บรรณานุกรม

1. "แป้งสาลี : มาตรฐานเพื่อความอร่อยอย่างมีคุณค่า," สมอ.สาร, 161, 2-3, 2531.
2. อรอนงค์ นัยวิกุล, ข้าวสาลี : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, หน้า 3-303, กราฟฟิคแอนด์ปริ้นติ้งเซ็นเตอร์, กรุงเทพมหานคร, 2532.
3. กรมศุลกากร, "สถิติการนำเข้าเมล็ดข้าวสาลีและแป้งสาลี พ.ศ. 2524-2530," สถิติการนำเข้าและส่งออกสินค้าแยกตามรายประเภท, กระทรวงการคลัง, กรุงเทพมหานคร.
4. คณะกรรมการนโยบายและแผนพัฒนาการเกษตรและสหกรณ์, "นโยบายการผลิตมันสำปะหลัง," สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร, 2531.
5. ศิริพรรณ หวังอารีย์ และ นพรัตน์ แซ่ฮึ้ง, "การศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับแป้งที่ผลิตในประเทศ," โครงการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์, ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.
6. อรวรรณ เคหสุขเจริญ, "คุณสมบัติบางประการในการนำไปใช้ประโยชน์ของแป้งต่าง ๆ," วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.
7. สรุปข่าวธุรกิจ, 8, 4, 2528.
8. Bennion, E.B., J. Stewart, and G.S.T. Bamford, Cake Making, p. 244-255, Leonard Hill Books, London, 4th ed., 1966.
9. จิตธนา แจ่มเมฆ, คำบรรยายวิชา Bakery Technology, ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 2528.
10. Bohn, L.J., "Some Facotrs Influencing the Quality of Cake Flours," Cereal Chemistry, 11(6), 598-614, 1934.
11. Charley, H., Food Science, pp. 329-339, The Ronald Press Company, New York, 1970.

12. American Institute of Baking, "Baking Science and Technology," American Institute of Baking, Manhattan, 1983.

13. มาลี ธรรมเจริญ, คำบรรยายวิชา Fruit, Vegetable and Cereal Products, ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2530.

14. สุจินดา นิมมานนิตย์, คำบรรยายวิชา Bakery Technology, ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 2526.

15. Meyer, L.H., Food Chemistry, pp. 337-339, Reinhold Publishing Corporation, New York, 1960.

16. Sultan, W.J., Practical Baking, pp. 5-48, The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, 3rd ed., 1976.

17. Shepherd, I.S., and R.W. Yoell, "Cake Emulsions," Food Emulsions (Fruiberg, S., ed.), pp. 215-275, Marcel Dekker, Inc., New York, 1976.

18. Mizukoshi, M., H. Maeda, and H. Amano, "Model Studies of Cake Making. II. Expansion and Heat Set of Cake Batter During Baking," Cereal Chemistry, 57(5), 352-355, 1980.

19. Sacharow, S., and R.C. Griffin, Principles of Food Packaging, pp. 425-426, The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, 2nd ed., 1980.

20. Bushill, J.H., "Flour Confectionery," Quality Control in the Food Industry (Herschdoerfer, S.M., ed.) Vol. II, pp. 233-235, Academic Press, New York, 1968.

21. Paine, F.A., and H.Y. Paine, A. Handbook of Food Packaging, pp. 224-225, Leonard Hill, Glasgow, 1983.

22. Taranto, M.V., "Structure and Texture of Baked Goods," Physical Properties of Foods (Peleg, M., and E.B. Bagley, eds.), pp. 250-263, The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, 1983.

23. พรดี ชนะนิธิธรรม, "การใช้แป้งมันสำปะหลังแทนบางส่วนของแป้งสาลีในคุกกี้," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

24. เสาวลักษณ์ ควรถนอม, "การทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์พายร่วนและบะหมี่โดยแป้งที่มีในประเทศ," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

25. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., 1984.

26. American Assoociation of Cereal Chemists. Approved Methods of the AACC, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, 1983.

27. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, มอก. 373-2524 : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แป้งสาลีชนิดทำเค้ก, กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร, 2524.

28. ลีเวอร์บราเธอร์, "ไอศกรีมเค้ก 1. สปันจ์เค้ก," Siam Baking News, 3, 17, 2527.

29. จรัญ จันทลักขณา, สถิติวิเคราะห์และวางแผนการวิจัย, สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, พิมพ์ครั้งที่ 5, 2527.

30. ฉรงค์ นิยมวิทย์, ทฤษฎีอาหาร, หน้า 135-150, ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 2528.

31. 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.

32. Shekara, S.C. and S.R. Shurpalekar, "Some Chemical, Pasting, Rheological and Textural Characteristics of Composite Flours Based on Wheat and Tubers," J. of Fd. Sc. and Tech., 20(6), 308-312, 1983.

33. Pyler, E.J., Baking Science and Technology, pp. 898-913, Siebel Publishing Company, Chicago, 1979.

34. Gough, B.M., M.E. Whitehouse, and C.T. Greenwood, "The Role and Function of Chlorine in the Preparation of High-Ratio Cake Flour," CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 10(1), 91-113, 1978.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์

1. วิธีวิเคราะห์ทางกายภาพ

1.1 การหาความข้นหนืด และอุณหภูมิในการเกิดเจลของแป้ง โดยใช้เครื่อง Brabender Visco-Amylograph (26)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างแป้ง 51 กรัม ใส่ใน beaker ขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่น 460 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน

2. ใส่น้ำแป้งลงใน amylograph bowl

3. ใส่ standard pin type stirrer ลงใน amylograph bowl และใส่หัวเข็มให้เข้าล็อค

4. ปรับเข็มของ amylograph ให้อ่านที่ตำแหน่ง 0 บนกระดาษกราฟ

5. เปิดเครื่องให้ทำงาน เริ่มจับเวลาเมื่ออุณหภูมิของระบบเป็น 50°ซ ระหว่างเดินเครื่อง bowl จะหมุนตลอดเวลาด้วยความเร็ว 75 รอบต่อนาที น้ำแป้งจะได้รับความร้อนโดยอุณหภูมิเพิ่มขึ้นในอัตรา 1.5°ซ ต่อนาที จนถึง 95°ซ เครื่องจะบันทึกความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดของน้ำแป้งกับเวลาที่ใช้เป็นเส้นกราฟอย่างต่อเนื่อง

6. อ่านค่าความข้นหนืดที่จุดสูงสุดตรงกึ่งกลางของเส้นกราฟที่ได้ หน่วยเป็น Brabender Unit

1.2 การหาการดูดซึมน้ำ เวลาที่ใช้ในการผสม และดัชนีความอ่อนตัวของแป้ง โดยใช้เครื่อง Brabender Farinograph (26)

วิธีการ

1. เปิด thermostat และ circulationg pump ให้เครื่องทำงานก่อนใช้อย่างน้อย 1 ชั่วโมง

2. เติมน้ำใส่ใน buret ให้ปิดสูงสุดอ่านที่ระดับศูนย์

3. ชั่งตัวอย่างแป้งหนัก 300±0.1 กรัม ใส่ลงในอ่างผสม

4. เติมน้ำหมึกที่เขียนบนกระดาษกราฟให้เต็ม ตั้งเข็มให้อยู่ตำแหน่งเลข 9 บนกระดาษกราฟ

5. เปิดเครื่องให้ใบพัดในอ่างผสมทำงาน เมื่อเข็มบนกระดาษกราฟเดินมาที่ตำแหน่งเลข 0 เปิดน้ำจาก buret ลงสู่อ่างผสม โดยเติมน้ำลงไปในปริมาณที่ใกล้เคียงกับค่าการดูดซึมน้ำของแป้งตามที่คาดการณ์ไว้ ใช้ scraper ปาดเศษแป้งข้างอ่างผสมลงไป

6. ใช้แผ่นแก้วปิดอ่างผสมไว้ เมื่อการผสมดำเนินไปกราฟที่ได้จะถูกบันทึกไว้

7. ถ้าปริมาณน้ำที่เติมลงไปเป็นค่าการดูดซึมน้ำที่แท้จริงของแป้ง เส้น 500 BU จะเป็นเส้นแบ่งกึ่งกลางความกว้างของกราฟ

8. ถ้าปริมาณน้ำที่เติมลงไปมากกว่าหรือน้อยกว่าค่าการดูดซึมน้ำที่แท้จริงของแป้ง เส้น 500 BU จะไม่อยู่กึ่งกลางความกว้างของกราฟ ถ้ากราฟอยู่สูงกว่าเส้น 500 BU แสดงว่าปริมาณน้ำที่เติมลงไปมากกว่าความเป็นจริง ถ้ากราฟอยู่ต่ำกว่าเส้น 500 BU แสดงว่าปริมาณน้ำที่เติมลงไปน้อยกว่าความเป็นจริง ต้องปรับปริมาณน้ำที่เติมลงไปให้ถูกต้อง โดยความแตกต่างของจุดสูงสุดและต่ำสุดของกราฟ 20 BU จะเท่ากับค่าการดูดซึมน้ำของแป้งร้อยละ 0.6-0.8

9. นำกราฟที่มีการเติมน้ำในปริมาณที่ถูกต้องมาประเมินค่าการดูดซึมน้ำ เวลาที่ใช้ในการผสม และดัชนีความอ่อนตัวของแป้ง

$$\text{ค่าการดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)} = \frac{(x + y - 300)}{3}$$

เมื่อ x = ปริมาตรของน้ำที่เติมเพื่อให้ได้ curve ที่มีค่า maximum consistensy อยู่ตรงกลางเส้น 500 BU (มิลลิลิตร)

y = น้ำหนักของตัวอย่างแป้ง (กรัม)

เวลาที่ใช้ในการผสม (dough development time หรือ peak time) วัดจากจุดเริ่มต้นที่เติมน้ำจนถึงจุดที่มี maximum consistency

ดัชนีความอ่อนตัว (mixing tolerance index) เป็นค่าความแตกต่างในหน่วย BU ของจุดสูงสุดของ curve กับจุดที่ผ่านการผสมไปแล้ว 5 นาที

1.3 การหาความยืด และความคงทนต่อแรงยืดของโด โดยใช้เครื่อง Brabender Farinograph และ Brabender Extensigraph (26)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างแป้งหนัก 300 กรัม ใส่ลงในอ่างผสมของเครื่อง Brabender farinograph

2. ละลายเกลือ 6 กรัม ในน้ำปริมาณน้อยกว่าค่าการดูดซึมน้ำของแป้งประมาณร้อยละ 2

3. เติมน้ำหมึกที่เข็มบนกระดาษกราฟให้เต็ม ตั้งเข็มให้อยู่ที่ตำแหน่งเลขจำนวนเต็มบนกระดาษกราฟ

4. เปิดเครื่องให้ใบพัดในอ่างผสมทำงาน เติมน้ำเกลือที่เตรียมไว้ลงผสม 1 นาที หยุดเครื่องแล้วปาดข้างอ่างผสม ใช้แผ่นแก้วปิดอ่างผสม พักไว้ 5 นาที

5. เปิดเครื่องให้ทำงานต่อไป 2 นาที หยุดเครื่อง ถ้าเส้น 500 BU อยู่ที่จุดกึ่งกลางของกราฟแสดงว่าก้อนแป้งที่ผสมได้มีความหนืดสูงสุด ถ้าเส้น 500 BU ไม่อยู่ที่จุดกึ่งกลางของกราฟจะต้องปรับปริมาณน้ำที่เติมลงไป โดยใช้หลักการเดียวกับวิธี 1.2

6. นำก้อนแป้งที่มีความหนืดสูงสุดมาตัดแบ่งออกเป็น 2 ก้อน ๆ ละ 150±0.1 กรัม นำแต่ละก้อนไปปั้นให้กลมใน extensigraph rounder จำนวน 20 รอบ

7. นำก้อนแป้งที่ปั้นกลมแล้วไปม้วนให้เป็นรูปขอนไม้โดย extensigraph roller ตรึงก้อนแป้งรูปขอนไม้ด้วย clamp ไว้บน dough holder นำไปพักไว้ใน humidified chamber 45 นาที

8. วาง dough holder ไว้บน balance arm ของเครื่อง Brabender extensigraph ตั้งเข็มบนกระดาษกราฟให้อยู่ที่ตำแหน่งเลข 0

9. เปิดเครื่องให้ตะขอทำงาน ตะขอจะค่อย ๆ เลื่อนลงมาสัมผัสกับก้อนแป้งบน dough holder และดึงให้ก้อนแป้งขาดออก ในขณะที่ตะขอเกี่ยวดึงก้อนแป้งอยู่นั้น เข็มบนกระดาษกราฟก็จะเดินไปปรากฏเป็นกราฟขึ้น หยุดเครื่อง ณ จุดที่ก้อนแป้งถูกดึงให้ขาดออก

10. นำก้อนแป้งที่ถูกดึงให้ขาดในครั้งที่ 1 มาปั้นให้กลม นำไปม้วนเป็นรูปขอนไม้อีกครั้ง พักไว้ 45 นาที นำมาดึงอีกครั้ง เป็นครั้งที่ 2

11. นำก้อนแป้งที่ถูกดึงให้ขาดในครั้งที่ 2 มาปั้น ม้วน พักไว้ 45 นาที นำมาดึงอีกครั้ง เป็นครั้งที่ 3

ก้อนแป้งจะถูกนำมาดึงทั้งหมด 3 ครั้ง หลังจากพักไว้ 45 90 และ 135 นาที นำกราฟที่ได้มาประเมินค่าความยืด และความคงทนต่อแรงยืดของโด

