10	6	1.106	1.084	2.190
	12	2.378	2.448	4.826

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลรวมของปริมาณหมู่ไฮดรอกซีโพรพิลในตัวอย่างแป้ง

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณโพรพิลีนออกไซด์ (ร้อยละ) 5	7.5	10	ผลรวม
6	1.320	1.597	2.190	5.107
12	2.450	3.193	4.826	10.469
24	3.638	4.892		8.530
ผลรวม	7.108	9.682	7.016	24.106

<u>วิธีคำนวณ</u>

1. C.F. = (ผลรวมทั้งหมด)^2/(จำนวนข้อมูล)

= (24.106)^2/(8*2)

= 36.319

2. Total SS = ผลบวกของ(ข้อมูลแต่ละตัว)^2-C.F.

= {(0.640)^2+...+(2.448)^2}-36.319

= 6.574

3. A SS = $\frac{\text{ผลบวกของ \{(ผลรวมแต่ละระดับของ factor A)}^2\text{\}}}{\text{(จำนวนข้อมูลที่ประกอบเป็นผลรวม)}}$-C.F.

= [{(7.408)^2+(9.682)^2}/6+(7.016)^2/4]-36.319

= 0.757

4. B SS = $\frac{\text{ผลบวกของ \{(ผลรวมแต่ละระดับของ factor B)}^2\text{\}}}{\text{(จำนวนข้อมูลที่ประกอบเป็นผลรวม)}}$-C.F.

$= [\{(5.107)^2+(10.469)^2\}/6+(8.530)^2/4]-36.319$

$= 4.485$

5. AB SS = $\frac{\text{ผลบวกของ } \{(\text{ผลรวมแต่ละ interaction AB})^2\}}{\text{(จำนวนข้อมูลที่ประกอบเป็นผลรวม)}}$ -A SS-B SS-C.F.

$= \{(1.320)^2+...+(4.826)^2\}/2-0.757-4.485-36.319$

$= 1.311$

6. Error SS = Total SS - A SS - B SS - AB SS

= 6.574-0.757-4.485-1.311

= 0.021

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณหมู่ไฮดรอกซีโพรพิลในตัวอย่างแป้ง

Source of variation	Degree of freedom	Sum square	Mean square	F-value
A	2	0.757	0.379	144.4*
B	2	4.485	2.243	854.5*
AB	3	1.311	0.437	166.5*
Error	8	$2.1X10^{-2}$	$2.625X10^{-3}$	

หมายเหตุ * คือ อิทธิพลของปัจจัยมีผลทำให้ปริมาณหมู่ไฮดรอกซีโพรพิลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ 1 ปริมาณเม็ดแป้งมันสำปะหลังที่ไม่ปรากฏรอยแตกบนผิวตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely random design)

Source of variation	Degree of freedom	Sum square	Mean square	F-value
A	5	30.7	6.1	1.2^{NS}
Error	54	268.8	5.0	

หมายเหตุ A คือ แหล่งของแป้งมันสำปะหลัง

NS คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95)

ตารางที่ 2 ปริมาณหมู่ไฮดรอกซีโพรพิลในตัวอย่างแป้งดัดแปรที่อุณหภูมิต่างๆ ปริมาณโซเดียมคาร์บอเนตต่างกัน ตามแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล 2X2 (factorial 2X2 experiment)

Source of variation	Degree of freedom	Sum square	Mean square	F-value
A	1	0.028	0.028	56.0*
B	1	0.150	0.150	300.0*
AB	1	0.133	0.133	266.0*
Error	4	0.002	$5X10^{-4}$	

หมายเหตุ A คือ อุณหภูมิ, B คือ ปริมาณโซเดียมคาร์บอเนต

AB คือ ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิกับปริมาณโซเดียมคาร์บอเนต

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3-12 เป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนเกี่ยวกับสมบัติต่างๆของตัวอย่างแป้งไฮดรอกซีโพรพิลที่ดัดแปรจากแป้งมันสำปะหลังด้วยปฏิกิริยาแทนที่โดยใช้โพรพิลีนออกไซด์ปริมาณต่างๆ เป็นเวลาต่างกัน ด้วยหลักของ functional analysis ตามแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล กำหนดให้

