

ผลการทดลอง

4.1 สมบัติของแป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้

4.1.1 คุณภาพของแป้งมันฝรั่ง

ผลการวิเคราะห์หาโปรตีนตามวิธีของ Mitchell (54) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการบอกสมบัติของแป้งมันฝรั่งที่เตรียมแต่ละครั้งว่าเหมือนกันหรือไม่ แสดงในรูปที่ 4.1 และตารางที่ 4.1 พบว่าแป้งมันฝรั่งที่เตรียมแต่ละครั้งมีสมบัติเหมือนกัน เมื่อทดสอบทางด้านสถิติโดยวิธี Barlett's Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 วิธีคำนวณทางสถิติแสดงในภาคผนวก ค.1

4.1.2 ลักษณะและ birefringence ของเม็ดแป้งมันฝรั่ง

แป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้มีลักษณะสีขาว ไม่มีกลิ่น และจากการตรวจดูลักษณะของเม็ดแป้งมันฝรั่งด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบ Differential Interference Contrast พบว่าเม็ดแป้งมันฝรั่งมีลักษณะยาวรี และมีวงแหวนเป็นชั้นๆ คล้ายลายในเปลือกหอย มี birefringence เห็นได้ชัด ไม่มีการแตกของเม็ดแป้ง ดังแสดงในรูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3

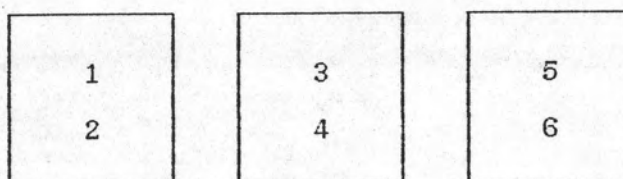
4.1.3 องค์ประกอบต่าง ๆ ของแป้งมันฝรั่ง

ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า เส้นใย และอะไมโลส แสดงในตารางที่ 4.2

4.1.4 อุณหภูมิและความหนืดของแป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้ เปรียบเทียบกับแป้งมันฝรั่งต่างประเทศในระหว่าง heating-cooling cycle

กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความหนืดระหว่าง heating-cooling cycle ของแป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้เปรียบเทียบกับมันฝรั่งต่างประเทศ แสดงในรูปที่ 4.4 และผลการตรวจสอบอุณหภูมิแป้งสุก (gelatinization temperature) ค่าความหนืดสูงสุด ความหนืดที่อุณหภูมิ 95 °C ความหนืดที่ 95 °C นาน 30 นาที ความหนืดเมื่อเย็นลงถึง 50 °C และความหนืดที่ 50 °C นาน 30 นาที แสดงในตารางที่ 4.3 พบว่าแป้งมันฝรั่งพันธุ์สุ่ยดำมีอุณหภูมิแป้งสุกสูงกว่าแป้งมันฝรั่งต่างประเทศ และมีความหนืดของ paste เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในช่วง heating cycle (30-95 °C) ไม่มีการลดลงของความหนืดในช่วง cooling cycle (95-50 °C) ความหนืดของ paste ยังคงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และลดลงเล็กน้อยเมื่อรักษาอุณหภูมิที่ 50 °C นาน

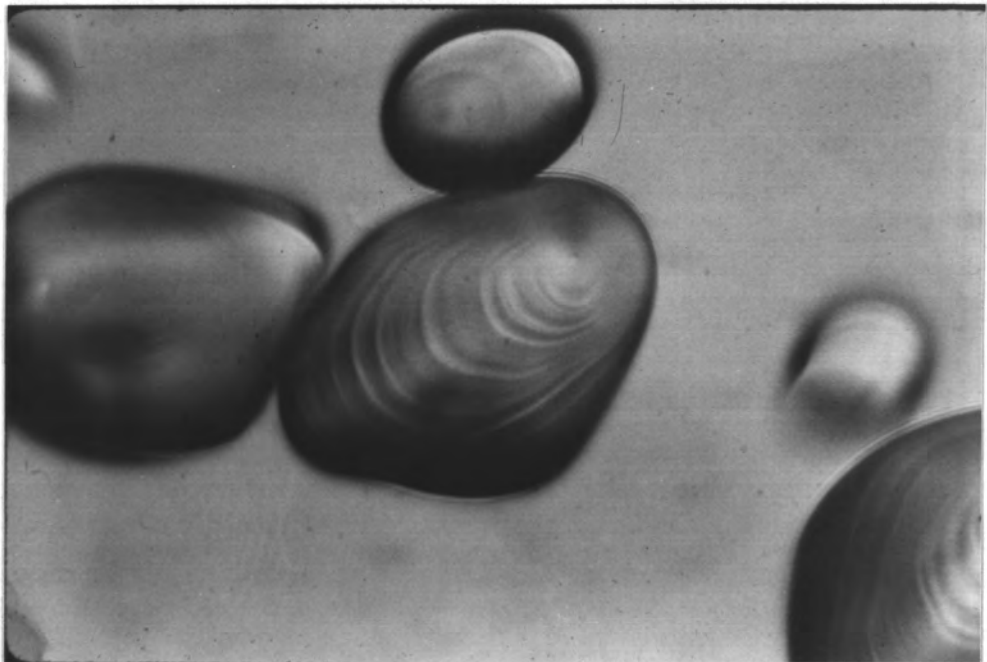
30 นาที ส่วนแป้งมันฝรั่งต่างประเทศมีความหนืดของ paste เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง heating cycle โดยความหนืดของ paste จะเพิ่มขึ้นจนสูงสุดที่อุณหภูมิ 84 °ซ หลังจากอุณหภูมิ 84 °ซ ความหนืดของ paste จะลดลงอย่างรวดเร็ว และในช่วง cooling cycle ความหนืดของ paste จะเพิ่มขึ้นและความหนืดจะลดลงเล็กน้อยที่อุณหภูมิที่ 50 °ซ นาน 30 นาที



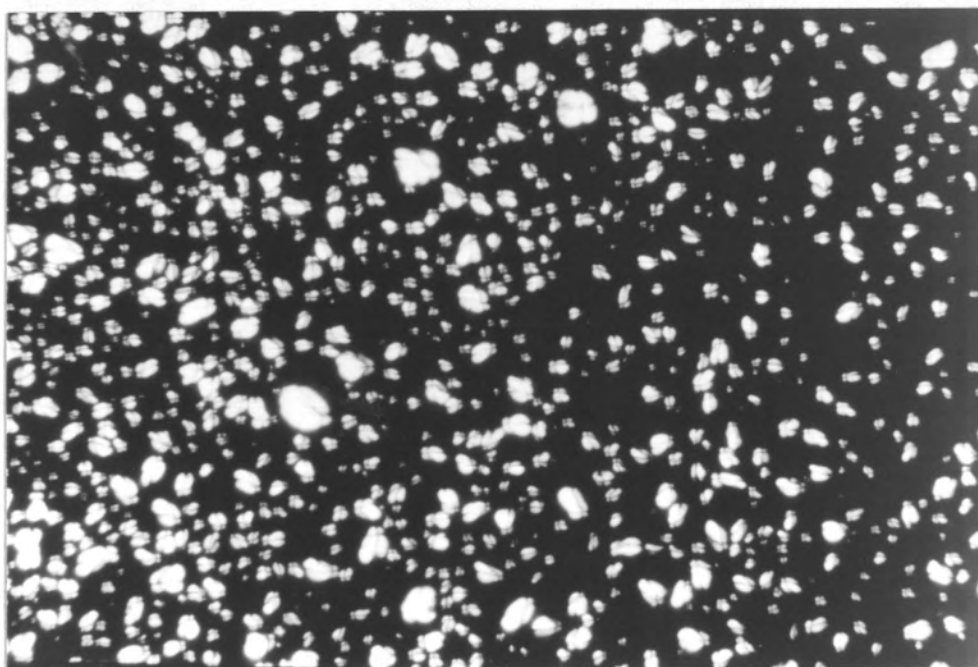
รูปที่ 4.1 ตำแหน่งที่สุ่มเพื่อหาปริมาณโปรตีน 2 จุด
หมายเหตุ ถังบรรจุแป้งมันฝรั่งขนาด 40 กิโลกรัม

ตารางที่ 4.1 ปริมาณโปรตีนของแป้งมันฝรั่ง

ตำแหน่งตัวอย่าง	% ไนโตรเจน	โปรตีน (ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)
1	0.0130	0.0810
2	0.0247	0.1546
3	0.0248	0.1552
4	0.0134	0.0838
5	0.0240	0.1497
6	0.0132	0.0822



รูปที่ 4.2 ลักษณะรูปร่างของเม็ดแป้งมันฝรั่ง ถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบ
Differential Interference Contrast (กำลังขยาย 200 เท่า)



รูปที่ 4.3 Birefringence ของเม็ดแป้งมันฝรั่ง ถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบ
Differential Interference Contrast (กำลังขยาย 200 เท่า)