ค่าความยืด (extensibility) เป็นความยาวของ curve ในหน่วยเซนติเมตร

ความคงทนต่อแรงยืดของโด (resistance to extension) เป็นความสูงของ cruve ในหน่วย BU หรือเซนติเมตร โดยวัดที่ maximum (R_m) และระยะ 5 เซนติเมตรจากจุดเริ่มต้น (R_5)

1.4 <u>การหาความถ่วงจำเพาะของ batter</u> (26)

<u>วิธีการ</u>

1. ชั่งน้ำหนักถ้วยตวงโลหะขนาด 1/4 ถ้วย
2. ใส่น้ำลงในถ้วยตวงจนเต็ม ชั่งน้ำหนักน้ำและถ้วยตวง
3. ใส่ batter ลงในถ้วยตวงที่แห้งจนเต็ม ใช้ spatula ปาด batter ส่วนเกินออก ให้ระดับของ batter อยู่เสมอขอบถ้วยตวง ชั่งน้ำหนัก batter และถ้วยตวง

คำนวณความถ่วงจำเพาะของ batter

ความถ่วงจำเพาะของ batter

$$= \frac{\text{น้ำหนักของ batter และถ้วยตวง - น้ำหนักของถ้วยตวง}}{\text{น้ำหนักของน้ำและถ้วยตวง - น้ำหนักของถ้วยตวง}}$$

1.5 <u>การวัดความข้นหนืดของ batter ด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer</u>

<u>วิธีการ</u>

1. ปรับเครื่องมือให้ได้สมดุลโดยสังเกตจากลูกน้ำ
2. หมุนสกรูเพื่อให้เข็มที่ใช้วัดจุ่มลงในตัวอย่างจนถึงระดับที่กำหนดไว้บนเข็ม
3. เปิดเครื่องให้หมุนตามอัตราเร็ว 10 รอบต่อนาที
4. เมื่อหมุนไปครบ 1 นาที ให้อ่านค่าที่ได้จากหน้าปัด
5. นำค่าที่อ่านได้ไปคูณกับแฟคเตอร์ที่กำหนด ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราเร็วของการหมุนและเลขของเข็มที่ใช้วัด จะได้ค่าความข้นหนืด มีหน่วยเป็นเซนติพอยซ์ (cps)

1.6 การหาปริมาตรจำเพาะของผลิตภัณฑ์ (27)

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ และบันทึกไว้

2. เติมเมล็ดงาลงในภาชนะโลหะที่มีขนาดใหญ่กว่าผลิตภัณฑ์จนเต็ม อ่านปริมาตรของเมล็ดงาที่ใช้เติมนั้น โดยใช้กระบอกตวง

3. วางผลิตภัณฑ์ลงในภาชนะ เติมเมล็ดงาลงไปจนเต็ม อ่านปริมาตรของเมล็ดงาที่ใช้เติมนั้น โดยใช้กระบอกตวง

คำนวณปริมาตรจำเพาะของผลิตภัณฑ์

$$\text{ปริมาตรจำเพาะของผลิตภัณฑ์} = \frac{\text{ปริมาตรของผลิตภัณฑ์}}{\text{น้ำหนักของผลิตภัณฑ์}}$$

โดยที่ ปริมาตรของผลิตภัณฑ์ = ปริมาตรของเมล็ดงาในข้อ 2 - ปริมาตรของเมล็ดงาในข้อ 3

1.7 การวัดค่าแรงตัดที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ด้วยเครื่อง Texturometer-Lloyd Instruments

วิธีการ

1. เตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ โดยตัดตัวอย่างตามขวางตรงแนวกึ่งกลางให้หนา 0.5 เซนติเมตร ตัดแบ่งครึ่งอีกครั้งจะได้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 2 ชิ้น

2. ต่อเครื่อง texturometer เข้ากับ recorder ให้อยู่ในสภาพพร้อมที่จะวัด โดยแกน x คือ extension x1 และแกน y คือ load x 0.5 แล้ว set zero

3. กดปุ่มให้ใบมีดตัดชิ้นตัวอย่างผ่านร่องด้วยความเร็ว 200 มิลลิเมตรต่อนาที จะเกิด peak บนกระดาษกราฟของ recorder วัดความสูงของ peak

4. คำนวณแรงตัดจากความสูงของ peak โดยที่แกน y คือ load เต็มสเกลมีค่าเท่ากับ 200 นิวตัน

1.8 การตรวจสอบโครงสร้างภายในของผลิตภัณฑ์ ด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope

วิธีการ

1. นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ขนาด 1x1x0.5 เซนติเมตร ไปผ่านการทำแห้งโดยใช้

เครื่อง lyophilizer

2. ติดตัวอย่างบนแท่งยึดตัวอย่าง โดยป้ายกาว Silver paint บนแผ่นหน้าของ stub ที่ล้างให้สะอาดด้วย acetone วางตัวอย่างผลิตภัณฑ์บนกาวทันที ทิ้งตัวอย่างให้แห้ง 15 นาที

3. ฉาบผิวตัวอย่างด้วยโมเลกุลของทอง (Au) โดยใช้ ion sputter ซึ่งมีหลักการทำงานคือ สามารถกระจายโมเลกุลของธาตุภายใต้สุญญากาศและกระแสไฟฟ้าที่พอเหมาะ

4. ใส่ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เตรียมแล้วลงในช่องใส่ตัวอย่างในเครื่อง Scanning Electron Microscope

5. จัดภาพที่ต้องการให้เหมาะสม ปรับภาพให้คมชัดโดยใช้โฟกัสละเอียด ถ่ายภาพโดยใช้กำลังขยาย 100 และ 350 เท่า

2. วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

2.1 <u>การหาปริมาณความชื้น</u> (25)

<u>วิธีการ</u>

1. อบภาชนะ (dish) และฝาที่อุณหภูมิ 130±3°ซ จนน้ำหนักคงที่ ทิ้งให้เย็นใน desiccator นำมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ใส่ในภาชนะที่อบแห้ง บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน

3. นำภาชนะที่บรรจุตัวอย่างเข้าอบที่ 130±3°ซ นาน 1 ชั่วโมง โดยเปิดฝาทิ้งไว้ (ช่วงเวลาการอบแห้ง 1 ชั่วโมง เริ่มจากอุณหภูมิเตาอบเท่ากับ 130°ซ)

4. ปิดฝาภาชนะขณะอยู่ในเตาอบ ทิ้งให้เย็นใน desiccator จนถึงอุณหภูมิห้อง นำมาชั่งน้ำหนักทันที

คำนวณปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)

$$= \frac{\text{น้ำหนักของภาชนะและตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักของภาชนะและตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง}} \times 100$$

2.2 การหาปริมาณโปรตีน (26)

สารเคมี

- กรดซัลฟุริกเข้มข้น (concentrated sulfuric acid) 95-98% ปราศจากไนโตรเจน และมีค่าความถ่วงจำเพาะ 1.84

- คะตะลิสต์ ประกอบด้วยโปตัสเซียมซัลเฟต (potassium sulfate) 15 กรัม แอนไฮดรัสคอปเปอร์ซัลเฟต (anhydrous copper sulfate) 0.04 กรัม และอลันดัม (alundum grunules) 0.5-1.0 กรัม

- antibumping agent ประกอบด้วยโลหะสังกะสี (zinc metal) ขนาด 20 mesh หินพัมมิส (pumice stone) หรืออลันดัม (alundum) ขนาด 8-14 mesh antibumping agent นี้สามารถนำไปรวมกับส่วนผสมของคะตะลิสต์ได้

- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) ใช้ในรูปเม็ดหรือสารละลายและปราศจากไนเตรท สำหรับสารละลายเตรียมโดยละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เป็นของแข็ง 450 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร สารละลายที่เตรียมได้ควรมีความถ่วงจำเพาะเท่ากับหรือมากกว่า 1.36

- สารละลายเมธิลเรด (methyl red indicator) เตรียมโดยละลายเมธิลเรด 1 กรัม ในเอธิลอัลกอฮอล์ 95% 200 มิลลิลิตร

- สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล เตรียมโดยละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 73 กรัม ในน้ำกลั่น 1.8 ลิตร และนำมาหาความเข้มข้นที่แน่นอนโดยไตเตรทกับโปตัสเซียม พธาเลตในรูปกรดบริสุทธิ์ (pure acid potassium phthalate) ซึ่งละลายในน้ำกลั่นที่ปราศจากคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้สารละลายฟีนอฟธาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ (phenolphthalein indicator)

- สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟุริก 0.1 นอร์มัล เตรียมโดยเติมกรดซัลฟุริก (reagent grade, มีค่าความถ่วงจำเพาะ 1.84) 50.4 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น 18 ลิตร และนำมาหาความเข้มข้นที่แน่นอนโดยไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยใช้สารละลายเมธิเรดเป็นอินดิเคเตอร์

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการบดอย่างละเอียดและผสมอย่างทั่วถึง 1.0 กรัม อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ใส่ใน digestion flask ขนาด 800 มิลลิลิตร

2. เติมคะตะลิสต์ที่เตรียมไว้ และกรดซัลฟุริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร ลงใน digestion flask

3. ให้ความร้อนแก่ digestion flask อย่างสม่ำเสมอจนกระทั่งควันสีขาวที่หนาทึบหายไปจากกระเปาะของ flask จึงค่อย ๆ หมุน flask และให้ความร้อนต่อไปอีก 90 นาที

4. นำ digestion flask ออกมา ทิ้งให้เย็น

5. เติมสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟุริก 25 มิลลิลิตร ใน receiving flask ขนาด 300 มิลลิลิตร แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเท่ากับ 50 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลายเมธิลเรดเป็นอินดิเคเตอร์

6. จุ่มปลาย condenser tube ลงในสารละลายในข้อ 5

7. เติมน้ำ 250-275 มิลลิลิตร เพื่อช่วยทำให้ digestion flask เย็นลง

8. เติมไตรบิวทิล ซิเตรท (tributyl citrate) 2-3 หยด ใน distillation flask เพื่อลดการเกิดฟอง

9. เติมอลันดัม 0.5-1.0 กรัม และค่อย ๆ เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 50 มิลลิลิตร ลงใน distillation flask จากนั้นต่อเข้ากับ condenser

10. ต้มจนกระทั่งแอมโมเนียมถูกกลั่นออกมาหมด คือได้ distillate อย่างน้อย 150 มิลลิลิตร

11. ไตเตรท distillate ด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์จนเป็นกลาง โดยใช้สารละลายเมธิลเรดเป็นอินดิเคเตอร์

12. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2-11 โดยใช้ส่วนผสมทั้งหมดยกเว้นตัวอย่าง เพื่อหาปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรทกลับกับ blank

คำนวณปริมาณโปรตีน ตามสูตร

$$\% \text{ โปรตีน} = \frac{(B - S) \times N \times 1.4007 \times f}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)}}$$

B = จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไตเตรทกลับกับ blank

S = จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไตเตรทกลับกับตัวอย่าง

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ ในหน่วยนอร์มัล

f = 5.7 สำหรับแป้งสาลีและแป้งมันสำปะหลัง

2.3 การหาปริมาณเถ้า (26)

วิธีการ

1. นำ crucible ไปเผาที่อุณหภูมิ 550°ซ จนน้ำหนักคงที่ ทิ้งให้เย็นใน desiccator จนถึงอุณหภูมิห้อง นำมาชั่งน้ำหนักทันที

2. ชั่งตัวอย่าง 3-5 กรัม ใส่ใน crucible บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน

3. นำ crucible ที่บรรจุตัวอย่างไปเผาบน hot plate จนหมดควัน เผาต่อไปในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550°ซ จนได้สีเทาอ่อน

4. ทิ้งให้เย็นใน desiccator จนถึงอุณหภูมิห้อง นำมาชั่งน้ำหนักทันที

คำนวณปริมาณเถ้า

ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)

$$= \frac{\text{น้ำหนักของ crucible และเถ้า - น้ำหนักของ crucible}}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง}} \times 100$$

2.4 การหาปริมาณเม็ดแป้งที่ถูกทำลาย (26)

สารเคมี

- สารละลายอะซิเตทบัฟเฟอร์ (acetate buffer) เตรียมโดยเจือจางโซเดียมอะซิเตท (sodium acetate) 4.1 กรัม และกรดอะซิติก (glacial acetic acid) 3.0 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1 ลิตร pH ของสารละลายที่ได้มีค่าเท่ากับ 4.6-4.8

- สารละลายกรดซัลฟุริก (sulphuric acid solution) เตรียมโดยเติมกรดซัลฟุริกเข้มข้น (reagent-grade conc. H_2SO_4) 100 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น 700 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ความเข้มข้นของสารละลายที่ได้ควรเท่ากับ 3.68 ± 0.05 นอร์มัล

- สารละลายโซเดียมทังสเตท (sodium tungstate solution) เตรียมโดยละลายโซเดียมทังสเตท ($Na_2WO_4.2H_2O$) 12.0 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

- เอนไซม์อัลฟาอะไมเลส (α-Amylase) จาก *Aspergillus oryzae* ของบริษัท Sigma Chemical, No. A0273 ซึ่งประกอบด้วยเอนไซม์ 50-200 Sigma units ต่อมิลลิกรัมโปรตีน