A และ B เป็นตัวแปรหรือปัจจัยที่ใช้ในกระบวนการดัดแปร โดย

- A คือ ปริมาณโพรพิลีนออกไซด์
- B คือ เวลาในการเกิดปฏิกิริยาแทนที่
- AB คือ ผลร่วมระหว่างปริมาณโพรพิลีนออกไซด์กับเวลา

* และ NS คือ แตกต่างและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95) ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ความชื้นและความเป็นกรด-ด่าง

Source of variation	D.F.	ความชื้น		ความเป็นกรด-ด่าง	
		Mean square	F-value	Mean square	F-value
A	2	0.16	0.68^{NS}	$5.45X10^{-4}$	0.14^{NS}
B	2	0.17	0.72^{NS}	$6.75X10^{-4}$	0.17^{NS}
AB	3	0.45	1.90^{NS}	$8.87X10^{-3}$	2.24^{NS}
Error	8	0.24		$3.96X10^{-3}$	

ตารางที่ 4 ปริมาณหมู่ไฮดรอกซีโพรพิล

Source of variation	Degree of freedom	Sum square	Mean square	F-value
A	2	0.757	0.379	144.4*
B	2	4.485	2.243	854.5*
AB	3	1.311	0.437	166.5*
Error	8	$2.1X10^{-2}$	$2.625X10^{-3}$	

ตารางที่ 5 อุณหภูมิสุกและความหนืดที่จุดสูงสุดใน Brabender Visco-Amylogram

Source of variation	D.F.	อุณหภูมิเกิดเจล		ความหนืดที่จุดสูงสุด	
		Mean square	F-value	Mean square	F-value
A	2	1.66	6.92*	773.2	1.11NS
B	2	8.31	34.63*	4455.5	6.41*
AB	3	1.53	6.38*	1092.9	1.57NS
Error	8	0.24		695.3	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 ความหนืดที่อุณหภูมิ 95 °C และ 95 °C นาน 30 นาที ในช่วง heating

Source of variation	D.F.	ที่ 95 °C		ที่ 95 °C นาน 30 นาที	
		Mean square	F-value	Mean square	F-value
A	2	25.3	0.068^{NS}	175.3	0.844^{NS}
B	2	240.9	0.650^{NS}	470.0	2.262^{NS}
AB	3	72.1	0.194^{NS}	127.8	0.615^{NS}
Error	8	370.8		207.8	

ตารางที่ 7 ความหนืดที่อุณหภูมิ 50 °C และ 50 °C นาน 30 นาที ในช่วง cooling

Source of variation	D.F.	ที่ 50 °C		ที่ 50 °C นาน 30 นาที	
		Mean square	F-value	Mean square	F-value
A	2	142.7	0.282^{NS}	13.6	0.029^{NS}
B	2	541.7	1.071^{NS}	1754.2	3.742^{NS}
AB	3	52.1	0.103^{NS}	71.5	0.153^{NS}
Error	8	506.0		468.8	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 กำลังการพองตัวที่อุณหภูมิ 65 °C และ 75 °C

Source of variation	D.F.	ที่ 65 °C		ที่ 75 °C	
		Mean square	F-value	Mean square	F-value
A	2	7.19	5.51*	28.46	74.89*
B	2	89.21	68.39*	5.96	15.68*
AB	3	10.66	8.17*	7.36	19.37*
Error	8	1.30		0.38	

ตารางที่ 9 กำลังการพองตัวที่อุณหภูมิ 85 °C และ 95 °C

Source of variation	D.F.	ที่ 85 °C		ที่ 95 °C	
		Mean square	F-value	Mean square	F-value
A	2	0.30	0.33^{NS}	0.08	0.06^{NS}
B	2	0.52	0.53^{NS}	3.58	2.80^{NS}
AB	3	0.81	0.82^{NS}	1.12	0.88^{NS}
Error	8	0.99		1.28	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ความหนืดของแป้งเปียกหลังการทำให้สุก ที่อุณหภูมิ 25±2 °C

