

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

เมื่อนำแป้งข้าวเหนียวกลัองพันธุ์ กข 6 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีจะให้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวเหนียวกลัองพันธุ์ กข6

องค์ประกอบ	ข้าวเหนียวกลัอง (ต่อ 100 กรัม)	ข้าวเหนียว (ต่อ 100 กรัม)
ไขมัน	3.08	0.42
ใยอาหาร	2.68	0.28
โปรตีน (N x 5.95)	7.18	6.32
เถ้า	1.54	0.27
อะไมโลส	2.17	2.25
คาร์โบไฮเดรต*	78.1	81.13

*จากการคำนวณ

4.2 ผลของภาวะกระบวนการผลิตต่อลักษณะทางกายภาพของขนมขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวกลั้ว

4.2.1 ผลของปริมาณความชื้นที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ก่อนย่าง

เตรียมผลิตภัณฑ์ตามวิธีที่แสดงรูป 3.1 โดยแปรเวลาการนวดเป็น 3 ระดับคือ 0 10 และ 20 นาทีและปริมาณความชื้นในขั้นตอนการทำแห้งเป็นร้อยละ 23 โดยน้ำหนักเปียกซึ่งเป็นความชื้นมาตรฐานที่ทางโรงงานอุตสาหกรรมใช้อยู่ แต่เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวเหนียวกลั้วเป็นวัตถุดิบจะมีการพองตัวต่ำกว่าในวัตถุดิบจากข้าวขาวที่ใช้ในปัจจุบัน ดังนั้นจึงแปรปริมาณความชื้นสูงขึ้นอีก 2 ระดับคือร้อยละ 26 และ 30 โดยน้ำหนักเปียก ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาตรวจสอบสมบัติด้าน ความหนาแน่น (bulk density) ปริมาตรการพองตัว (volumn expansion) และความแข็ง (hardness) แสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.1-4.3

ตารางที่ 4.2 ผลของปริมาณความชื้นและเวลาการนวดแป็งต่อลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

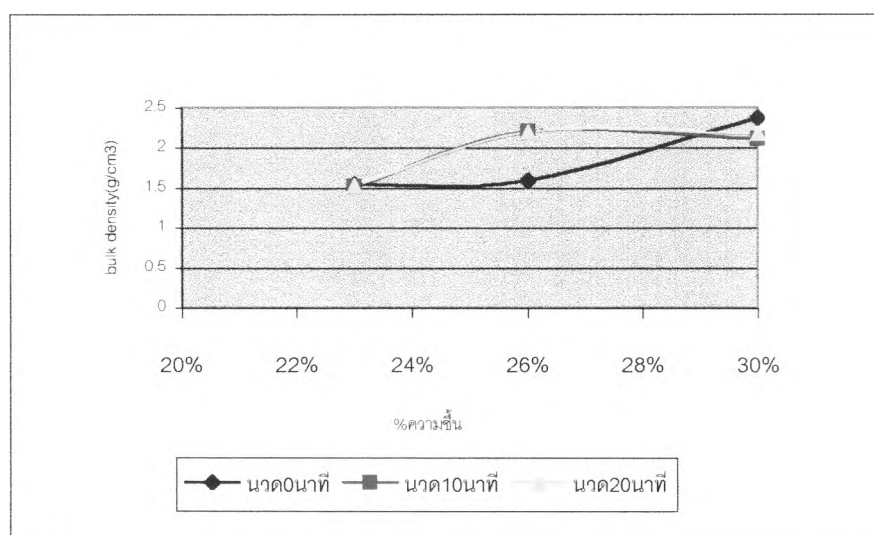
ความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก เปียกน้ำหนักเปียก)	เวลานวด (นาที)	ความหนาแน่น (กรัมต่อซม. ³)	ปริมาตร การพองตัว (เท่า)	ความแข็ง (กรัม)
23	0	1.55 ^a ±0.03	1.51 ^a ±0.02	2501.92 ^a ±3.13
	10	1.52 ^a ±0.04	1.48 ^a ±0.04	2468.27 ^f ±2.62
	20	1.53 ^a ±0.03	1.49 ^a ±0.01	2448.96 ^e ±1.45
26	0	1.6 ^b ±0.03	1.93 ^b ±0.06	2548.77 ^h ±2.14
	10	2.21 ^d ±0.04	2.49 ^c ±0.01	1582.85 ^a ±7.05
	20	2.20 ^d ±0.03	2.45 ^c ±0.05	1714.43 ^b ±5.56
30	0	2.38 ^e ±0.05	3.35 ^f ±0.05	1577.84 ^a ±3.90
	10	2.12 ^c ±0.02	3.01 ^e ±0.01	1788.28 ^c ±2.24
	20	2.18 ^d ±0.02	2.94 ^d ±0.05	1936.39 ^d ±7.63

a,b ... ตัวอักษรที่ต่างกันหมายถึง ข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.2.1.1 ผลการประเมินลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

ก. ความหนาแน่น (bulk density)

เมื่อนำค่าความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์จากตารางที่ 4.2 มาเขียนกราฟเปรียบเทียบระหว่างค่าความหนาแน่นกับ ปริมาณความชื้นก่อนการย่างเพื่อสังเกตอิทธิพลของปริมาณความชื้นก่อนการย่างและเวลานวดต่อแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ พบว่าความชื้นก่อนการย่างและเวลาในการนวดมีอิทธิพลรวมต่อค่าความหนาแน่น (bulk density) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในรูปที่ 4.1

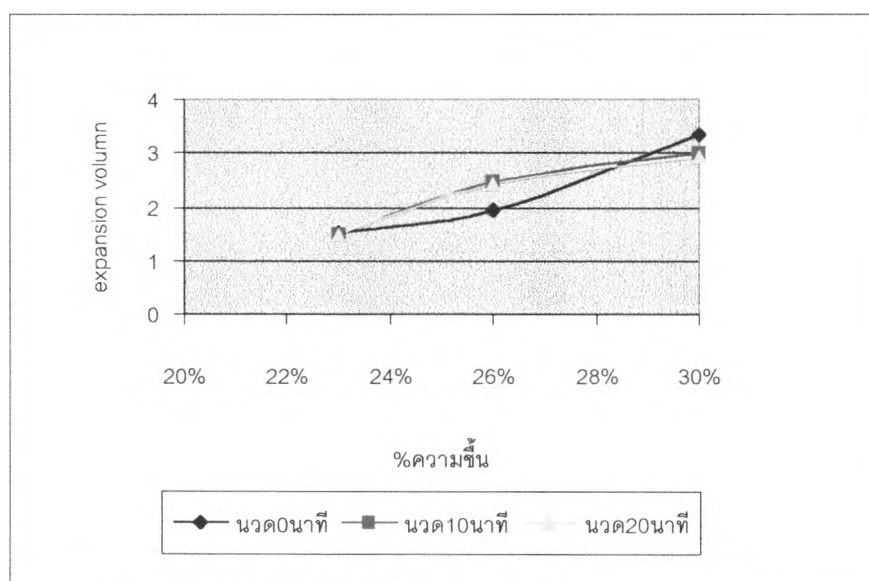


รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นก่อนการย่างและเวลาในการนวดต่อความหนาแน่น (bulk density) ของผลิตภัณฑ์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ตาราง จ.1) พบว่าปริมาณความชื้นก่อนย่างและเวลานวดมีผลค่าความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และพบผลรวมของปริมาณความชื้นก่อนย่างและเวลานวดต่อความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการนวดจะมีความหนาแน่นค่อนข้างคงที่เมื่อความชื้นก่อนย่างเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 26 โดยน้ำหนักเปียกและเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อความชื้นสูงขึ้น แต่ในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการนวดความหนาแน่นจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นสูงขึ้นและลดลงเล็กน้อยเมื่อความชื้นก่อนย่างเป็นร้อยละ 30 โดยน้ำหนักเปียก แต่ที่ความชื้นก่อนย่างเป็นร้อยละ 23 โดยน้ำหนักเปียกค่าความหนาแน่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทุกเวลานวด

ข. ปริมาตรการพองตัว (expansion volume)

เมื่อนำค่าปริมาตรการพองตัวของผลิตภัณฑ์จากตารางที่ 4.2 มาเขียนกราฟเปรียบเทียบระหว่างค่าปริมาตรการพองตัวกับปริมาณความชื้นก่อนอย่างเพื่อสังเกตอิทธิพลของปริมาณความชื้นก่อนการย่างและเวลานวดต่อแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาตรการพองตัวของผลิตภัณฑ์ พบว่าความชื้นก่อนการย่างและเวลาในการนวดมีอิทธิพลรวมต่อปริมาตรการพองตัว (expansion volume) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในรูปที่ 4.2

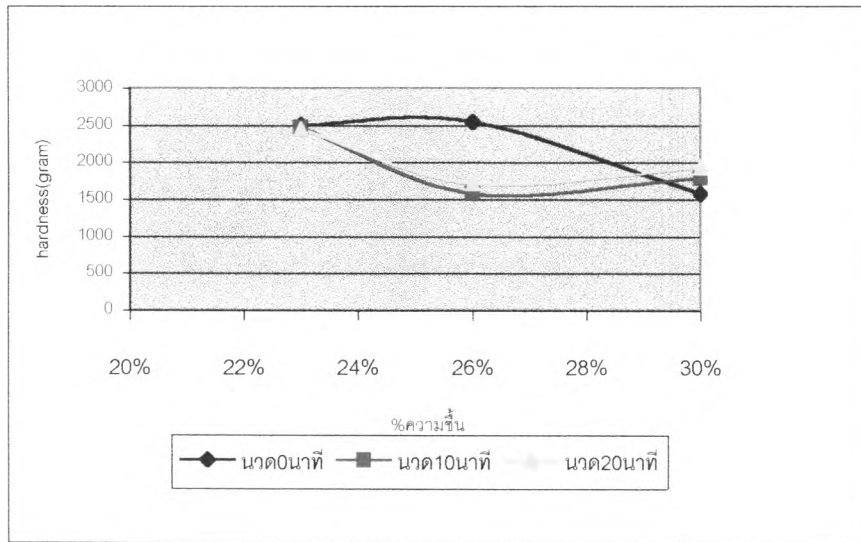


รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นก่อนการย่างและเวลาในการนวดต่อปริมาตรการพองตัว (expansion volume) ของผลิตภัณฑ์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ตาราง ๑.1) พบว่าปริมาณความชื้นก่อนอย่างและเวลานวดมีผลต่อปริมาตรการพองตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบผลรวมของปริมาณความชื้นก่อนอย่างและเวลานวดต่อปริมาตรการพองตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยความชื้นก่อนอย่างและเวลานวดที่เพิ่มขึ้นจะให้ปริมาตรการพองตัวที่เพิ่มขึ้น แต่ถ้าเปรียบเทียบกับความหนาแน่นในรูปที่ 4.1 ผลควรจะเป็นในทางตรงข้าม แต่ที่ไม่เป็นเช่นนั้นเนื่องจากความชื้นที่สูงขึ้นคือน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน เมื่อพิจารณาปริมาตรการพองตัวของผลิตภัณฑ์ที่ปริมาณความชื้นก่อนอย่างหนึ่ง ๆ พบว่าที่ปริมาณความชื้นก่อนอย่างร้อยละ 23 โดยน้ำหนักเปียกปริมาตรการพองตัวจะไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในทุกเวลานวด แต่ที่ความชื้นก่อนอย่างร้อยละ 26 และ 30 โดยน้ำหนักเปียกปริมาตรการพองตัวจะเพิ่มและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเวลานวดเพิ่มขึ้น

ค. ค่าความแข็ง (hardness)