- สารละลายอัลคาไลน์เฟอร์ริไซยาไนด์ (alkaline ferricyanide solution) 0.1 นอร์มัล เตรียมโดยละลาย $K_3Fe(CN)_6$ 33 กรัม และ anhydrous Na_2CO_3 44 กรัม ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

- สารละลายเกลือ-กรดอะซิติก (acetic acid-salt solution) เตรียมโดยละลาย KCl 70 กรัม และ $ZnSO_4.7H_2O$ 40 กรัม ในน้ำกลั่น 750 มิลลิลิตร เติม glacial acetic acid 200 มิลลิลิตร อย่างช้า ๆ ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

- สารละลายโซลูเบิลสตาร์ช-โปตัสเซียมไอโอไดด์ (soluble starch-KI solution) เตรียมโดยละลาย soluble starch 2 กรัม ในน้ำเย็นเล็กน้อย เทลงในน้ำเดือดและคนให้เข้ากัน ทำให้เย็นแล้วเติม KI 50 กรัม เจือจางจนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 หยด

- สารละลายไทโอซัลเฟต (thiosulfate solution) 0.1 นอร์มัล เตรียมโดยละลาย $Na_2S_2O_3.5H_2O$ 24.82 กรัม และโบแรกซ์ (borax) 3.8 กรัม ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

<u>วิธีการ</u>

1. ชั่งตัวอย่างแป้ง 1.00 กรัม และเอนไซม์ 0.050 กรัม ลงใน erlenmeyer flask ขนาด 125 มิลลิลิตร

2. เติม acetate buffer อุณหภูมิ 30°ซ 45 มิลลิลิตร ลงใน flask คนให้เข้ากัน incubate ที่ 30°ซ นาน 15 นาที

3. เติม H_2SO_4 solution 3.0 มิลลิลิตร และ sodium tungstate solution 2.0 มิลลิลิตร ผสมและตั้งทิ้งไว้ 2 นาที กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman no.4 โดยทิ้ง filtrate 8-10 หยดแรก

4. ปิเปต filtrate 5.0 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง เติม alkaline ferricyanide reagent 10.0 มิลลิตร

5. ต้มหลอดทดลองในน้ำเดือด 20 นาที โดยให้ระดับน้ำสูงกว่าระดับของสารละลาย 3-4 เซนติเมตร

6. ทำให้หลอดทดลองเย็นลงโดยใช้ running water เทสารละลายลงใน flask ขนาด 125 มิลลิลิตร rinse สารละลายที่ติดค้างในหลอดทดลองออกด้วย acetic acid-salt solution 25 มิลลิลิตร เทรวมกับสารละลายใน flask ผสมให้เข้ากัน

7. เติม soluble starch-KI solution 1.0 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

8. ไตเตรทสารละลายดังกล่าวด้วย thiosulfate solution 0.1 นอร์มัล จนถึงจุดยุติ คือสีฟ้าจะหายไป

9. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1-8 โดยใช้ส่วนผสมทั้งหมด ยกเว้นตัวอย่าง เพื่อหาปริมาตรของ thiosulfate solution ที่ใช้ในการไตเตรทกับ blank

10. นำปริมาตรของ thiosulfate solution ในข้อ 8 - 9 มาเปิดตาราง ก.1 เพื่อหาค่ามิลลิกรัมของมอลโตสต่อแป้ง 10 กรัม

คำนวณปริมาณเม็ดแป้งที่ถูกทำลาย

ปริมาณเม็ดแป้งที่ถูกทำลาย (ร้อยละ)

= (0.082) x (มิลลิกรัมของมอลโตสต่อแป้ง 10 กรัม)

ตารางที่ ก.1 FERRICYANIDE-MALTOSE-SUCROSE CONVERSION (26)

0.1*N* Ferricyanide Reduced (ml)	Maltose per 10 g Flour (mg)	Sucrose per 10 g Flour (mg)	0.1*N* Ferricyanide Reduced (ml)	Maltose per 10 g Flour (mg)	Sucrose per 10 g Flour (mg)
0.10	5	5	4.60	244	218
0.20	10	10	4.70	251	223
0.30	15	15	4.80	257	228
0.40	20	19	4.90	264	233
0.50	25	24	5.00	270	238
0.60	31	29	5.10	276	242
0.70	36	34	5.20	282	247
0.80	41	38	5.30	288	251
0.90	46	43	5.40	295	256
1.00	51	48	5.50	302	261
1.10	56	52	5.60	308	266
1.20	60	57	5.70	315	270
1.30	65	62	5.80	322	275
1.40	71	67	5.90	328	280
1.50	76	71	6.00	334	285
1.60	80	76	6.10	341	290
1.70	85	81	6.20	347	294
1.80	90	86	6.30	353	299
1.90	96	91	6.40	360	304
2.00	101	95	6.50	367	309
2.10	106	100	6.60	373	313
2.20	111	104	6.70	379	318
2.30	116	109	6.80	385	323
2.40	121	114	6.90	392	328
2.50	126	119	7.00	398	333
2.60	130	123	7.10	406	337
2.70	135	128	7.20	412	342
2.80	140	133	7.30	418	347
2.90	145	138	7.40	425	352
3.00	151	143	7.50	431	357
3.10	156	148	7.60	438	362
3.20	161	152	7.70	445	367
3.30	166	157	7.80	451	372
3.40	171	161	7.90	458	377
3.50	176	166	8.00	465	382
3.60	182	171	8.10	472	387
3.70	188	176	8.20	478	392
3.80	195	181	8.30	485	397
3.90	201	185	8.40	492	402
4.00	207	190	8.50	499	407
4.10	213	195			
4.20	218	200			
4.30	225	204			
4.40	231	209			
4.50	237	214			

2.5 การวัดความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH-meter (26)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 10.0 กรัม ใส่ใน erlenmeyer flask

2. เติมน้ำที่ต้มเดือดและทิ้งให้เย็นลงไป 100 มิลลิลิตร เขย่าจนอนุภาคกระจายสม่ำเสมอและส่วนผสมปราศจากอนุภาคที่จับกันเป็นก้อน

3. ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที โดยหมั่นเขย่า flask ตั้งทิ้งไว้อีก 10 นาที ค่อย ๆ รินส่วนใสลงในภาชนะที่จะนำไปวัด pH

4. วัด pH โดยใช้ electrode และ potentiometer ที่ผ่านการปรับมาตรฐานโดยสารละลายบัฟเฟอร์ pH 4.01 และ 9.18

3. วิธีประเมินผลทางประสาทสัมผัส

การประเมินผลทางประสาทสัมผัสของสปันจ์เค้กโดยผู้ทดสอบจำนวน 12 คน ใช้วิธีให้คะแนน (scoring method) สำหรับลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์ที่กำหนดในแบบทดสอบดังต่อไปนี้

การประเมินผลทางประสาทสัมผัสของสปันจ์เค้ก

ชื่อ-นามสกุล..... เพศ..... อายุ..... วันที่.....

โปรดพิจารณาคุณลักษณะและชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต่อไปนี้ แล้วให้คะแนนคุณลักษณะต่าง ๆ โดยพิจารณาจากเกณฑ์ที่กำหนด และใส่เครื่องหมายในช่องการยอมรับรวม

คุณลักษณะ	รายละเอียด	รหัสตัวอย่าง						
สี (15 คะแนน)	สีด้านนอก พิจารณาเฉพาะด้านบน (5 คะแนน) สีน้ำตาลทอง (4-5) สีน้ำตาลเข้ม (2-3) สีน้ำตาลดำ (1) สีเนื้อเค้ก (10 คะแนน) สีเหลืองทอง (8-10) สีเหลืองครีม (5-7) สีเหลืองอ่อน (1-4)							
กลิ่น (5 คะแนน)	กลิ่นหอมปกติ (จากไข่ เนย ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม) (4-5) กลิ่นแปลกปลอม (1-3)							
เซลหรือรูอากาศในเนื้อเค้ก (30 คะแนน)	ความสม่ำเสมอ (10 คะแนน) สม่ำเสมอดี (7-10) ค่อนข้างสม่ำเสมอ (3-6) ไม่สม่ำเสมอ (1-2) ขนาด (10 คะแนน) ค่อนข้างละเอียด (8-10) ละเอียดเกินไป (5-7) ใหญ่เกินไปเล็กน้อย (3-4) ค่อนข้างใหญ่ (1-2) ความหนาของผนังเซล (10 คะแนน) บาง (7-10) ค่อนข้างหนา (3-6) หนา (1-2)							

คุณลักษณะ	รายละเอียด	รหัสตัวอย่าง						
ลักษณะเนื้อสัมผัส (35 คะแนน)	ความชุ่ม (10 คะแนน) ชุ่มดี (9-10) ค่อนข้างแห้ง (7-8) เหนียวหนืบหนับ (5-6) แห้งเกินไป หรือชุ่มเกินไป (1-4) ความอ่อนนุ่ม (25 คะแนน) นุ่มและยืดหยุ่นดี (20-25) นุ่ม (14-19) เหนียว (8-13) แข็ง (1-7)							
รสชาติ (10 คะแนน)	หวาน,มันพอเหมาะ (7-10) หวานมันเกินไป (4-6) รสอ่อนเกินไป (1-3)							
กลิ่นรส (5 คะแนน)	ปกติ (ไม่มี off flavor เนื่องจากแป้ง) (4-5) ผิดปกติ (after taste, foreign) (1-3)							
การยอมรับรวม	ไม่ยอมรับ ยอมรับ							

ข้อเสนอแนะ _____

ภาคผนวก ข

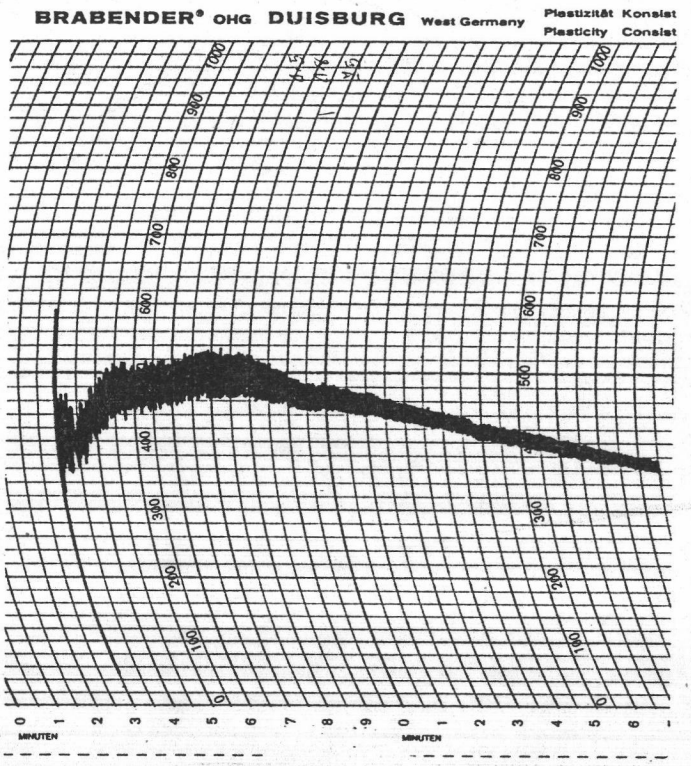
ตารางที่ ข.1 สมบัติทางเคมีบางประการของแป้งที่ใช้เป็นวัตถุดิบ

ชนิดของแป้งสาลี	ระดับการทดแทนด้วยแป้งมันสำปะหลัง(ร้อยละ)	ความชื้น	ปริมาณ (ร้อยละ)* โปรตีน	เถ้า	เม็ดแป้งถูกทำลาย	ความเป็นกรด-ด่าง
แป้งเค้กชนิดที่ 1	0	10.89±0.02	9.18±0.00	0.44±0.01	7.44±0.35	4.76±0.00
	20	11.03±0.07	7.50±0.03	0.40±0.01	5.12±0.40	4.78±0.00
	40	11.12±0.02	5.53±0.06	0.37±0.01	4.82±0.30	4.82±0.00
	60	11.50±0.04	3.93±0.17	0.30±0.00	3.52±0.54	4.83±0.00
	80	11.44±0.06	1.91±0.03	0.26±0.00	2.38±0.20	4.92±0.00
	100	11.72±0.14	0.11±0.00	0.15±0.00	0.78±0.18	5.33±0.01
แป้งเค้กชนิดที่ 2	0	10.66±0.08	9.18±0.06	0.46±0.00	14.84±0.14	5.82±0.00
	20	10.60±0.18	7.32±0.02	0.42±0.02	11.46±0.00	5.84±0.00
	40	10.78±0.10	5.48±0.06	0.36±0.02	9.43±0.10	5.78±0.01
	60	10.77±0.13	3.76±0.00	0.36±0.00	7.14±0.26	5.76±0.00
	80	11.14±0.08	1.88±0.00	0.30±0.02	5.81±0.19	5.60±0.02
	100	11.72±0.14	0.11±0.00	0.15±0.00	0.78±0.18	5.33±0.01
แป้งเอนกประสงค์	0	11.78±0.02	13.16±0.06	0.56±0.02	10.85±0.81	6.14±0.00
	20	11.68±0.03	10.49±0.00	0.48±0.00	8.88±0.00	6.14±0.00
	40	11.58±0.06	8.10±0.12	0.38±0.01	7.44±0.36	6.04±0.00
	60	11.48±0.04	5.44±0.02	0.32±0.01	5.74±0.31	6.02±0.00
	80	11.41±0.05	2.85±0.00	0.28±0.08	4.04±0.29	5.85±0.01
	100	11.72±0.14	0.11±0.00	0.15±0.00	0.78±0.18	5.33±0.01
แป้งขนมปัง	0	11.62±0.00	18.21±0.20	0.64±0.04	9.53±0.41	6.07±0.00
	20	11.46±0.06	14.56±0.02	0.46±0.04	6.00±0.98	6.10±0.00
	40	11.86±0.00	10.92±0.02	0.38±0.01	5.02±0.41	6.08±0.01
	60	11.91±0.07	7.26±0.08	0.32±0.01	3.60±0.20	6.00±0.00
	80	12.05±0.01	3.84±0.08	0.20±0.00	2.83±0.57	5.86±0.00
	100	11.72±0.14	0.11±0.00	0.15±0.00	0.78±0.18	5.33±0.01

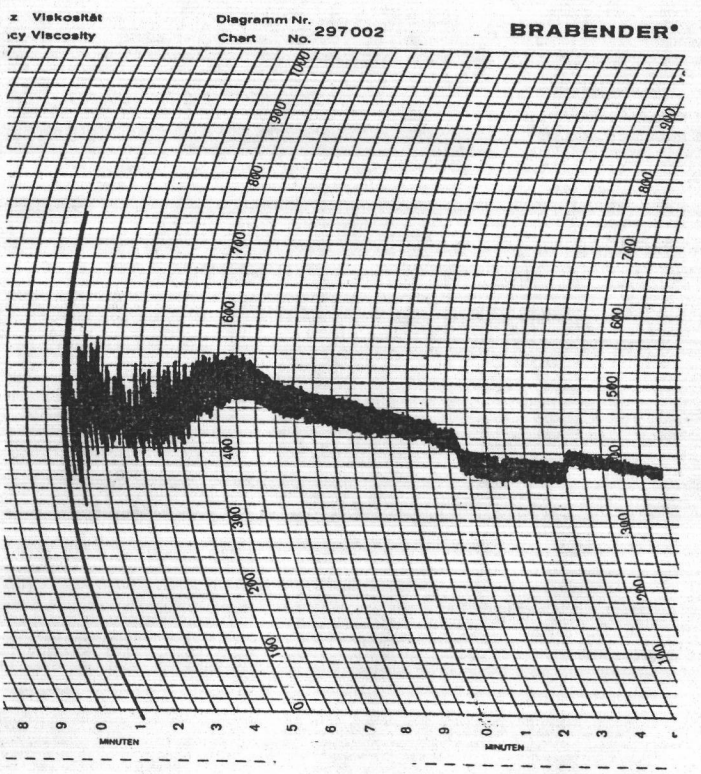
* คิดโดยใช้ wet basis ยกเว้นปริมาณโปรตีนคิดโดยใช้ dry basis

ภาคผนวก ค

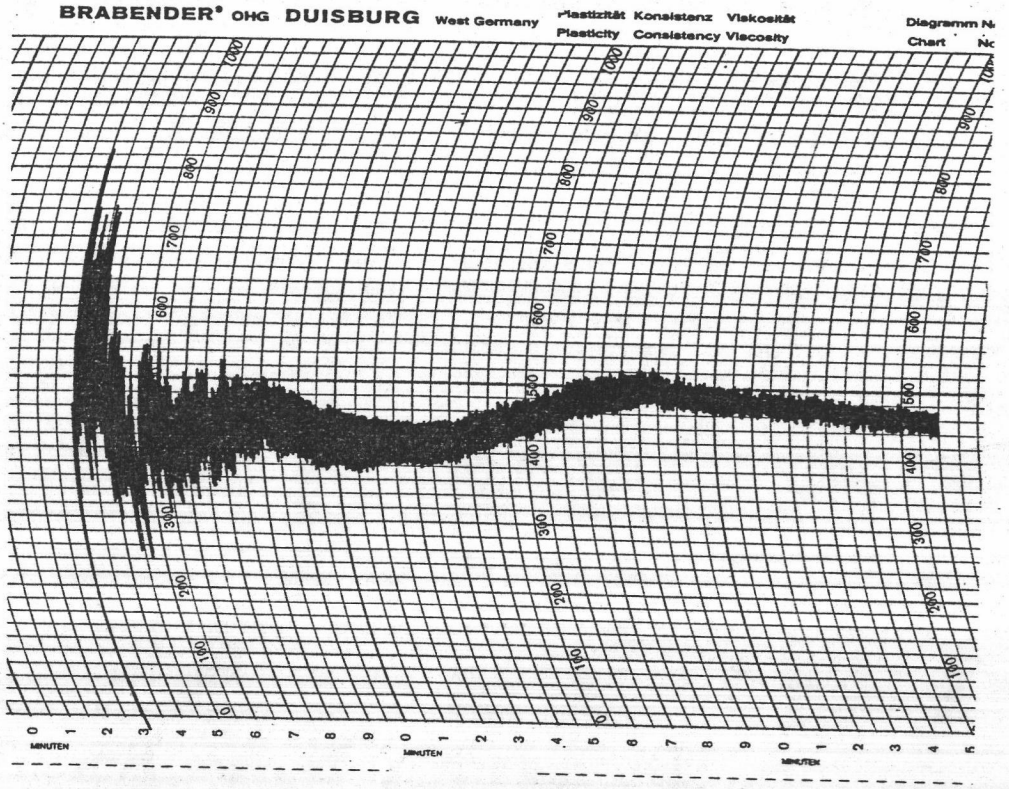
Farinogram และ Extensigram ของแป้งที่ใช้เป็นวัตถุดิบ



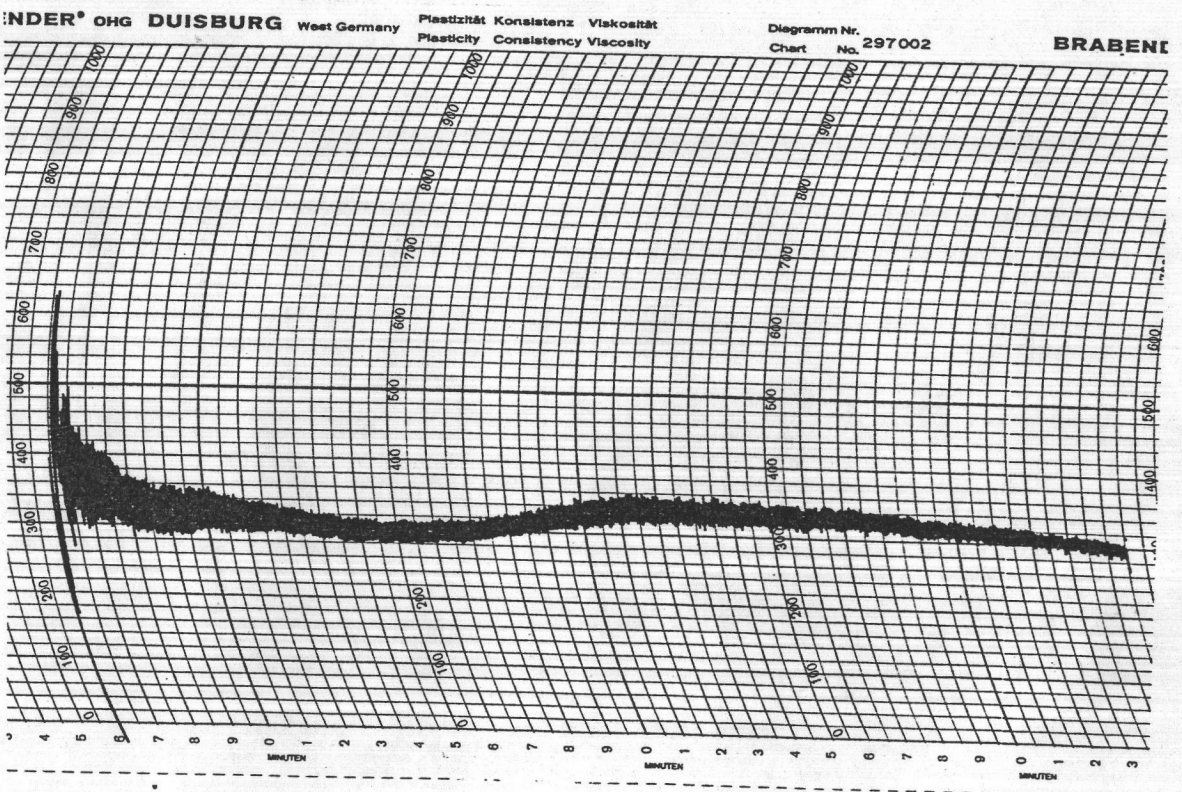
รูปที่ ค.1 Farinogram ของแป้งเค้กชนิดที่ 1



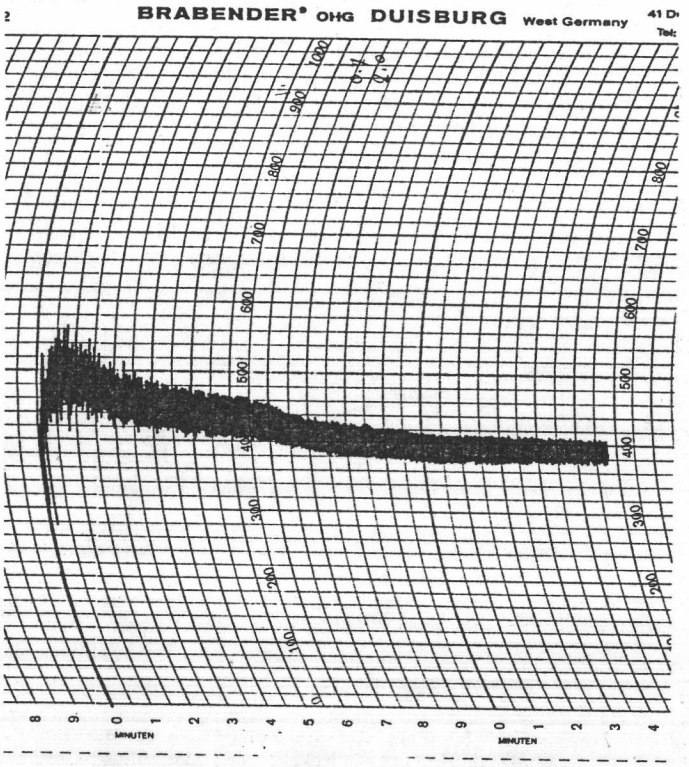
รูปที่ ค.2 Farinogram ของแป้งผสมที่ได้จากการทดแทนแป้งเค้กชนิดที่ 1 ด้วยแป้งมันสาปะหลังร้อยละ 20



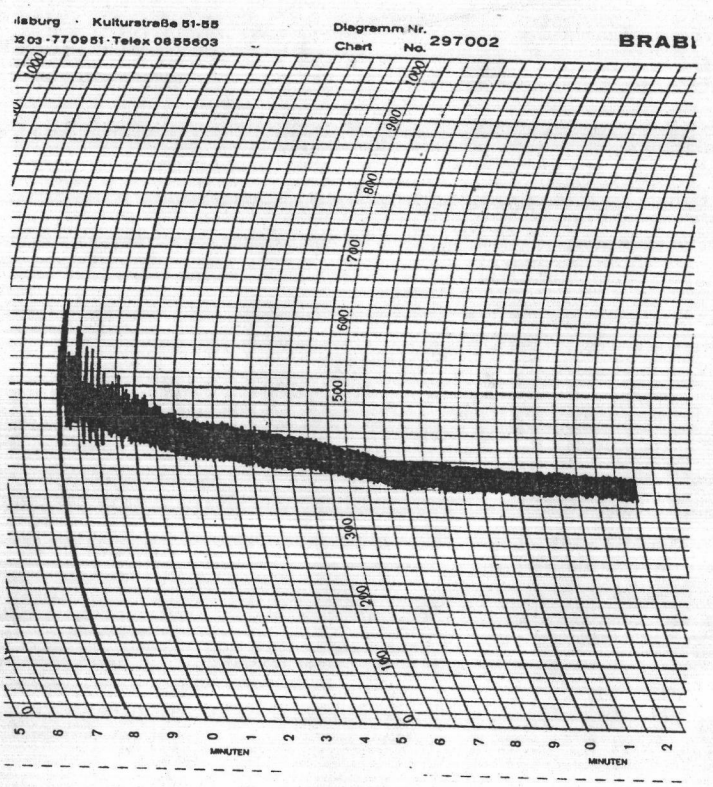
รูปที่ ค.3 Farinogram ของแป้งผสมที่ได้จากการทดแทนแป้งเค้กชนิดที่ 1 ด้วยแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 40



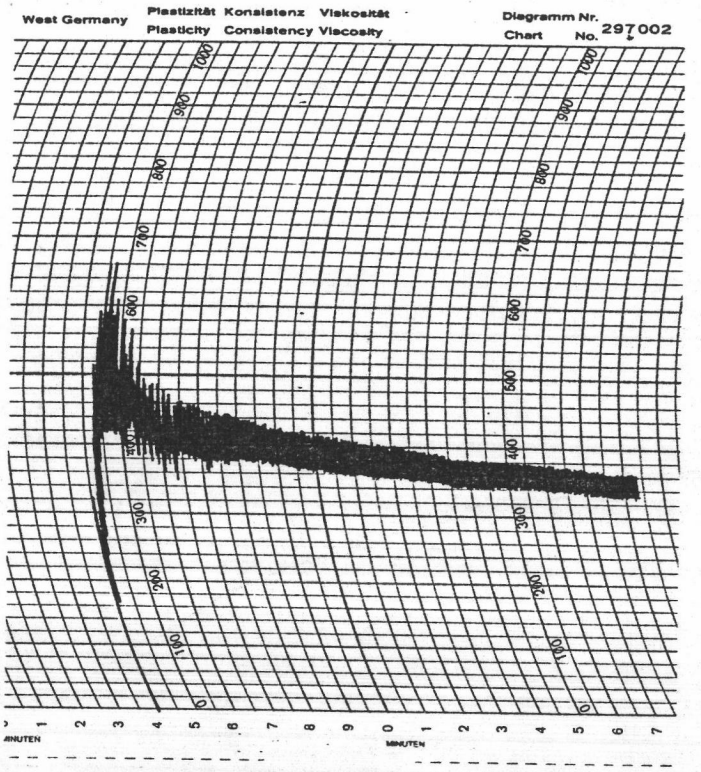
รูปที่ ค.4 Farinogram ของแป้งผสมที่ได้จากการทดแทนแป้งเค้กชนิดที่ 1 ด้วยแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 60



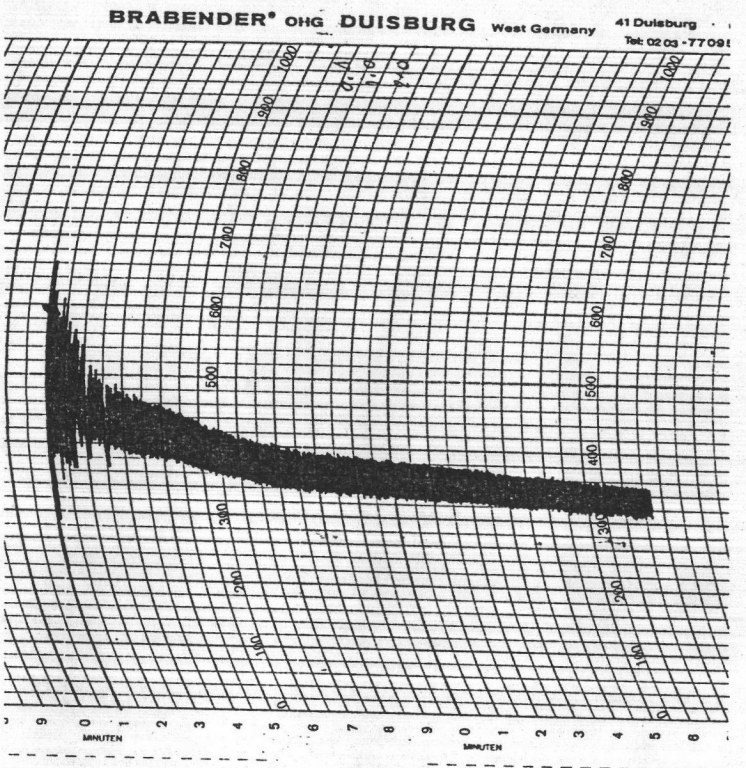
รูปที่ ค.5 Farinogram ของแป้งเค้กชนิดที่ 2



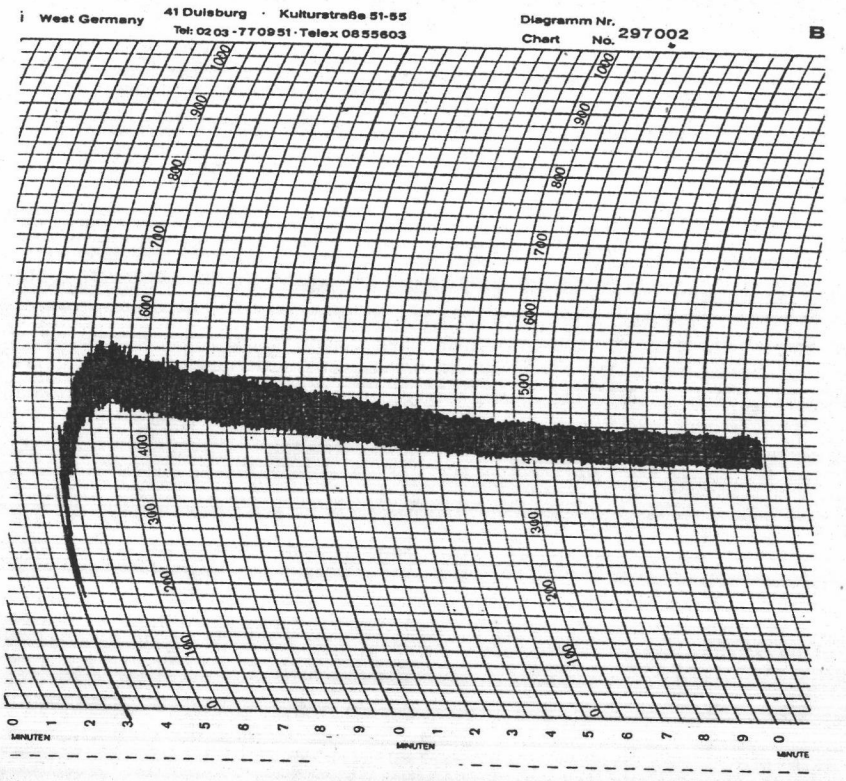
รูปที่ ค.6 Farinogram ของแป้งผสมที่ได้จากการทดแทนแป้งเค้กชนิดที่ 2 ด้วยแป้งมันสาปะหลังร้อยละ 20



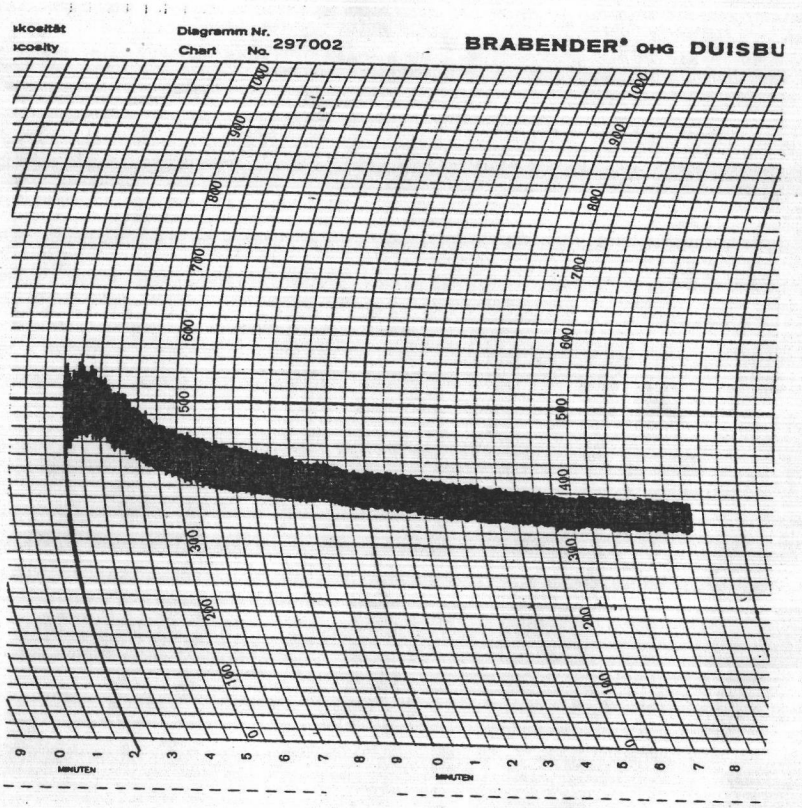
รูปที่ ค.7 Farinogram ของแป้งผสมที่ได้จากการทดแทนแป้งเค้กชนิดที่ 2 ด้วยแป้งมันสาปะหลังร้อยละ 40



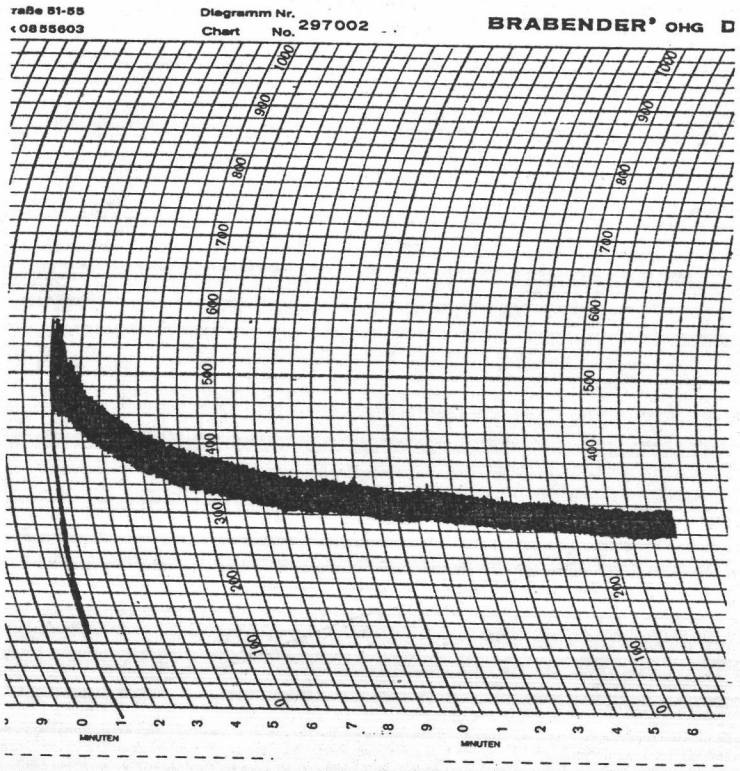
รูปที่ ค.8 Farinogram ของแป้งผสมที่ได้จากการทดแทนแป้งเค้กชนิดที่ 2 ด้วยแป้งมันสาปะหลังร้อยละ 60



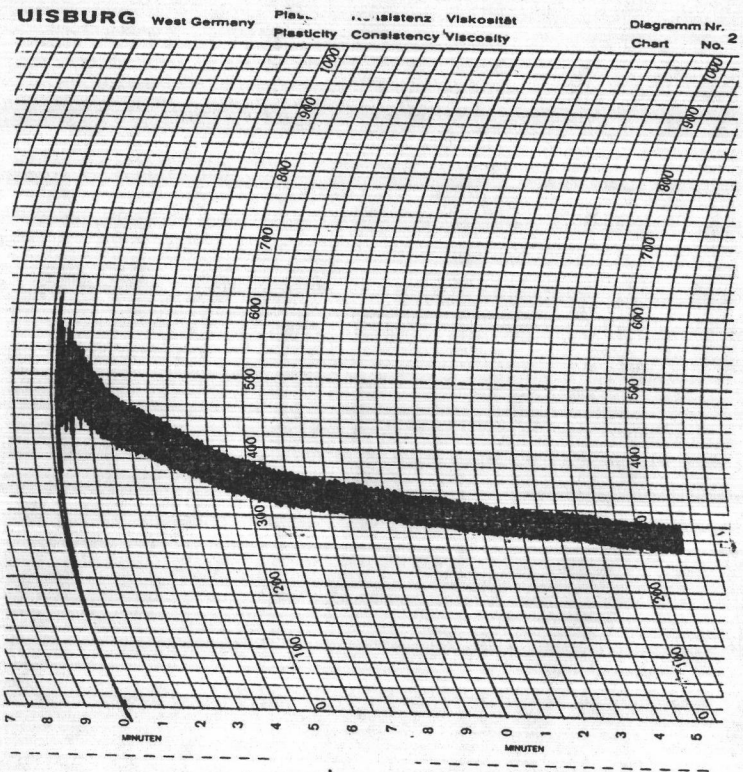
รูปที่ ค.9 Farinogram ของแป้งอเนกประสงค์



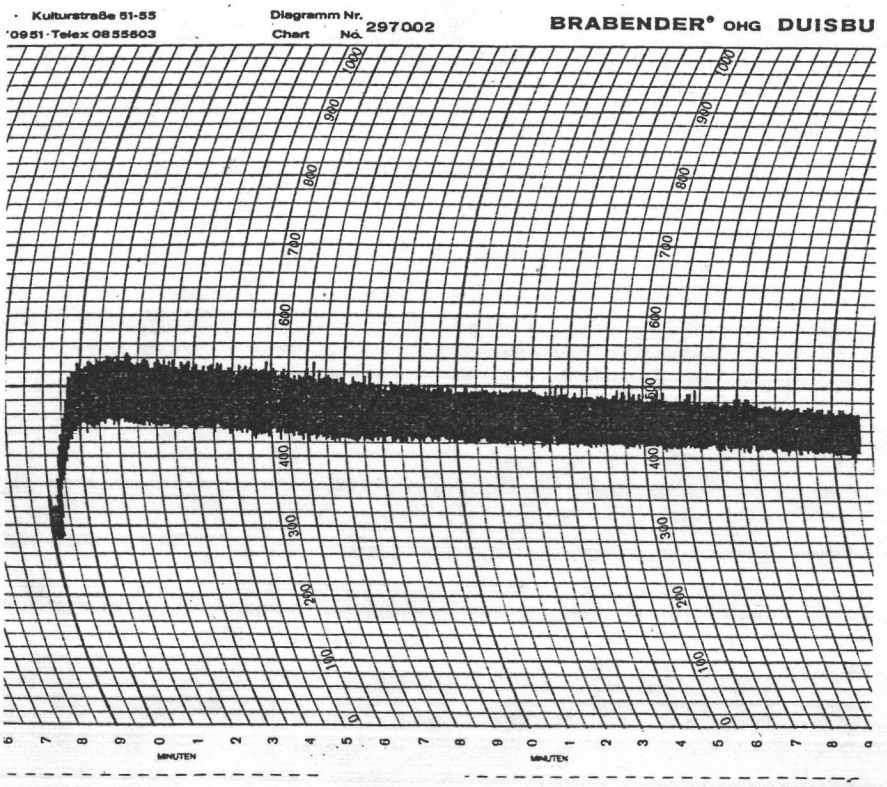
รูปที่ ค.10 Farinogram ของแป้งผสมที่ได้จากการทดแทนแป้งอเนกประสงค์ด้วยแป้งมันสาปะหลังร้อยละ 20



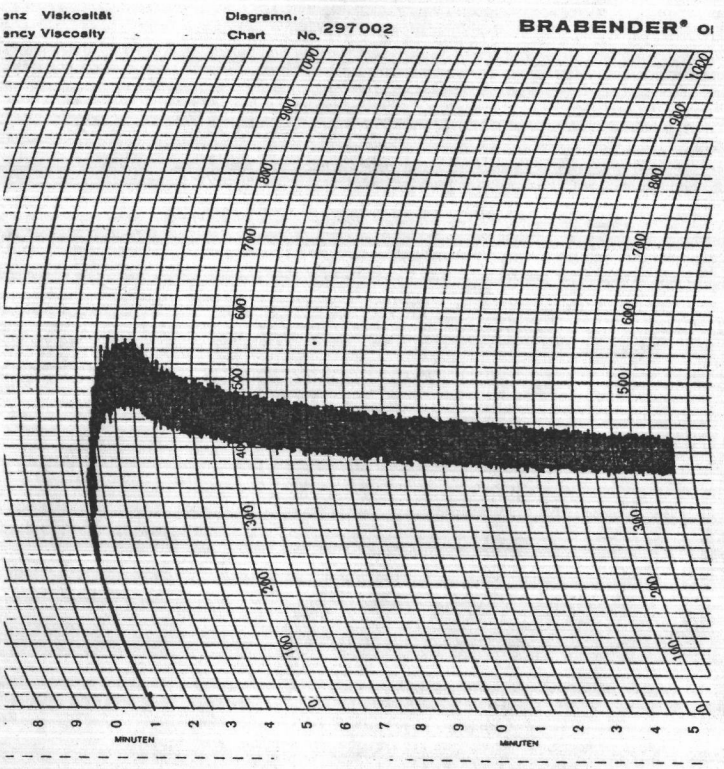
รูปที่ ค.11 Farinogram ของแป้งผสมที่ได้จากการทดแทนแป้งอเนกประสงค์ด้วยแป้งมันสาปะหลังร้อยละ 40



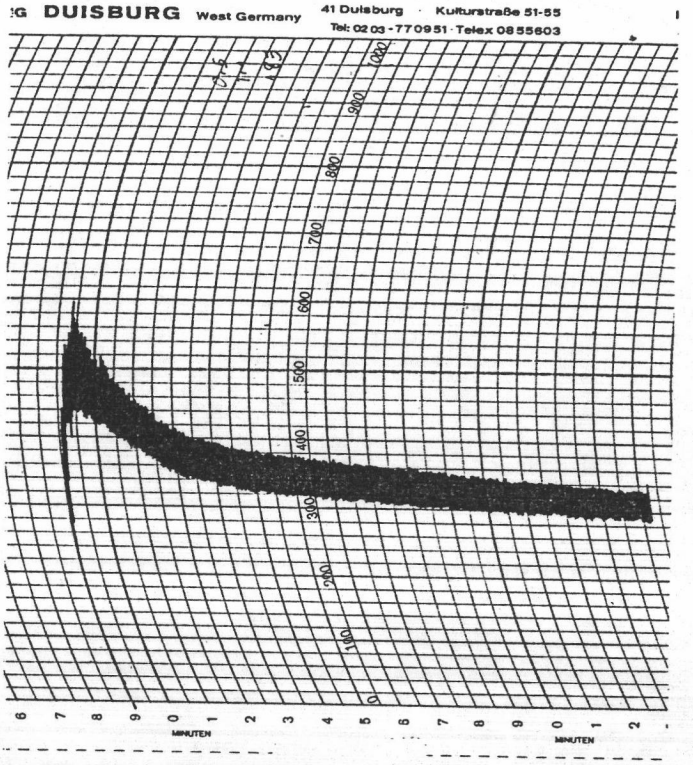
รูปที่ ค.12 Farinogram ของแป้งผสมที่ได้จากการทดแทนแป้งอเนกประสงค์ด้วยแป้งมันสาปะหลังร้อยละ 60



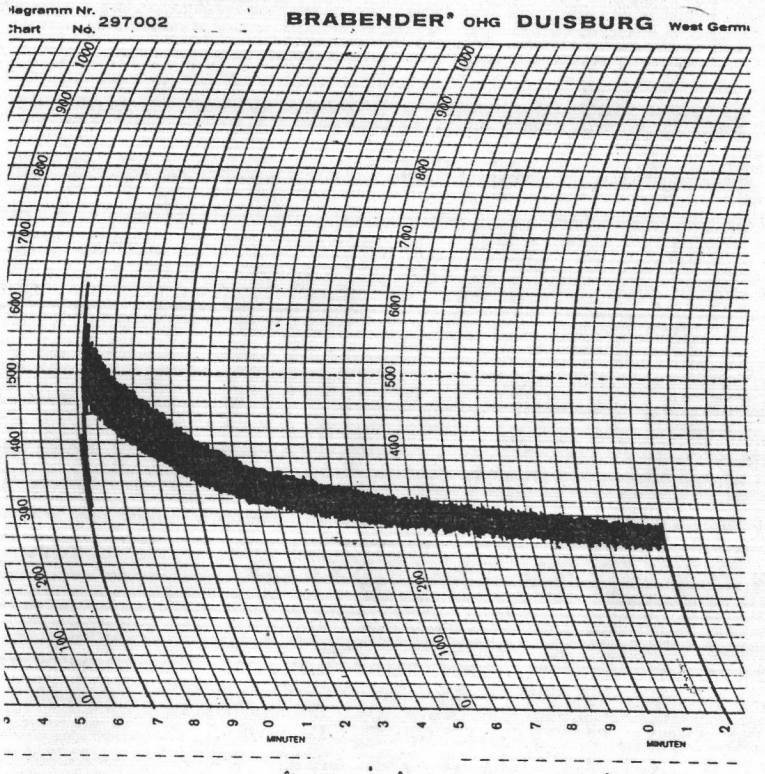
รูปที่ ค.13 Farinogram ของแป้งขนมปัง



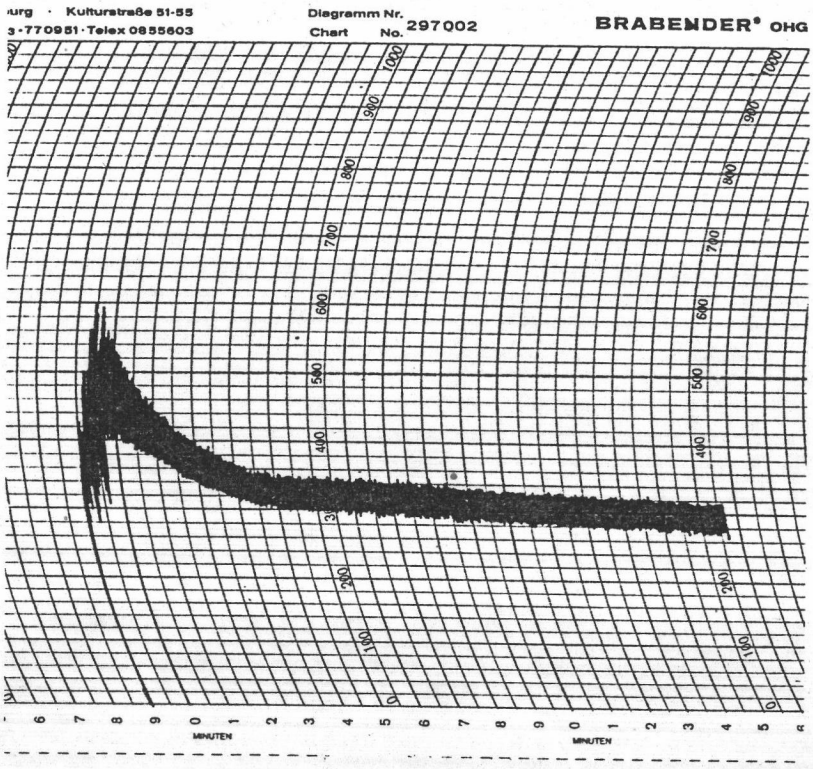
รูปที่ ค.14 Farinogram ของแป้งผสมที่ได้จากการทดแทนแป้งขนมปัง ด้วยแป้งมันสาปะหลังร้อยละ 20



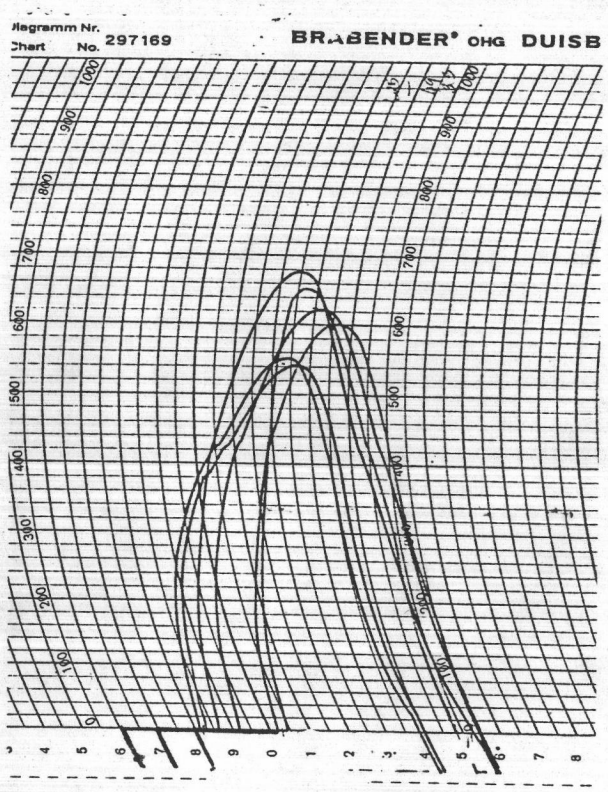
รูปที่ ค.15 Farinogram ของแป้งผสมที่ได้จากการทดแทนแป้งขนมปัง ด้วยแป้งมันสาปะหลังร้อยละ 40



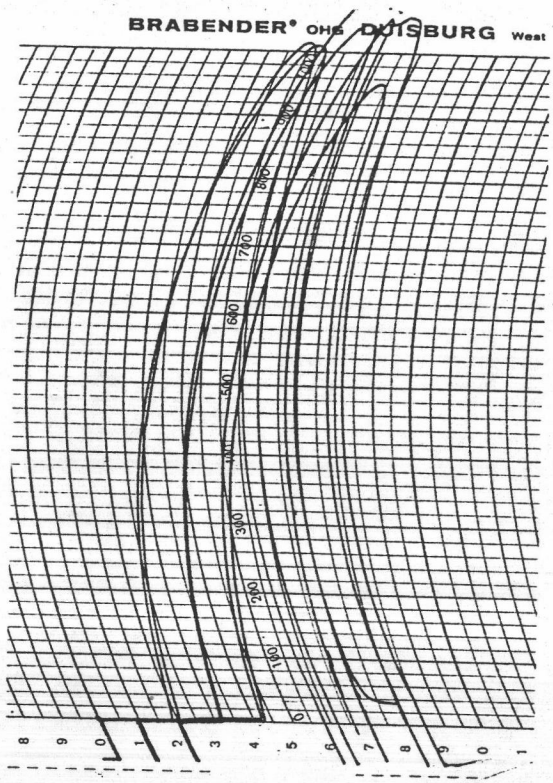
รูปที่ ค.16 Farinogram ของแป้งผสมที่ได้จากการทดแทนแป้งขนมปัง ด้วยแป้งมันสาปะหลังร้อยละ 60



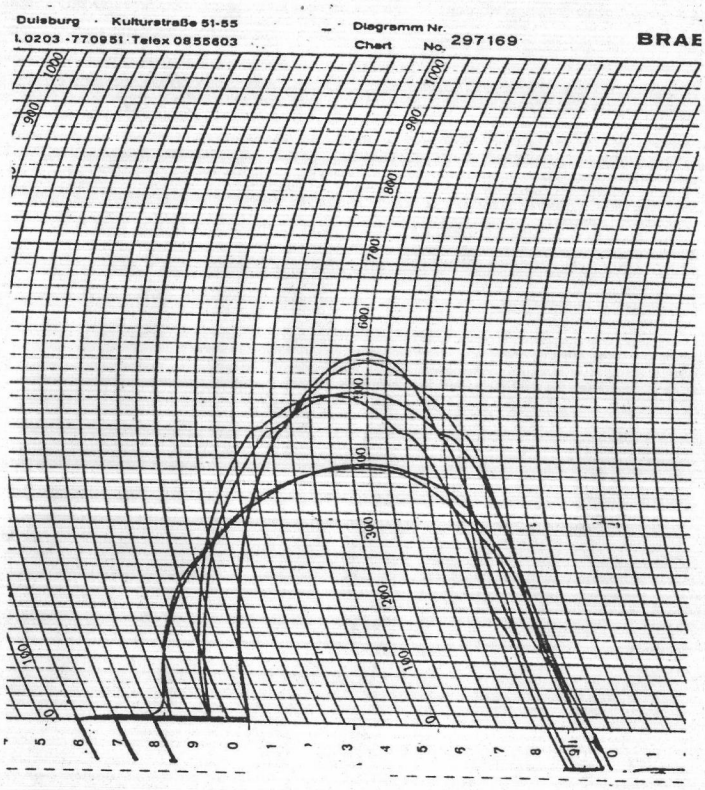
รูปที่ ค.17 Farinogram ของแป้งผสมที่ได้จากการทดแทนแป้งขนมปัง ด้วยแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 80



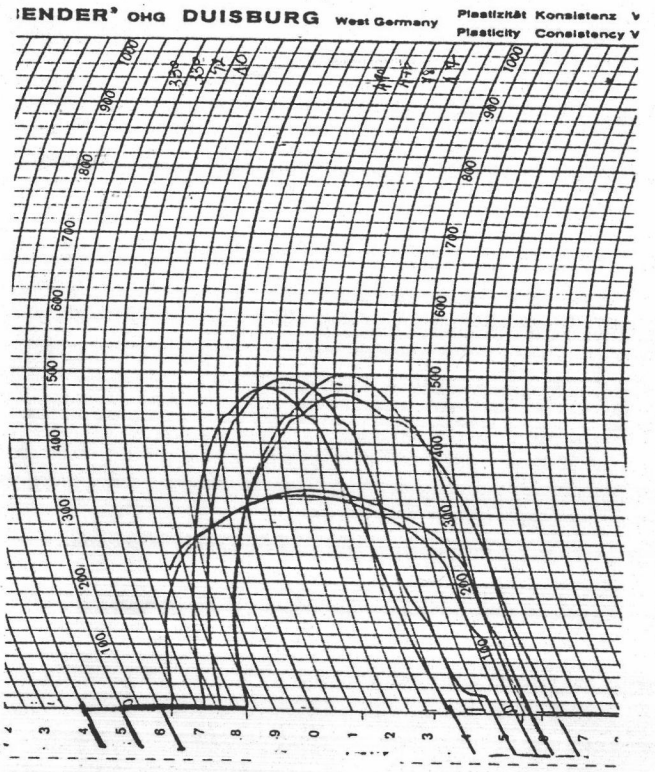
รูปที่ ค.18 Extensigram ของแป้งเค้กชนิดที่ 1



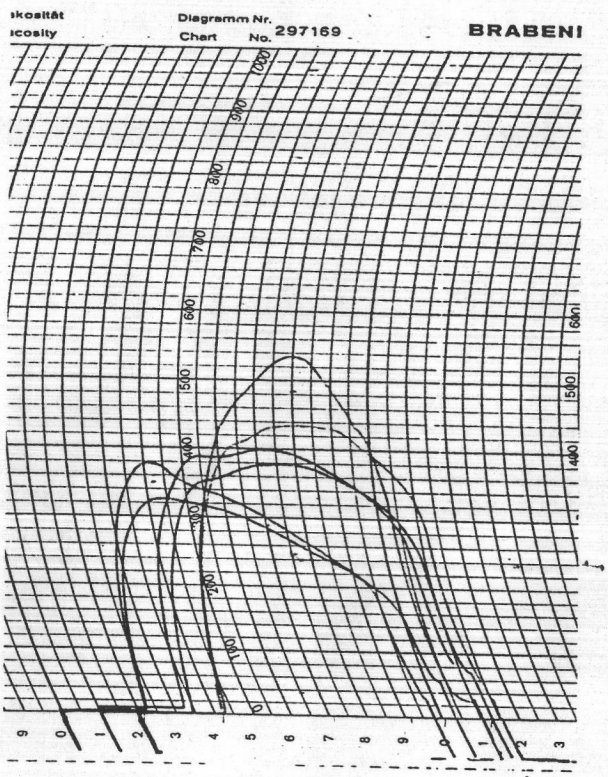
รูปที่ ค.19 Extensigram ของแป้งผสมที่ได้จากการทดแทนแป้งเค้กชนิดที่ 1 ด้วยแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 20



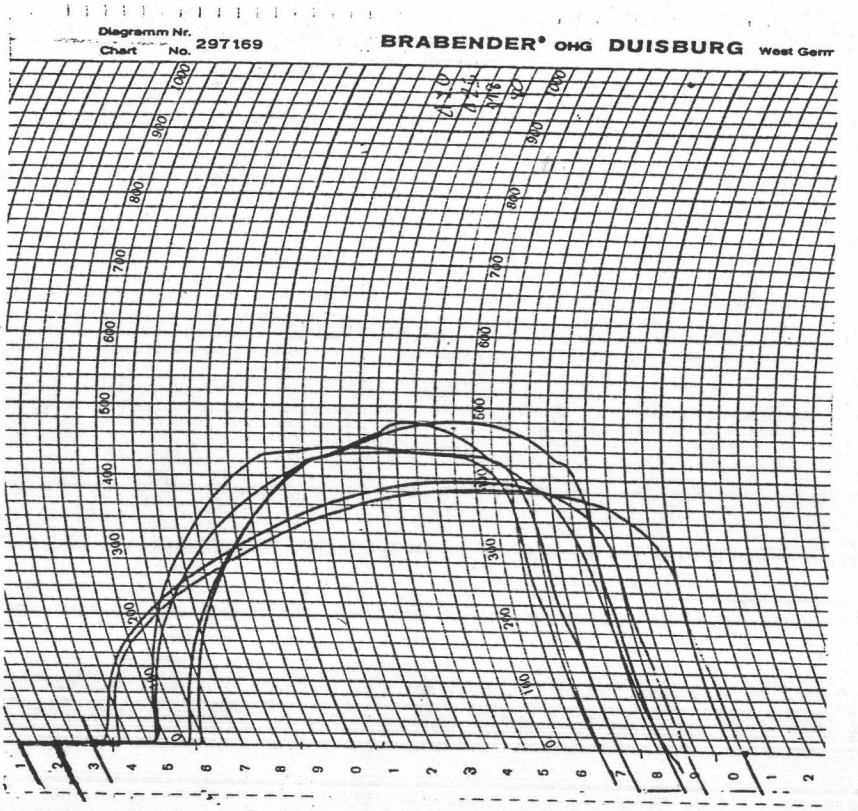
รูปที่ ค.20 Extensigram ของแป้งเค้กชนิดที่ 2



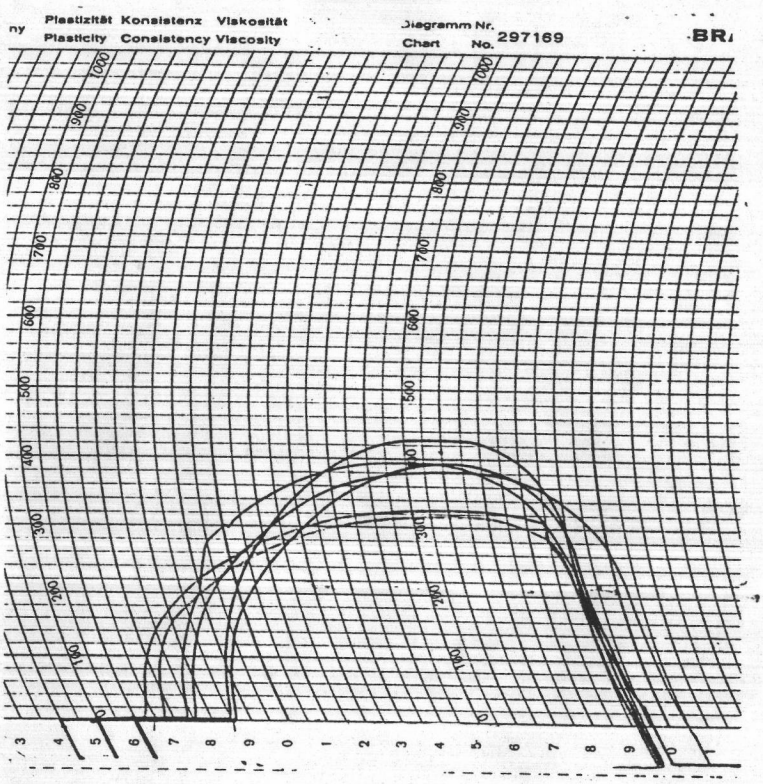
รูปที่ ค.21 Extensigram ของแป้งผสมที่ได้จากการทดแทนแป้งเค้กชนิดที่ 2 ด้วยแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 20



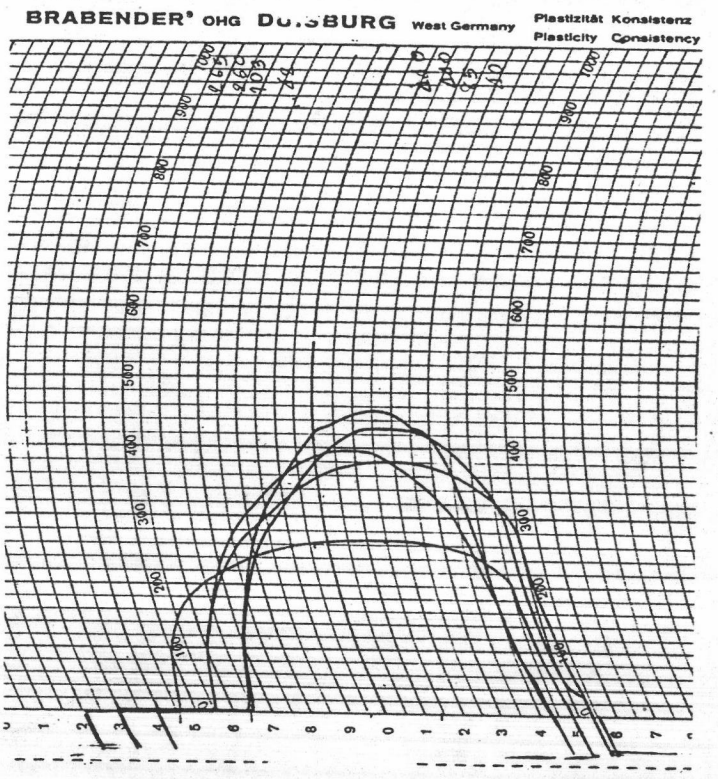
รูปที่ ค.22 Extensigram ของแป้งผสมที่ได้จากการทดแทนแป้งเค้กชนิดที่ 2 ด้วยแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 40



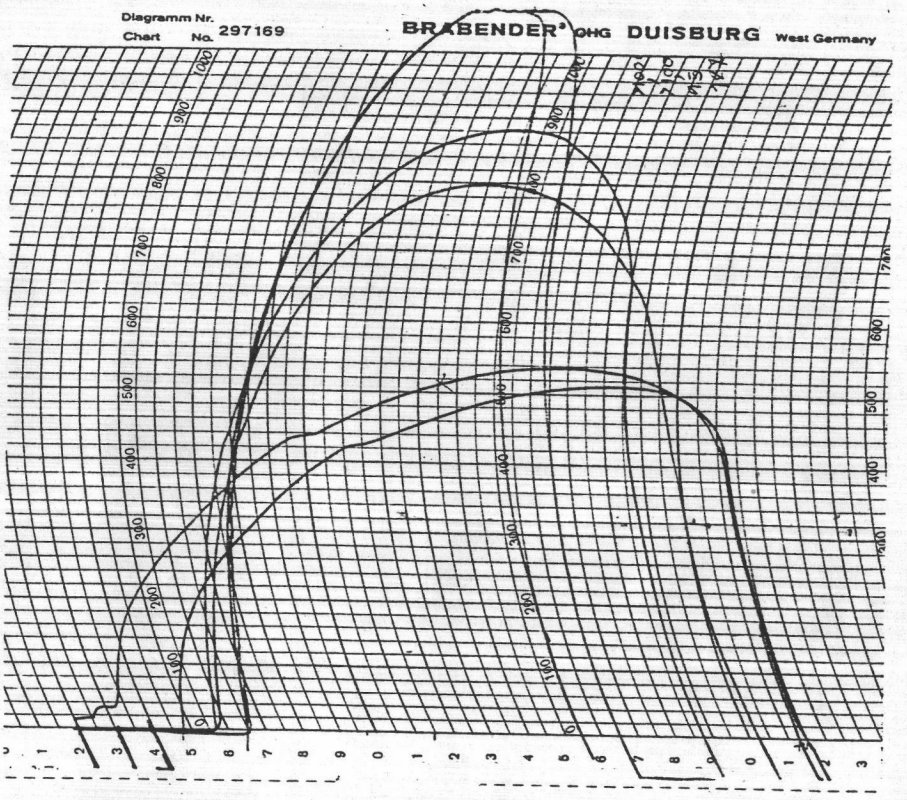
รูปที่ ค.23 Extensigram ของแป้งอเนกประสงค์



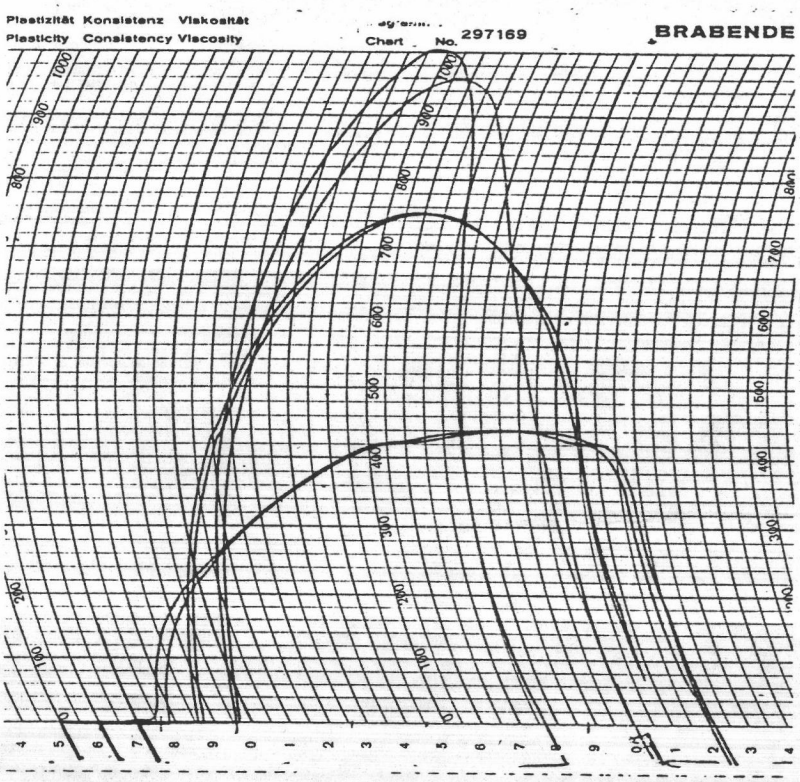
รูปที่ ค.24 Extensigram ของแป้งผสมที่ได้จากการทดแทนแป้งอเนกประสงค์ด้วยแป้งมันสาปะหลังร้อยละ 20



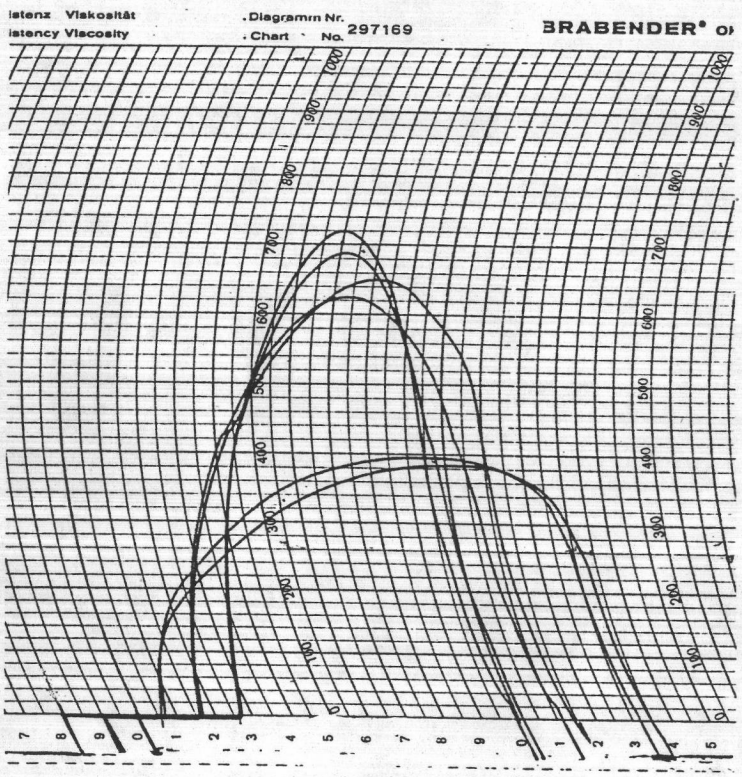
รูปที่ ค.25 Extensigram ของแป้งผสมที่ได้จากการทดแทนแป้งอเนกประสงค์ด้วยแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 40



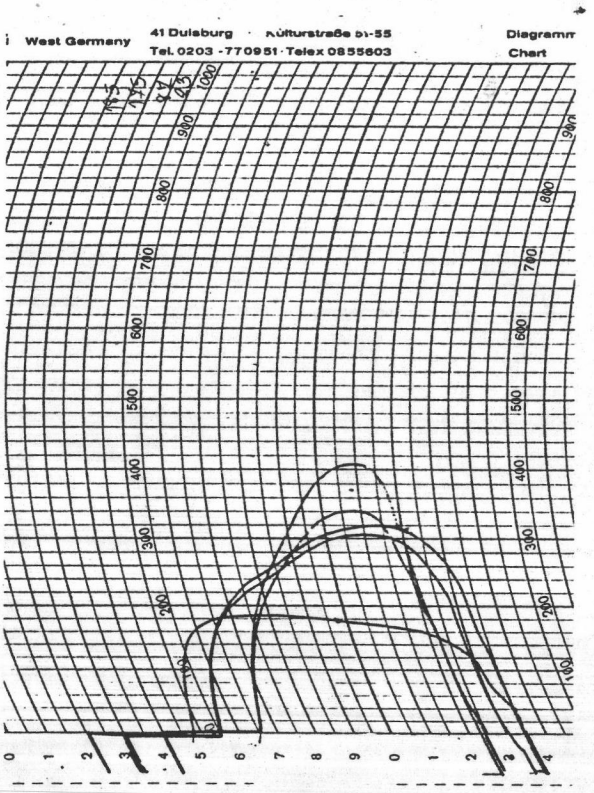
รูปที่ ค.26 Extensigram ของแป้งขนมปัง



รูปที่ ค.27 Extensigram ของแป้งผสมที่ได้จากการทดแทนแป้งขนมปังด้วยแป้งมันสาปะหลังร้อยละ 20



รูปที่ ค.28 Extensigram ของแป้งผสมที่ได้จากการทดแทนแป้งขนมปังด้วยแป้งมันสาปะหลังร้อยละ 40



หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ค.29 Extensigram ของแป้งผสมที่ได้จากการทดแทนแป้งขนมปังด้วยแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 60

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในงานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPS และ STAT PAK เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของชนิดของแป้งสาลี (A) และระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งมันสำปะหลัง (B) ที่มีต่อสมบัติทางด้านต่าง ๆ ของ batter และสปันจ์เค้กที่ได้ ตัวอย่างแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ ง.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความข้นหนืดของ batter ที่ได้จากแป้งผสมชนิดต่าง ๆ

SOV	D.F.	SS	MS	F
A (ชนิดของแป้งสาลี)	3	304×10^6	101×10^6	3.31^*
B (ระดับการทดแทน)	5	535×10^6	107×10^6	3.49^*
AB	15	714×10^6	476×10^5	1.55^{ns}
error	24	735×10^6	306×10^5	

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ง.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความถ่วงจำเพาะของ batter ที่ได้จากแป้งผสมชนิดต่าง ๆ

SOV	D.F.	SS	MS	F
A (ชนิดของแป้งสาลี)	3	4.32×10^{-5}	1.44×10^{-5}	6.82×10^{-2} ns
B (ระดับการทดแทน)	5	7.91×10^{-2}	1.58×10^{-2}	75.08*
AB	15	4.20×10^{-3}	2.80×10^{-4}	1.33ns
error	24	5.06×10^{-3}	2.11×10^{-4}	

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ง.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาตรจำเพาะของสปันจ์เค้กที่ได้จากแป้งผสมชนิดต่าง ๆ

SOV	D.F.	SS	MS	F
A (ชนิดของแป้งสาลี)	3	80.59	26.86	12.41*
B (ระดับการทดแทน)	5	262.45	52.49	23.72*
AB	15	25.15	1.68	0.76ns
error	24	53.10	2.21	

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ง.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแรงตัดที่มีต่อสปันจ์เค้กที่ผลิตได้จากแป้งผสมชนิดต่าง ๆ

SOV	D.F.	SS	MS	F
A (ชนิดของแป้งสาลี)	3	4.01	1.34	4.37^{*}
B (ระดับการทดแทน)	5	1.38	0.28	0.90^{ns}
AB	15	6.01	0.40	1.31^{ns}
error	24	7.36	0.31	

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ง.5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด-ด่างของสปันจ์เค้กที่ได้จากแป้งผสมชนิดต่าง ๆ

SOV	D.F.	SS	MS	F
A (ชนิดของแป้งสาลี)	3	1.16	0.38	4.32^{*}
B (ระดับการทดแทน)	5	0.52	0.10	1.17^{ns}
AB	15	0.59	3.92×10^{-2}	0.44^{ns}
error	24	2.14	8.93×10^{-2}	

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ง.6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับทางด้านสีของสปันจ์เค้ก ที่ได้จากแป้งผสมชนิดต่าง ๆ

SOV	D.F.	SS			MS			F		
		สีด้านนอก	สีเนื้อเค้ก	คะแนนรวม	สีด้านนอก	สีเนื้อเค้ก	คะแนนรวม	สีด้านนอก	สีเนื้อเค้ก	คะแนนรวม
A (ชนิดของแป้งสาลี)	3	17.52	9.98	22.85	5.84	3.33	7.62	12.19*	3.81*	5.20*
B (ระดับการทดแทน)	5	14.93	56.05	117.93	2.99	11.21	23.59	6.24*	12.83*	16.09*
AB	15	43.74	31.74	99.25	2.92	2.12	6.62	6.09*	2.42*	4.51*
block	11	9.68	23.86	53.74	0.88	2.17	4.89			
error	253	121.21	221.07	370.92	0.48	0.87	1.47			

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ง.7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับทางด้านกลิ่นของสปันจ์เค้กที่ได้จากแป้งผสมชนิดต่าง ๆ

SOV	D.F.	SS	MS	F
A (ชนิดของแป้งสาลี)	3	0.74	0.25	1.32^{ns}
B (ระดับการทดแทน)	5	1.54	0.31	1.66^{ns}
AB	15	2.24	0.15	0.80^{ns}
block	11	20.02	1.82	
error	253	46.93	0.19	

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ง.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับทางด้านเชิงหรือรูอากาศของสปันจ์เค้กที่ได้จากแป้งผสมชนิดต่าง ๆ

SOV	D.F.	SS				MS				F			
		ความสม่ำเสมอ	ขนาดของเซิล	ความหนาของผนังเซิล	คะแนนรวม	ความสม่ำเสมอ	ขนาดของเซิล	ความหนาของผนังเซิล	คะแนนรวม	ความสม่ำเสมอ	ขนาดของเซิล	ความหนาของผนังเซิล	คะแนนรวม
A (ชนิดของแป้งสาลี)	3	60.68	120.84	30.50	543.48	20.22	40.28	10.17	181.16	12.02*	21.95*	6.91*	20.40*
B (ระดับการทดแทน)	5	121.79	229.93	48.19	1050.60	24.36	45.98	9.64	210.12	14.48*	25.06*	6.55*	23.67*
AB	15	35.08	88.30	25.18	359.76	2.34	5.89	1.68	23.98	1.39	3.21*	1.14	2.70*
block	11	159.28	154.51	191.32	1226.33	14.48	4.05	17.39	111.48				
error	253	425.54	464.24	372.21	2246.15	1.68	1.84	1.47	8.88				

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ง.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของสปันจ์เค้กที่ได้จากแป้งผสมชนิดต่าง ๆ

SOV	D.F.	SS			MS			F		
		ความชุ่ม	ความอ่อนนุ่ม	คะแนนรวม	ความชุ่ม	ความอ่อนนุ่ม	คะแนนรวม	ความชุ่ม	ความอ่อนนุ่ม	คะแนนรวม
A (ชนิดของแป้งสาลี)	3	3.77	54.02	68.33	1.26	18.01	22.78	1.31^{ns}	3.45*	2.68*
B (ระดับการทดแทน)	5	95.23	886.06	1549.48	19.04	177.21	309.90	19.84*	33.94*	36.42*
AB	15	11.41	61.39	91.64	0.76	4.09	6.11	0.79^{ns}	0.78^{ns}	0.72^{ns}
block	11	25.32	278.57	400.93	2.30	25.32	36.45			
error	253	242.98	1320.98	2152.42	0.96	5.22	8.51			

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ง.10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับทางด้านรสชาติของสปันจ์เค้กได้จากแป้งผสมชนิดต่าง ๆ

SOV	D.F.	SS	MS	F
A (ชนิดของแป้งสาลี)	3	0.57	0.19	$8.29x10^{-2ns}$
B (ระดับการทดแทน)	5	10.22	2.04	0.89^{ns}
AB	15	34.04	2.27	0.99^{ns}
block	11	88.76	8.07	
error	253	582.18	2.30	

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ง.11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับทางด้านกลิ่นรสของสปันจ์เค้กที่ได้จากแป้งผสมชนิดต่าง ๆ

SOV	D.F.	SS	MS	F
A (ชนิดของแป้งสาลี)	3	5.74	1.91	5.76*
B (ระดับการทดแทน)	5	17.13	3.43	10.32*
AB	15	3.38	0.22	0.68*
block	11	19.82	1.80	
error	253	83.94	0.33	

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ง.12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนรวมของการยอมรับของสปันจ์เค้กที่ได้จากแป้งผสมชนิดต่าง ๆ

SOV	D.F.	SS	MS	F
A (ชนิดของแป้งสาลี)	3	913.62	304.54	9.27*
B (ระดับการทดแทน)	5	7047.00	1409.40	42.88*
AB	15	425.25	30.15	0.92ns
block	11	2734.90	248.63	
error	253	8314.91	32.86	

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ประวัติผู้เขียน

นางสาวจุฬาพร แสงเจริญรัตน์ เกิดวันที่ 7 ธันวาคม 2506 ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร), เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง จากคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อ พ.ศ. 2529