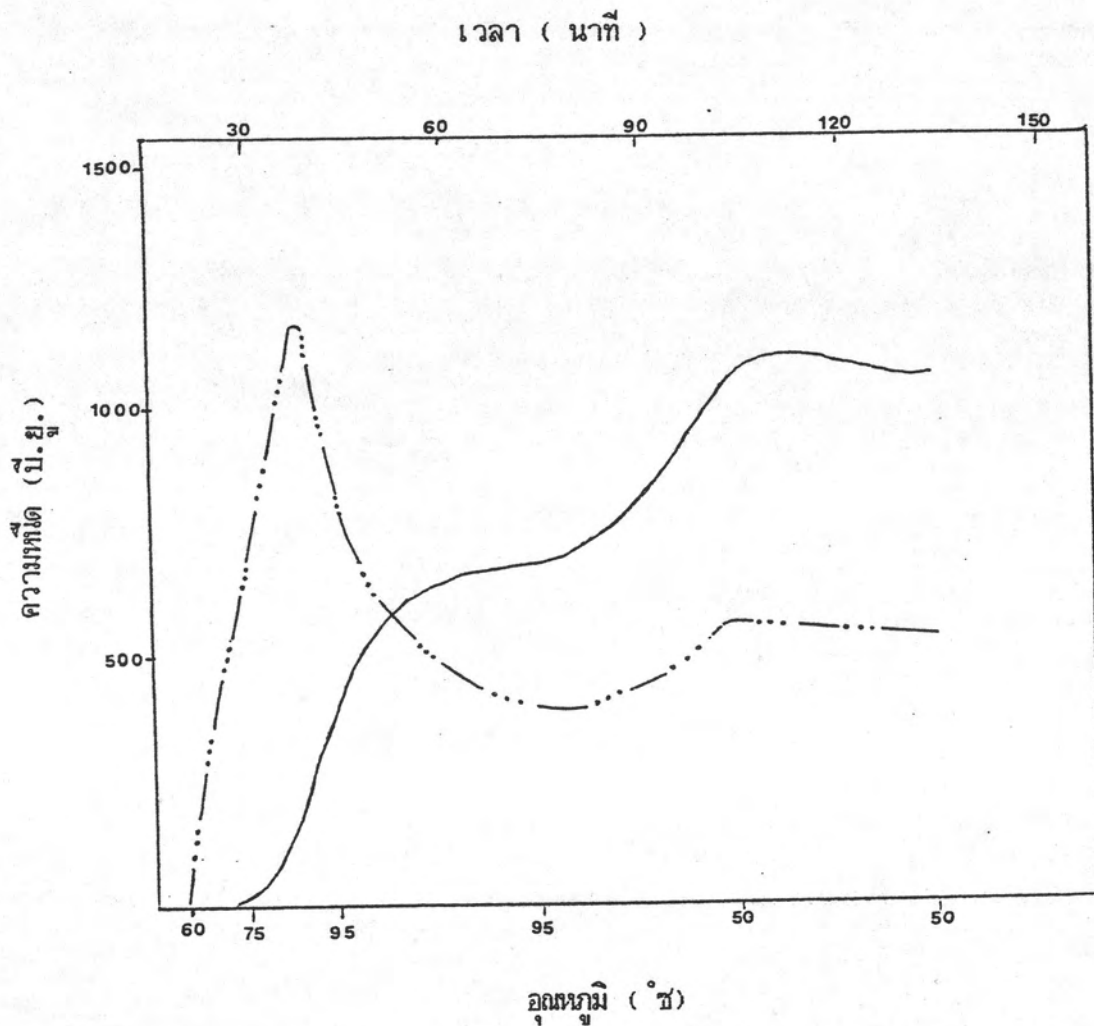
ตารางที่ 4.2 ปริมาณเฉลี่ยขององค์ประกอบต่าง ๆ ของแป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)
ความชื้น	12.86
โปรตีน	0.12
คาร์โบไฮเดรต	95.37
ไขมัน	0.95
เถ้า	0.02
เส้นใย	0.09
อะไมโลส	20.48

ตารางที่ 4.3 อุณหภูมิแป้งสุกและความหนืดที่อุณหภูมิต่างๆ ของแป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้ และแป้งมันฝรั่งต่างประเทศ

สมบัติ	ค่าที่วัดได้จากแป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้	ค่าที่วัดได้จากแป้งมันฝรั่งต่างประเทศ
อุณหภูมิแป้งสุก	66-68 °ซ	60-62 °ซ
ค่าความหนืดสูงสุด	1098 บี.ยู. ²	1170 บี.ยู.
ค่าความหนืดที่ 95 °ซ	468 บี.ยู.	810 บี.ยู.
ค่าความหนืดที่ 95 °ซ นาน 30 นาที	676 บี.ยู.	400 บี.ยู.
ค่าความหนืดที่ 50 °ซ	1090 บี.ยู.	555 บี.ยู.
ค่าความหนืดที่ 50 °ซ นาน 30 นาที	1060 บี.ยู.	515 บี.ยู.

- วัดด้วยเครื่อง Brabender Visco-Amylograph ความเข้มข้นของน้ำแป้งร้อยละ 4
- บี.ยู. ย่อมาจาก Brabender Unit (B.U.)



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความหนืดของ paste จากแป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้และแป้งมันฝรั่งต่างประเทศ

1. วัดด้วยเครื่อง Brabender Visco-Amylograph ความเข้มข้นของน้ำแป้งร้อยละ 4

- = แป้งมันฝรั่งต่างประเทศ
- = แป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้

4.1.5 ปริมาณฟอสฟอรัสของแป้งมันฝรั่ง

แป้งมันฝรั่งมีปริมาณฟอสฟอรัสร้อยละ $6.90 \pm 0.06 \times 10^{-2}$ ของน้ำหนักแป้งแห้ง

4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิกิริยา cross-linking ของแป้งมันฝรั่ง

4.2.1 ผลของอุณหภูมิ เวลา และความเข้มข้นของสารที่มีต่อปฏิกิริยา cross-linking ของแป้งมันฝรั่ง

ผลจากการติดตามปฏิกิริยา cross-linking ที่มีต่อความหนืดของ paste จากแป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่อุณหภูมิ 2 ระดับคือ $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ และ $50 \pm 2^{\circ}\text{C}$ เวลา 2 ระดับคือ 4 และ 6 ชั่วโมง และความเข้มข้นของโซเดียมไตรเมตาฟอสเฟต 2 ระดับ คือ ร้อยละ 0.20 และ 0.30 ของน้ำหนักแป้งแห้ง แสดงในรูปที่ 4.5 ถึงรูปที่ 4.10 พบว่าเมื่ออุณหภูมิของปฏิกิริยาสูงขึ้น ความหนืดเมื่ออุณหภูมิถึง 95°C จะลดลงมาก ดังแสดงในรูปที่ 4.5, 4.6, 4.7 และ 4.8 และตารางที่ 4.4 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าอุณหภูมิทั้ง 2 ระดับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 วิธีการคำนวณทางสถิติแสดงในภาคผนวกค.2

ความเข้มข้นของสาร และเวลาของปฏิกิริยาก็มีผลต่อความหนืด พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารและเวลาเพิ่มขึ้น ความหนืดที่ 95°C จะลดลง ดังแสดงในรูปที่ 4.9 รูปที่ 4.10 และตารางที่ 4.4 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ความเข้มข้นของสารและเวลาของปฏิกิริยาทั้ง 2 ระดับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อความหนืดของ paste ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สำหรับปัจจัยร่วม พบว่าเมื่ออุณหภูมิกับความเข้มข้นของสารเพิ่มขึ้น จะส่งเสริมในทิศทางเสริมกันคือ ทำให้ความหนืดของ paste ที่ 95°C ลดลงดังแสดงในรูปที่ 4.9 รูปที่ 4.10 และตารางที่ 4.4 นอกจากนี้ยังพบว่า ถ้าอุณหภูมิกับความเข้มข้นของสาร อุณหภูมิกับเวลาของปฏิกิริยา และความเข้มข้นของสารกับเวลาของปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น ก็ส่งเสริมในทิศทางเสริมกันในตนเองเดียวกัน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เมื่ออุณหภูมิกับความเข้มข้นของสาร อุณหภูมิกับเวลา และความเข้มข้นของสารกับเวลาของปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อความหนืดของ paste ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 วิธีการคำนวณทางสถิติแสดงในภาคผนวกค.2

4.2.2 ผลของอุณหภูมิ เวลา และความเข้มข้นของสารที่มีต่อเสถียรภาพของความหนืดของ paste จากแป้งมันฝรั่งแปรสภาพ

ค่าเสถียรภาพของความหนืดของ paste หาค่าเทาคบ ผลต่างระหว่างค่าความหนืดสูงสุดและความหนืดที่ 95°C นาน 30 นาที แสดงในตารางที่ 4.5 ซึ่งถ้าผลต่างมีค่าน้อยหมายความว่า paste มีเสถียรภาพของความหนืดสูง และในทางตรงกันข้าม ถ้าผลต่างมีค่ามากหมายความว่า paste มีเสถียรภาพของความหนืดต่ำ จากการทดลองพบว่าเมื่ออุณหภูมิเวลา และความเข้มข้นของไซโตซิม ไตรเมตต้าฟอสเฟตมีค่าเพิ่มขึ้น เสถียรภาพของความหนืดระหว่าง heating-cooling cycle ของ paste จะมีค่าเพิ่มขึ้น และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ เวลา และความเข้มข้นของไซโตซิม ไตรเมตต้าฟอสเฟตมีผลทำให้เสถียรภาพของความหนืดระหว่าง heating-cooling cycle แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่ออุณหภูมิกับความเข้มข้นของสาร อุณหภูมิกับเวลา และความเข้มข้นของสารกับเวลาของปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น ก็จะส่งเสริมในทิศทางเสริมกัน ทำให้ความหนืดของ paste มีเสถียรภาพมากขึ้น