เมื่อนำค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์จากตารางที่ 4.2 มาเขียนเป็นกราฟเทียบกับความชื้นก่อนการย่างเพื่อสังเกตอิทธิพลของความชื้นก่อนการย่างและเวลาในการนวดต่อค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ พบว่าความชื้นก่อนการย่างและเวลาในการนวดมีอิทธิพลรวมต่อค่าความแข็ง (hardness) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นก่อนการย่างและเวลาในการนวดต่อค่าความแข็ง (hardness) ของผลิตภัณฑ์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ตาราง จ.1) พบปริมาณความชื้นก่อนย่างและเวลานวดมีผลร่วมต่อค่าความแข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และพบผลร่วมของปริมาณความชื้นก่อนย่างและเวลานวดต่อความแข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยความชื้นก่อนย่างและเวลานวดที่เพิ่มขึ้นจะให้ค่าความแข็งที่ลดลง ที่ความชื้นก่อนย่างร้อยละ 23-26 โดยน้ำหนักเปียกผลิตภัณฑ์จะมีแนวโน้มที่ค่าความแข็งลดลงในทุกเวลานวด แต่เมื่อเพิ่มความชื้นก่อนย่างเป็นร้อยละ 30 โดยน้ำหนักเปียกความแข็งของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการนวดจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อพิจารณาความแข็งของผลิตภัณฑ์ที่ปริมาณความชื้นก่อนย่างหนึ่ง พบว่าความแข็งจะไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ที่ปริมาณความชื้นก่อนย่างร้อยละ 23 โดยน้ำหนักเปียกในทุกเวลานวด แต่จะเพิ่มและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ที่ความชื้นก่อนย่างร้อยละ 26 และ 30 โดยน้ำหนักเปียกโดยที่ความชื้นร้อยละ 26 โดยน้ำหนักเปียกความแข็งของผลิตภัณฑ์จะต่ำที่สุดที่เวลานวด 10 นาที

4.2.1.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านความกรอบ การละลายในปาก ความหยาบของผลิตภัณฑ์ และการยอมรับรวมต่ออิทธิพลร่วมของเวลานวดและปริมาณความชื้นก่อนอย่างของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวกลั้ว ได้ผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อแปรเวลานวดและปริมาณความชื้นก่อนอย่าง

เวลานวด(นาที)	ความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก)	ความกรอบ	การละลายในปาก	ความหยาบ	การยอมรับรวม
0	23	2.41 ^{bc} ±0.66	5.16 ^b ±1.11	6.41 ^c ±0.92	3.08 ^b ±0.66
	26	2.75 ^c ±0.62	5.00 ^b ±0.00	7.00 ^d ±0.69	3.16 ^b ±0.57
	30	1.83 ^{ab} ±0.83	2.16 ^a ±0.71	2.41 ^a ±0.62	1.75 ^a ±0.75
10	23	3.00 ^c ±0.73	5.33 ^b ±0.98	7.16 ^d ±1.08	3.75 ^b ±0.75
	26	6.00 ^e ±1.41	5.50 ^{bc} ±1.00	7.00 ^d ±0.00	5.66 ^c ±0.88
	30	1.58 ^a ±0.51	2.33 ^a ±0.49	3.08 ^b ±0.90	1.83 ^a ±0.71
20	23	2.58 ^c ±0.51	5.16 ^b ±0.71	6.91 ^d ±0.38	3.16 ^b ±0.93
	26	4.83 ^d ±0.83	6.00 ^c ±0.00	7.00 ^d ±0.00	5.50 ^c ±1.08
	30	1.58 ^a ±0.79	2.08 ^a ±0.66	3.25 ^b ±0.66	1.83 ^a ±0.83

a,b ... ตัวอักษรที่ต่างกันหมายถึง ข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 และการวิเคราะห์ทางสถิติ (ตาราง จ.4) พบว่าเวลานวดและปริมาณความชื้นก่อนอย่างมีผลแตกต่างกันในการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยเวลาในการนวดไม่ผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ต่อคะแนนด้านการละลายในปากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนผลต่อความกรอบ ความหยาบของเนื้อผลิตภัณฑ์และการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์นั้นเวลานวดจะมีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในปริมาณความชื้นก่อนอย่างหนึ่งๆ โดยคะแนนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเวลานวดสูงขึ้นยกเว้นที่ปริมาณความชื้นก่อนอย่างร้อยละ 30 โดยน้ำหนักเปียก ส่วนปริมาณความชื้นก่อนอย่างมีผลต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยจะมีค่าการยอมรับสูงที่สุดที่ปริมาณความชื้นก่อนอย่างร้อยละ 26 โดยน้ำหนักเปียกในเวลานวด 10 และ 20 นาที

4.2.2 ผลของเวลานึ่ง นวด และแช่เย็น

จากการศึกษาปริมาณความชื้นก่อนย่างที่เหมาะสมในข้อ 4.2.1 พบว่าปริมาณความชื้นก่อนย่างที่ร้อยละ 26 โดยน้ำหนักเปียกเป็นปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ก่อนย่างที่ทำให้การพองตัวและคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมสูงที่สุด จึงใช้ภาวะนี้ในการศึกษาเวลานึ่ง นวด และแช่เย็นโดยแปรเวลานึ่งเป็น 3 ระดับคือ 10 20 และ 30 นาที เวลานวดเป็น 3 ระดับคือ 0 10 และ 20 นาที และเวลาในการแช่เย็น 2 ระดับคือ 48 และ 72 ชั่วโมง เมื่อนำมาทำผลิตภัณฑ์แล้วนำมาตรวจสอบด้าน ความหนาแน่น (bulk density) ปริมาตรการพองตัว (volume expansion) และความแข็ง (hardness) แสดงในตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.4-4.9

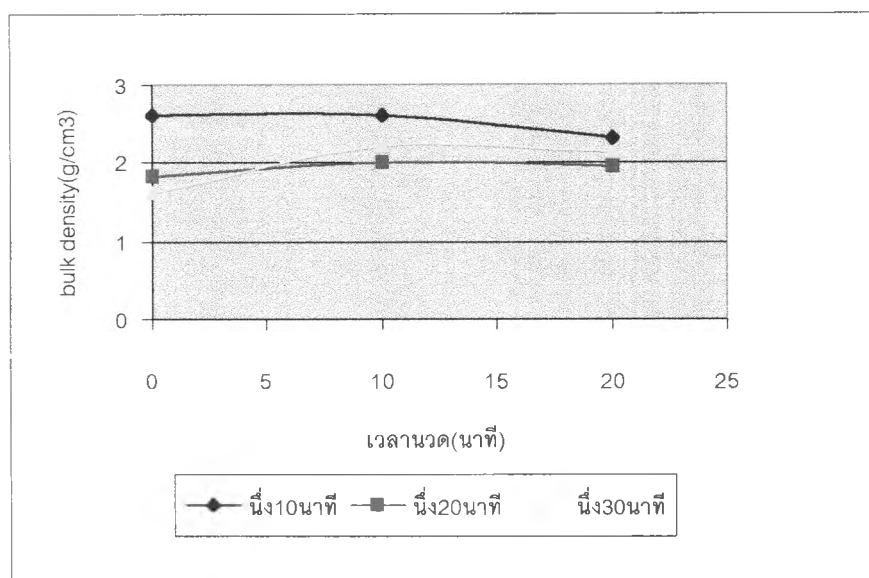
ตารางที่ 4.4 ผลของเวลานึ่ง นวด และแช่เย็นต่อลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

เวลาแช่เย็น (ชั่วโมง)	เวลานึ่ง (นาที)	เวลานวด (นาที)	ความแข็ง (กรัมต่อซม. ²)	ปริมาตรการพองตัว (เท่า)	ความหนาแน่น (กรัมต่อซม. ³)
48	10	0	1108.83 _± 9.20	2.61 _± 0.57	2.61 _± 0.78
		10	1120.85 ^c _± 2.31	2.62 ^l _± 0.71	2.80 ^l _± 0.28
		20	1118.68 ^c _± 2.80	2.32 ^h _± 0.50	2.37 ^{ef} _± 0.21
	20	0	2090.61 ^p _± 0.91	1.82 ^d _± 0.14	2.64 ^h _± 0.28
		10	1803.28 ^h _± 4.63	2.01 ^{ef} _± 0.71	3.18 ^l _± 0.14
		20	1774.24 ^l _± 1.53	1.95 ^e _± 0.71	2.30 ^e _± 0.71
	30	0	2090.61 ^p _± 0.91	1.63 ^b _± 0.78	1.95 ^c _± 0.35
		10	1803.28 ^h _± 4.63	2.21 ^g _± 0.14	2.49 ^g _± 0.71
		20	1774.24 ^l _± 1.53	2.15 ^g _± 0.57	2.46 ^{fg} _± 0.71
72	10	0	2074.81 ^o _± 0.79	2.02 ^{cd} _± 0.00	1.70 ^c _± 0.28
		10	1931.02 ^m _± 2.50	1.80 ^b _± 0.50	1.74 ^c _± 0.71
		20	1672.49 ^f _± 0.73	1.98 ^{cd} _± 0.71	2.01 ^{ef} _± 0.28
	20	0	1701.99 ^q _± 1.40	2.03 ^{cd} _± 0.14	1.81 ^d _± 0.21
		10	1016.40 ^a _± 0.00	1.96 ^c _± 0.50	2.34 ^h _± 0.64
		20	1554.27 ^d _± 1.74	1.93 ^c _± 0.71	2.06 ^f _± 0.78
	30	0	1954.36 ⁿ _± 2.13	1.62 ^a _± 0.21	1.29 ^a _± 0.28
		10	1855.77 ^l _± 0.74	1.99 ^{cd} _± 0.14	2.31 ^h _± 0.10
		20	1731.11 ^l _± 1.21	2.07 ^d _± 0.21	2.14 ^g _± 0.22

a,b ... ตัวอักษรที่ต่างกันหมายถึง ข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

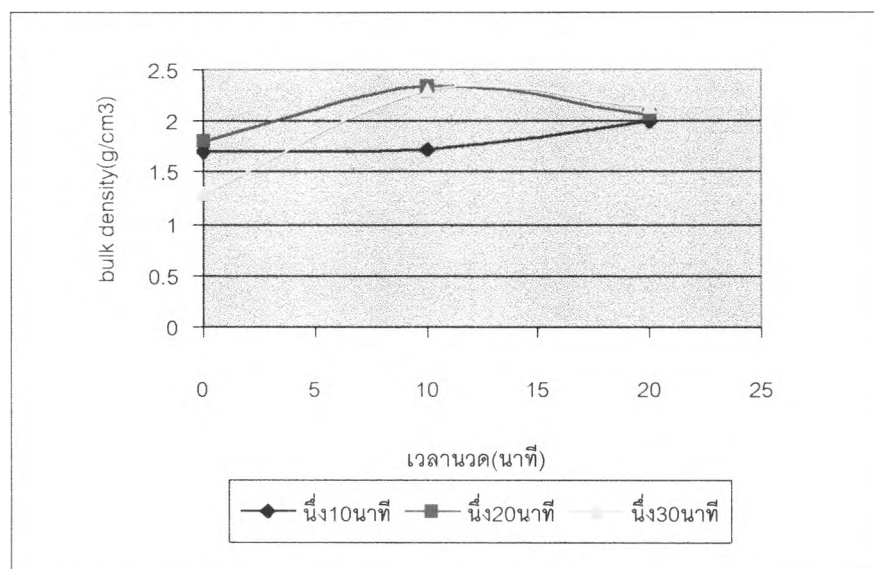
ก. ความหนาแน่น (bulk density)

เมื่อนำค่าความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์จากตารางที่ 4.3 มาเขียนกราฟเปรียบเทียบระหว่างค่าความหนาแน่นกับ เวลานครึ่งเพื่อสังเกตอิทธิพลของเวลานึ่ง เวลานครึ่ง ที่เวลาแช่เย็น 48 และ 72 ชั่วโมง ต่อแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ จะเห็นว่าอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในรูปที่ 4.4-4.5



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลานึ่ง นวด ต่อความหนาแน่น (bulk density) ของผลิตภัณฑ์ที่เวลาในการแช่เย็น 48 ชั่วโมง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ตาราง 4.3) พบว่าเวลานึ่ง นวด และแช่เย็นมีผลต่อความหนาแน่น (bulk density) ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และพบผลร่วมของเวลานึ่ง นวด และแช่เย็นมีผลต่อความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่เวลาแช่เย็น 48 ชั่วโมง (รูปที่ 4.4) เวลานึ่ง 10 และ 20 นาที ค่าความหนาแน่นจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเวลานวดเพิ่มขึ้นถึง 10 นาทีและเริ่มลดลงอย่างช้า ๆ เมื่อเวลานวดเพิ่มขึ้น ที่เวลานึ่ง 30 นาที ค่าความหนาแน่นจะเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานวดเพิ่มถึง 10 นาที และไม่มีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานวดเพิ่มถึง 10 นาที เมื่อพิจารณาที่เวลานวด 0 นาทีค่าความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานึ่งเพิ่มขึ้น แต่ที่เวลานวด 10 และ 20 นาทีค่าความหนาแน่นจะลดลงเมื่อเวลานึ่งเพิ่มขึ้นจาก 10 เป็น 20 นาที และจะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลานึ่งเป็น 30 นาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



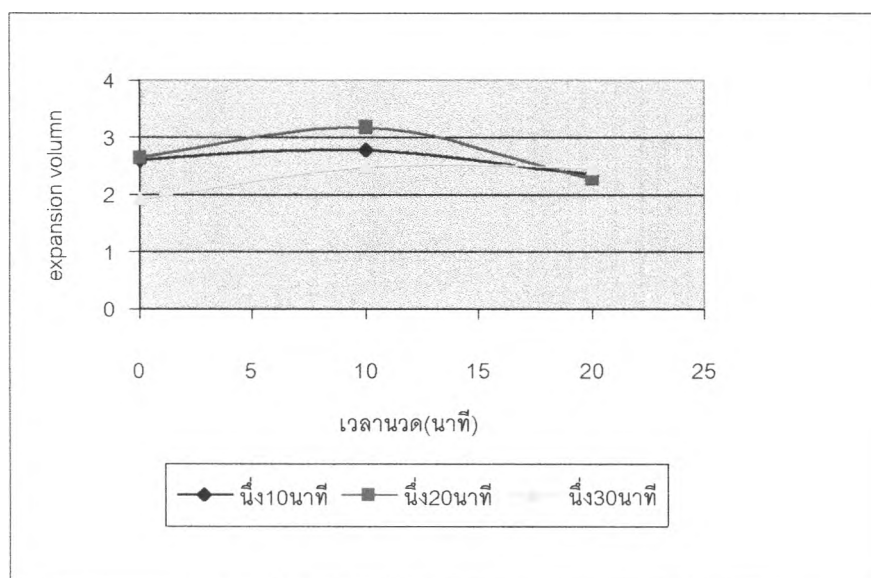
รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลานึ่ง นวด ต่อความหนาแน่น (bulk density) ของผลิตภัณฑ์ที่เวลาในการแช่เย็น 72 ชั่วโมง

จากรูปที่ 4.5 พบว่าเวลานึ่งมีผลต่อความหนาแน่น (bulk density) ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่เวลานวด 0 นาที ค่าความหนาแน่นจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานึ่งจาก 10 นาทีเป็น 20 นาที แต่จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานึ่งเพิ่มเป็น 30 นาที เมื่อใช้เวลานวด 10 นาทีค่าความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานึ่งเป็น 20 นาที และจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานึ่งจาก 20 นาที เป็น 30 นาที ที่เวลานวด 20 นาที ค่าความหนาแน่นไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทุกเวลานึ่ง

ผลของเวลานวดมีผลต่อความหนาแน่น (bulk density) ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่เวลานึ่ง 10 นาที ค่าความหนาแน่นจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานวดจาก 0 นาทีเป็น 10 นาที แต่จะเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานวดเพิ่มเป็น 20 นาที ที่เวลานึ่ง 20 และ 30 นาที ค่าความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานวดเป็น 10 นาทีและจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานวดเป็น 20 นาที เวลาแช่เย็นมีผลต่อความหนาแน่น (bulk density) ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเวลาแช่เย็นที่เพิ่มขึ้นจะลดความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ทุกเวลานึ่งและนวด

ข. ปริมาตรการพองตัว (expansion volume)

เมื่อนำค่าปริมาตรการพองตัวของผลิตภัณฑ์จากตารางที่ 4.3 มาเขียนกราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาตรการพองตัวกับเวลานวดเพื่อสังเกตอิทธิพลของเวลานึ่ง เวลานวด เมื่อเวลาแช่เย็น 48 และ 72 ชั่วโมง ต่อแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ จะเห็นว่าอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในรูปที่ 4.6-4.7

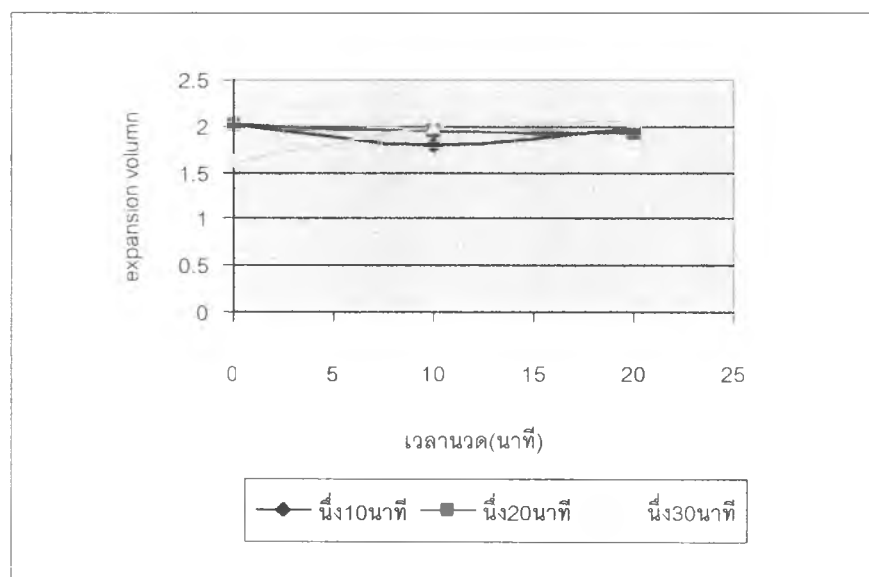


รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลานึ่ง นวด ต่อปริมาตรการพองตัว (expansion volume) ของผลิตภัณฑ์ที่เวลาในการแช่เย็น 48 ชั่วโมง

พบว่าเวลานึ่ง นวดและแช่เย็นมีผลต่อปริมาตรการพองตัว ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลของเวลานึ่งและนวดที่เวลาแช่เย็น 48 ชั่วโมง แสดงในรูปที่ 4.6 โดยที่เวลานวด 0 นาที ปริมาตรการพองตัว จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานึ่งจาก 10 นาที เป็น 20 นาที แต่จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานึ่งเพิ่มเป็น 30 นาที ที่เวลานวด 10 นาที ปริมาตรการพองตัว จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานึ่งเป็น 20 นาที และจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานึ่งจาก 20 นาทีเป็น 30 นาที ที่เวลานวด 20 นาที ปริมาตรการพองตัวไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในทุกเวลานึ่ง

ผลของเวลานวดมีผลต่อปริมาตรการพองตัว (expansion volume) ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่เวลานึ่ง 10 นาที ปริมาตรการพองตัวจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานวดจาก 0 นาทีเป็น 10 นาที แต่จะลดลงอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานานวดเพิ่มเป็น 20 นาที ที่เวลานิ่ง 20 นาที ปริมาตรการพองตัวจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานานวดเป็น 10 นาที และจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานานวดเป็น 20 นาที ที่เวลานิ่ง 30 นาที ปริมาตรการพองตัวจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานานวดเป็น 10 นาที และไม่มี การเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานานวดเป็น 20 นาที



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลานิ่ง นวด ต่อปริมาตรการพองตัว (expansion volume) ของผลิตภัณฑ์ที่เวลาในการแช่เย็น 72 ชั่วโมง

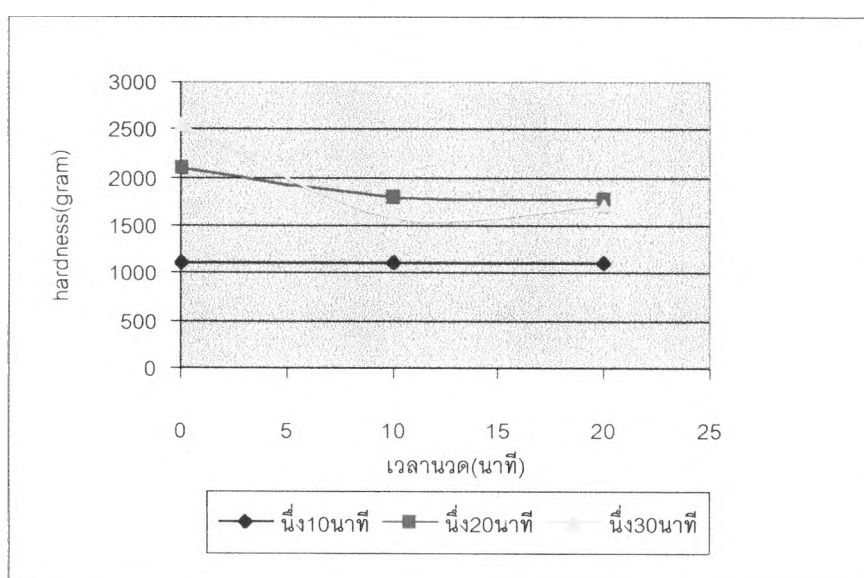
จากรูปที่ 4.7 พบว่าเวลานิ่งมีผลต่อปริมาตรการพองตัว (expansion volume) ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่เวลานวด 0 นาที ปริมาตรการพองตัวจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานิ่งจาก 10 นาทีเป็น 20 นาที แต่จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานิ่งเพิ่มเป็น 30 นาที ที่เวลานวด 10 นาที ปริมาตรการพองตัวจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานิ่งเป็น 20 นาที และจะไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานิ่งจาก 20 นาทีเป็น 30 นาที ที่เวลานวด 20 นาที ปริมาตรการพองตัวไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในทุกเวลานิ่ง

เวลานวดมีผลต่อปริมาตรการพองตัว (expansion volume) ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่เวลานิ่ง 10 นาที ปริมาตรการพองตัวจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานานวดจาก 0 นาทีเป็น 10 นาที และเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p

≤ 0.05) เมื่อเวลานวดเพิ่มเป็น 20 นาที ที่เวลานึ่ง 20 นาที ปริมาณการพองตัวจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในทุกเวลานวด ที่เวลานึ่ง 30 นาที ปริมาณการพองตัวจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานวดเป็น 10 นาที และไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานวดเป็น 20 นาที

ค. ค่าความแข็ง (hardness)

เมื่อนำค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์จากตารางที่ 4.3 มาเขียนกราฟเปรียบเทียบระหว่างค่าความแข็งกับเวลานวดเพื่อสังเกตอิทธิพลของเวลานึ่งและเวลานวดที่เวลาแช่เย็น 48 และ 72 ชั่วโมง ต่อแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์จะเห็นว่าอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในรูปที่ 4.8-4.9

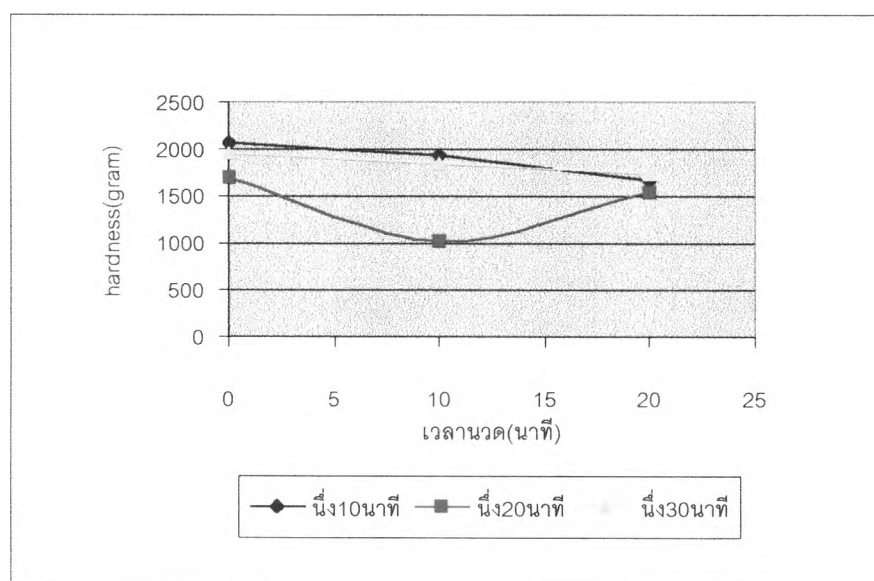


รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลานึ่ง นวด ต่อค่าความแข็ง (hardness) ของผลิตภัณฑ์ที่เวลาในการแช่เย็น 48 ชั่วโมง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ตาราง ๑.3) พบว่าเวลานึ่ง นวด และแช่เย็น มีผลต่อความแข็ง (hardness) ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และพบผลร่วมของเวลานึ่ง นวด และแช่เย็น ต่อความแข็ง (hardness) ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผลของเวลานึ่ง และเวลาที่เวลาแช่เย็นที่ 48 ชั่วโมง แสดงในรูปที่ 4.8 โดยที่เวลานวด 0 นาที ความแข็งจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานึ่งเพิ่มขึ้น ที่เวลานวด 10 นาที ความแข็งจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานึ่งเป็น 20 นาที และจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานึ่งจาก 20 นาที เป็น 30 นาที ที่เวลานวด 20

นาที่ความแข็ง จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานึ่งเป็น 20 นาที แต่จะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานึ่งเป็น 30 นาที

ผลของเวลานวดต่อค่าความแข็ง (hardness) ของผลิตภัณฑ์ ที่เวลานึ่ง 10 นาที ค่าความแข็ง จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในทุกเวลานวด ที่เวลานึ่ง 20 นาที ค่าความแข็งจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานวดเป็น 10 นาที และจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานวดเป็น 20 นาที ที่เวลานึ่ง 30 นาที ค่าความแข็งจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานวดเป็น 10 นาที และเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานวดเป็น 20 นาที



รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลานึ่ง นวด ต่อค่าความแข็ง (hardness) ของผลิตภัณฑ์ที่เวลาในการแช่เย็น 72 ชั่วโมง

จากรูปที่ 4.9 ที่เวลานวด 0 และ 10 นาที ความแข็งจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานึ่งเพิ่มขึ้นเป็น 20 นาที และจะเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานึ่งเป็น 30 นาที ที่เวลานวด 20 นาที ความแข็งจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานึ่งเป็น 20 นาที และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานึ่งเป็น 30 นาที

ผลของเวลานวดมีผลต่อค่าความแข็ง (hardness) ของผลิตภัณฑ์ ที่เวลานึ่ง 10 นาทีค่าความแข็งจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานวดเพิ่มขึ้น เวลานึ่ง 20 นาที ค่าความแข็งจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานวดเป็น 10 นาที และเพิ่ม

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานวดเป็น 20 นาที ที่เวลานึ่ง 30 นาทีค่าความแข็งจะลดลงอย่างช้าๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานวดเพิ่มขึ้น

4.2.2.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การประเมินทางประสาทสัมผัสด้าน ความกรอบ การละลายในปาก ความหนียวของผลิตภัณฑ์ และการยอมรับรวมต่อผลร่วมของเวลานึ่ง นวดและแช่เย็นของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว จากข้าวเหนียวกลิ้ง ได้ผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อแปรเวลานึ่ง นวดและแช่เย็น

เวลาแช่เย็น (วัน)	เวลานึ่ง (นาที)	เวลานวด (นาที)	ความกรอบ	การละลายในปาก ^{ns}	ความหนียว ^{ns}	การยอมรับรวม	
2	10	0	6.83 ^{gf} ±1.26	5.14±0.67	7.08±0.79	6.83 ^e ±0.83	
		10	7.91 ^g ±0.90	5.08±0.66	7.16±0.83	7.08 ^e ±0.90	
		20	7.50 ^g ±1.00	5.08±0.66	7.08±0.79	7.41 ^e ±0.79	
	20	0	5.58 ^{bcd} ±0.90	5.16±0.71	6.91±0.78	4.83 ^b ±0.71	
		10	6.66 ^e ±0.88	5.25±0.62	6.91±0.79	5.91 ^{cd} ±0.91	
		20	6.75 ^{de} ±1.11	5.08±0.66	6.83±0.66	6.00 ^{cd} ±0.73	
	30	0	4.83 ^b ±1.04	5.00±0.73	7.08±0.93	3.50 ^a ±0.93	
		10	5.58 ^{bcd} ±1.11	5.00±0.75	6.91±0.78	4.91 ^b ±0.79	
		20	5.66 ^{bcd} ±0.90	5.33±0.65	7.16±0.66	5.00 ^b ±1.08	
	3	10	0	3.41 ^a ±1.23	5.16±0.71	7.00±0.73	3.08 ^a ±0.73
			10	5.33 ^{bcd} ±1.12	5.08±0.66	7.00±0.73	5.58 ^{bcd} ±0.63
			20	6.08 ^{de} ±1.31	5.00±0.73	7.00±0.71	5.50 ^{bcd} ±0.99
20		0	6.00 ^{cde} ±1.30	4.83±0.69	7.08±0.66	5.41 ^{bcd} ±0.71	
		10	6.75 ^{ef} ±0.77	5.00±0.73	7.16±0.71	6.16 ^d ±0.86	
		20	6.16 ^b ±0.57	5.16±0.71	6.91±0.66	5.25 ^{bc} ±0.93	
30		0	5.00 ^b ±0.73	5.33±0.88	6.83±0.67	5.08 ^b ±0.51	
		10	5.16 ^{bc} ±0.66	5.08±0.79	6.91±0.66	5.00 ^b ±0.60	
		20	5.58 ^{bcd} ±0.69	5.00±0.73	7.00±0.63	5.58 ^{bcd} ±0.90	

a,b ... ตัวอักษรที่ต่างกันหมายถึง ข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ตาราง จ.4) พบว่าเวลานึ่ง นวดและแช่เย็นไม่มีผลต่อคะแนนด้านการละลายในปากและความหยابของเนื้อผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้าน ความกรอบและการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผลของเวลานึ่งและนวดที่เวลาแช่เย็นที่ 48 ชั่วโมง ที่เวลานวด 0 นาที ความกรอบและการยอมรับรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานึ่ง ที่เวลานวด 10 นาที ความกรอบและการยอมรับรวมจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานึ่งเป็น 20 และ 30 นาที ที่เวลานวด 20 นาที ความกรอบและการยอมรับรวมจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานึ่งเป็น 20 และ 30 นาที

ผลของเวลานวดต่อความกรอบและการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ ที่เวลานึ่ง 10 นาที ความกรอบและการยอมรับรวมจะไม่มีเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในทุกเวลานวด ที่เวลานึ่ง 20 นาที ความกรอบและการยอมรับรวมจะเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานวดเป็น 10 นาที และจะไม่มีเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานวดเป็น 20 นาที ที่เวลานึ่ง 30 นาที ความกรอบและการยอมรับรวมจะเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานวดเป็น 10 นาที และเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานวดเป็น 20 นาที

ผลของเวลานึ่งและนวดที่เวลาแช่เย็นที่ 72 ชั่วโมง ที่เวลานวด 0 นาที ความกรอบและการยอมรับรวมจะเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานึ่งเพิ่มขึ้นเป็น 20 นาที และจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานึ่งเป็น 30 นาที ที่เวลานวด 10 นาที ความกรอบและการยอมรับรวมจะเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานึ่งเพิ่มขึ้นเป็น 20 นาที และจะลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเวลานึ่งเป็น 30 นาที ที่เวลานวด 20 นาที ความกรอบ จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานึ่งเป็น 20 นาที และลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานึ่งเป็น 30 นาที แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในการยอมรับรวมในทุกเวลานึ่ง

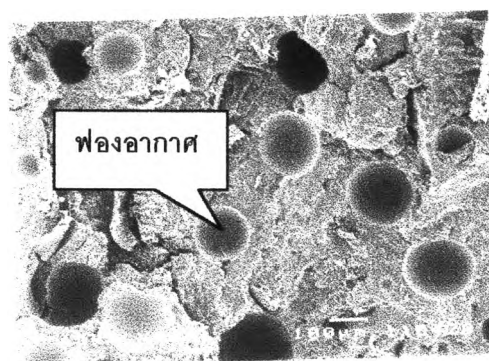
ผลของเวลานวดต่อความกรอบและการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ ที่เวลานึ่ง 10 นาที คะแนนความกรอบและการยอมรับรวมจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานวดเพิ่มขึ้น ที่เวลานึ่ง 20 นาที ค่าความกรอบและการยอมรับรวมจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานวดเป็น 10 นาที และเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานวดเป็น 20 นาที ที่เวลานึ่ง 30 นาที ความกรอบและการยอมรับรวมจะลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเวลานวดเพิ่มขึ้น ค่าความกรอบและการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ที่สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จะอยู่ที่เวลานึ่ง 10 นาที เวลานวด 10 และ 20 นาที แช่เย็น 48 ชั่วโมง

4.2.2.3 ผลการศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุก

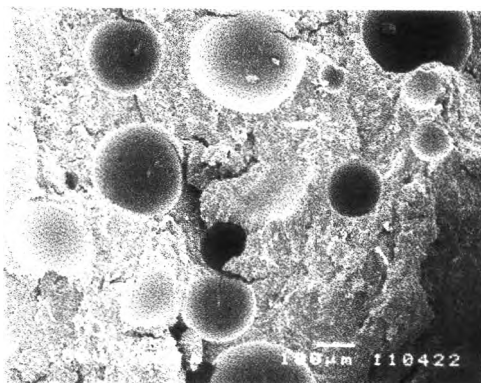
นำตัวอย่างแป้งที่ผ่านเวลาดึงและขนาดต่างกัน (ภาคผนวก ค) มาศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในและลักษณะของเม็ดแป้ง โดยใช้กำลังขยาย 100 (รูปที่ 4.10–4.18)



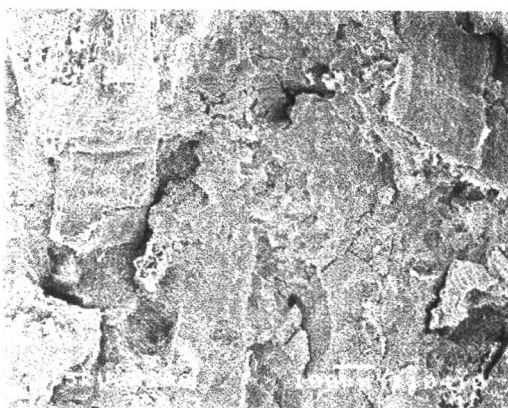
รูปที่ 4.10 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 10 นาที นวด 0 นาที (X100เท่า)



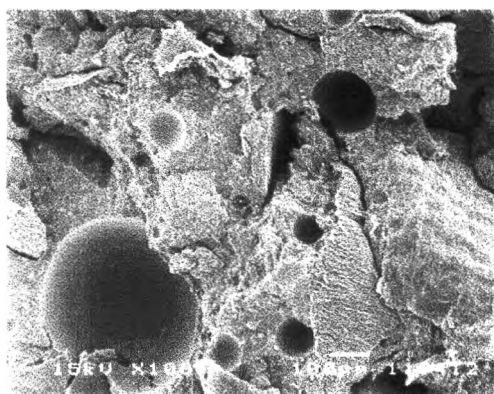
รูปที่ 4.11 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 10 นาที นวด 10 นาที (X100เท่า)



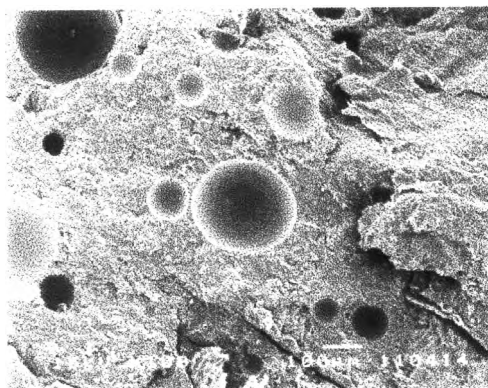
รูปที่ 4.12 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 10 นาที นวด 20 นาที (X100เท่า)



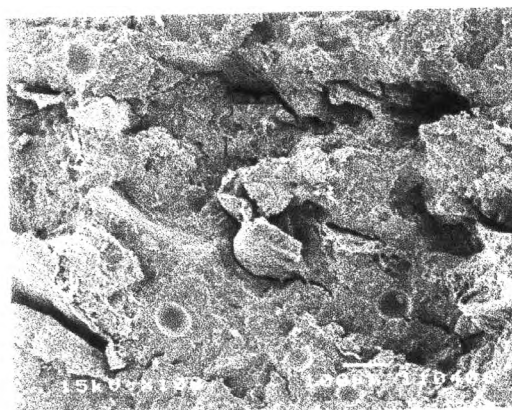
รูปที่ 4.13 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 20 นาที นวด 0 นาที (X100เท่า)



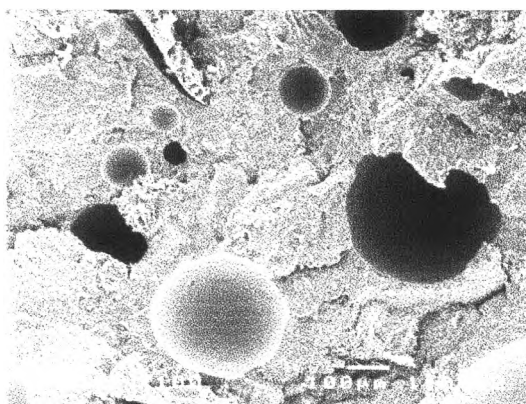
รูปที่ 4.14 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 20 นาที นวด 10 นาที (X100เท่า)



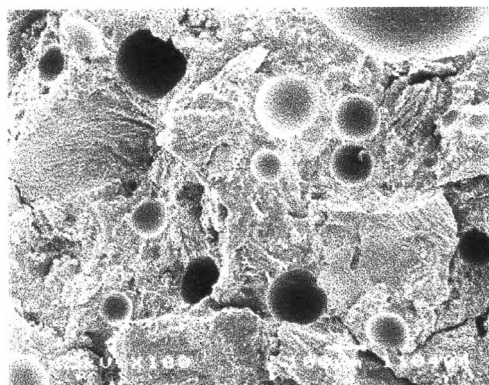
รูปที่ 4.15 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 20 นาที ขนาด 20 นาที (X100เท่า)



รูปที่ 4.16 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 30 นาที ขนาด 0 นาที (X100เท่า)

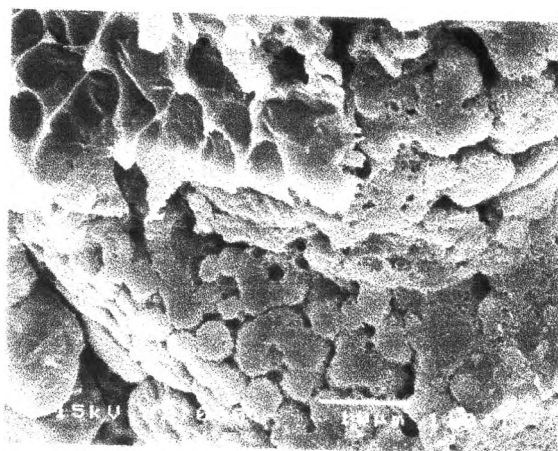


รูปที่ 4.17 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 30 นาที ขนาด 10 นาที (X100เท่า)

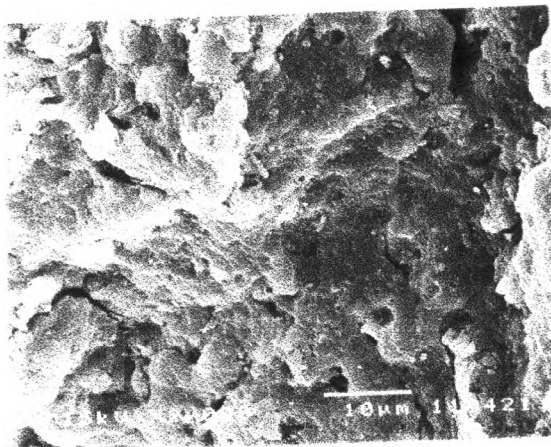


รูปที่ 4.18 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 30 นาที นวด 0 นาที (X100เท่า)

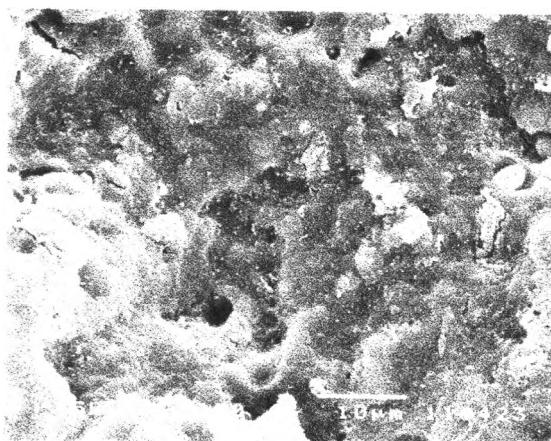
จากรูป 4.10-4.18 ที่กำลังขยาย 100 เท่า จะสามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงปริมาณและขนาดของโพรงอากาศภายในเนื้อผลิตภัณฑ์เมื่อเวลาแตกต่างกันโดยพบว่าตัวอย่างก้อนแป้งที่ไม่ผ่านการนวดมีลักษณะเนื้อที่แน่น มีปริมาณโพรงอากาศภายในน้อยมาก พื้นผิวมีลักษณะหยาบ เมื่อเวลาในการนวดเพิ่มขึ้น ปริมาณโพรงอากาศจะเพิ่มขึ้นและมีขนาดเล็กลงมีการกระจายตัวที่สม่ำเสมอ ซึ่งจะเป็นเหมือนกันในทุกๆระยะเวลานึ่ง เมื่อใช้กำลังขยาย 2000 เท่า จะได้ผลดังรูป 4.19-4.27



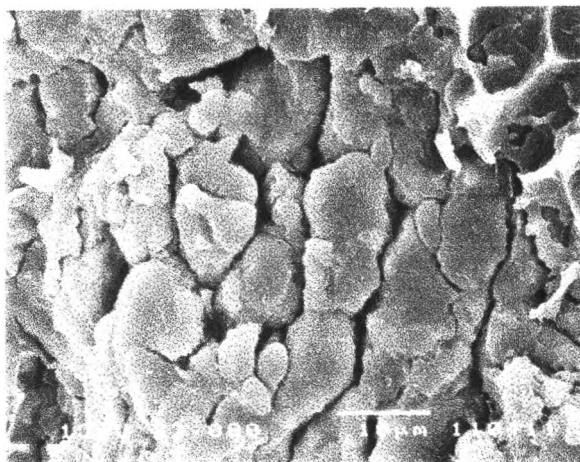
รูปที่ 4.19 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 10 นาที นวด 0 นาที (X2000เท่า)



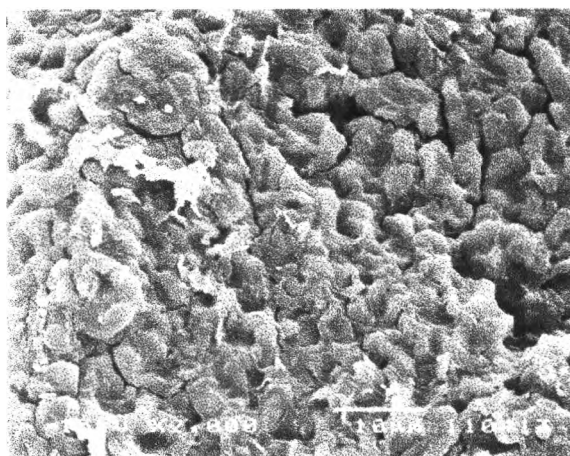
รูปที่ 4.20 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแบ่งสุกหนึ่ง 10 นาที นวด 10 นาที (X2000เท่า)



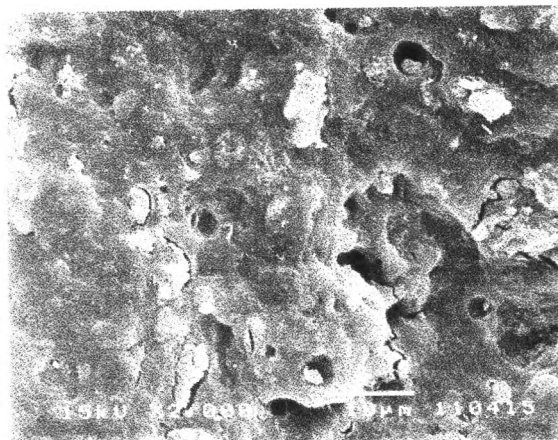
รูปที่ 4.21 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแบ่งสุกหนึ่ง 10 นาที นวด 20 นาที (X2000เท่า)



รูปที่ 4.22 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 20 นาที นวด 0 นาที (X2000เท่า)



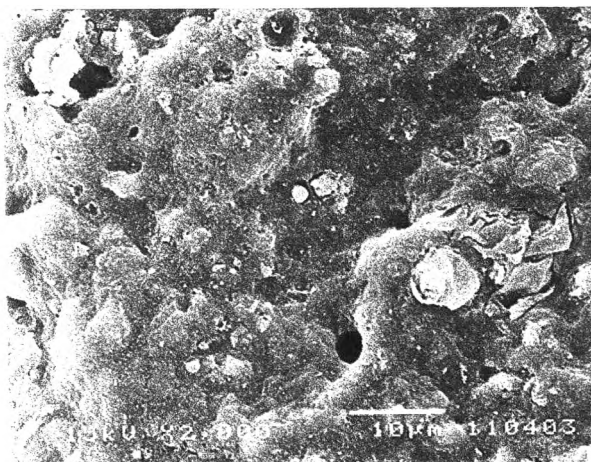
รูปที่ 4.23 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 20 นาที นวด 10 นาที (X2000เท่า)



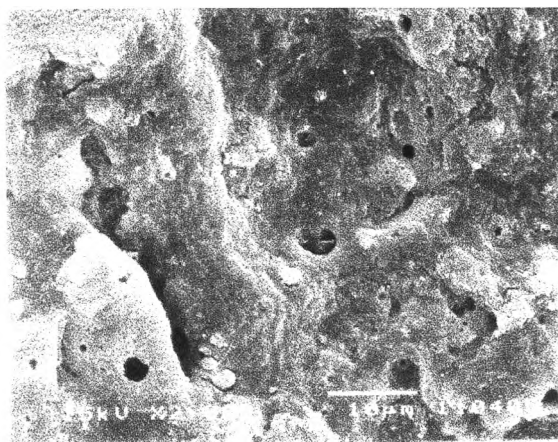
รูปที่ 4.24 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 20 นาที นวด 20 นาที (X2000เท่า)



รูปที่ 4.25 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 30 นาที นวด 0 นาที (X2000เท่า)



รูปที่ 4.26 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 30 นาที ขนาด 10 นาที (X2000เท่า)



รูปที่ 4.27 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 30 นาที ขนาด 20 นาที (X2000เท่า)

จากรูปที่ 4.21-4.27 พบว่าที่กำลังขยาย 2000 เท่า จะเห็นผลของเวลานึ่งและขนาดต่อเม็ดแป้ง โดยก้อนแป้งสุกที่ไม่ผ่านการนวด ที่เวลานึ่ง 10 นาที เม็ดแป้งจะมีการพองตัวและไม่มีลักษณะหลายเหลี่ยมของเม็ดแป้งข้าวดิบเหลืออยู่ แต่ยังคงมองเห็นเป็นเม็ดแป้งแยกกันได้ เมื่อเพิ่มเวลานึ่งเป็น 20 นาที เม็ดแป้งจะมีการพองตัวมากขึ้นและเริ่มหลอมรวมกัน แต่ยังสามารถสังเกตเห็นเม็ดแป้งได้ ที่เวลานึ่ง 30 นาที เม็ดแป้งหลอมรวมกันไม่สามารถเห็นเม็ดแป้งแยกจากกันอย่างชัดเจน จะเห็นได้แต่ลักษณะพื้นผิวที่ขรุขระ เกิดจากส่วนของเม็ดแป้งที่เหลืออยู่ที่อยู่ภายในส่วนที่รวมกัน ที่เวลานวด 10 นาที นึ่ง 10 นาที เม็ดแป้งจะมีการพองตัวมากขึ้นและเริ่มหลอมรวมกันแต่น้อยกว่าที่นึ่ง 20 นาที นวด 0 นาที ที่เวลานึ่ง 20 นาที นวด 10 นาที ลักษณะจะคล้ายกับที่เวลานึ่ง 30 นาที นวด 0 นาที แต่ยังสามารถเห็นเม็ดแป้งได้มากกว่า ที่เวลานึ่ง 30 นาที เวลานวด 10 นาที จะไม่สามารถสังเกตเห็นเม็ดแป้งที่เหลืออยู่ เนื้อของก้อนแป้งจะเรียบเป็นเนื้อเดียวกัน เมื่อใช้เวลานวด 20 นาที เนื้อของก้อนแป้งจะเรียบเป็นเนื้อเดียวกันไม่มีเม็ดแป้งเหลืออยู่ทุกเวลานึ่ง จะเห็นว่าเมื่อเวลานวดเพิ่มขึ้น เม็ดแป้งจะมีการพองตัวมากขึ้นและถูกทำลายและหลอมรวมกันเป็นเนื้อเดียว

จากการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์ที่เตรียมโดย นึ่ง 10 นาที นวด 10 และ 20 นาที และแช่เย็น 48 ชั่วโมง ให้ผลทางกายภาพและคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมสูงที่สุด จึงเลือกเวลาในการนึ่ง 10 นาที และแช่เย็น 48 ชั่วโมง เป็นตัวแทนในการศึกษาข้อต่อไป

4.2.2.4 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างผลึกภายในเม็ดแป้งด้วย DSC

ในการหาการเปลี่ยนแปลงในค่า ΔH ของตัวอย่างแป้งข้าวเหนียวกล็อง พบว่าในสภาวะการทดสอบที่ใช้ไม่สามารถหาค่า ΔH ได้ดังแสดงในภาคผนวก ข.

4.2.3 ผลการศึกษาเวลานึ่งและขนาดที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาเวลานึ่ง และแช่เย็นที่เหมาะสมในข้อ 4.2.2 พบว่าเวลานึ่ง 10 นาที นวด 10 และ 20 นาที และแช่เย็นที่ 48 ชั่วโมง เป็นภาวะที่ให้ผลทางกายภาพและคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมสูงที่สุด แต่จากตารางที่ 4.3 และ 4.4 ยังไม่สามารถยืนยันได้ว่าภาวะการผลิตที่ได้จากข้อ 4.2.2 เป็นภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตผลิตภัณฑ์ และเนื่องจากผลของเวลานวดต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์ยังมีผู้ศึกษาไม่มาก จึงทำการศึกษาวานึ่งและเวลานวดโดยแปรเวลานึ่งเป็น 2 ระดับคือ 5 และ 10 นาที เวลานวดเป็น 8 ระดับคือ 0 5 10 20 30 40 50 และ 60 นาที แล้วนำแป้งทำผลิตภัณฑ์ตามรูปที่ 3.1 ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาตรวจสอบด้าน ความแข็ง (hardness) แสดงในตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.28

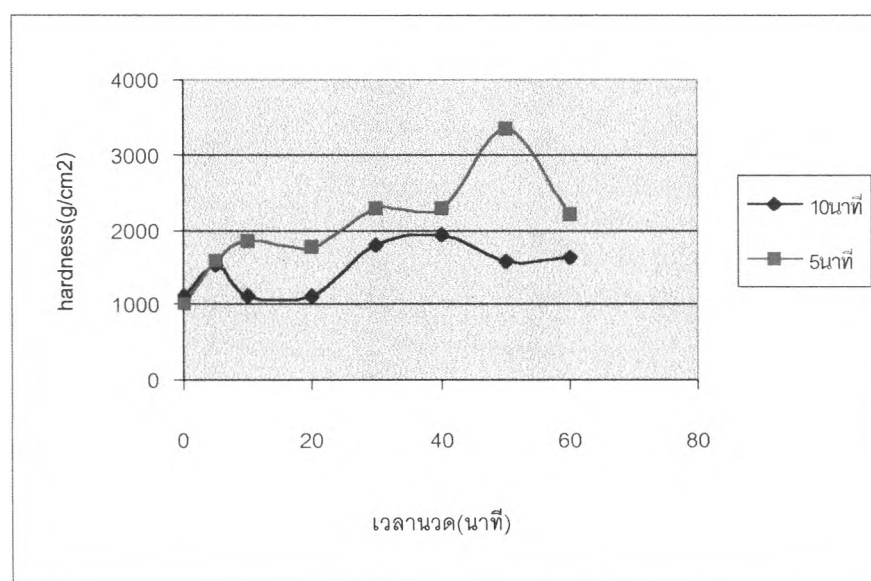
ตารางที่ 4.6 ของเวลานึ่ง และขนาด ต่อความแข็ง (hardness)(กรัมต่อซม.²) ของผลิตภัณฑ์

เวลานวด (นาที)	นึ่ง 5 (นาที)	นึ่ง 10 (นาที)
0	1011.63 ^a ±16.04	1118.29 ^b ±4.19
5	1570.15 ^d ±0.597	1534.46 ^c ±4.05
10	1837.64 ^g ±3.70	1123.90 ^b ±2.01
20	1767.69 ^f ±5.04	1119.95 ^b ±4.60
30	2286.39 ⁱ ±5.57	1788.07 ^f ±3.09
40	2273.07 ^h ±4.01	1938.11 ^h ±2.67
50	3358.92 ^h ±3.30	1567.28 ^d ±3.85
60	2210.35 ^j ±2.84	1626.20 ^e ±4.32

a,b ... ตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งหมายถึง ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ก. ค่าความแข็ง (hardness)

เมื่อนำค่าค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์จากตารางที่ 4.6 มาเขียนกราฟเปรียบเทียบระหว่างค่าความแข็งกับเวลานวดเพื่อสังเกตอิทธิพลของเวลานึ่งและเวลานวด ต่อแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าความแข็ง ของผลิตภัณฑ์ จะเห็นว่าอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยมีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ดังแสดงในรูปที่ 4.28



รูปที่ 4.28 อิทธิพลร่วมระหว่างเวลานึ่งและขนาดต่อค่าความแข็ง (hardness) ของผลิตภัณฑ์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ตาราง ๑.5) พบว่าเวลานึ่งและนวด มีผลต่อความแข็ง (hardness) ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลของเวลานึ่งและนวดแสดงในรูปที่ 4.28 โดยที่เวลานวด 0 นาที ความแข็ง จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานึ่งเพิ่มขึ้น ที่เวลานวด 5 นาที ความแข็ง จะลดลงเล็กน้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานึ่งเป็น 10 นาที ที่เวลานวดเกินกว่า 10 นาที ความแข็งจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานึ่งเป็น 5 นาที

ผลของเวลานวดต่อค่าความแข็ง (hardness) ของผลิตภัณฑ์ ที่เวลานึ่ง 5 นาที ค่าความแข็งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานวดเพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 10 นาที และลดลงเล็กน้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานวดเพิ่มขึ้นเป็น 20 นาที จากนั้นจะมีแนวโน้มสูงขึ้นที่เวลานวด 30 นาที และคงที่จนถึง 40 นาที ค่าความแข็งมีแนวโน้มสูงขึ้นจนถึงเวลานวด 50 นาที และจะตกลงอย่างรวดเร็วเมื่อเวลานวดเป็น 60 นาที ที่เวลานึ่ง 10 นาที ค่าความแข็งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานวดเพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 5 นาที และลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานวดเพิ่มขึ้นเป็น 10 นาที และคงที่จนถึงเวลานวด 20 นาที จากนั้นจะมีแนวโน้มสูงขึ้นจนถึงเวลานวด 40 นาที และจะตกลงอย่างรวดเร็วเมื่อเวลานวดเป็น 50 นาที แต่ช้ากว่าที่เวลานึ่ง 5 นาที

4.2.3.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านความกรอบ การละลายในปาก ความหยابของผลิตภัณฑ์และการยอมรับรวมต่อผลร่วมของเวลานึ่งและนวดของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวกลิ้ง ได้ผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลของเวลานึ่ง และนวด ต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

เวลานึ่ง(นาที)	เวลา(นาที)	ความกรอบ	การละลายในปาก ^{ns}	ความหยاب ^{ns}	การยอมรับรวม
5	0	7.58 ^g ±0.51	4.91±0.66	7.16±0.65	6.83 ^e ±0.93
	5	7.16 ^{ef} ±0.88	4.83±0.71	6.91±0.69	6.91 ^e ±0.99
	10	5.33 ^d ±0.57	4.66±0.77	7.08±0.49	4.91 ^{bcd} ±0.79
	20	4.83 ^{cd} ±0.99	5.00±0.73	6.58±0.58	5.50 ^d ±1.31
	30	3.16 ^b ±0.79	4.91±0.66	6.58±0.76	4.58 ^{bc} ±0.51

เวลานึ่ง(นาที)	เวลา(นาที)	ความกรอบ	การละลายในปาก ^{ns}	ความหยาบ ^{ns}	การยอมรับรวม
	40	3.08 ^b ±0.90	5.00±0.73	6.50±0.64	4.91 ^{bcd} ±0.99
	50	2.08 ^a ±0.71	4.83±0.71	6.83±0.67	2.33 ^a ±0.77
	60	5.08 ^d ±0.71	4.75±0.75	6.66±0.50	5.16 ^{bcd} ±0.83
10	0	7.08 ^{ef} ±1.16	4.91±0.70	6.62±0.45	7.16 ^e ±1.26
	5	5.00 ^d ±0.73	5.08±0.79	6.60±0.79	6.75 ^e ±1.28
	10	8.08 ^g ±0.66	4.83±0.71	6.19±0.52	8.58 ^f ±0.51
	20	7.25 ^{ef} ±0.75	4.83±0.71	6.10±0.51	7.50 ^e ±1.08
	30	5.41 ^d ±0.66	4.91±0.79	6.27±0.67	5.33 ^{cd} ±0.98
	40	4.25 ^c ±0.96	4.83±0.71	6.75±0.83	4.41 ^b ±0.79
	50	6.75 ^e ±0.62	4.91±0.79	6.66±0.49	7.00 ^e ±0.85
	60	7.08 ^{ef} ±0.79	5.00±0.73	6.50±0.79	7.58 ^e ±0.90

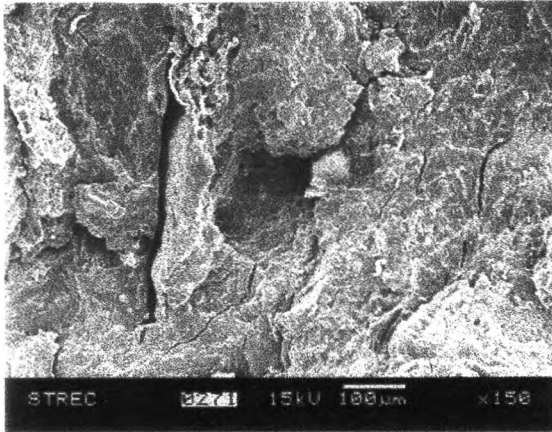
a,b ... ตัวอักษรที่ต่างกันหมายถึง ข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ตาราง ๑.6) พบว่าเวลานึ่งและขนาดไม่มีผลต่อคะแนนด้านการละลายและความหยาบของเนื้อผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความกรอบและการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่เวลานวด 0 นาที ความกรอบและการยอมรับรวมจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อลดเวลานึ่งลง ที่เวลานวด 5 นาที ความกรอบและการยอมรับรวมจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลานึ่งเป็น 10 นาที ที่เวลานวดเกินกว่า 10 นาที ความแข็งจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานึ่งเป็น 5 นาที

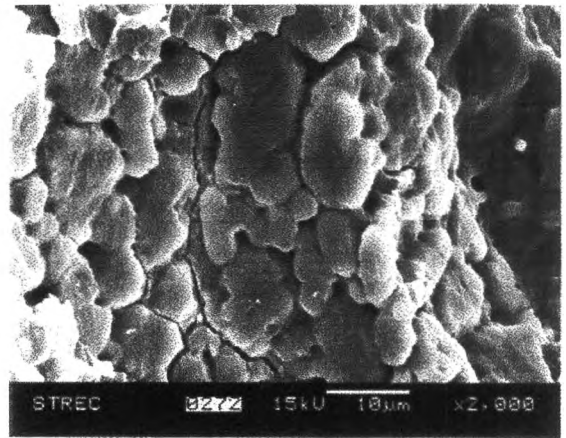
ผลของเวลานวดต่อค่าความกรอบและการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ ที่เวลานึ่ง 5 นาที ค่าความกรอบและการยอมรับรวมมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานวดเพิ่มขึ้นจาก 0 จนถึง 50 นาที และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานวดเพิ่มขึ้นเป็น 60 นาที ที่เวลานึ่ง 10 นาที ความกรอบและการยอมรับรวมมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานวดเพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 5 นาที และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลานวดเพิ่มขึ้นเป็น 10 นาที และคงที่จนถึงเวลานวด 20 นาที จากนั้นจะมีแนวโน้มต่ำลงจนถึงเวลานวด 40 นาที และจะสูงขึ้นเมื่อเวลานวดเป็น 50 นาที ค่าความกรอบและการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ที่สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จะอยู่ที่เวลานึ่ง 10 นาที เวลานวด 10 นาที

4.2.3 .3 ผลการศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุก

นำตัวอย่างแป้งที่ผ่านเวลาดึงและขนาดต่างกัน มาศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในและลักษณะของเม็ดแป้ง (ภาคผนวก ค) โดยใช้กำลังขยาย 100 และ 2000 เท่า ดังแสดงในรูปที่ 4.29-4.43

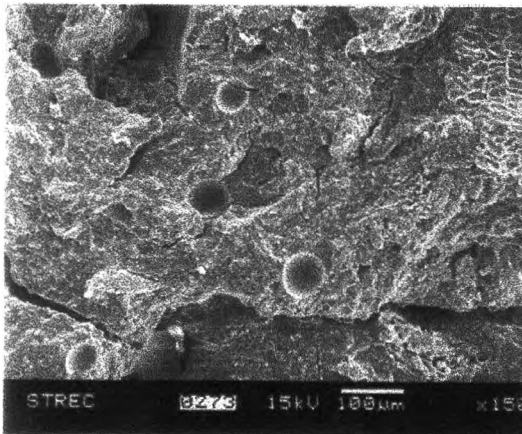


X100

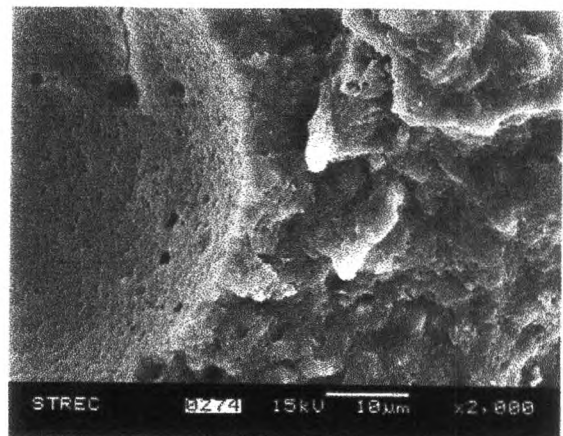


X2000

รูปที่ 4.29 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 5 นาที นวด 0 นาที

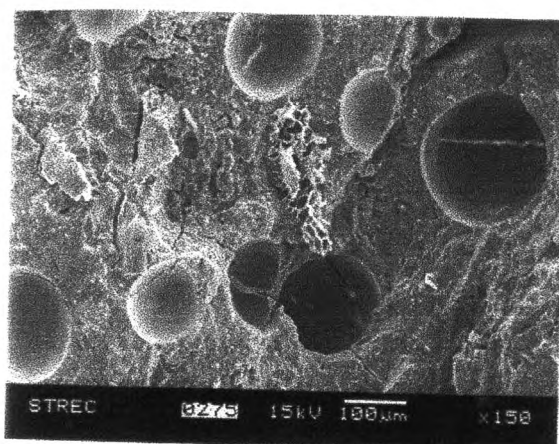


X100

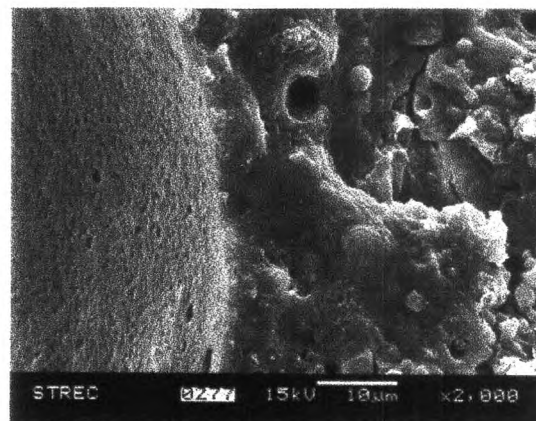


X2000

รูปที่ 4.30 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 5 นาที นวด 5 นาที

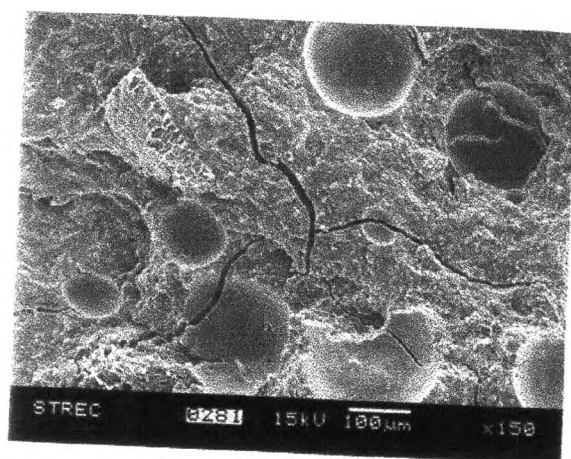


X100

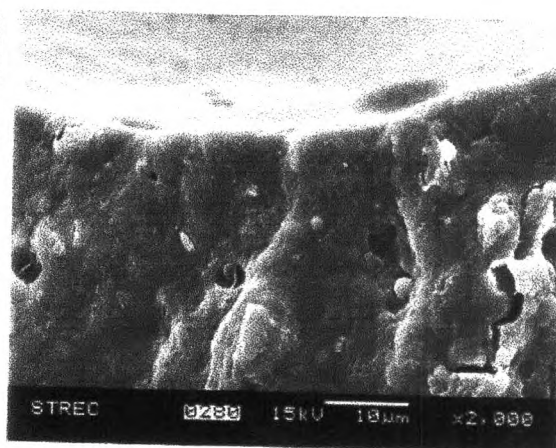


X2000

รูปที่ 4.31 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 5 นาที นวด 10 นาที

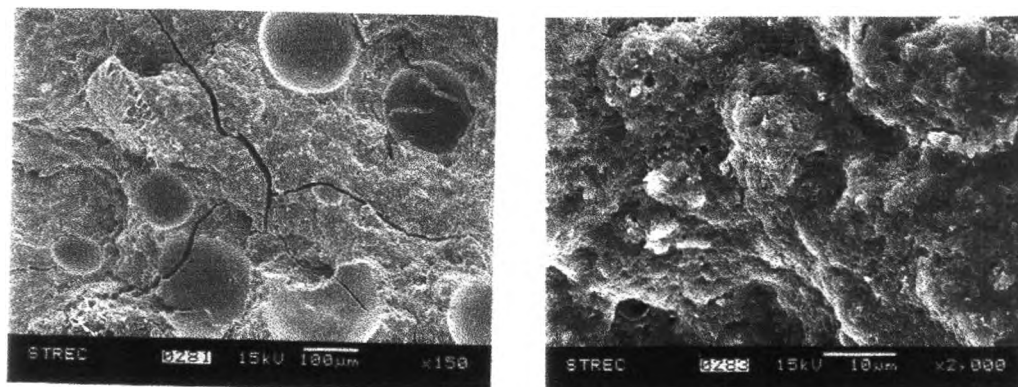


X100



X2000

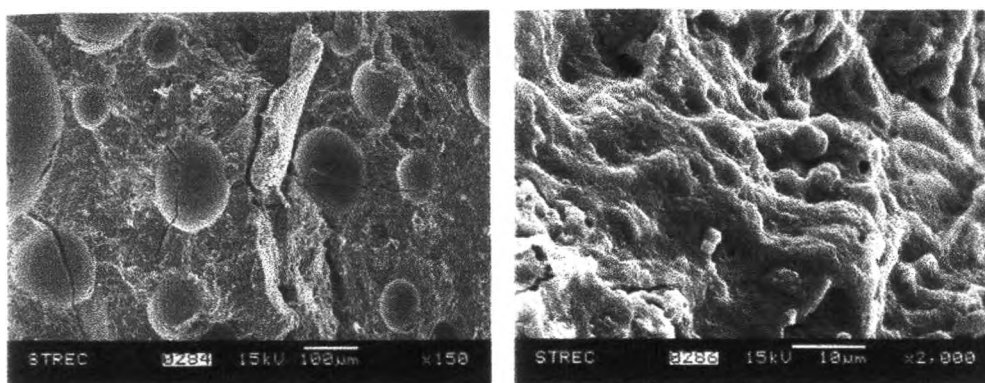
รูปที่ 4.32 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 5 นาที นวด 20 นาที



X100

X2000

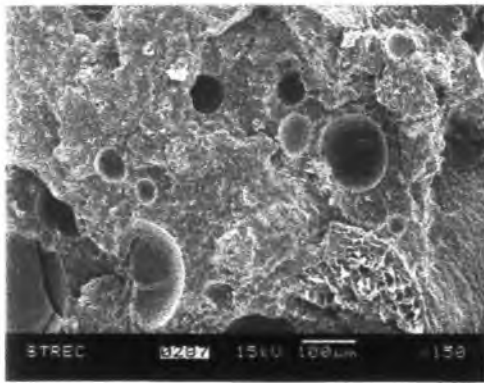
รูปที่ 4.33 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกนึ่ง 5 นาที ขนาด 30 นาที



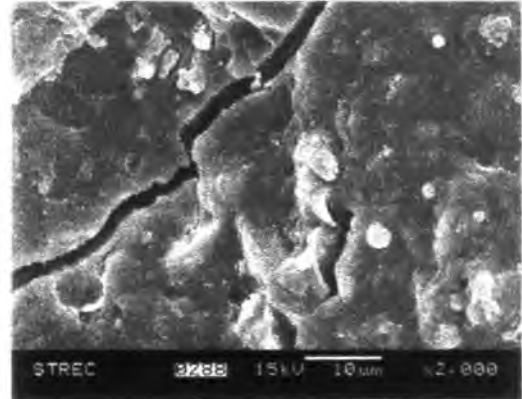
X100

X2000

รูปที่ 4.34 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกนึ่ง 5 นาที ขนาด 40 นาที

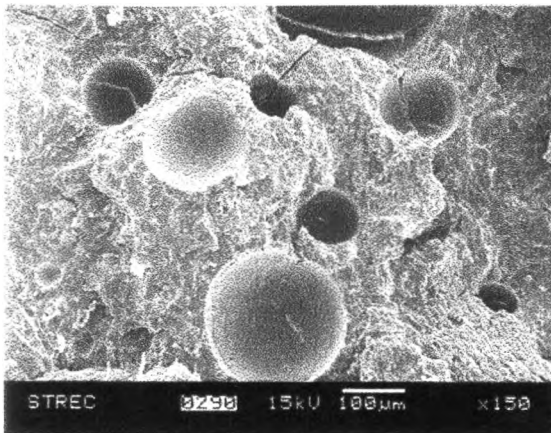


X100

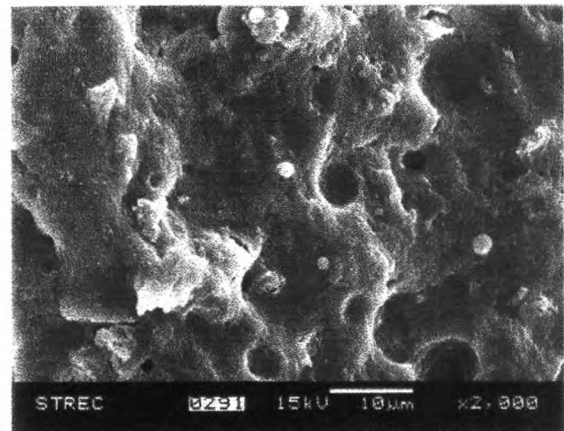


X2000

รูปที่ 4.35 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งตุงหนึ่ง 5 นาที นวด 50 นาที

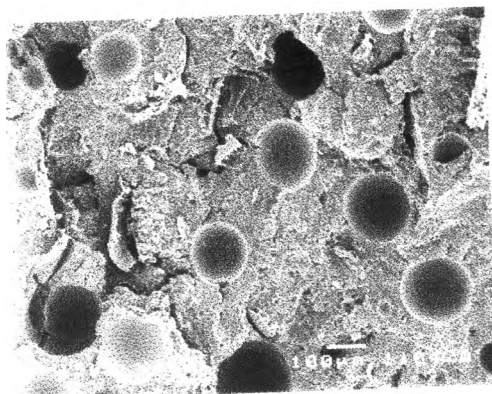


X100



X2000

รูปที่ 4.36 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งตุงหนึ่ง 5 นาที นวด 60 นาที

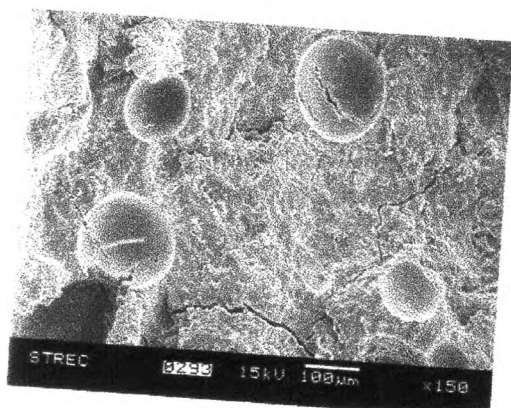


X100

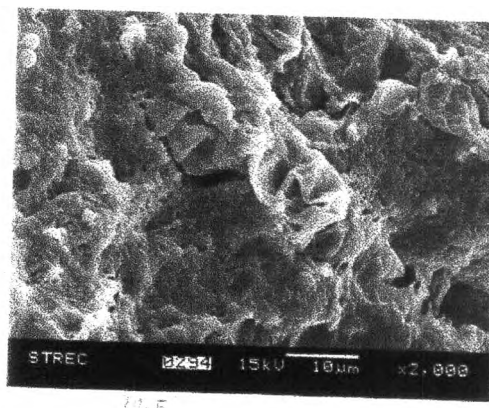


X2000

รูปที่ 4.36 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 10 นาที นวด 0 นาที

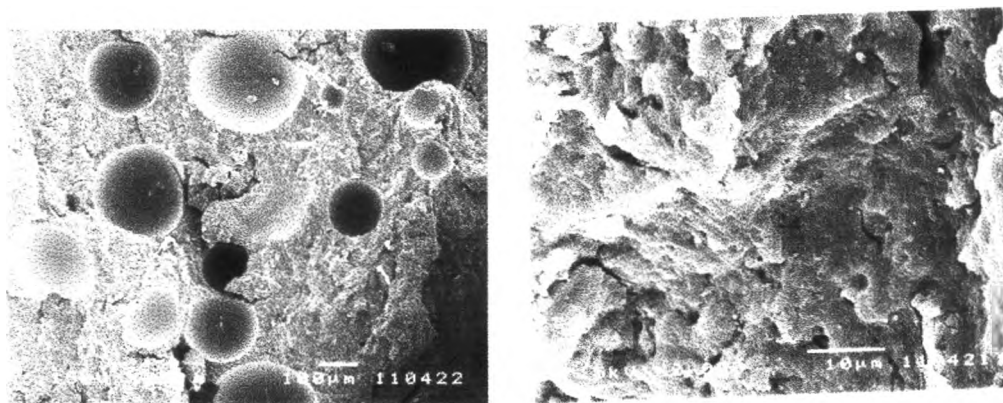


X100



X2000

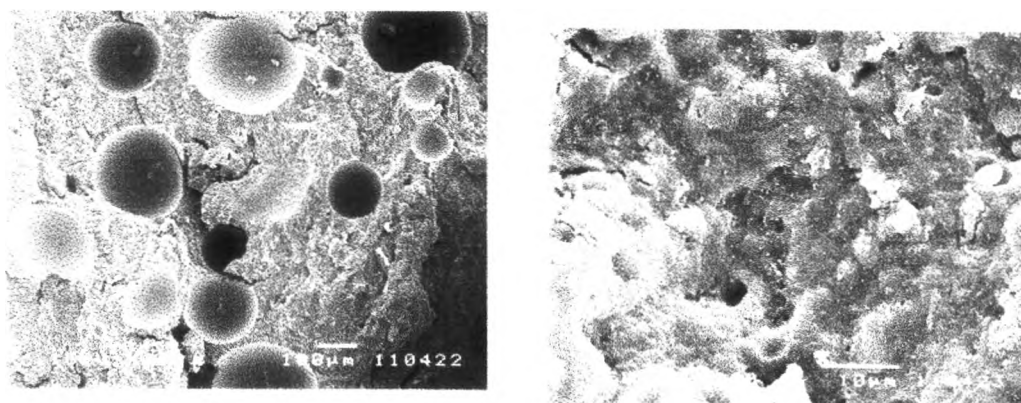
รูปที่ 4.37 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 10 นาที นวด 5 นาที



X100

X2000

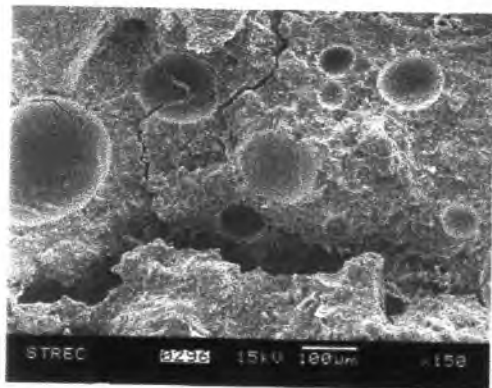
รูปที่ 4.38 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 10 นาที นวด 10 นาที



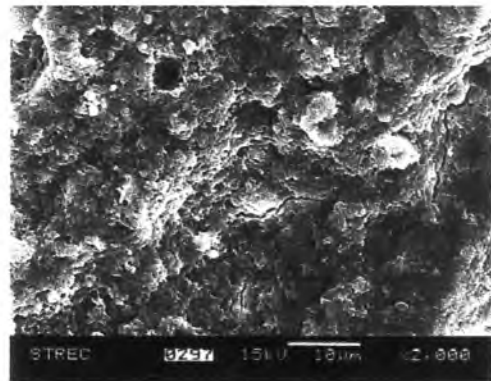
X100

X2000

รูปที่ 4.39 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้งสุกหนึ่ง 10 นาที นวด 20 นาที

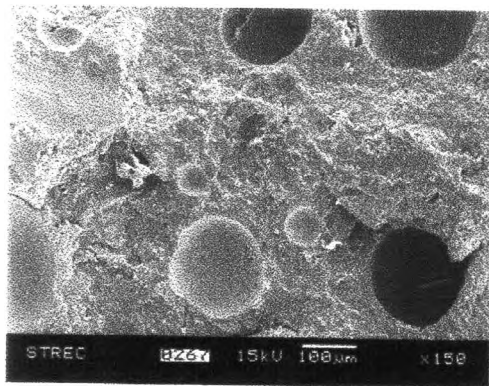


X100

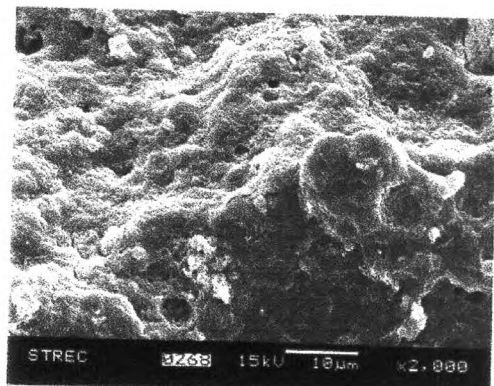


X2000

รูปที่ 4.40 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป็งสุกหนึ่ง 10 นาที นวด 30 นาที



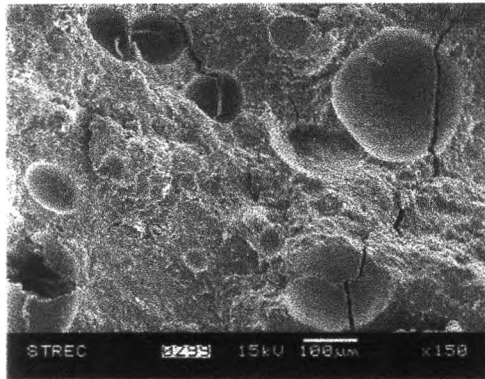
X100



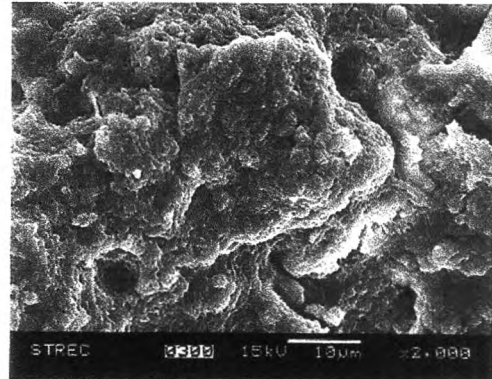
รูปที่ 4.41

X2000

รูปที่ 4.41 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป็งสุกหนึ่ง 10 นาที นวด 40 นาที

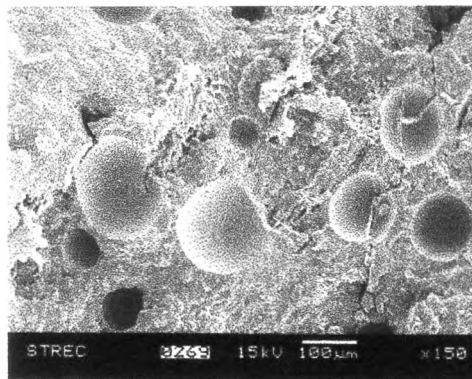


X100

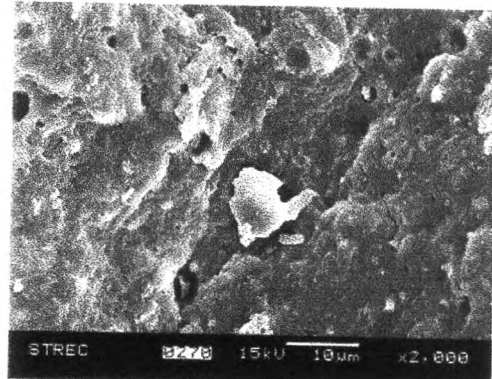


X2000

รูปที่ 4.42 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป็งสุกหนึ่ง 10 นาที นวด 50 นาที



X100



X2000

รูปที่ 4.43 ลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป็งสุกหนึ่ง 10 นาที นวด 60 นาที

จากรูปที่ 4.29-4.43 พบว่าการดูด้วยกำลังขยาย 100 เท่า เมื่อใช้เวลานึ่งเป็น 5 และ 10 นาที เมื่อสังเกตจากขนาดและจำนวนของฟองอากาศ จะมีลักษณะที่ไม่แตกต่างกันคือเนื้อขนมที่ไม่ผ่านการนวดจะมีลักษณะเรียบไม่พบฟองอากาศ เมื่อเวลานวดผ่านไป 5 นาที เริ่มมีฟองอากาศขนาดใหญ่ เมื่อเวลานวดเพิ่มขึ้นขนาดของฟองอากาศจะเล็กลงและจำนวนเพิ่มขึ้นจนถึงเวลานวด 20 นาที ฟองอากาศจะมีขนาดค่อนข้างสม่ำเสมอ แต่เมื่อเวลานวดนานขึ้นจะพบฟองอากาศที่มีขนาดแตกต่างกันอยู่รวมกัน เมื่อใช้กำลังขยาย 2000 เท่า จะเห็นผลของเวลานึ่งและนวดต่อเม็ดแป้งโดยก้อนแป้งสุกที่ไม่ผ่านการนวด ที่เวลานึ่ง 5 นาที แป้งสุกที่ไม่ผ่านการนวดมีการพองตัวของเม็ดแป้งและไม่มีลักษณะหลายเหลี่ยมของเม็ดแป้งข้าวดิบเหลืออยู่ และไม่มีการรวมตัวกันของเม็ดแป้ง เมื่อเวลานวดผ่านไป 5 นาที เนื้อขนมเริ่มมีการรวมตัวแต่ยังสามารถเห็นเม็ดแป้งได้บ้างเมื่อเวลานวดนานขึ้นการรวมตัวกันของเนื้อขนมจะเพิ่มมากขึ้นและสังเกตเม็ดแป้งได้น้อยลงจนถึงเวลานวดที่ 20 นาที เนื้อขนมจะเป็นเนื้อเดียวกัน แต่เมื่อนวดผ่านไป 30 นาที ลักษณะของเนื้อขนมจะเริ่มหายขึ้นและจะเริ่มสังเกตเห็นผิวที่ขรุขระได้อีกเป็นเช่นนี้จนนวดถึง 50 นาที เนื้อขนมจึงเป็นเนื้อเดียวกันอีกครั้งและคงลักษณะนี้จนถึงเวลานวด 60 นาที ที่เวลานึ่ง 10 นาที เม็ดแป้งจะมีการพองตัวและไม่มีลักษณะหลายเหลี่ยมของเม็ดแป้งข้าวดิบเหลืออยู่ เมื่อนวดผ่านไป 5 นาที เนื้อขนมเริ่มมีการรวมตัวแต่ยังสามารถเห็นเม็ดแป้งได้บ้างเมื่อเวลานวดนานขึ้นการรวมตัวกันของเนื้อขนมจะเพิ่มมากขึ้นและสังเกตเม็ดแป้งได้น้อยลงจนถึงเวลานวดที่ 20 นาที เนื้อขนมจะเป็นเนื้อเดียวกัน แต่เมื่อนวดผ่านไป 30 นาทีลักษณะของเนื้อขนมจะเริ่มหายขึ้นและจะเริ่มสังเกตเห็นผิวที่ขรุขระได้อีกเป็นเช่นนี้จนนวดถึง 60 นาทีเนื้อขนมจึงเป็นเนื้อเดียวกันอีกครั้ง

4.2.3.4 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างผลึกภายในเม็ดแป้งด้วย DSC

ในการหาการเปลี่ยนแปลงในค่า ΔH ของตัวอย่างแป้งข้าวเหนียวกล้าง พบว่าในสภาวะการทดสอบที่ใช้ไม่สามารถหาค่า ΔH ได้ดังแสดงในภาคผนวก ฉ.