Source of variation	Degree of freedom	Sum square	Mean square	F-value
A	2	62.2	31.1	1.1^{NS}
B	2	1.6	0.8	0.03^{NS}
AB	3	30.9	10.3	0.4^{NS}
Error	8	221.8	27.7	

ตารางที่ 11 ความหนืดของแป้งเปียกหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 5°-7 °C เป็นเวลา 1 และ 4 วัน วัดขณะที่อุณหภูมิของแป้งเป็น 25±2 °C

Source of variation	D.F.	1 วัน		4 วัน	
		Mean square	F-value	Mean square	F-value
A	2	96.1	3.5^{NS}	725.2	5.4^{*}
B	2	121.2	4.4^{NS}	1658.0	12.4^{*}
AB	3	119.2	4.3^{*}	1034.0	7.7^{*}
Error	8	27.8		133.9	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 ความหนืดของแป้งเปียกหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 5°- 7°C เป็นเวลา 7 และ 14 วัน วัดขณะที่อุณหภูมิของแป้งเป็น 25±2°C

Source of variation	D.F.	7 วัน		14 วัน	
		Mean square	F-value	Mean square	F-value
A	2	1155.1	7.6*	346.9	7.2*
B	2	21.6	21.6*	5393.2	111.3*
AB	3	1190.2	7.8*	422.3	8.7*
Error	8	152.1		48.5	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13-19 เป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนเกี่ยวกับสมบัติต่างๆของตัวอย่างแป้งไฮดรอกซีโพรพิลไดสตาร์ชฟอสเฟตที่ดัดแปรจากแป้งไฮดรอกซีโพรพิลที่มีระดับการแทนที่ต่างๆ ด้วยปฏิกิริยาเชื่อมขวางโดยใช้โซเดียมไตรเมตาฟอสเฟต เป็นเวลาต่างกัน ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ชื่อ Stat-Pak ตามแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล 2X5 กำหนดให้

A และ B เป็นตัวแปรหรือปัจจัยที่ใช้ในกระบวนการดัดแปร โดย

- A คือ ระดับการแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซีโพรพิลในแป้ง
- B คือ เวลาในการเกิดปฏิกิริยา
- AB คือ ผลร่วมระหว่างระดับการแทนที่กับเวลา

* และ NS คือ แตกต่างและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95) ตามลำดับ

ตารางที่ 13 ความชื้นและความเป็นกรด-ด่าง

Source of variation	D.F.	ความชื้น		ความเป็นกรด-ด่าง	
		Mean square	F-value	Mean square	F-value
A	1	1.65	3.84^{NS}	$7.20X10^{-4}$	0.16^{NS}
B	4	0.09	0.20^{NS}	$3.55X10^{-3}$	0.77^{NS}
AB	4	0.22	0.52^{NS}	$6.70X10^{-3}$	1.46^{NS}
Error	10	0.43		$4.59X10^{-3}$	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 ปริมาณฟอสเฟตที่เพิ่มขึ้น

Source of variation	Degree of freedom	Sum square	Mean square	F-value
A	1	$2.7X10^{-5}$	$2.7X10^{-5}$	61.9^{*}
B	4	$2.9X10^{-4}$	$7.1X10^{-5}$	163.2^{*}
AB	4	$1.0X10^{-6}$	$2.5X10^{-7}$	0.7^{NS}
Error	10	$4.0X10^{-6}$	$4.0X10^{-7}$	

ตารางที่ 15 อุณหภูมิสุก วัดด้วยเครื่อง Brabender Visco-Amylogram

Source of variation	Degree of freedom	Sum square	Mean square	F-value
A	1	6.38	6.38	75.56^{*}
B	4	45.51	11.38	134.64^{*}
AB	4	1.35	0.34	3.99^{*}
Error	10	0.85	$8.45X10^{-2}$	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16 ความหนืดที่อุณหภูมิ 95 °C และ 95 °C นาน 30 นาที ในช่วง heating