4.3 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแป้งมันฝรั่งแปรสภาพ

4.3.1 ความหนืดของ paste จากแป้งมันฝรั่งแปรสภาพเปรียบเทียบกับแป้งถั่วเขียว ในระหว่าง heating-cooling cycle

ผลของความหนืดระหว่าง heating-cooling cycle ของ paste จากแป้งมันฝรั่งแปรสภาพ แป้งมันฝรั่ง และแป้งถั่วเขียววัดด้วยเครื่อง Brabender Visco-Amylograph แสดงในรูปที่ 4.9 และรูปที่ 4.10 พบว่าแป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงความหนืดของ paste ใกล้เคียงกับแป้งถั่วเขียวคือสภาวะที่ใช้ความเข้มข้นของไซโตซิม ไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.30 อุณหภูมิ $50 \pm 2^{\circ}\text{C}$ เวลา 4 ชั่วโมง และสภาวะที่ใช้ความเข้มข้นของไซโตซิม ไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.20 อุณหภูมิ $50 \pm 2^{\circ}\text{C}$ เวลา 6 ชั่วโมง

4.3.2 ความสามารถในการพองตัวของเม็ดแป้ง

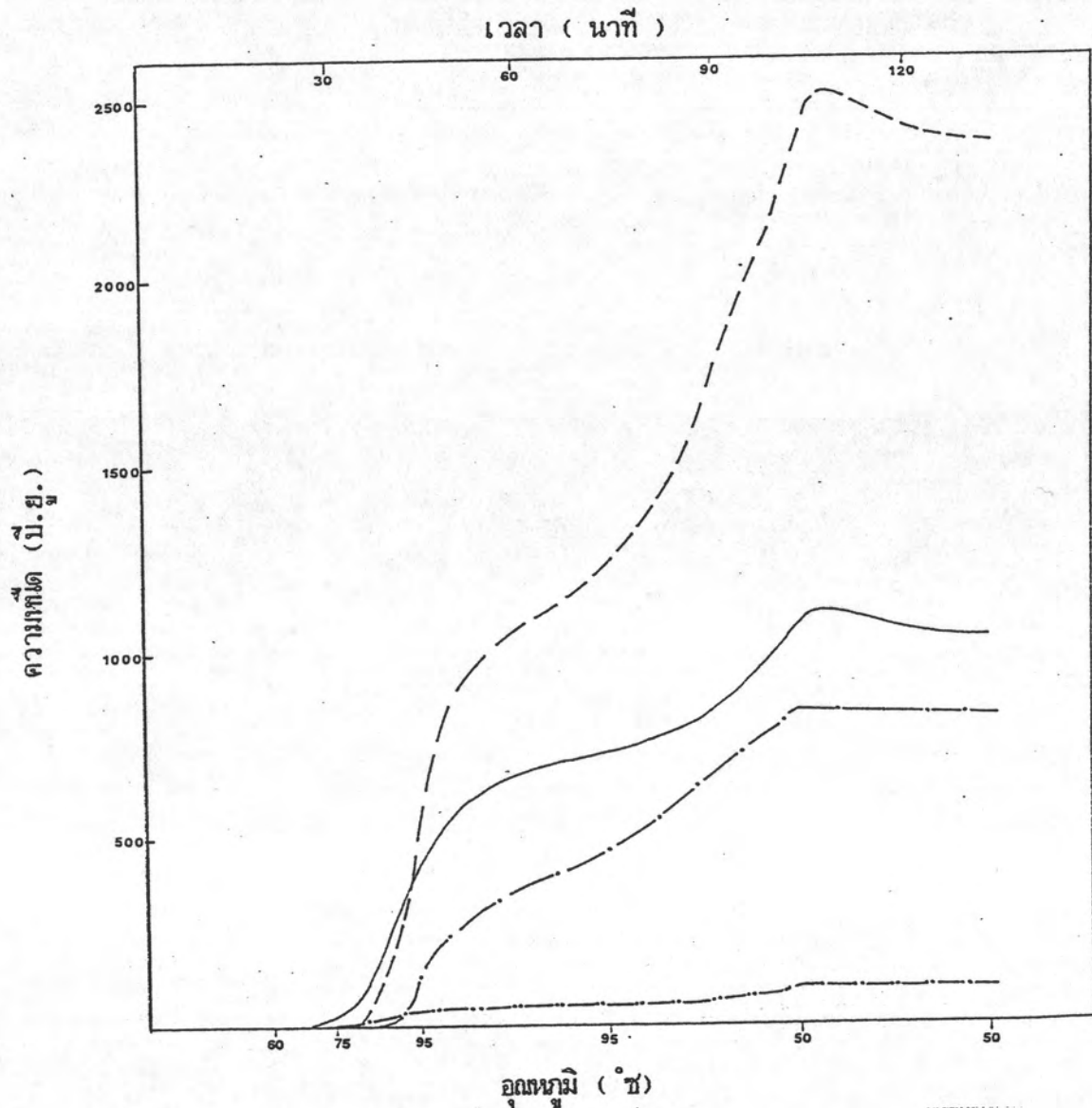
ผลการตรวจสอบการพองตัวของเม็ดแป้งที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ เปรียบเทียบระหว่างแป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่คัดเลือก (ในข้อ 4.3.1) กับแป้งถั่วเขียวและแป้งมันฝรั่ง ดังแสดงในรูปที่ 4.11 และตารางที่ 4.8 พบว่าแป้งมันฝรั่งที่เตรียม ได้มีความสามารถในการพองตัวสูงกว่าแป้งมันฝรั่งแปรสภาพ และแป้งถั่วเขียวอย่างเห็นได้ชัดเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และแป้งมันฝรั่งแปรสภาพมีความสามารถในการพองตัวของเม็ดแป้งใกล้เคียงกับแป้งถั่วเขียวมากเมื่ออุณหภูมิจะสูงขึ้นก็ตาม

4.3.3 ปริมาณฟอสฟอรัสในแป้งมันฝรั่งแปรสภาพ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต แสดงในตารางที่ 4.6 พบว่าปริมาณฟอสเฟตที่เพิ่มในแป้งมันฝรั่งแปรสภาพโดยการคำนวณในรูปของฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของโซเดียมไตรเมตาฟอสเฟตที่ใช้ในปฏิกิริยา cross-linking นอกจากนี้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เพิ่มในแป้งมันฝรั่งแปรสภาพจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในปฏิกิริยา cross-linking

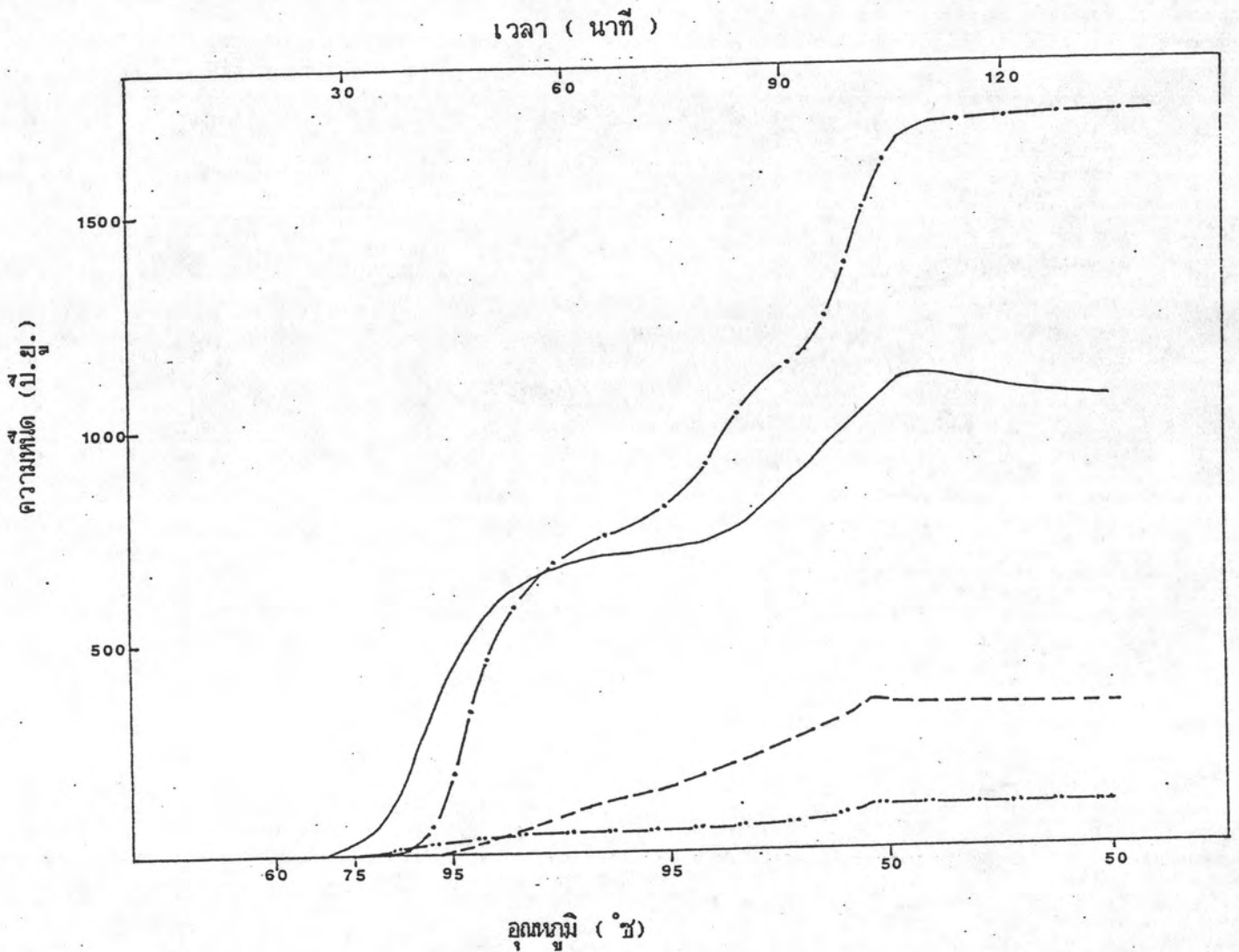
4.3.4 ระดับการแทนที่ (Degree of substitution)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต ในแป้งมันฝรั่งแปรสภาพ โดยการคำนวณในรูปของร้อยละน้ำหนักแห้ง จากผลการวิเคราะห์หาระดับการแทนที่ (ตารางที่ 4.7) จะพบว่าระดับการแทนที่เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของโซเดียมไตรเมตาฟอสเฟต อุณหภูมิ และเวลาของปฏิกิริยาที่เพิ่มขึ้น



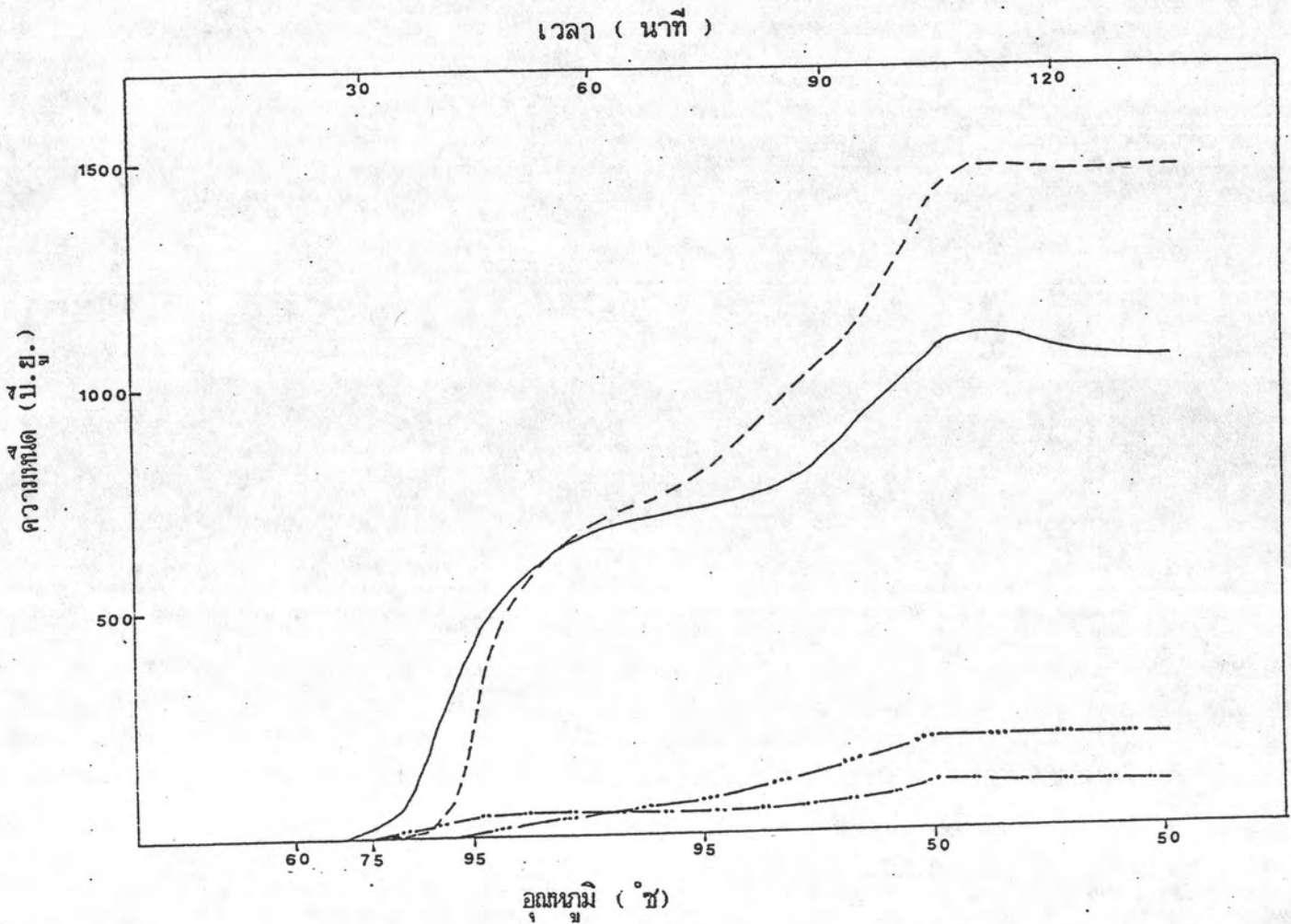
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความหนืดของ paste จากแป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่สภาวะอุณหภูมิระดับต่างๆ ความเข้มข้นของไซโตซิมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.20 เวลา 4 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับแป้งข้าว และแป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้ 1 วัดด้วยเครื่อง Brabender Visco-Amylograph ความเข้มข้นของน้ำแป้งร้อยละ 4

- = แป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้
- . - . - . - . - . = แป้งข้าว
- = แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่ความเข้มข้นของไซโตซิมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.20 อุณหภูมิ $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 4 ชั่วโมง
- . - . - . - . - . = แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่ความเข้มข้นของไซโตซิมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.20 อุณหภูมิ $50 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 4 ชั่วโมง



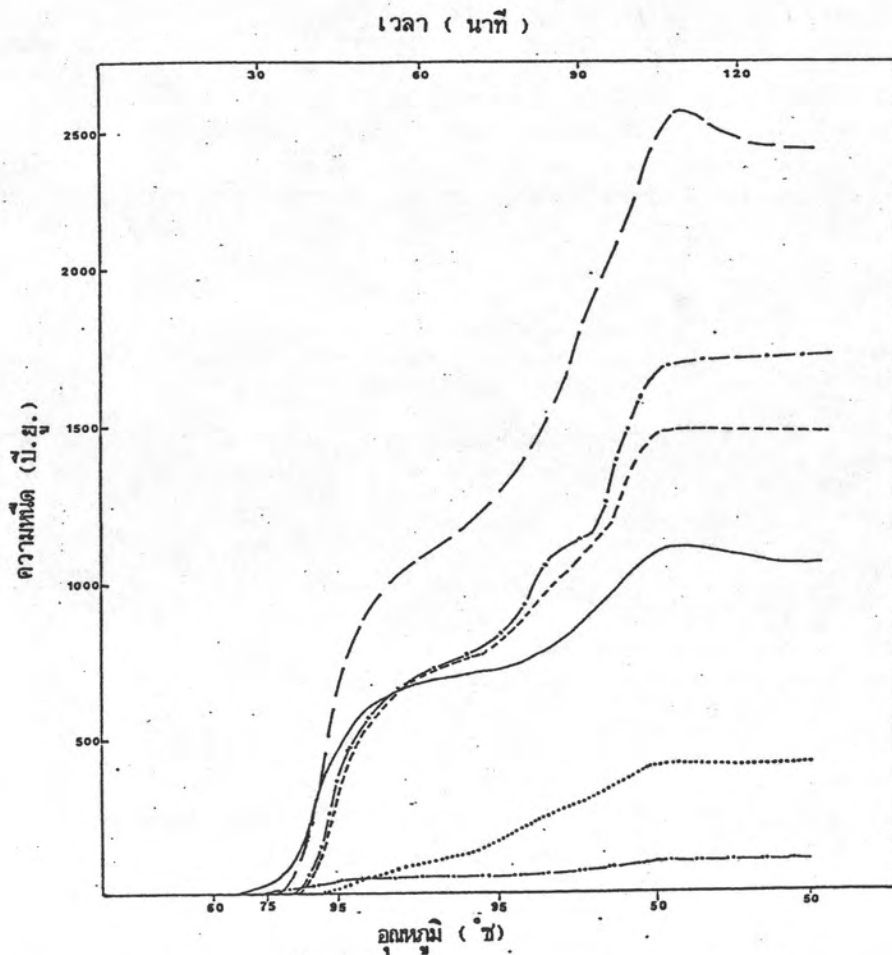
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความหนืดของ paste จากแป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่สภาวะอุณหภูมิระดับต่างๆ ความเข้มข้นของโซเดียมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.20 เวลา 6 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับแป้งถั่วเขียว และแป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้ 1 วัดด้วยเครื่อง Brabender Visco-Amylograph ความเข้มข้นของน้ำแป้งร้อยละ 4

- = แป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้
- . - . - . - . - . - . = แป้งถั่วเขียว
- . — . — . — . — . = แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่ความเข้มข้นของโซเดียมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.20 อุณหภูมิ $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 6 ชั่วโมง
- = แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่ความเข้มข้นของโซเดียมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.20 อุณหภูมิ $50 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 6 ชั่วโมง



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความหนืดของ paste จากแป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่สภาวะอุณหภูมิระดับต่างๆ ความเข้มข้นของไซเตียมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.30 เวลา 4 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับแป้งข้าว และแป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้ 1 วัดด้วยเครื่อง Brabender Visco-Amylograph ความเข้มข้นของน้ำแป้งร้อยละ 4

- = แป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้
- = แป้งข้าว ข้าว
- = แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่ความเข้มข้นของไซเตียมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.30 อุณหภูมิ $40 \pm 2^{\circ}\text{ซ}$ 4 ชั่วโมง
- ...—...—... = แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่ความเข้มข้นของไซเตียมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.30 อุณหภูมิ $50 \pm 2^{\circ}\text{ซ}$ 4 ชั่วโมง



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความหนืดของ paste จากมันฝรั่งแปรสภาพที่สภาวะความชื้นชั้นของไซโตียมไตรเมตต้าฟอสเฟต และเวลาระดับต่าง ๆ ที่อุณหภูมิปฏิกิริยา $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ เปรียบเทียบกับแป้งข้าวเขียว และแป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้

1 วัดด้วยเครื่อง Brabender Visco- Amylograph ความชื้นชั้นของน้ำแป้งร้อยละ 4

- = แป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้
- = แป้งข้าวเขียว
- — — — = แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่ความชื้นชั้นของสารไซโตียมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.20 4 ชั่วโมง
- . — . — . = แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่ความชื้นชั้นของสารไซโตียมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.20 6 ชั่วโมง
- — — — — = แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่ความชื้นชั้นของสารไซโตียมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.30 4 ชั่วโมง
- = แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่ความชื้นชั้นของสารไซโตียมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.30 6 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.4 ความหนืดของ paste ของแป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่อุณหภูมิ 95 °ซ

สภาวะการแปรสภาพ			ค่าเฉลี่ยความหนืดของ paste (ปี.ย.)
ความเข้มข้น (A)	อุณหภูมิ (B)	เวลา (C)	
$a_1 = 0.20 \%$	$b_1 = 40 \pm 2^\circ\text{ซ}$	$c_1 = 4$ ชม.	685.0
		$c_2 = 6$ ชม.	277.5
	$b_2 = 50 \pm 2^\circ\text{ซ}$	$c_1 = 4$ ชม.	130.0
		$c_2 = 6$ ชม.	12.5
$a_2 = 0.30 \%$	$b_1 = 40 \pm 2^\circ\text{ซ}$	$c_1 = 4$ ชม.	282.5
		$c_2 = 6$ ชม.	11.5
	$b_2 = 50 \pm 2^\circ\text{ซ}$	$c_1 = 4$ ชม.	3.5
		$c_2 = 6$ ชม.	1.0

ตารางที่ 4.5 สถิติรูปภาพของความหนืดของ paste ของแป้งมันฝรั่งแปรสภาพระหว่าง heating-cooling cycle

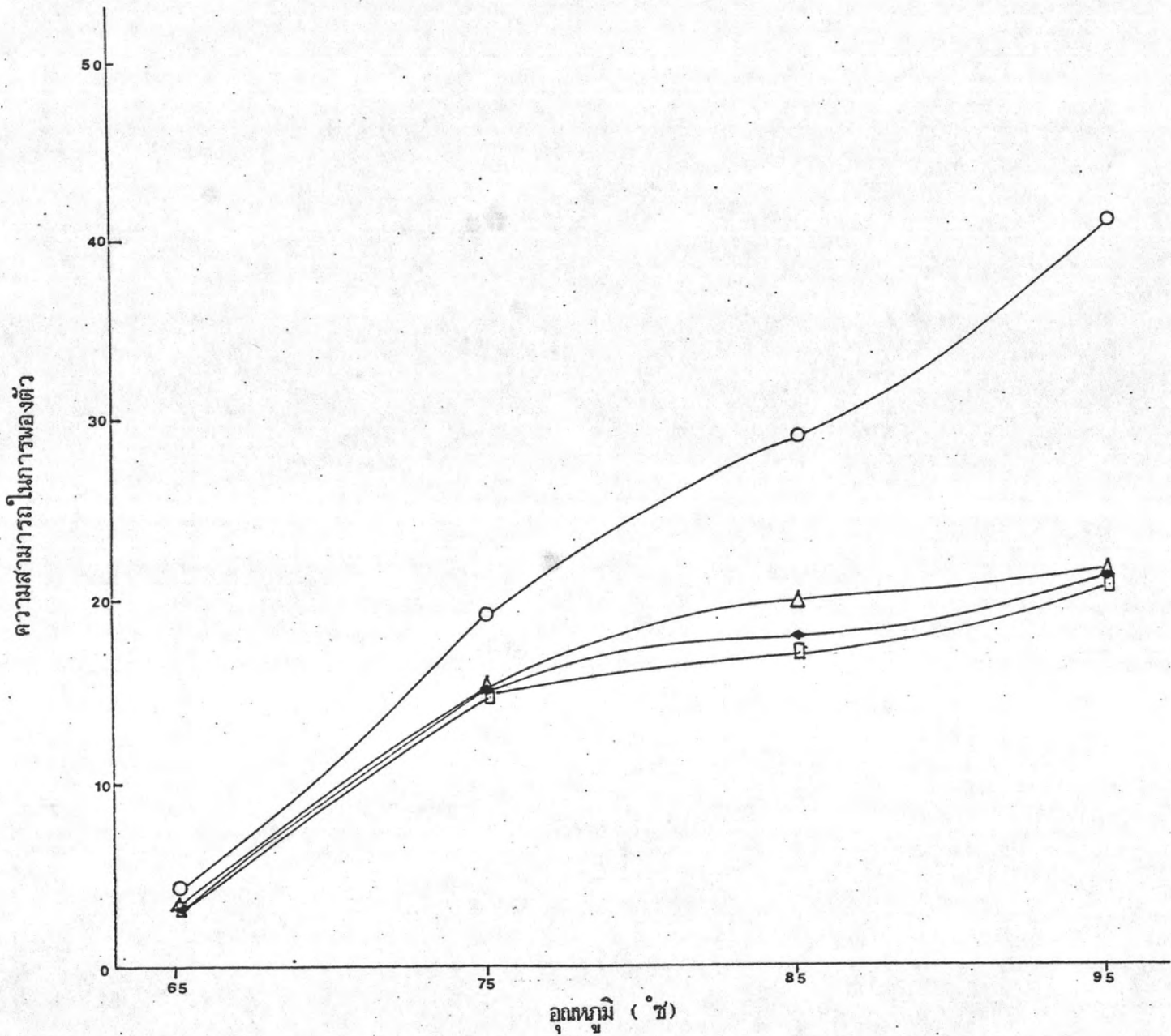
สภาวะการแปรสภาพ			ค่าเฉลี่ยสถิติรูปภาพของความหนืด (ปี.ย.)
ความเข้มข้น (A)	อุณหภูมิ (B)	เวลา (C)	
$a_1 = 0.20 \%$	$b_1 = 40 \pm 2^{\circ}\text{ซ}$	$c_1 = 4$ ชม.	1281.5
		$c_2 = 6$ ชม.	921.5
	$b_2 = 50 \pm 2^{\circ}\text{ซ}$	$c_1 = 4$ ชม.	677.5
		$c_2 = 6$ ชม.	251.0
$a_2 = 0.30 \%$	$b_1 = 40 \pm 2^{\circ}\text{ซ}$	$c_1 = 4$ ชม.	376.5
		$c_2 = 6$ ชม.	190.0
	$b_2 = 50 \pm 2^{\circ}\text{ซ}$	$c_1 = 4$ ชม.	135.5
		$c_2 = 6$ ชม.	16.0

* วัดด้วยเครื่อง Brabender Visco-Amylograph ความเข้มข้นของน้ำแป้งร้อยละ 4

ตารางที่ 4.6 ความสามารถในการกรองตัวของเม็ดแป้ง

ชนิดของแป้ง	ความสามารถในการกรองตัวที่อุณหภูมิต่าง ๆ			
	อุณหภูมิ			
	65 °ซ	75 °ซ	85 °ซ	95 °ซ
แป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้	4.24 _{+1.02}	19.11 _{+2.14}	28.95 _{+0.47}	40.55 _{+0.35}
แป้งถั่วเขียว	3.33 _{+0.01}	15.27 _{+1.87}	19.72 _{+0.75}	21.59 _{+0.30}
แป้งมันฝรั่งแปรสภาพ (0.20% 50 ₊₂ °ซ 6ชม.)	3.27 _{+0.28}	15.12 _{+1.10}	17.66 _{+0.25}	21.42 _{+1.91}
แป้งมันฝรั่งแปรสภาพ (0.30% 50 ₊₂ °ซ 4ชม.)	3.19 _{+0.71}	14.79 _{+0.22}	16.84 _{+0.14}	20.65 _{+0.24}





รูปที่ 4.11 กราฟแสดงความสามารถในการพองตัวของเม็ดแบริ่ง ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

○ แบริ่งมันฝรั่งที่เตรียมได้

◆ แบริ่งมันฝรั่งแปรสภาพ (0.20 50±2% ช 6 ซม.)

△ แบริ่งถั่วเขียว

□ แบริ่งมันฝรั่งแปรสภาพ (0.30 50±2% ช 4 ซม.)

ตารางที่ 4.7 ปริมาณฟอสฟอรัสในแป้งมันฝรั่งแปรสภาพ และแป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้

ตัวอย่าง	ร้อยละฟอสฟอรัสในแป้งมันฝรั่งแปรสภาพ $\times 10^2$	ร้อยละฟอสฟอรัสที่เพิ่ม $\times 10^3$
แป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้	6.9048	
0.20 % 40 \pm 2°ซ 4 ชั่วโมง	7.0286	1.238
0.20 % 40 \pm 2°ซ 6 ชั่วโมง	7.2010	2.962
0.20 % 50 \pm 2°ซ 4 ชั่วโมง	7.2275	3.227
0.20 % 50 \pm 2°ซ 6 ชั่วโมง	7.4145	5.097
0.30 % 40 \pm 2°ซ 4 ชั่วโมง	7.1700	2.652
0.30 % 40 \pm 2°ซ 6 ชั่วโมง	7.3550	4.502
0.30 % 50 \pm 2°ซ 4 ชั่วโมง	7.6883	7.835
0.30 % 50 \pm 2°ซ 6 ชั่วโมง	7.7548	8.500

ตารางที่ 4.8 ระดับการแทนที่ของสารไซโตเดียมไตรเมตต้าฟอสเฟตในปฏิกิริยา cross-linking

ตัวอย่าง	ร้อยละ ฟอสฟอรัสที่เพิ่ม $\times 10^3$	ระดับ การแทนที่ $\times 10^4$	1 cross-linked / AGU ¹
0.20% 40 \pm 2°ซ 4 ชั่วโมง	1.238	0.6469	15456
0.20% 40 \pm 2°ซ 6 ชั่วโมง	2.962	1.5480	6459
0.20% 50 \pm 2°ซ 4 ชั่วโมง	3.227	1.6865	5929
0.20% 50 \pm 2°ซ 6 ชั่วโมง	5.097	2.6640	3753
0.30% 40 \pm 2°ซ 4 ชั่วโมง	2.652	1.3860	7214
0.30% 40 \pm 2°ซ 6 ชั่วโมง	4.502	2.3530	4249
0.30% 50 \pm 2°ซ 4 ชั่วโมง	7.835	4.0955	2441
0.30% 50 \pm 2°ซ 6 ชั่วโมง	8.500	4.4432	2250

1 = anhydroglucose unit

4.4 การนำแป้งมันฝรั่งแปรสภาพไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร

4.4.1 การนำแป้งมันฝรั่งแปรสภาพไปใช้เป็นสารทำให้เกิดความคงตัวในผลิตภัณฑ์ caramel fudge topping

4.4.1.1 ความหนืด

ตารางที่ 4.9 แสดงผลของความหนืดของตัวอย่าง caramel fudge topping ที่เตรียมได้ พบว่าการใช้แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่สภาวะความเข้มข้นของไซโตียมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.20 อุณหภูมิ 50 ± 2 °C เวลา 6 ชั่วโมง และความเข้มข้นของไซโตียมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.30 อุณหภูมิ 50 ± 2 °C เวลา 4 ชั่วโมง เป็นสารทำให้เกิดความคงตัวใน caramel fudge topping มีค่าความหนืดใกล้เคียงกับ caramel fudge topping ที่ทำจากแป้ง Purity 4 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ตัวอย่าง caramel fudge topping ที่ใช้แป้งมันฝรั่งแปรสภาพและ Purity 4 มีความหนืดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สำหรับ caramel fudge topping ที่ทำจากแป้งมันฝรั่งจะให้ความหนืดต่ำอย่างเห็นได้ชัด

4.4.1.2 ประเมินความหนืด และลักษณะเนื้อสัมผัส

ผลของคะแนนเฉลี่ยในการประเมินความหนืด และลักษณะเนื้อสัมผัสของ caramel fudge topping โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป 12 คน แสดงในตารางที่ 4.10 พบว่า ตัวอย่าง caramel fudge topping ที่ใช้แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่สภาวะความเข้มข้นของไซโตียมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.20 อุณหภูมิ 50 ± 2 °C เวลา 6 ชั่วโมงเป็นสารทำให้เกิดความคงตัว มีคะแนนเฉลี่ยความหนืด เนื้อสัมผัส และชอบรวมมีค่าใกล้เคียงกับ caramel fudge topping ที่ใช้แป้ง Purity 4 เป็นสารทำให้เกิดความคงตัว และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สำหรับ caramel fudge topping ที่ใช้แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่สภาวะความเข้มข้นของไซโตียมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.30 อุณหภูมิ 50 ± 2 °C เวลา 4 ชั่วโมง และแป้งมันฝรั่งเป็นสารทำให้เกิดความคงตัว มีคะแนนเฉลี่ยความหนืด เนื้อสัมผัส และความชอบรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 นอกจากนี้ caramel fudge topping ที่สภาวะความเข้มข้นของไซโตียมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.30 อุณหภูมิ 50 ± 2 °C เวลา 4 ชั่วโมง กับแป้ง Purity 4 เป็นสารทำให้เกิดความคงตัว มีคะแนนเฉลี่ยความหนืด เนื้อสัมผัส และความชอบรวมไม่แตกต่างกันในทำนองเดียวกัน ดังนั้น

แป้งมันฝรั่งแปรสภาพ 2 ตัวอย่างจึงน่าจะมาใช้เป็นสารให้เกิดความคงตัวใน caramel fudge topping โดยผลิตภัณฑ์ยังเป็นที่ยอมรับ

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยของความหนืด¹ของ caramel fudge topping ที่ใช้แป้งชนิดต่าง ๆ เป็นตัวให้ความหนืดคงตัว

ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยความหนืด (ซีพีเอส) ²
แป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้	960 ^b
แป้ง Purity 4 (แป้งมันสำปะหลังแปรสภาพชนิดหนึ่ง)	1295 ^a
แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่ใช้ $\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_9$ ร้อยละ 0.20 อุณหภูมิ 50 ± 2 °ซ 6 ชั่วโมง	1265 ^a
แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่ใช้ $\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_9$ ร้อยละ 0.30 อุณหภูมิ 50 ± 2 °ซ 4 ชั่วโมง	1280 ^a

- วัดด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer ใช้ spindle เบอร์ 1 ความเร็วรอบ 10 rpm และวัดที่อุณหภูมิของตัวอย่าง 25 ± 2.0 °ซ
- ซีพีเอส ย่อมาจาก centipoise (cps)
- ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- การคำนวณแสดงในภาคผนวก ค.3

ตารางที่ 4.10 คะแนนเฉลี่ยของความหนืด ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของ caramel fudge topping ที่ใช้แป้งชนิดต่าง ๆ

	คะแนนเฉลี่ย ¹		
	ความหนืด (1-9)	ลักษณะเนื้อสัมผัส (1-9)	ความชอบรวม (1-9)
แป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้	5.83 ^c	6.17 ^c	5.75 ^c
แป้ง Purity 4	6.92 ^{ab}	7.17 ^{ab}	6.92 ^{ab}
แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่ใช้ $\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_9$ ร้อยละ 0.20 อุณหภูมิ $50 \pm 2^\circ\text{C}$ 6 ชม.	6.83 ^a	6.92 ^a	6.67 ^a
แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่ใช้ $\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_9$ ร้อยละ 0.30 อุณหภูมิ $50 \pm 2^\circ\text{C}$ 4 ชม.	6.50 ^{bc}	6.67 ^{bc}	6.33 ^{bc}

- ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของแป้งแต่ละชนิด
- การคำนวณแสดงในภาคผนวก ค.3

4.4.2 การนำแป้งมันฝรั่งแปรสภาพไปทดแทนบางส่วนของแป้งถั่วเขียวในการผลิตวุ้นเส้น แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่นำไปทดแทนบางส่วนของแป้งถั่วเขียวคือแป้งแปรสภาพเมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรเมตาฟอสเฟตร้อยละ 0.30 อุณหภูมิ $50 \pm 2^\circ\text{C}$ เวลา 4 ชั่วโมง

4.4.2.1 ขนาดเส้น

ผลการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวุ้นเส้นชนิดต่างๆ แสดงในตารางที่ 4.11 พบว่าตัวอย่างวุ้นเส้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใกล้เคียงกัน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวุ้นเส้นทุกตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.4.2.2 การคืนตัวของวุ้นเส้น

ผลของการคืนตัวของวุ้นเส้นจากวุ้นเส้นชนิดต่างๆ แสดงในตารางที่ 4.12 พบว่าการคืนตัวของวุ้นเส้นจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการลวก แต่เมื่อนิยามเวลาที่ใช้ในการลวกเท่ากัน การคืนตัวของวุ้นเส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียวผสมแป้งมันฝรั่งในอัตราส่วน 70:30 และวุ้นเส้นเกรด บี จะสูง และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การคืนตัวของวุ้นเส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียวผสมแป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่สภาวะความเข้มข้นของโซเดียมไตรเมตาฟอสเฟตร้อยละ 0.30 อุณหภูมิ 50 °ซ นาน 4 ชั่วโมงในอัตราส่วน 48:52 และวุ้นเส้นเกรด เอ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการคืนตัวของวุ้นเส้นที่ระยะเวลาต่าง ๆ ที่ใช้ในการลวก แสดงในรูปที่ 4.12

4.4.2.3 ปริมาณเนื้อแป้งที่สูญเสียไประหว่างการหุงต้ม

ผลของปริมาณเนื้อแป้งที่สูญเสียไประหว่างการหุงต้มแสดงในตารางที่ 4.13 พบว่าปริมาณเนื้อแป้งที่สูญเสียไประหว่างการหุงต้มจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการต้ม และในระยะเวลาที่ใช้ในการต้มเท่ากัน วุ้นเส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียวผสมแป้งมันฝรั่งในอัตราส่วน 70:30 และวุ้นเส้นเกรด บี มีปริมาณเนื้อแป้งที่สูญเสียไปสูงกว่าวุ้นเส้นเกรด เอ และวุ้นเส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียวผสมแป้งมันฝรั่งแปรสภาพในอัตราส่วน 48:52 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณเนื้อแป้งที่สูญเสียไประหว่างการหุงต้มของวุ้นเส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียวผสมแป้งมันฝรั่งแปรสภาพในอัตราส่วน 48:52 และวุ้นเส้นเกรด เอ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเนื้อแป้งที่สูญเสียไประหว่างการหุงต้ม และระยะเวลาที่ใช้ในการหุงต้ม แสดงในรูปที่ 4.13

4.4.2.4 ประเมินลักษณะเส้น สีและกลิ่นรสของวุ้นเส้น

ผลของคะแนนเฉลี่ยลักษณะเส้นและสีของวุ้นเส้น โดยให้ผู้ทดสอบทั่วไประเมิน 12 คนแสดงในตารางที่ 4.14 พบว่าวุ้นเส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียวผสมแป้งมันฝรั่งในอัตราส่วน 70:30 และวุ้นเส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียวผสมแป้งมันฝรั่งแปรสภาพในอัตราส่วน 48:52 มีคะแนนต่ำกว่าวุ้นเส้นเกรด เอ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนลักษณะเส้นของวุ้นเส้นทั้ง 3 ชนิด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนคะแนนเฉลี่ยสีของวุ้นเส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียวผสมแป้งมันฝรั่งแปรสภาพในอัตราส่วน 48:52 ก็กับวุ้นเส้นเกรด เอ และบี ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

กลิ่นรสของวุ้นเส้นเกรด บีมีกลิ่นหมักทำให้มีคะแนนต่ำ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คะแนนกลิ่นรสของวุ้นเส้นที่เหลืออีก 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวุ้นเส้นแต่ละเส้นที่ทำจากแป้งผสมต่าง ๆ

ตัวอย่างวุ้นเส้น	ค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง*1 (มม.)			
	เส้นที่1	เส้นที่2	เส้นที่3	ค่าเฉลี่ย
วุ้นเส้นเกรด เอ แป้งถั่วเขียว:แป้งมันฝรั่งต่างประเทศ = 90:10	0.57	0.56	0.56	0.56 ^{ns}
วุ้นเส้นเกรด บี แป้งถั่วเขียว:แป้งมันฝรั่งต่างประเทศ = 70:30	0.56	0.56	0.56	0.56 ^{ns}
แป้งถั่วเขียว:แป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้ = 70:30	0.57	0.57	0.57	0.57 ^{ns}
แป้งถั่วเขียว:แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่ใช้ $\text{Na}_3\text{P}_2\text{O}_7$ ร้อยละ 0.30 = 48:52	0.57	0.57	0.56	0.56 ^{ns}

*1 ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

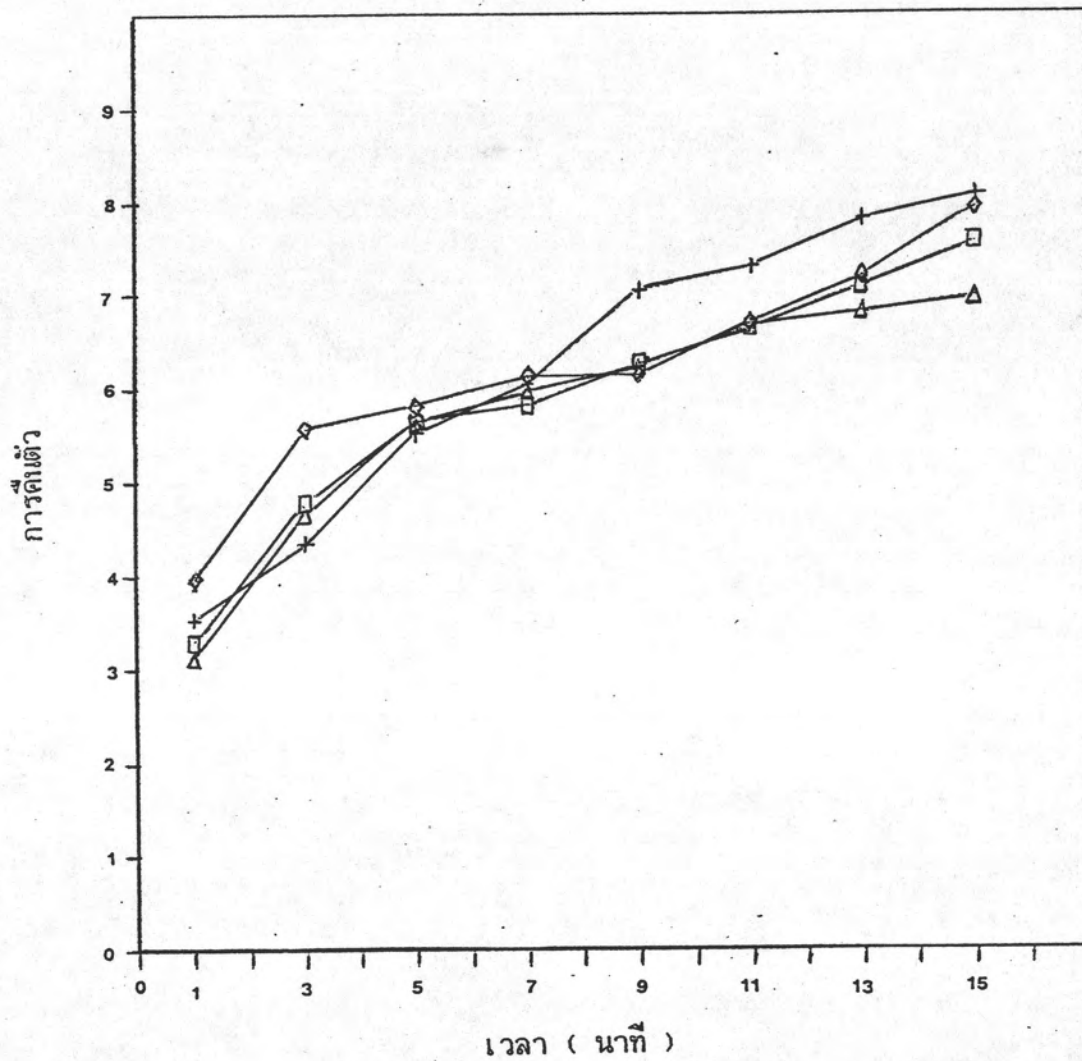
2 การคำนวณแสดงในภาคผนวก ค.2

ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยของการคืนตัวของวัชพืชที่ทำจากแป้งผสมต่างๆ ที่ผ่านการลวกในน้ำเดือดที่เวลาต่าง ๆ กัน

ตัวอย่างวัชพืช	การคืนตัว *1							
	เวลาในการลวก (นาที)							
	1	3	5	7	9	11	13	15
วัชพืชเกรด เอ แป้งข้าวเหนียว:แป้งมันฝรั่งต่างประเทศ = 90:10	3.29 ^a A	4.77 ^b A	5.63 ^c A	5.82 ^c A	6.26 ^{cd} A	6.64 ^d A	7.10 ^e A	7.56 ^{ef} A
วัชพืชเกรด บี แป้งข้าวเหนียว:แป้งมันฝรั่งต่างประเทศ = 70:30	3.52 ^a A	4.34 ^b A	5.52 ^c A	6.04 ^d A	7.07 ^e B	7.30 ^e B	7.81 ^f B	8.07 ^f B
แป้งข้าวเหนียว:แป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้ = 70:30	3.94 ^a B	5.57 ^b B	5.81 ^{bc} A	6.13 ^{cd} A	6.14 ^d A	6.70 ^e A	6.70 ^f A	7.92 ^g A
แป้งข้าวเหนียว:แป้งมันฝรั่งแปรรูป ที่ใช้ Na ₂ P ₂ O ₅ ร้อยละ 0.30 = 48:52	3.13 ^a A	4.66 ^b A	5.63 ^c A	5.96 ^{cd} A	6.22 ^{de} A	6.67 ^{ef} A	6.82 ^f A	6.97 ^f C

- * 1. การคืนตัวมีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัชพืชหลังลวกต่อน้ำหนักของวัชพืชก่อนลวก
2. ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรตัวใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในระหว่างแป้งผสมระดับต่างกัน
3. ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในระหว่างเวลาในการลวกต่างกัน
4. การคำนวณแสดงในภาคผนวก ค.





รูปที่ 4.12 การดูดน้ำของวุ้นเส้นที่ผ่านการลวกในน้ำเดือดที่เวลาต่างๆ

□ = วุ้นเส้นเกรด เอ

+ = วุ้นเส้นเกรด บี

◇ = วุ้นเส้นที่ทำจากแป้งข้าวเหนียวแฉะ: แป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้ = 70:30

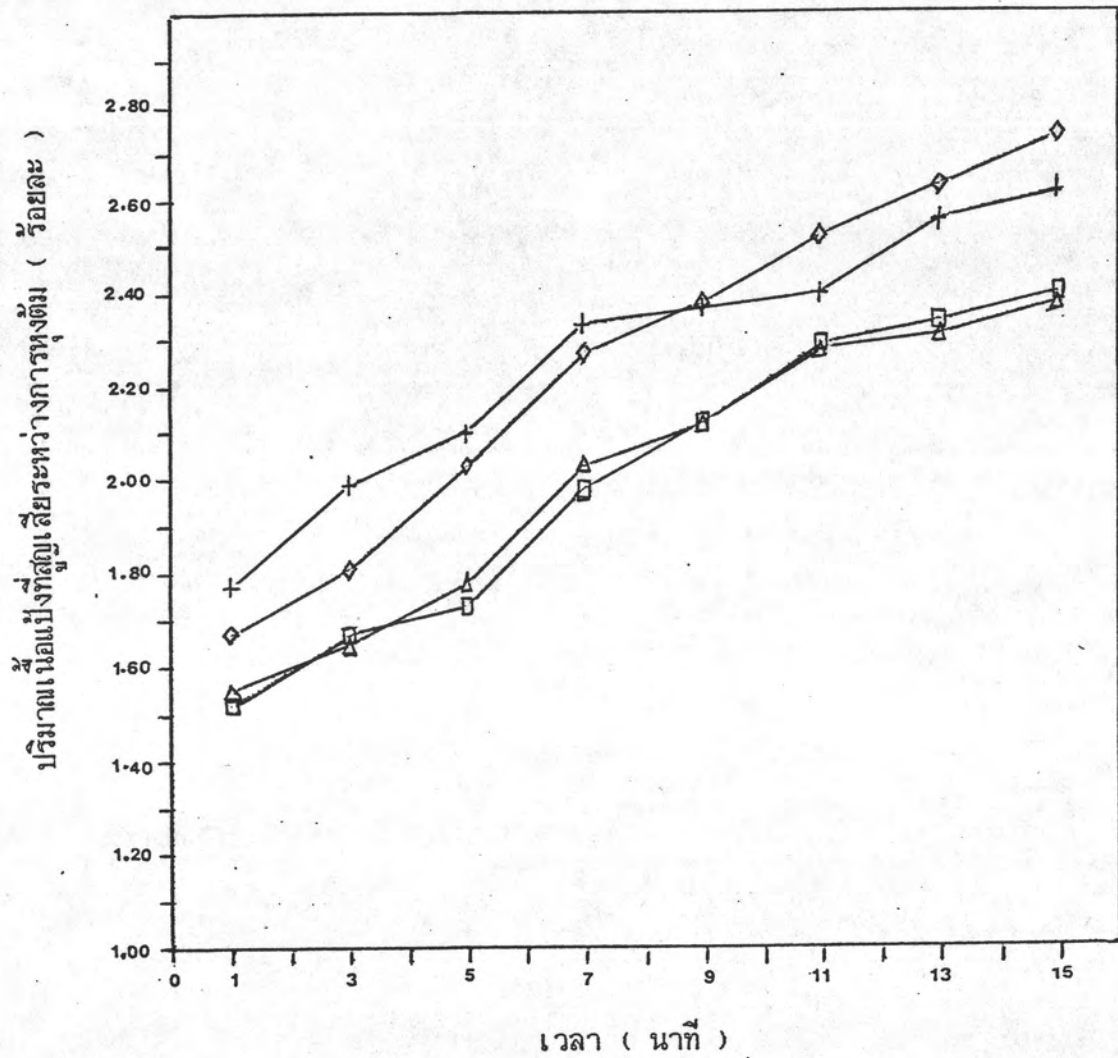
△ = วุ้นเส้นที่ทำจากแป้งข้าวเหนียวแฉะ: แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่ความเข้มข้น

$\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_9$ ร้อยละ 0.30 = 48:52

ตารางที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยของปริมาณเนื้อแป้งที่สูญเสียไประหว่างการหุงต้มของวันเส้นที่ทำจากแป้งผสมต่าง ๆ และผ่านการต้มเดือดในเวลาต่าง ๆ กัน

ตัวอย่างวันเส้น	ปริมาณเนื้อแป้งที่สูญเสียไป*1 (ร้อยละ)							
	เวลาในการต้มเดือด (นาที)							
	1	3	5	7	9	11	13	15
วันเส้นเกรด เอ แป้งข้าวเหนียว:แป้งมันฝรั่งต่างประเทศ = 90 : 10	1.52 ^a A	1.67 ^b A	1.73 ^b A	1.98 ^c A	2.12 ^d A	2.29 ^e A	2.34 ^e A	2.40 ^f A
วันเส้นเกรด บี แป้งข้าวเหนียว:แป้งมันฝรั่งต่างประเทศ = 70 : 30	1.77 ^a B	1.99 ^b B	2.10 ^c B	2.33 ^d B	2.37 ^d B	2.40 ^d A	2.56 ^e B	2.62 ^e B
แป้งข้าวเหนียว:แป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้ = 70 : 30	1.67 ^a C	1.81 ^b C	2.03 ^c B	2.27 ^d B	2.38 ^e B	2.52 ^f B	2.63 ^g B	2.74 ^h C
แป้งข้าวเหนียว:แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่ใช้ Na ₂ P ₂ O ₅ ร้อยละ 0.30 = 48 : 52	1.55 ^a A	1.65 ^b A	1.78 ^c A	2.03 ^d A	2.12 ^e A	2.28 ^f A	2.31 ^{fg} A	2.38 ^g A

- * 1 ปริมาณเนื้อแป้งที่สูญเสียไปมีค่าเท่ากับ ร้อยละของน้ำหนักแป้งแห้งที่ละลายออกมาระหว่างการต้มเดือดต่อน้ำหนักของวันเส้นแห้ง
- 2 ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตัวใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในระหว่างแป้งผสมต่างกัน
- 3 ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตัวเล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในระหว่างเวลาในการต้มเดือดระดับต่างกัน
- 4 การคำนวณแสดงในภาคผนวก ค.



รูปที่ 4.13 ปริมาณเนื้อแป้งที่สูญเสียไประหว่างการหุงต้มของพันธุ์เส้นที่ผ่านการต้มในน้ำเดือดที่เวลาต่าง ๆ

○ = พันธุ์เส้นเกรด เอ

+

◇ = พันธุ์เส้นที่ทำจากแป้งข้าวเหนียวและแป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้ = 70:30

△ = พันธุ์เส้นที่ทำจากแป้งข้าวเหนียวและแป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่ความเข้มข้น

$\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_{10}$ ร้อยละ 0.30 = 48:52

ตารางที่ 4.14 คะแนนเฉลี่ยลักษณะเส้น สี และกลิ่นรส ของวุ้นเส้นที่ทำจากแป้งผสมต่าง ๆ

ตัวอย่างวุ้นเส้น	คะแนนเฉลี่ย *1		
	ลักษณะเส้น (1-4)	สี (1-4)	กลิ่นรส (1-4)
วุ้นเส้นเกรด เอ แป้งข้าวเหนียว:แป้งมันฝรั่งต่างประเทศ = 90:10	3.50 ^a	3.63 ^a	3.75 ^a
วุ้นเส้นเกรด บี แป้งข้าวเหนียว:แป้งมันฝรั่งต่างประเทศ = 70 : 30	2.50 ^b	3.75 ^a	3.08 ^b
แป้งข้าวเหนียว:แป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้ 70 : 30	3.20 ^a	2.42 ^b	3.75 ^a
แป้งข้าวเหนียว : แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่ใช้ $\text{Na}_3\text{P}_2\text{O}_7$ ร้อยละ 0.30 ในอัตราส่วน 48:52	3.25 ^a	3.04 ^a	3.50 ^a

- * 1. คะแนนเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
2. การคำนวณแสดงในภาคผนวก ค.3