Source of variation	D.F.	ที่ 95 °C		ที่ 95 °C นาน 30 นาที	
		Mean square	F-value	Mean square	F-value
A	1	$8.00X10^{4}$	60.33*	$1.99X10^{5}$	214.85*
B	4	$2.78X10^{5}$	209.65*	$2.21X10^{5}$	238.72*
AB	4	$7.45X10^{3}$	5.61*	$7.10X10^{3}$	7.66*
Error	10	$1.33X10^{3}$		$9.26X10^{2}$	

ตารางที่ 17 ความหนืดที่อุณหภูมิ 50 °C และ 50 °C นาน 30 นาที ในช่วง cooling

Source of variation	D.F.	ที่ 50 °C		ที่ 50 °C นาน 30 นาที	
		Mean square	F-value	Mean square	F-value
A	1	$1.00X10^{6}$	430.77*	$1.08X10^{6}$	231.13*
B	4	$4.24X10^{5}$	181.27*	$4.28X10^{5}$	91.42*
AB	4	$2.04X10^{4}$	8.73*	$3.79X10^{4}$	8.10*
Error	10	$2.34X10^{3}$		$4.68X10^{3}$	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 18 กำลังการพองตัวที่อุณหภูมิ 65 °C และ 75 °C

Source of variation	D.F.	ที่ 65 °C		ที่ 75 °C	
		Mean square	F-value	Mean square	F-value
A	1	12.17	27.75*	0.17	0.09NS
B	4	8.07	18.40*	45.99	23.91*
AB	4	0.99	2.26NS	0.33	0.17NS
Error	10	0.44		1.92	

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกำลังการพองตัวที่อุณหภูมิ 85 °C และ 95 °C

Source of variation	D.F.	ที่ 85 °C		ที่ 95 °C	
		Mean square	F-value	Mean square	F-value
A	1	5.54	1.49NS	11.33	3.55NS
B	4	77.67	20.90*	94.80	29.75NS
AB	4	1.54	0.42NS	2.14	0.67NS
Error	10	3.72		3.19	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 20 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกำลังการพองตัวของแป้งไฮดรอกซีโพรพิลไดสตาร์ชฟอสเฟตแต่ละตัวอย่าง ที่อุณหภูมิ 65°, 75°, 85°และ 95°C

ตัวอย่างแป้ง		กำลังการพองตัว			
ระดับการแทนที่	เวลา (ชม.)	ที่ 65°C	ที่ 75°C	ที่ 85°C	ที่ 95°C
0.047	1	7.97^{A}	17.83^{B}	22.65^{B}	24.66^{B}
	1.5	7.26^{A}	13.43^{B}	16.89^{C}	18.12^{C}
	2	6.62^{A}	12.21^{B}	14.54^{C}	15.03^{C}
	3	6.07^{A}	9.95^{B}	11.32^{BC}	12.22^{C}
	4	5.42^{A}	8.47^{B}	10.30^{BC}	10.74^{C}
0.075	1	10.44^{A}	17.19^{AB}	19.59^{B}	20.64^{B}
	1.5	8.91^{A}	13.14^{B}	16.41^{C}	17.17^{C}
	2	8.21^{A}	11.56^{B}	13.10^{B}	13.55^{B}
	3	6.73^{A}	9.86^{B}	11.21^{B}	11.51^{B}
	4	5.86^{A}	9.21^{B}	10.12^{B}	10.38^{B}
แป้งไฮดรอกซีโพรพิล					
– D.S. 0.047		12.66^{A}	33.13^{BC}	37.44^{BC}	45.34^{C}
– D.S. 0.075		15.13^{A}	33.60^{B}	42.75^{C}	46.74^{C}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่อุณหภูมิต่างๆของแต่ละตัวอย่างซึ่งมีอักษรเหมือนกันจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาว อนงค์ เจษฎาญานเมธา เกิดวันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ. 2505 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์) คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อ พ.ศ. 2529

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย