

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1. วิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำส้มเขียวหวานสด

น้ำส้มที่คั้น นำไปผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่ 85 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แล้วนำไปหมนเหวี่ยงเพื่อแยก pulp หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่ามีองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 4

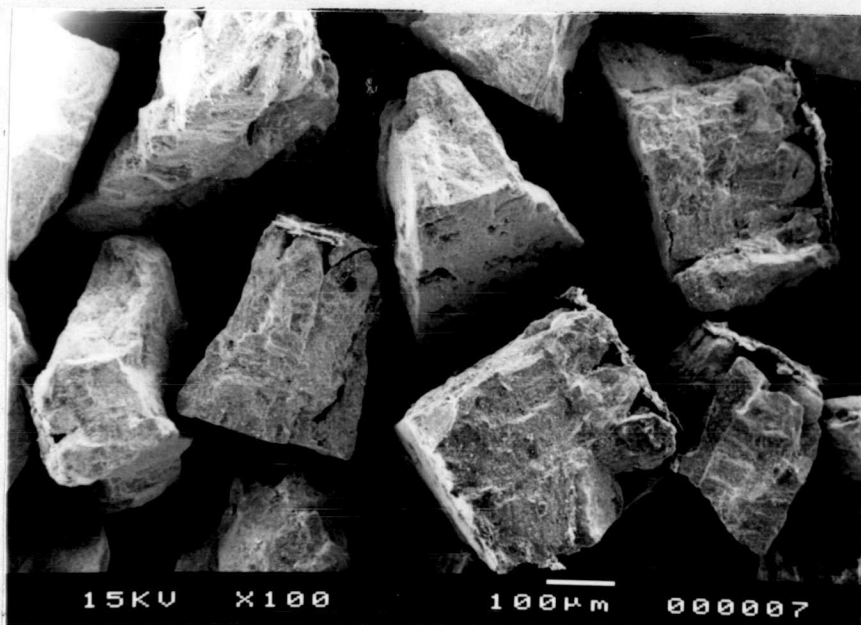
ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มเขียวหวานสด

ลิโมนิน (ppm)	นารินจิน (ppm)	กรดซิตริก (%)	วิตามินซี (มก./100มล.)	pH	องศาบริกซ์
11.39(0.10)	179.5(3.48)	0.93(0.02)	42.95(0.28)	3.5	11

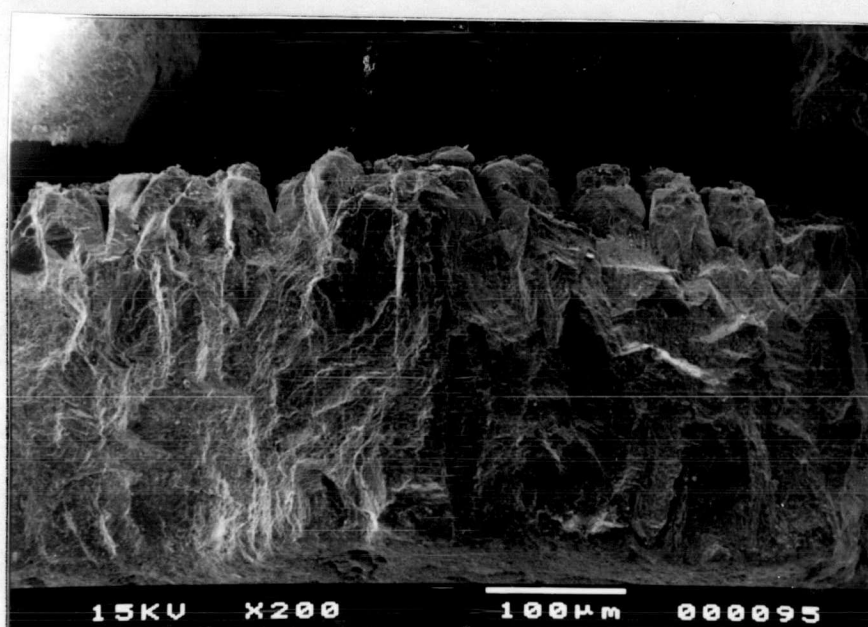
ค่าในวงเล็บเป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ครั้ง

4.2. เปรียบเทียบโครงสร้างของเปลือกไข่ธรรมชาติและเปลือกไข่ปลอดโปรตีน

เปลือกไข่ที่มีการเตรียมด้วยวิธีล้างและลอกเยื่อไข่ออกโดยไม่ผ่านด่าง และเปลือกไข่ที่มีการกำจัดเยื่อโปรตีนโดยการผ่านด่าง เมื่อนำไปศึกษาโครงสร้างด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน ผลการศึกษาแสดงดังรูปที่ 8, 9 และ 10 ตามลำดับ จากรูปที่ 9 โครงสร้างของเปลือกไข่จะมีเส้นใยโปรตีนติดอยู่ ส่วนรูปที่ 10 พบว่าพื้นผิวของเปลือกไข่เป็นรูพรุน และผนังด้านในเป็นปุ่มพื้นเปลือกลักษณะหยาบขรุขระ

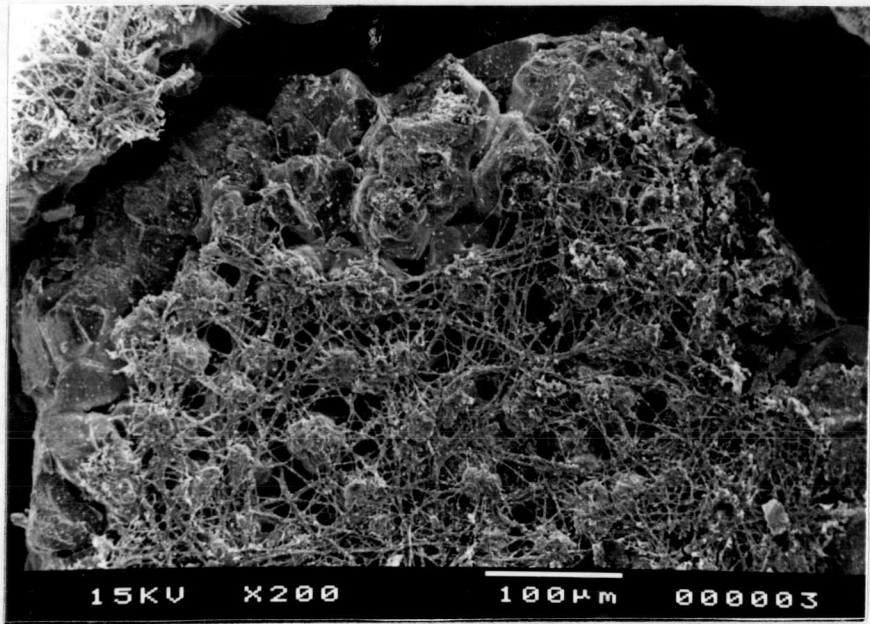


(a)

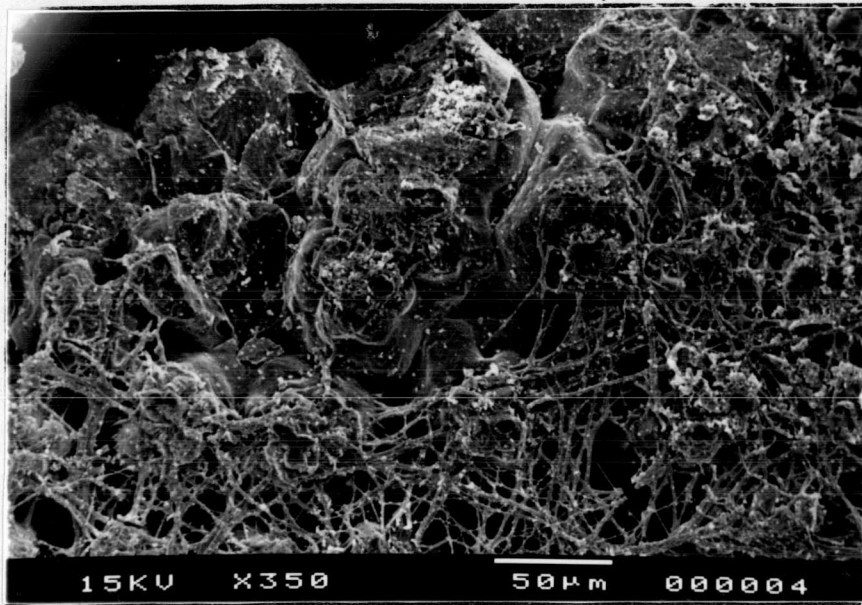


(b)

- รูปที่ 8 แสดงโครงสร้างเปลือกไข่จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน
- (a) โครงสร้างของเปลือกไข่ขนาดอนุภาค 60-80 เมช กำลังขยาย 100 เท่า
- (b) โครงสร้างภาคตัดขวางของเปลือกไข่ธรรมชาติกำลังขยาย 200 เท่า

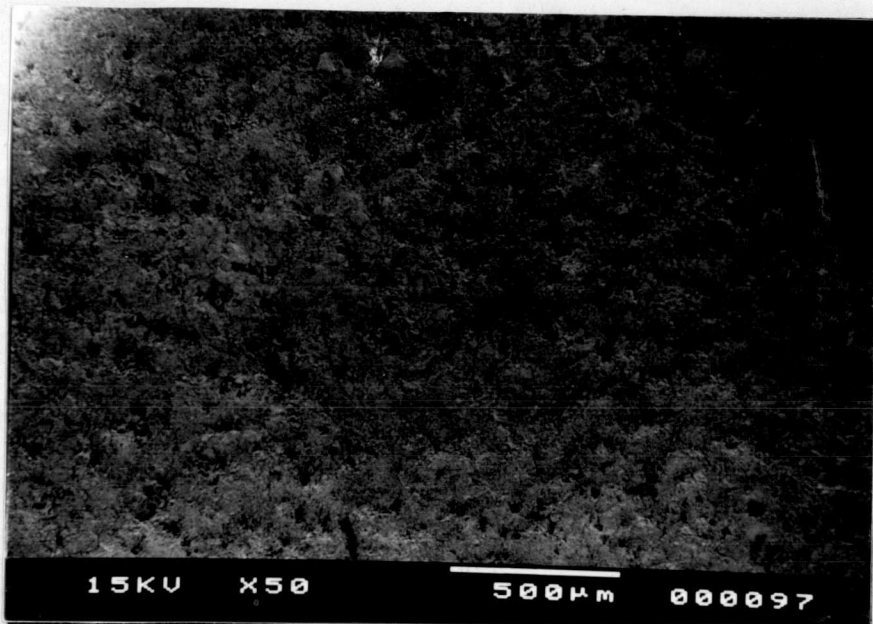


(a)

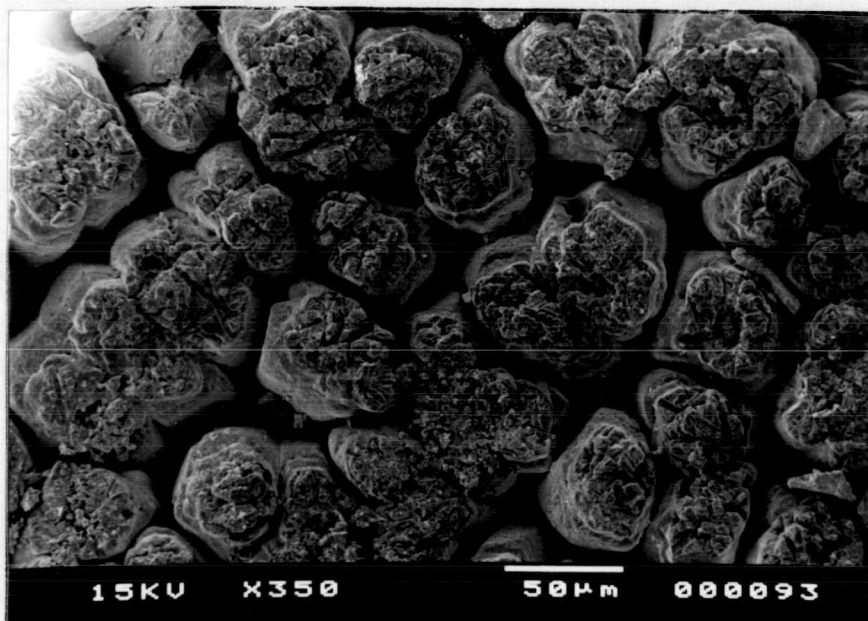


(b)

รูปที่ 9 (a) พื้นผิวด้านในของเปลือกไข่ธรรมชาติ กำลังขยาย 200 เท่า
(b) พื้นผิวด้านในของเปลือกไข่ธรรมชาติ กำลังขยาย 350 เท่า



(a)



(b)

รูปที่ 10 (a) โครงสร้างพื้นผิวด้านนอกของเปลือกไข่ปลอดโปรตีน กำลังขยาย 50 เท่า
 (b) โครงสร้างพื้นผิวด้านในของเปลือกไข่ปลอดโปรตีน กำลังขยาย 350 เท่า

4.3. หาภาวะที่เหมาะสมในการลดรสขมและรสเปรี้ยวในน้ำส้มโดยกระบวนการดูดซับอย่างต่อเนื่องด้วยคอลัมน์แบบบรรจุแน่นด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติ (egg shell pack - bed column) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร และสูง 30 เซนติเมตร ในบรรยากาศของก๊าซไนโตรเจน

ผลการทดลองใช้เปลือกไข่ธรรมชาติในการลดรสขมและรสเปรี้ยวในน้ำส้ม โดยทำการเปรียบเทียบขนาดอนุภาคเปลือกไข่ 3 ขนาด คือ 20-40 เมช, 40-60 เมช และ 60-80 เมช โดยให้มีสัดส่วนระหว่างความเร็วการไหลต่อปริมาตรของเบดเปลือกไข่ 2, 4 และ 6 นาที⁻¹ ซึ่งมีผลทำให้องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพลดลง ดังแสดงในตารางที่ 5 และ 6

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงในตารางที่ 17 (ภาคผนวก ข) พบว่าขนาดอนุภาคเปลือกไข่ และ สัดส่วนความเร็วการไหลต่อปริมาตรของเบดเปลือกไข่ มีผลร่วมต่ออัตราการลดลงของลิโมนีน นารินจิน กรดซิตริก และสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อวิตามินซี และ ค่าองศาบริกซ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เปรียบเทียบขนาดอนุภาคเปลือกไข่ สัดส่วนระหว่างความเร็วการไหลต่อปริมาตรของเบดเปลือกไข่ มีผลต่ออัตราการลดลงของ ลิโมนีน นารินจิน กรดซิตริก และวิตามินซี ดังแสดงในรูปที่ 11, 13, 14 และ 15 ตามลำดับ โครมาโทแกรมของการวิเคราะห์ลิโมนีน ดังแสดงในรูปที่ 12

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยร้อยละขององค์ประกอบทางเคมีที่ลดลงของน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่างต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติโดยรวมปริมาณเบดการไหลเวียนของน้ำส้มทั้ง 5 ครั้ง

ขนาดเปลือกไข่ (เมช)	space velocity (นาที่ ⁻¹)	ปริมาณที่ลดลง (%)				
		ลิโมนิน	นารินจิน	กรดซิตริก	วิตามินซี	องศาบริกซ์ ^{NS}
20-40	2	21.38 ^{cde} (3.83)	9.79 ^{bc} (1.05)	78.80 ^a (0.04)	1.28 ^a (0.36)	11
	4	18.07 ^e (0.09)	8.11 ^{cd} (0.74)	74.41 ^d (0.83)	1.15 ^{ab} (0.18)	11
	6	21.19 ^{de} (1.76)	6.95 ^d (0.59)	72.34 ^e (0.81)	0.64 ^{bc} (0.18)	11
40-60	2	29.41 ^{ab} (1.91)	15.58 ^a (1.19)	77.21 ^b (0.21)	0.38 ^c (0.18)	11
	4	27.90 ^b (1.80)	12.11 ^b (1.93)	74.42 ^d (0.42)	0.26 ^d (0.36)	11
	6	22.54 ^{cd} (0.20)	10.38 ^{bc} (0.57)	73.82 ^d (0.42)	0.25 ^c (0.00)	11
60-80	2	33.05 ^a (2.18)	17.85 ^a (0.96)	76.62 ^{bc} (0.21)	0.38 ^c (0.18)	11
	4	25.65 ^{bc} (0.11)	10.22 ^{bc} (0.15)	75.89 ^c (0.42)	0.13 ^c (0.18)	11
	6	25.12 ^{bcd} (0.35)	6.63 ^d (1.05)	71.77 ^e (0.83)	0.64 ^{bc} (0.18)	11

a,b,c... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

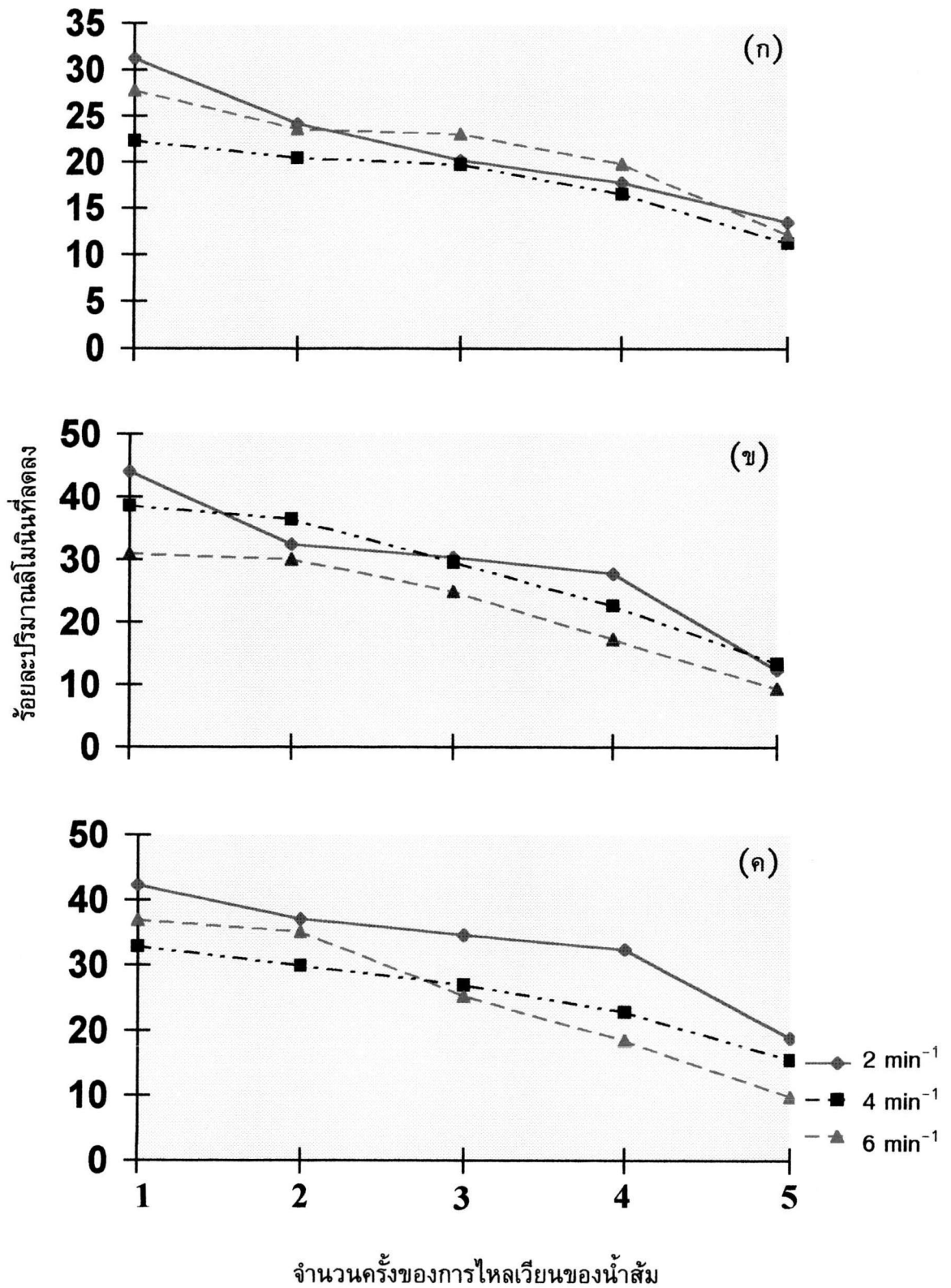
NS ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ค่าในวงเล็บเป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 2 ครั้ง

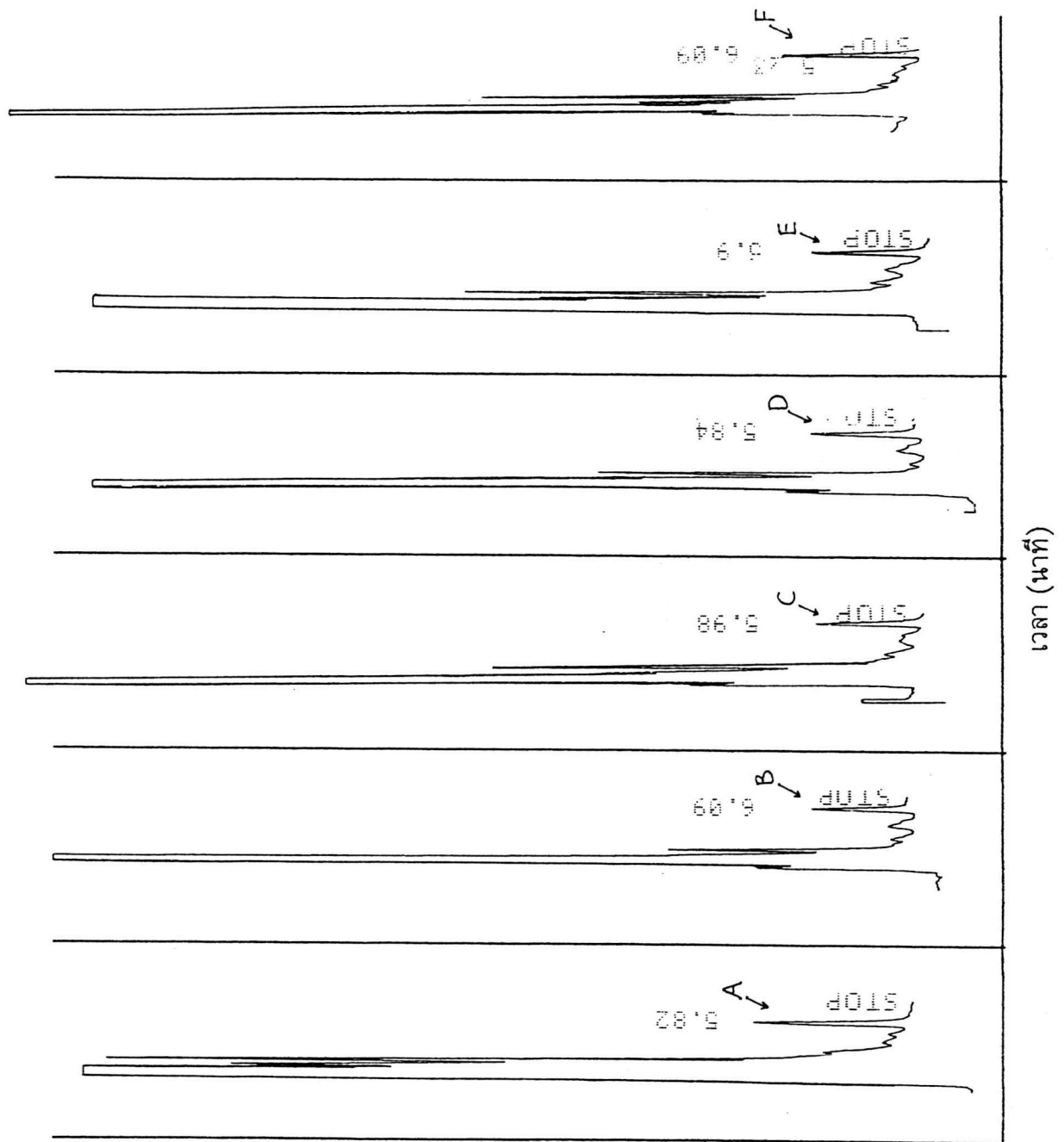
ตารางที่ 6 ค่าความแตกต่างของสี (ΔE) ของน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่างต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติเทียบกับน้ำส้มก่อนผ่านกระบวนการดูดซับ

ขนาดเปลือกไข่ (เมช)	space velocity (นาที ⁻¹)	จำนวนครั้งการไหลเวียนของน้ำส้ม				
		1	2	3	4	5
20-40	2	1.31 ^{ab} (0.00)	0.93 ^{de} (0.13)	1.33 ^{ab} (0.11)	1.17 ^{ab} (0.08)	0.68 ^{kl} (0.06)
	4	0.86 ^{fg} (0.02)	1.03 ^{cd} (0.03)	0.75 ^{hb} (0.13)	0.80 ^{hi} (0.05)	0.76 ^{hi} (0.25)
	6	1.09 ^{de} (0.21)	0.63 ^{lm} (0.02)	0.60 ⁿ (0.08)	1.00 ^{de} (0.02)	0.89 ^{ef} (0.11)
40-60	2	0.94 ^{de} (0.19)	0.82 ^{gh} (0.04)	1.12 ^{ab} (0.19)	0.95 ^{de} (0.18)	0.82 ^{gh} (0.05)
	4	1.38 ^a (0.21)	1.13 ^{ab} (0.13)	1.27 ^{ab} (0.06)	0.92 ^{de} (0.05)	0.97 ^{de} (0.04)
	6	1.00 ^{ed} (0.01)	1.00 ^{cd} (0.007)	1.08 ^{db} (0.04)	0.70 ^{jk} (0.06)	1.19 ^{ab} (0.03)
60-80	2	0.90 ^{ef} (0.06)	0.85 ^{fg} (0.23)	1.00 ^{de} (0.21)	0.83 ^{gh} (0.06)	0.62 ^{mn} (0.08)
	4	1.08 ^b (0.06)	0.96 ^{de} (0.10)	1.01 ^{cd} (0.10)	0.88 ^{fg} (0.22)	0.88 ^{fg} (0.12)
	6	0.92 ^{de} (0.06)	1.01 ^{cd} (0.08)	0.98 ^{de} (0.18)	0.71 ^{ij} (0.04)	0.82 ^{gh} (0.12)

a,b,c...ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ค่าในวงเล็บเป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 2 ครั้ง



รูปที่ 11 ค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณลิเทียมที่เหลือของน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่างต่อเนื่อง ด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติขนาด 20-40เมช(ก), 40-60เมช(ข) และ60-80เมช(ค)



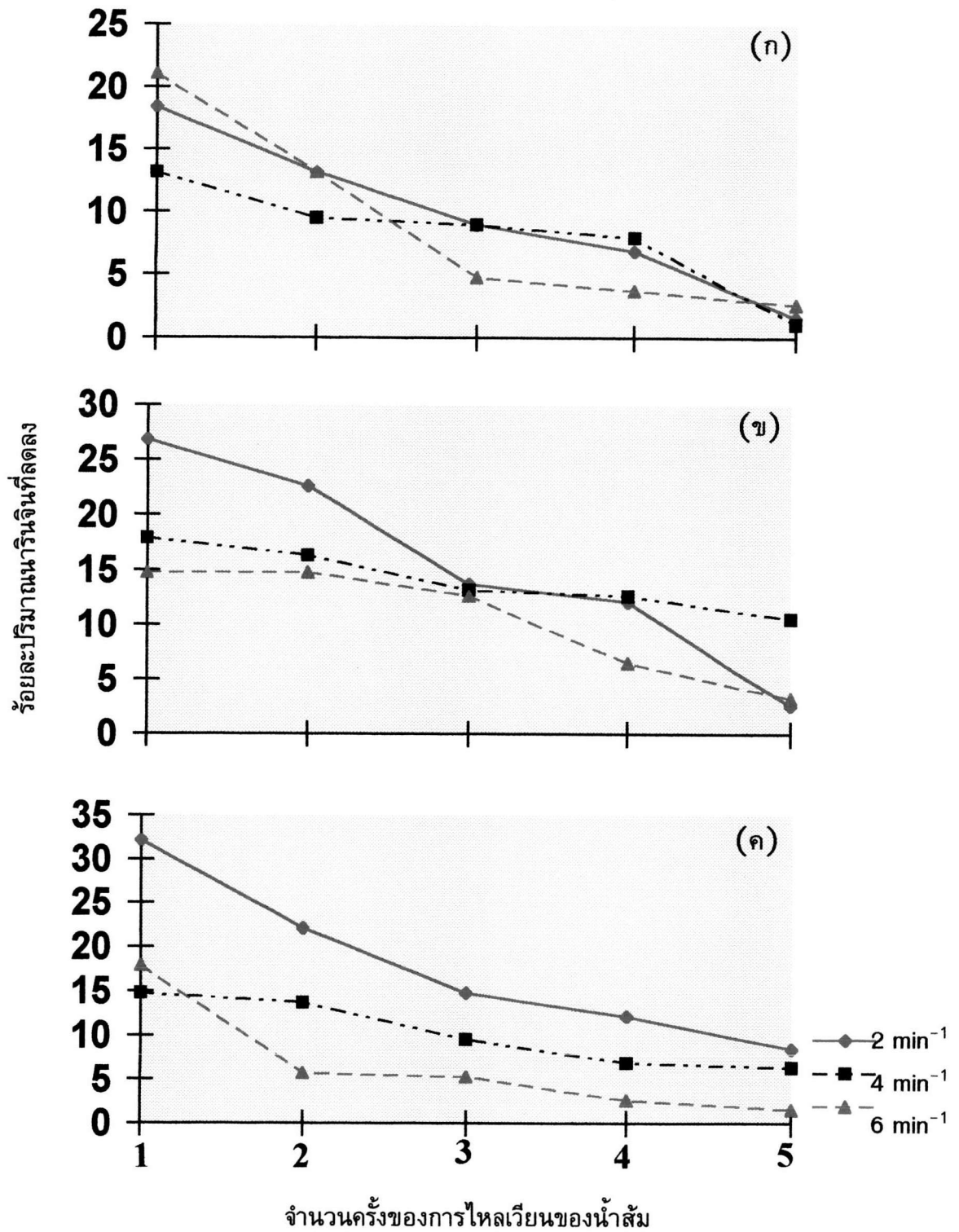
ค่าตอบสนอง (response) ที่ความยาวคลื่น 207 นาโนเมตร

รูปที่ 12 โคจรมาโทแกรมของการวิเคราะห์ปริมาณลิโมนีนในน้ำส้มโดยกระบวนการดูดซับอย่างต่อเนื่องด้วยเปลือกลำไส้ธรรมชาติ

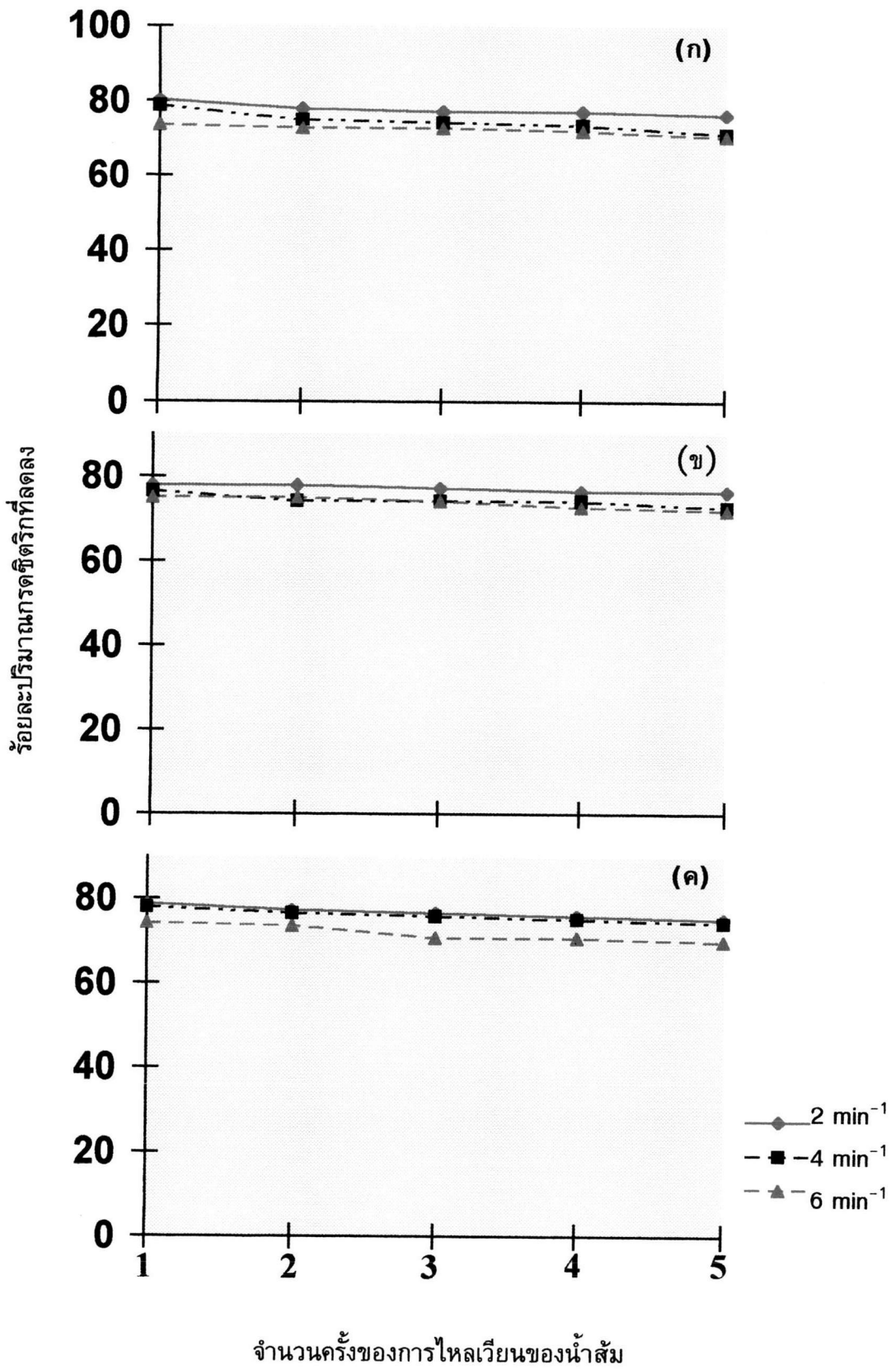
พีค A = ปริมาณลิโมนีนในน้ำส้มสด วัดที่ 207 นาโนเมตร

พีค B-F = ปริมาณลิโมนีนในน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่างต่อเนื่อง

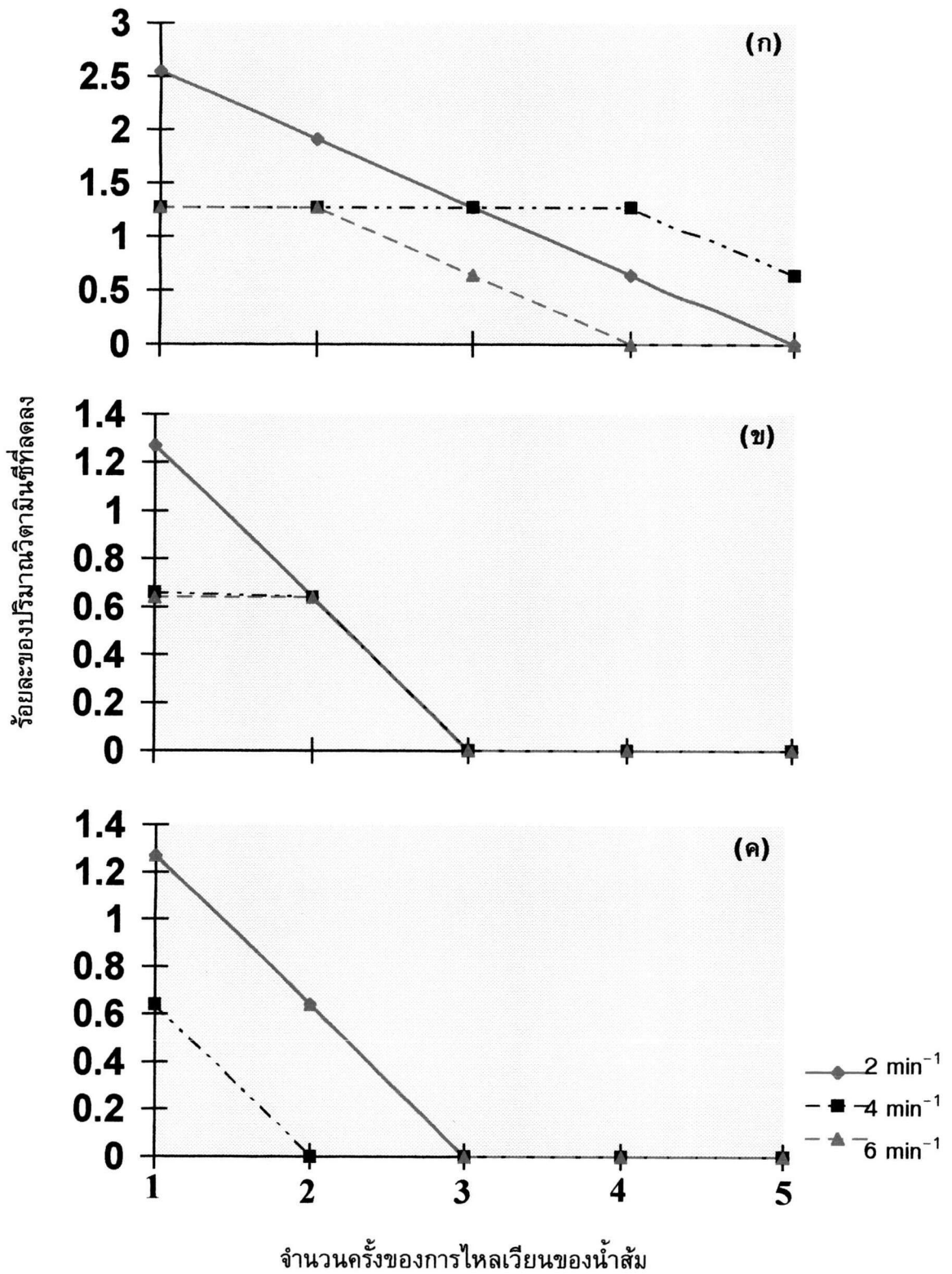
โดยมีจำนวนครั้งการไหลเวียนของน้ำส้มครั้งที่ 1-5 ตามลำดับ วัดที่ 207 นาโนเมตร



รูปที่ 13 ค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณไนโตรเจนที่ลดลงของน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่างต่อเนื่อง ด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติขนาด 20-40เมช(ก), 40-60เมช(ข) และ60-80เมช(ค)



รูปที่ 14 ค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ลดลงของน้ำสั้มน้ำที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่างต่อเนื่องด้วยเปลือกไซตรัสขนาด 20-40 เมท(ก), 40-60 เมท(ข) และ 60-80 เมท(ค)



รูปที่ 15 ค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณวิตามินซีที่ลดลงของน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่างต่อเนื่อง ด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติขนาด 20-40 เมช(ก), 40-60 เมช(ข) และ 60-80 เมช(ค)

4.4.ภาวะที่เหมาะสมในการลดรสขมและรสเปรี้ยวในน้ำส้มโดยกระบวนการดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติและเปลือกไข่ปลอดโปรตีน

4.4.1.เลือกภาวะที่เหมาะสมในการลดรสขมและรสเปรี้ยวในน้ำส้มโดยกระบวนการอย่างไม่ต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติ

ผลการทดลองใช้เปลือกไข่ธรรมชาติในการลดรสขมและรสเปรี้ยวในน้ำส้ม โดยการเปรียบเทียบขนาดอนุภาคเปลือกไข่ 3 ขนาด คือ 20-40 เมช, 40-60 เมช และ 60-80 เมช ที่ภาวะการทดลองปริมาณเปลือกไข่ต่อน้ำส้มเป็นร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร 5, 10 และ 15 เวลาในการเขย่า (ความเร็ว 200 รอบต่อนาที) คือ 10, 30 และ 60 นาที ซึ่งมีผลทำให้องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพลดลงดังแสดงในตารางที่ 7 และ 8

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงในตารางที่ 18 (ภาคผนวก ข) พบว่าขนาดอนุภาคเปลือกไข่ ปริมาณเปลือกไข่ และระยะเวลาในการเขย่า มีผลร่วมต่ออัตราการลดลงของลิโมนิน นารินจิน กรดซิตริก วิตามินซี และสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อค่าองค์ประกอบอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เปรียบเทียบขนาดอนุภาคเปลือกไข่ ปริมาณเปลือกไข่ และระยะเวลาในการเขย่า มีผลต่ออัตราการลดลงของลิโมนิน นารินจิน กรดซิตริก วิตามินซี ดังแสดงในภาพที่ 16, 18, 19 และ 20 ตามลำดับ โครมาโทแกรมของการวิเคราะห์ลิโมนิน ดังแสดงในภาพที่ 17

4.4.1.1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างกระบวนการดูดซับโดยใช้เปลือกไข่ธรรมชาติ ด้วยวิธีต่อเนื่อง (ข้อ 4.3) และไม่ต่อเนื่อง (ข้อ 4.4.1) พบว่าระบบต่อเนื่องมีประสิทธิภาพทำให้ค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณลิโมนิน นารินจิน กรดซิตริก ลดลงได้มากกว่าระบบไม่ต่อเนื่อง ดังแสดงผลในตารางที่ 9

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยร้อยละขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มที่ลดลงโดยกระบวนการดูดซับ
อย่างไม่ต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติขนาดต่างๆ

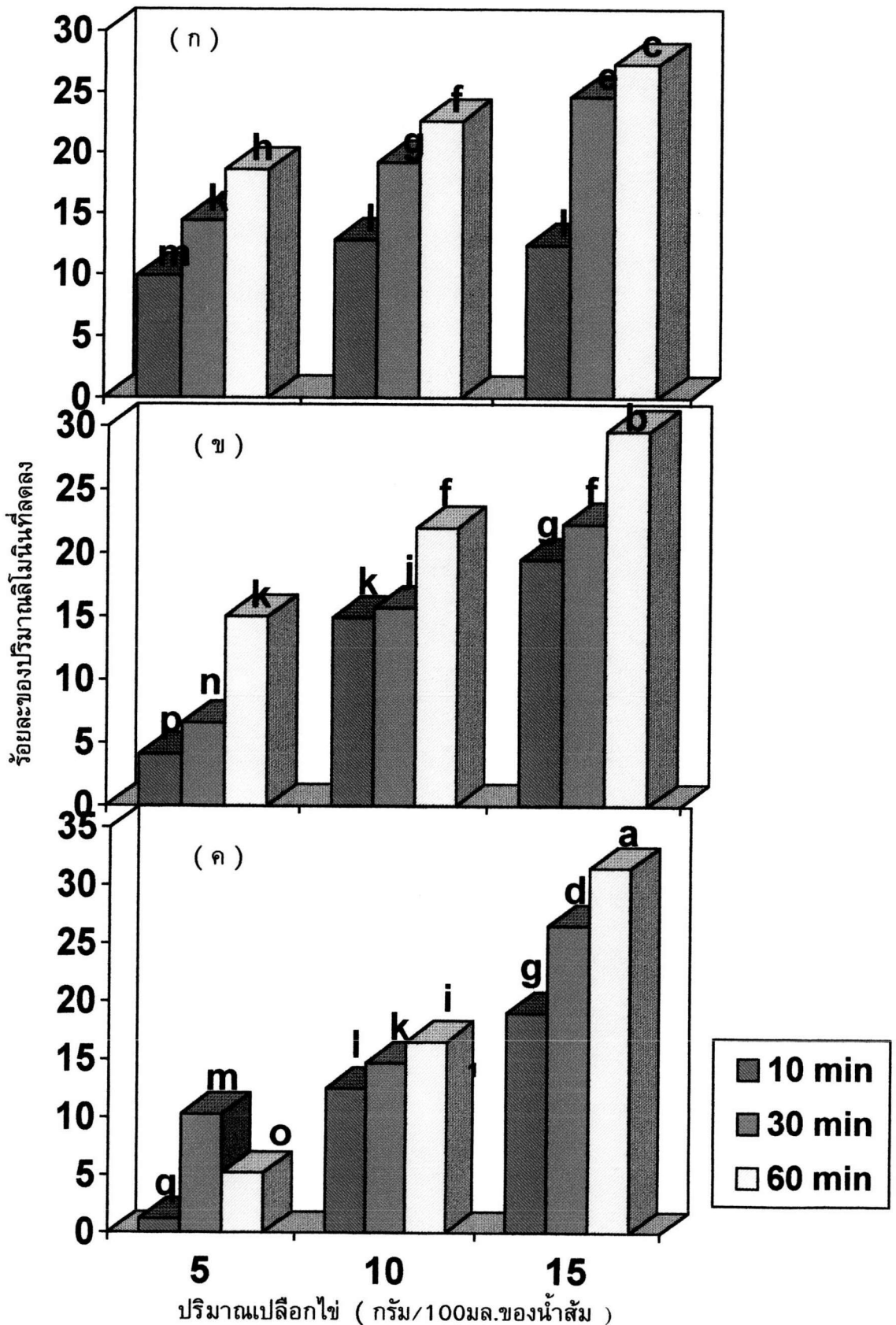
			ปริมาณที่ลดลง (%)				
ขนาดเปลือกไข่	ปริมาณเปลือกไข่ต่อน้ำส้ม (ก/มล.)	เวลาทำปฏิกิริยา (นาที)	ลิโมนิน	นารินจิน	กรดซิตริก	วิตามินซี	ค่าองค์ประกอบ
20-40	5	10	9.92±5.40	5.01±0.00	11.80±0.00	8.70±0.14	11
		30	14.40±2.32	6.41±0.02	23.75±0.21	11.90±0.28	11
		60	18.57±3.45	10.77±0.33	32.20±0.14	18.50±0.14	11
	10	10	12.67±0.87	11.38±0.03	16.10±0.14	10.80±0.00	11
		30	19.16±3.17	12.81±0.02	35.40±0.00	13.05±0.21	11
		60	23.01±1.66	13.08±0.09	44.10±0.00	19.55±0.07	11
	15	10	12.38±1.16	16.40±0.04	18.30±0.14	14.08±0.04	11
		30	24.59±2.69	16.19±0.01	44.10±0.14	16.30±0.00	11
		60	27.29±2.22	21.17±0.21	48.43±0.04	20.70±0.14	11
40-60	5	10	3.97±0.49	5.80±0.29	30.25±0.07	10.80±0.00	11
		30	6.60±2.26	16.69±0.00	39.80±0.14	11.90±0.00	11
		60	15.09±2.91	18.10±0.48	60.20±0.00	12.90±0.14	11
	10	10	14.98±1.40	7.97±0.33	34.40±0.14	11.85±0.07	11
		30	15.75±0.54	19.19±0.05	52.73±0.4	13.00±0.00	11
		60	21.97±1.93	13.96±0.06	62.40±0.14	15.20±0.00	11
	15	10	19.76±0.35	15.95±0.78	38.70±0.00	12.95±0.07	11
		30	22.30±4.09	16.98±0.36	61.28±0.04	14.10±0.14	11
		60	29.60±1.13	23.11±0.06	34.49±0.02	16.30±0.00	11
60-80	5	10	1.20±0.58	7.26±0.01	31.18±0.04	8.65±0.07	11
		30	10.54±0.48	13.76±0.11	38.70±0.00	13.05±0.07	11
		60	5.18±1.87	9.06±0.02	61.30±0.00	14.05±0.07	11
	10	10	12.52±2.66	9.16±0.07	41.90±0.00	11.90±0.00	11
		30	14.69±0.48	14.02±0.11	51.53±0.00	13.05±0.07	11
		60	16.55±1.68	16.76 ±0.12	73.10±0.00	15.15±0.07	11
	15	10	18.96±2.49	21.02±0.01	46.20±0.14	15.25±0.35	11
		30	26.48±0.48	17.84±0.08	58.10±0.00	16.15±0.07	11
		60	31.56±2.55	24.02 ±0.05	74.05±0.07	17.30±0.00	11

ตารางที่ 8 ค่าความแตกต่างของสี (ΔE) ของน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่าง
ไม่ต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติเทียบกับน้ำส้มก่อนผ่านกระบวนการดูดซับ

ขนาดอนุภาค เปลือกไข่ (เมช)	ปริมาณเปลือกไข่ (กรัม/100มล.น้ำส้ม)	ค่าความแตกต่างของสีของน้ำส้ม		
		เวลา (นาที)		
		10	30	60
20-40	5	1.04 ^{ab} (0.11)	0.96 ^{bc} (0.07)	0.84 ^e (0.17)
	10	0.88 ^{de} (0.02)	1.20 ^{ab} (0.01)	0.81 ^e (0.12)
	15	1.32 ^a (0.09)	0.68 ^{ef} (0.08)	0.80 ^e (0.04)
40-60	5	0.75 ^e (0.17)	0.98 ^{bc} (0.12)	0.74 ^e (0.10)
	10	1.19 ^{ab} (0.09)	0.77 ^e (0.13)	0.97 ^{bc} (0.37)
	15	1.25 ^{ab} (0.08)	0.79 ^e (0.00)	0.72 ^{ef} (0.01)
60-80	5	1.18 ^{ab} (0.21)	0.63 ^f (0.02)	1.33 ^a (0.06)
	10	0.77 ^e (0.01)	1.16 ^{ab} (0.00)	0.99 ^{bc} (0.15)
	15	0.78 ^e (0.03)	0.90 ^{cd} (0.25)	0.97 ^{bc} (0.01)

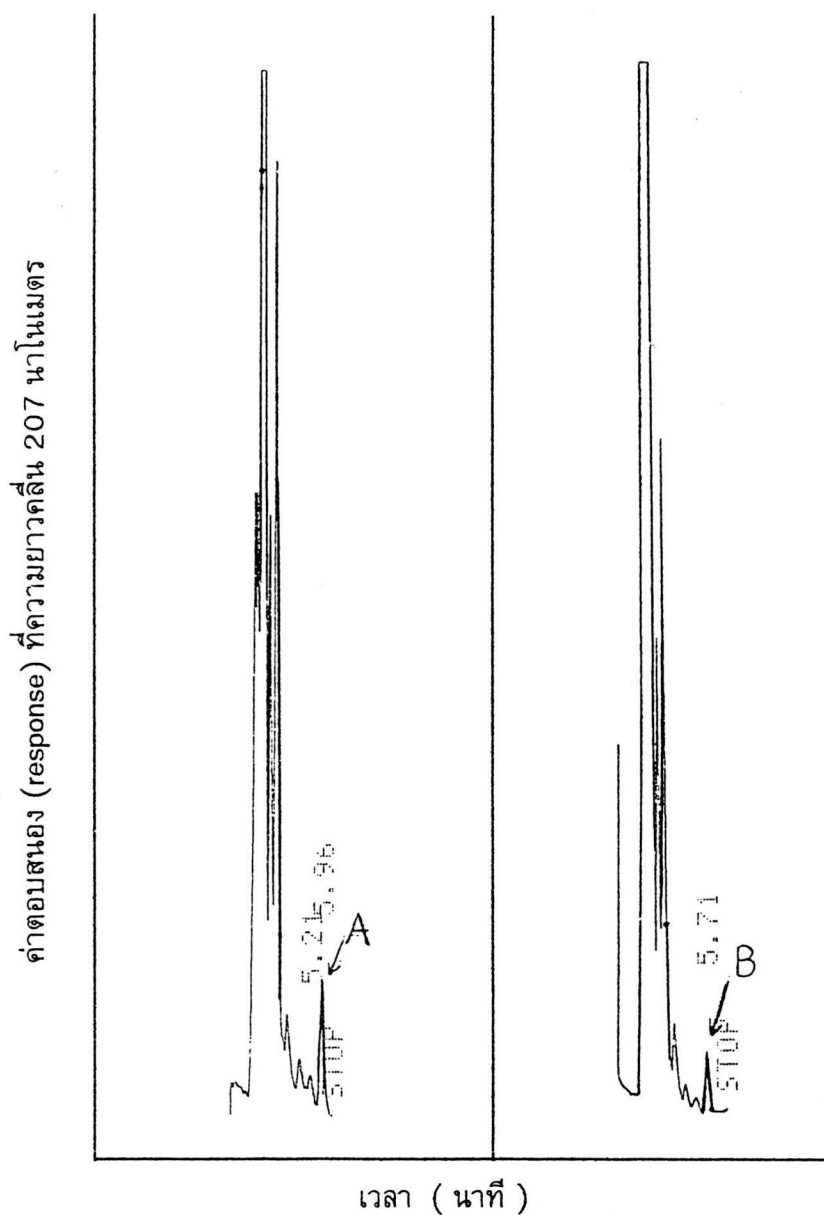
a, b,c... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ค่าในวงเล็บเป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการวิเคราะห์ 2 ครั้ง



รูปที่ 16. ค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณโมโนเมอร์ที่ลดลงของน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่อง ด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติ ขนาด 20-40 เมช (ก), 40-60 เมช (ข) และ 60-80 เมช (ค)

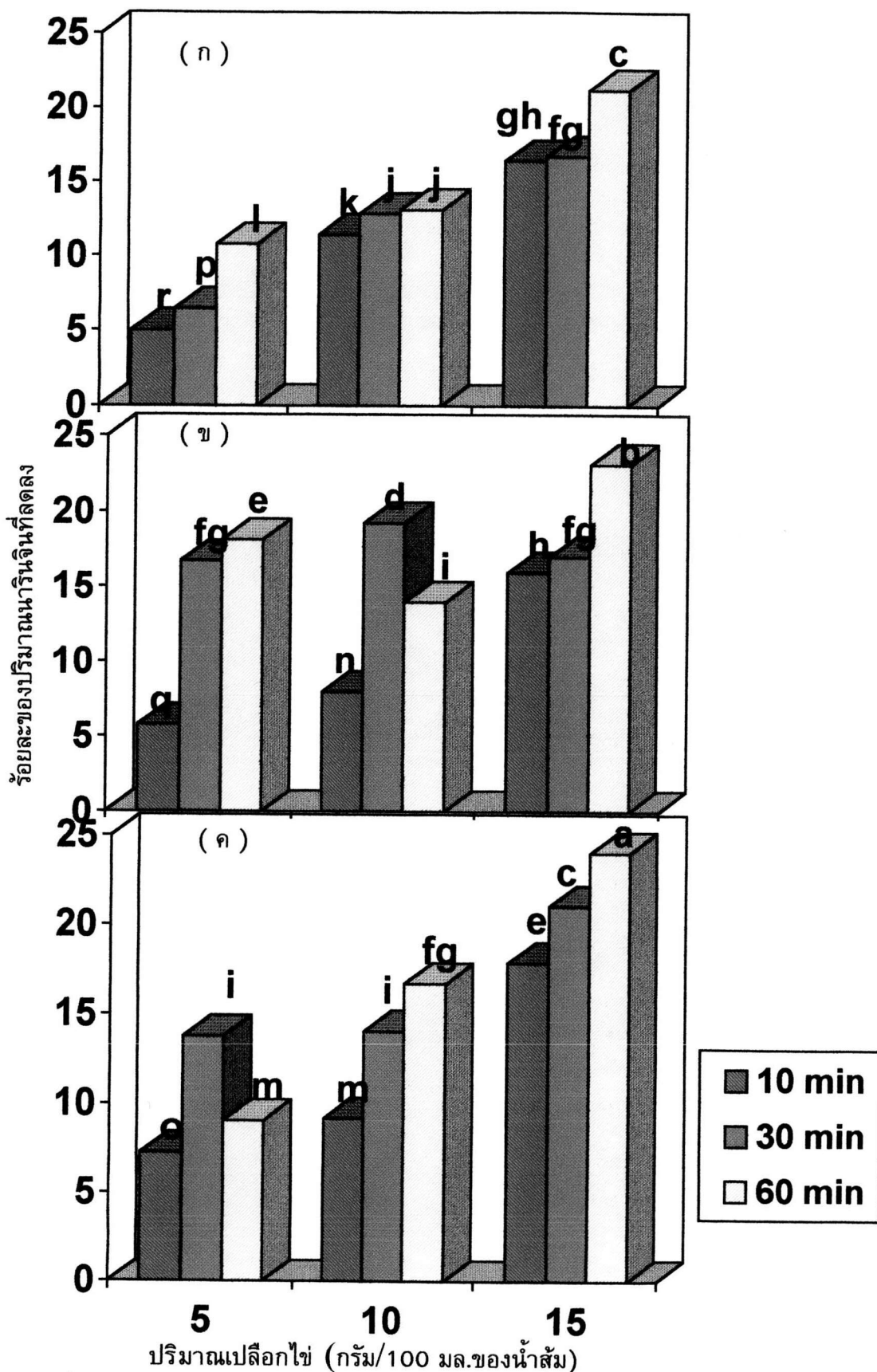
a,b.. ตัวอักษรกำกับต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



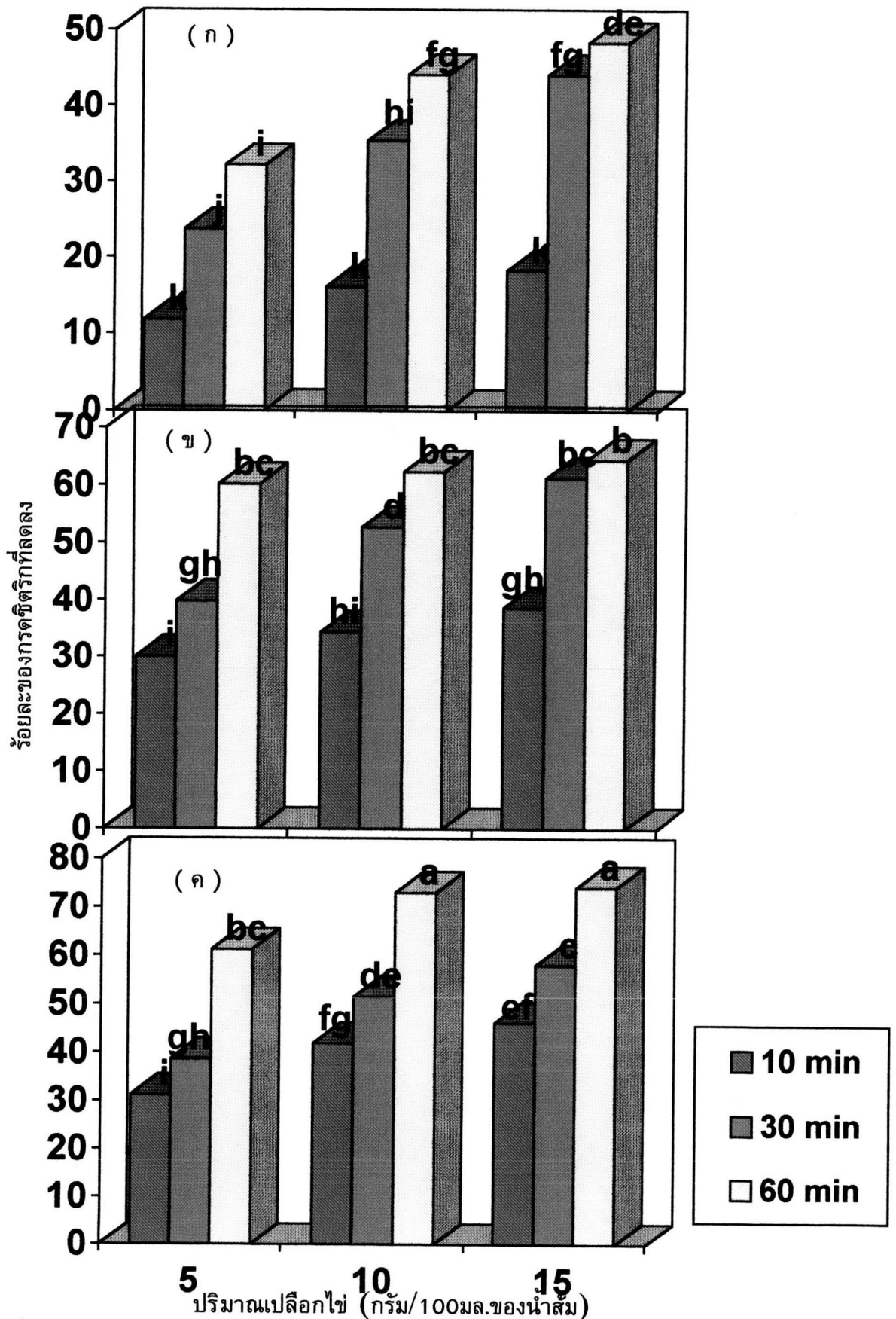
รูปที่ 17 โครมาโทแกรมการวิเคราะห์ปริมาณลิโมนีนในน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับ
อย่างไม่ต่อเนื่องด้วยเปลือกไซตรรัสมชาติ

พีค A = ปริมาณลิโมนีนในน้ำส้มสด วัดที่ 207 นาโนเมตร

พีค B = ปริมาณลิโมนีนในน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่อง
วัดที่ 207 นาโนเมตร

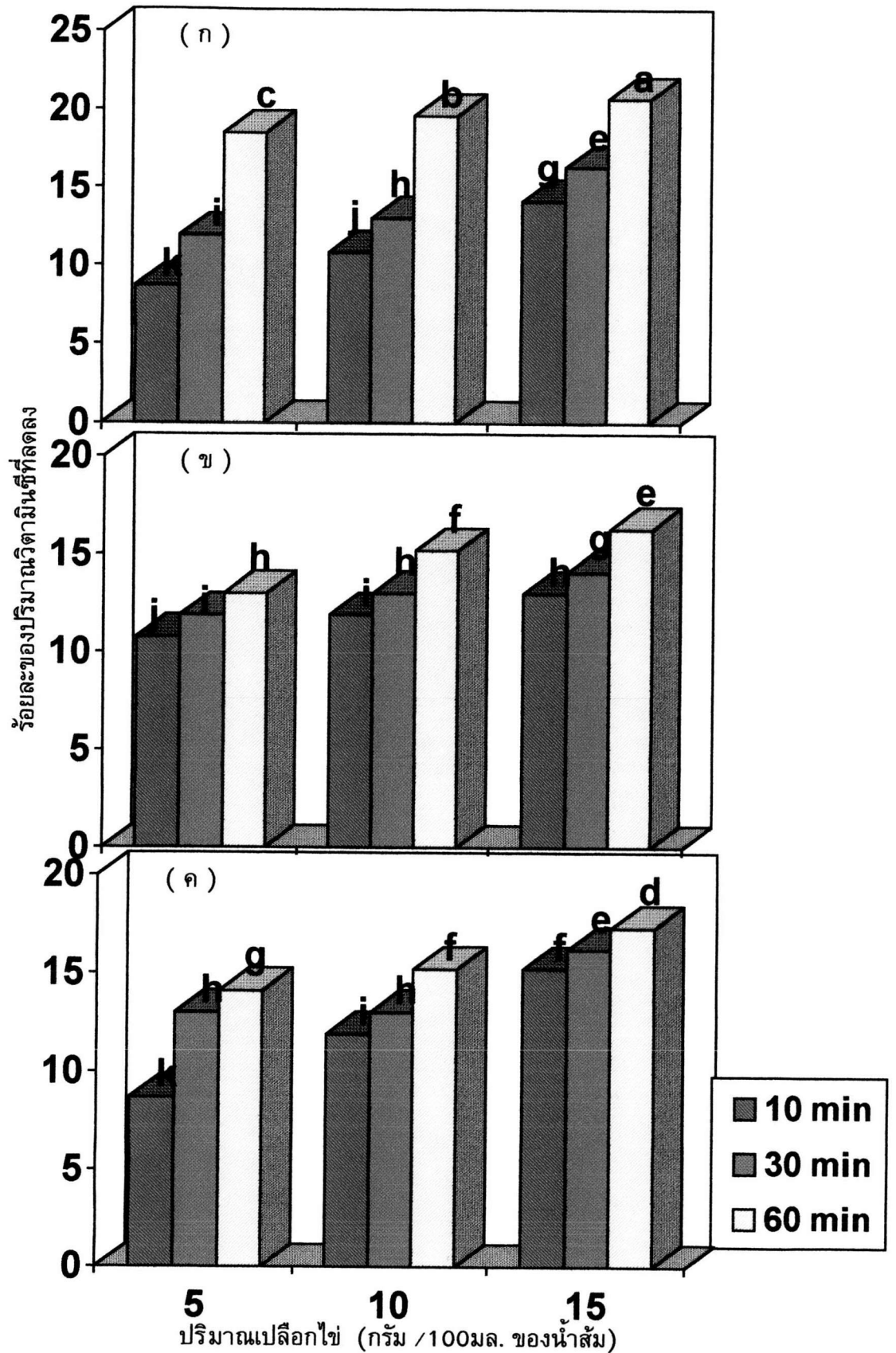


รูปที่ 18 ค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณนารินจินที่ลดลงของน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่องด้วยเปลือกไซ้ธรรมชาติขนาด 20-40 เมช (ก), 40-60 เมช (ข) และ 60-80 เมช (ค). a, b . . ตัวอักษรกำกับต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 19. ค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณกรดซัลฟูริกที่ลดลงของน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติขนาด 20-40เมช (ก), 40-60เมช (ข) และ 60-80เมช (ค).

a,b... ตัวอักษรกำกับต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 20 ค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณวิตามินซีที่ลดลงของน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่อง ด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติขนาด 20-40เมช (ก), 40-60เมช (ข) และ60-80เมช (ค)

a,b ..ตัวอักษรกำกับต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณลิโมนิน นารินจิน กรดซิตริก และวิตามินซีที่ลดลง โดยใช้เปลือกไข่ธรรมชาติด้วยกระบวนการดูดซับอย่างต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง

รายละเอียด	วิธีการลดรสขมโดยใช้เปลือกไข่ธรรมชาติ	
	อย่างต่อเนื่อง	อย่างไม่ต่อเนื่อง
ปริมาณเปลือกไข่/ปริมาตรน้ำส้ม	1:10	15:100
ขนาดอนุภาคเปลือกไข่ (เมช)	60-80	60-80
ลิโมนินที่ลดลง (%)	33.05	31.56
นารินจินที่ลดลง (%)	17.85	24.02
กรดซิตริกที่ลดลง (%)	76.62	74.05
วิตามินซีที่ลดลง (%)	0.38	17.30*
องศาบริกซ์	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง
สี	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง

* ไม่พ่นไนโตรเจน

4.4.2.ภาวะที่เหมาะสมในการลดรสขมและรสเปรี้ยวในน้ำส้มโดยกระบวนการดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ปลอดโปรตีน

จากการทดลองใช้เปลือกไข่ปลอดโปรตีนในการลดรสขมและรสเปรี้ยวในน้ำส้ม โดยการเปรียบเทียบขนาดอนุภาคเปลือกไข่ 3 ขนาด คือ 20-40 เมช, 40-60 เมช และ 60-80 เมช เมื่อใช้ปริมาณเปลือกไข่ต่อน้ำส้มเป็นร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร 10 และ 15 เวลาในการเขย่า (ความเร็ว 200 รอบต่อนาที) คือ 30 และ 60 นาที ปรากฏการณ์ของการดูดซับสารประกอบในน้ำส้มเปลี่ยนไปจากที่ปรากฏในการทดลองที่ผ่านมาดังแสดงผลในตารางที่ 10 และ 11

เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงในตารางที่ 19 (ภาคผนวก ข) พบว่าขนาดอนุภาคเปลือกไข่ ปริมาณเปลือกไข่ และระยะเวลาในการเขย่า มีผลร่วมต่ออัตราการลดลงของลิโมนิน นารินจิน กรดซิตริก และวิตามินซี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อค่าองค์ประกอบรีดิวซ์และสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เปรียบเทียบขนาดอนุภาคเปลือกไข่ ปริมาณเปลือกไข่ และระยะเวลาในการเขย่า มีผลต่ออัตราการลดลงของลิโมนิน นารินจิน กรดซิตริก วิตามินซี ดังแสดงในรูปที่ 21, 23, 24 และ 25 ตามลำดับ โครมาโทแกรมของการวิเคราะห์ลิโมนิน ดังแสดงในภาพที่ 22

4.4.2.1. เปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติ (ข้อ 4.4.1) และเปลือกไข่ปลอดโปรตีน (ข้อ 4.4.2) พบว่าเปลือกไข่ทั้ง 2 ลักษณะทำให้ค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณลิโมนิน นารินจิน ที่ลดลงมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนกรดซิตริก และวิตามินซีลดลงแตกต่างกัน ผลแสดงในตารางที่ 12

4.4.2.2. เปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมและโปตัสเซียมในน้ำส้มควบคุมกับน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติและเปลือกไข่ปลอดโปรตีน พบว่าน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติมีปริมาณแคลเซียมมากกว่าน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับด้วยเปลือกไข่ปลอดโปรตีน แต่น้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติมีปริมาณโปตัสเซียมน้อยกว่าน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับด้วยเปลือกไข่ปลอดโปรตีน แสดงผลในตารางที่ 13

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยร้อยละขององค์ประกอบทางเคมีที่ลดลงของน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการ
ดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ปลดโปรตีน

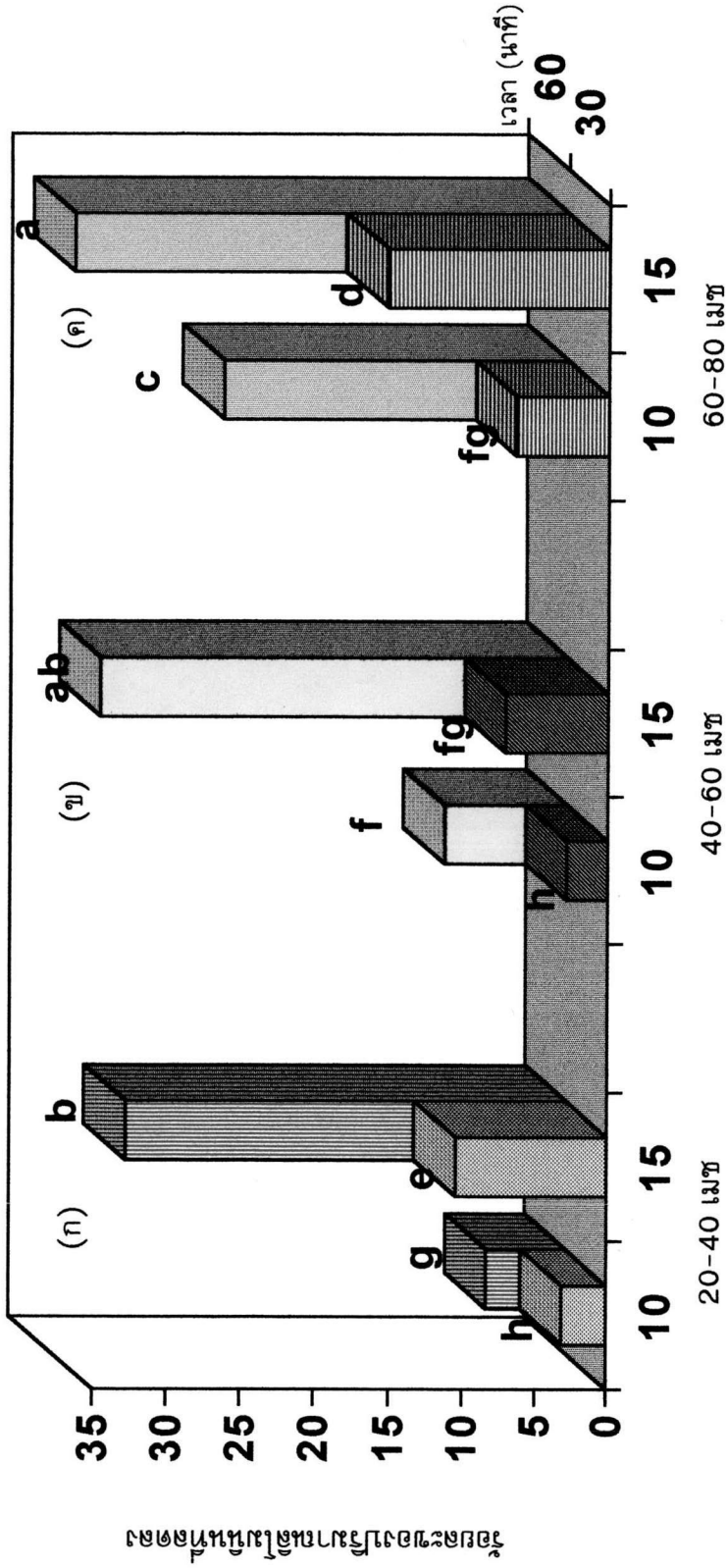
ขนาดเปลือกไข่(เมช)	ปริมาณเปลือกไข่/น้ำส้ม(ก/100 มล.)	เวลาทำปฏิกิริยา(นาที)	ปริมาณที่ลดลง (%)					
			ลิโมนิน	นารินจิน	กรดซิตริก	วิตามินซี	องศาบริกซ์ ^{NS}	
20-40	10	30	3.13 ±1.07	3.81 ±0.77	10.24 ±0.85	2.98 ±0.96	11	
		60	5.47 ±0.65	9.24 ±2.31	12.65 ±0.85	1.01 ±0.71	10.9	
	15	30	10.46 ±2.05	15.76 ±2.31	23.50 ±0.86	9.72 ±1.05	10.9	
		60	29.93 ±1.31	14.81 ±0.95	24.10 ±0.00	5.24 ±0.35	11	
	40-60	10	30	2.84 ±1.21	7.61 ±0.00	24.4 ±0.42	5.98 ±0.71	11
			60	8.43 ±0.15	13.59 ±0.77	24.4 ±0.42	6.48 ±0.00	10.8
15		30	7.09 ±0.42	14.68 ±0.77	30.12 ±0.00	6.98 ±0.71	11	
		60	31.72 ±0.27	20.11 ±2.31	30.12 ±0.00	8.48 ±1.41	11	
60-80		10	30	6.43 ±0.14	7.07 ±2.31	20.48 ±0.00	5.48 ±0.00	10.9
			60	23.43 ±0.79	9.78 ±3.42	20.48 ±0.00	6.77 ±1.01	11
	15	30	15.20 ±0.23	23.91 ±0.00	30.12 ±0.00	9.97 ±0.70	11	
		60	33.55 ±0.00	24.46 ±0.77	30.73 ±0.86	7.98 ±0.71	11	

NS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 11 ค่าความแตกต่างของสี (ΔE) ของน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่างไม่
 ต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ปลดโปรตีนเทียบกับน้ำส้มก่อนผ่านกระบวนการดูดซับ

ขนาดอนุภาค เปลือกไข่(เมช)	ปริมาณเปลือกไข่/น้ำ ส้ม(กรัม/100มล.)	เวลาทำ ปฏิกิริยา (นาที)	ค่าความแตกต่างของสี ^{ns} (ΔE)
20-40	10	30	1.37±0.11
		60	1.45±0.16
	15	30	0.73±0.06
		60	1.44±0.62
40-60	10	30	1.30±0.09
		60	1.02±0.43
	15	30	1.47±0.09
		60	1.41±0.11
60-80	10	30	1.35±0.02
		60	1.18±0.12
	15	30	1.16±0.09
		60	1.46±0.08

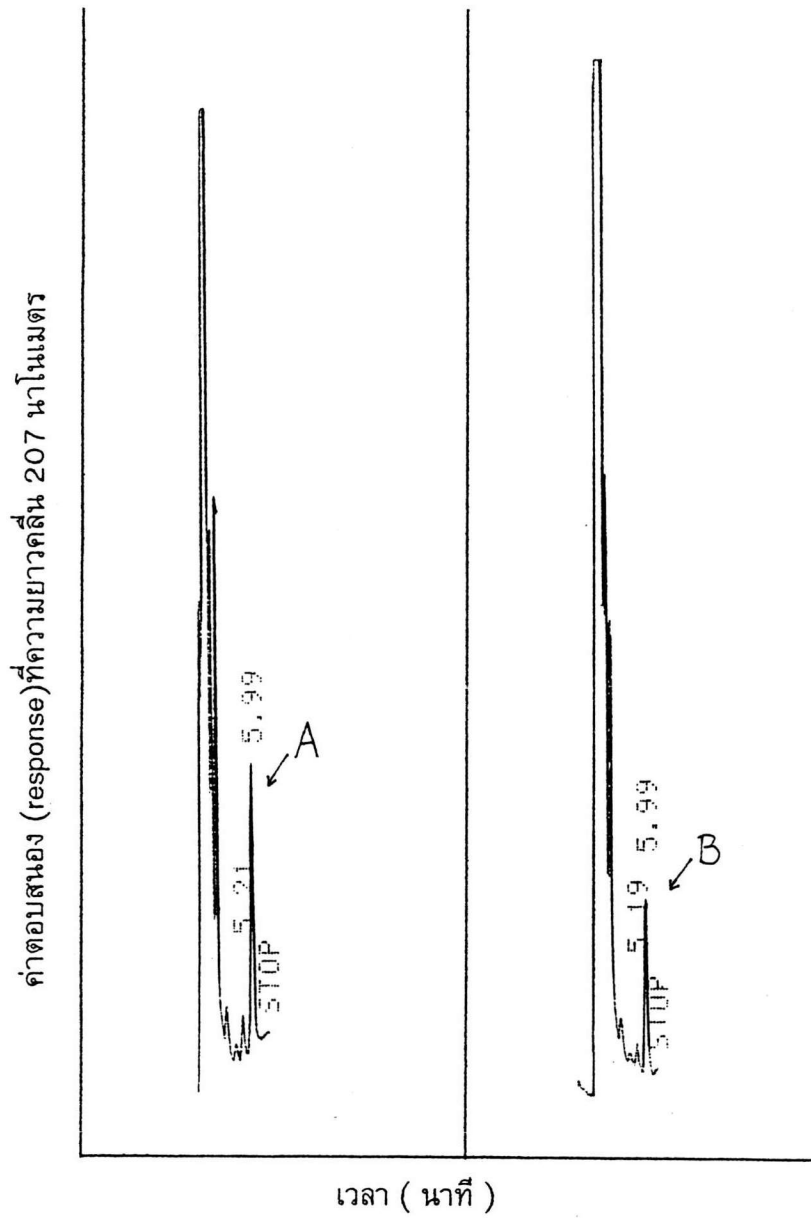
NS ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)



ปริมาณเปลี่ยนไ้ (กรัม/100 มล.ของน้ำส้ม)

รูปที่ 21 ค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณผลไม้มิที่ลดลงของน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ปลดโปรตีนขนาด 20-40เมท (ก), 40-60 เมท (ข) และ 60-80 เมท(ค)

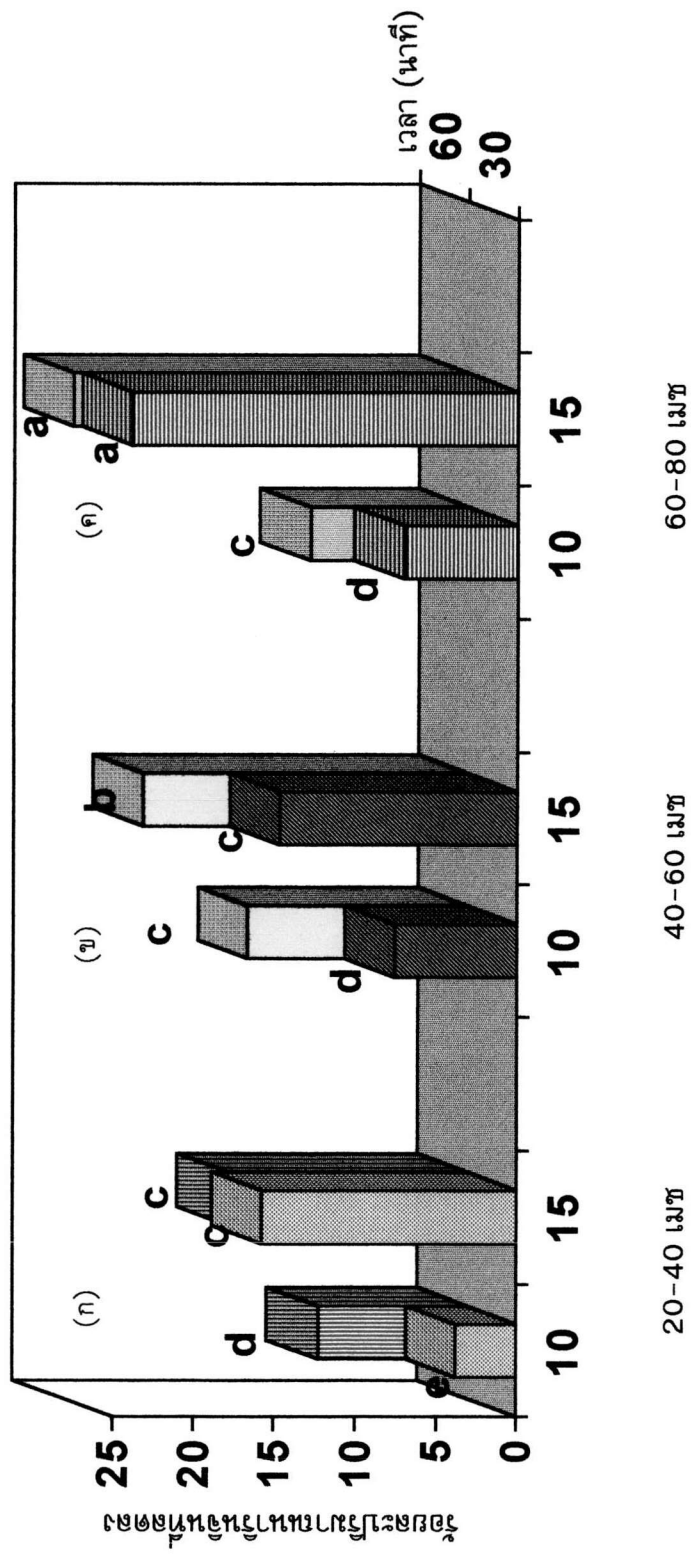
a,b,c.. ตัวอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)



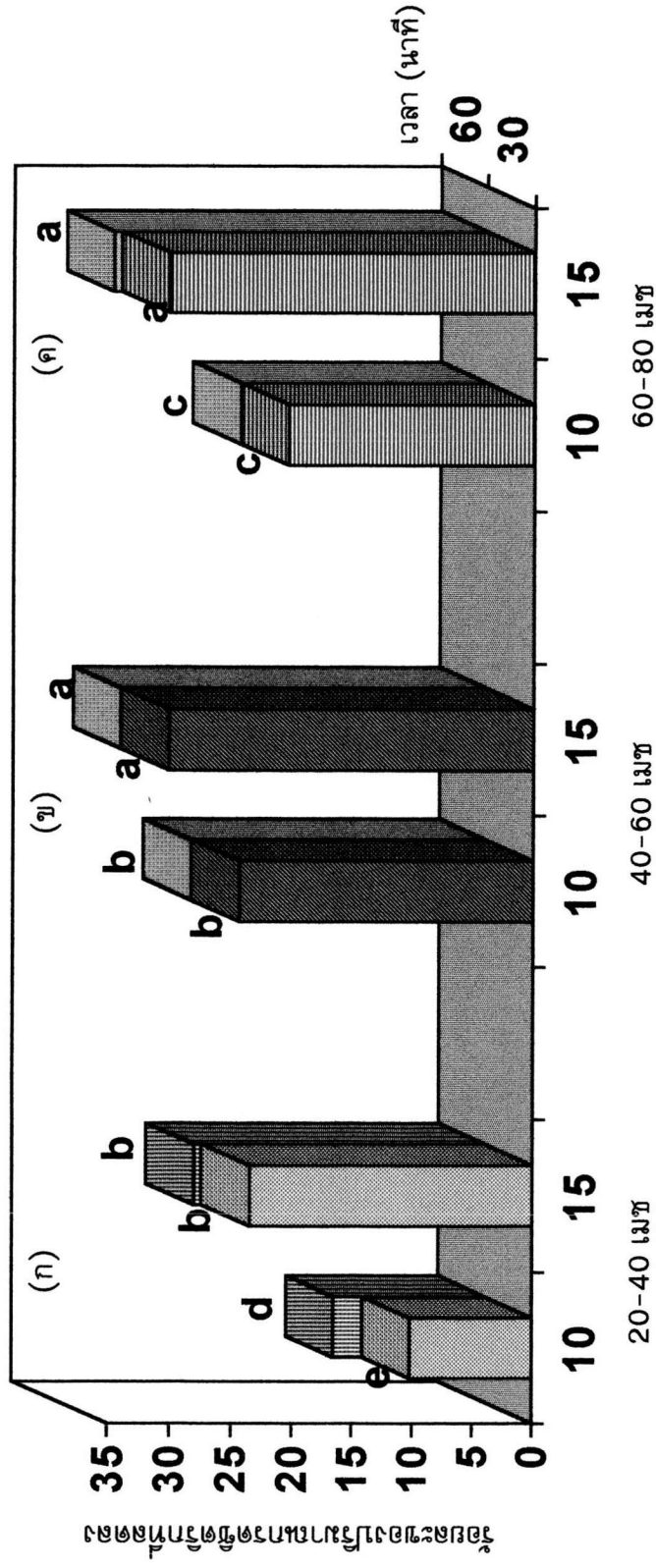
รูปที่ 22 โคโรมาโทแกรมการวิเคราะห์ปริมาณลิโมนีนในน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับ
อย่างไม่ต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ปลดโปรตีน

พีค A = ปริมาณลิโมนีนในน้ำส้มสด วัดที่ 207 นาโนเมตร

พีค B = ปริมาณลิโมนีนในน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่อง
วัดที่ 207 นาโนเมตร



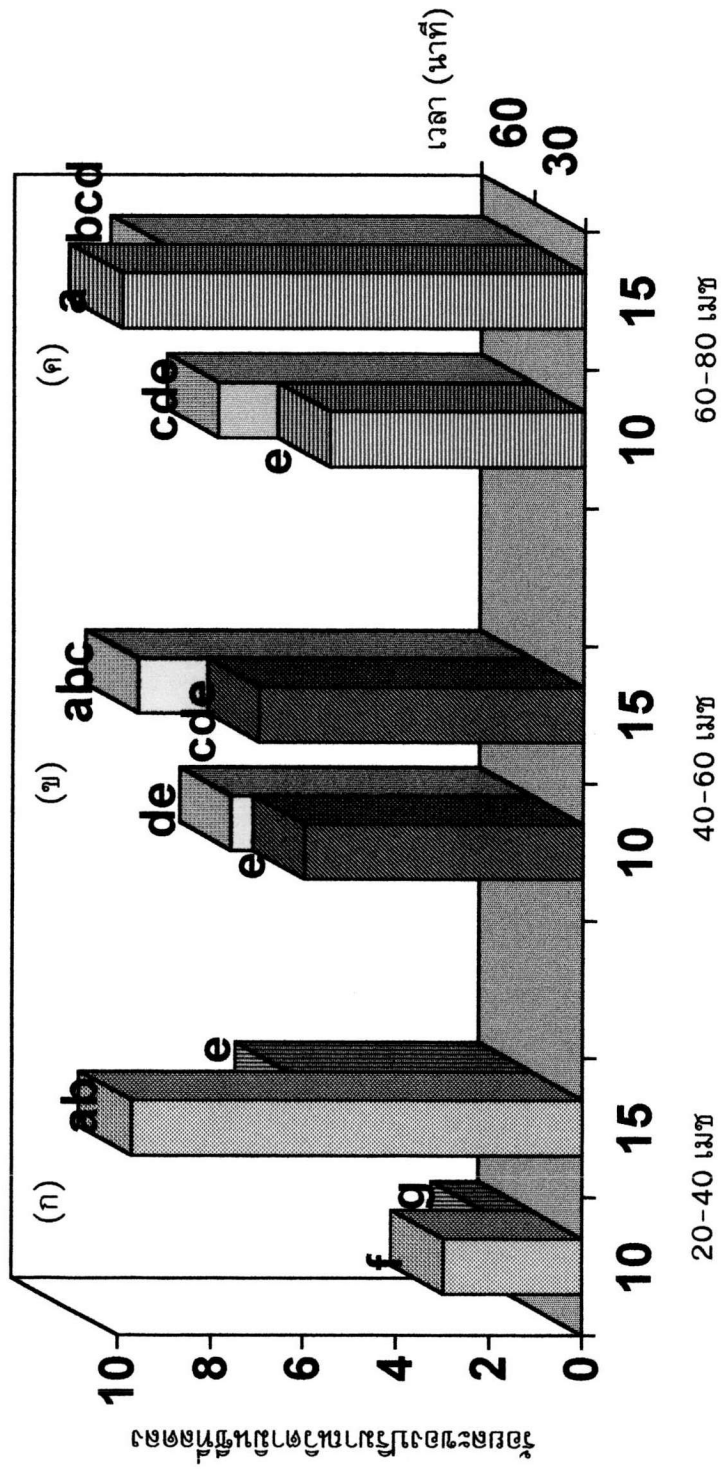
รูปที่ 23 ค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณหารินจินที่ลดลงของน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่องด้วย เปลือกไข่ปลดอัดโปรตีนขนาด 20-40 เมช (ก) , 40-60 เมช(ข) และ 60-80 เมช (ค) a,b,c..ตัวอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ปริมาณเปลี่ยนน้ำ (กรัม/100มล. ของน้ำส้ม)

รูปที่ 24 ค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณการเจริญเติบโตของน้ำส้มที่ลดลงของน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ปลดปล่อยโปรตีนขนาด 20-40 เมช (ก), 40-60เมช (ข) และ 60-80เมช (ค)

a,b,c.... ตัวอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ปริมาณเปลือกไข่ (กรัม/100 มล.ของน้ำส้ม)

รูปที่ 25 ค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณวิตามินซีที่ลดลงของน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่อง ด้วยเปลือกไข่ปลอดโปรตีนขนาด 20-40 มม(ก) , 40-60(ข) และ 60-80 มม(ค)

a,b,c,... ตัวอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของ ปริมาณลิโมนิน นารินจิน กรดซิตริก และ วิตามินซีที่ลดลงในน้ำส้ม โดยใช้เปลือกไซธรรมชาติและปลดโปรตีนด้วย กระบวนการดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่อง

รายละเอียด	วิธีลดรสขมด้วยการดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่อง	
	เปลือกไซธรรมชาติ	เปลือกไซปลดโปรตีน
ปริมาณเปลือกไซ/ปริมาณน้ำส้ม	15:100	15:100
ขนาดอนุภาคเปลือกไซ (เมช)	60-80	60-80
ลิโมนินที่ลดลง (%)	31.56	33.55
นารินจินที่ลดลง (%)	24.02	24.46
กรดซิตริกที่ลดลง (%)	74.05	30.73
วิตามินซีที่ลดลง (%)	17.30*	7.98
องค์ประกอบ	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง
สี	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง

* ไม่พ่นไนโตรเจน

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมและโปตัสเซียมในน้ำส้มที่ไม่ผ่านกระบวนการ
การดูดซับ กับน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่
ธรรมชาติและเปลือกไข่ปลดโปรตีน

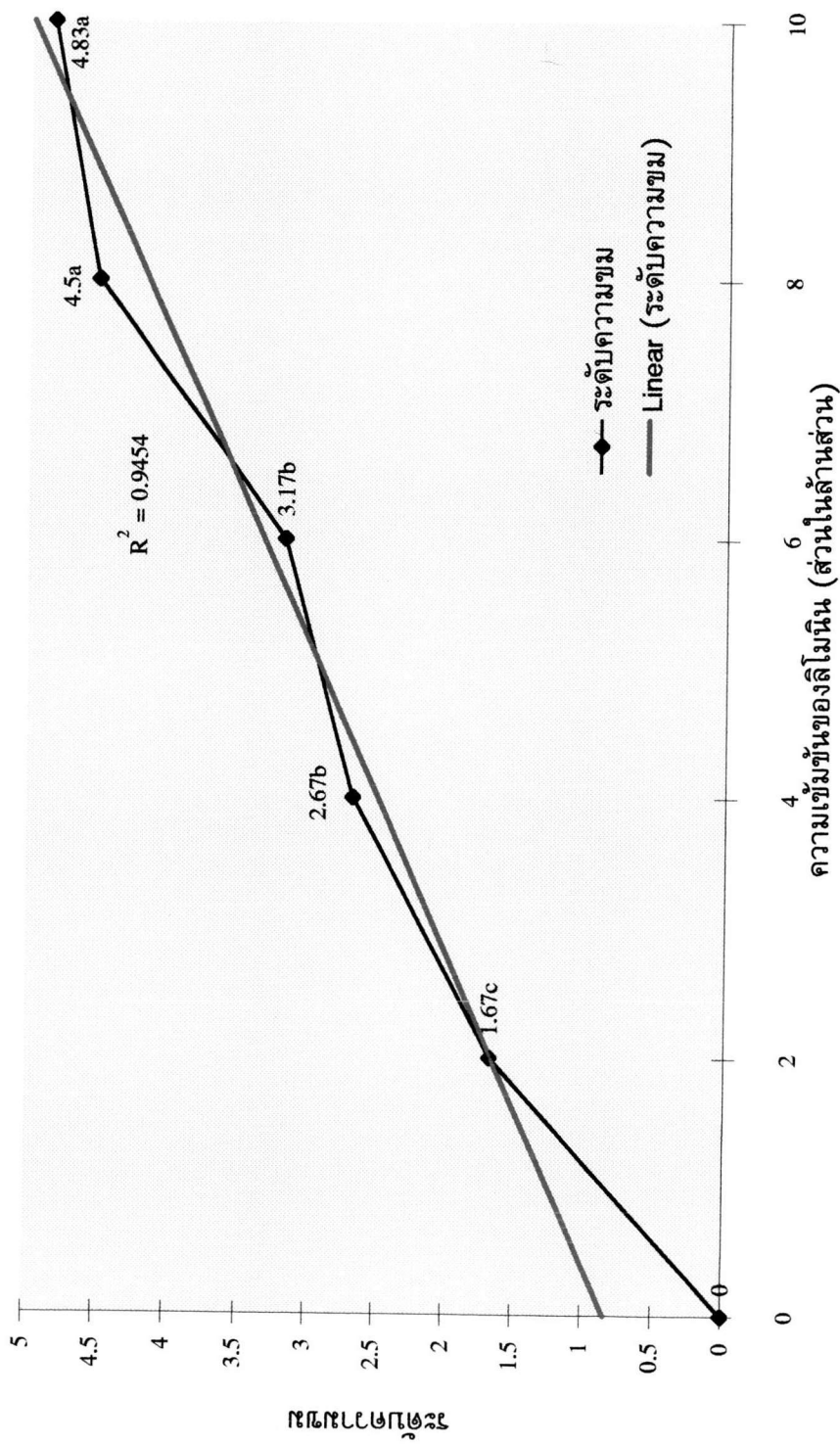
ชนิดของตัวอย่าง	ปริมาณแคลเซียม (ส่วนในล้านส่วน)	ปริมาณโปตัสเซียม (ส่วนในล้านส่วน)
น้ำส้มควบคุม	56.60	1472.00
น้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับ ด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติ	362.20	1418.00
น้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับ ด้วยเปลือกไข่ปลดโปรตีน	264.60	1555.00

4.5. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณลิโมนินและความขมในน้ำส้มโดยวิธีทดสอบทางประสาทสัมผัส

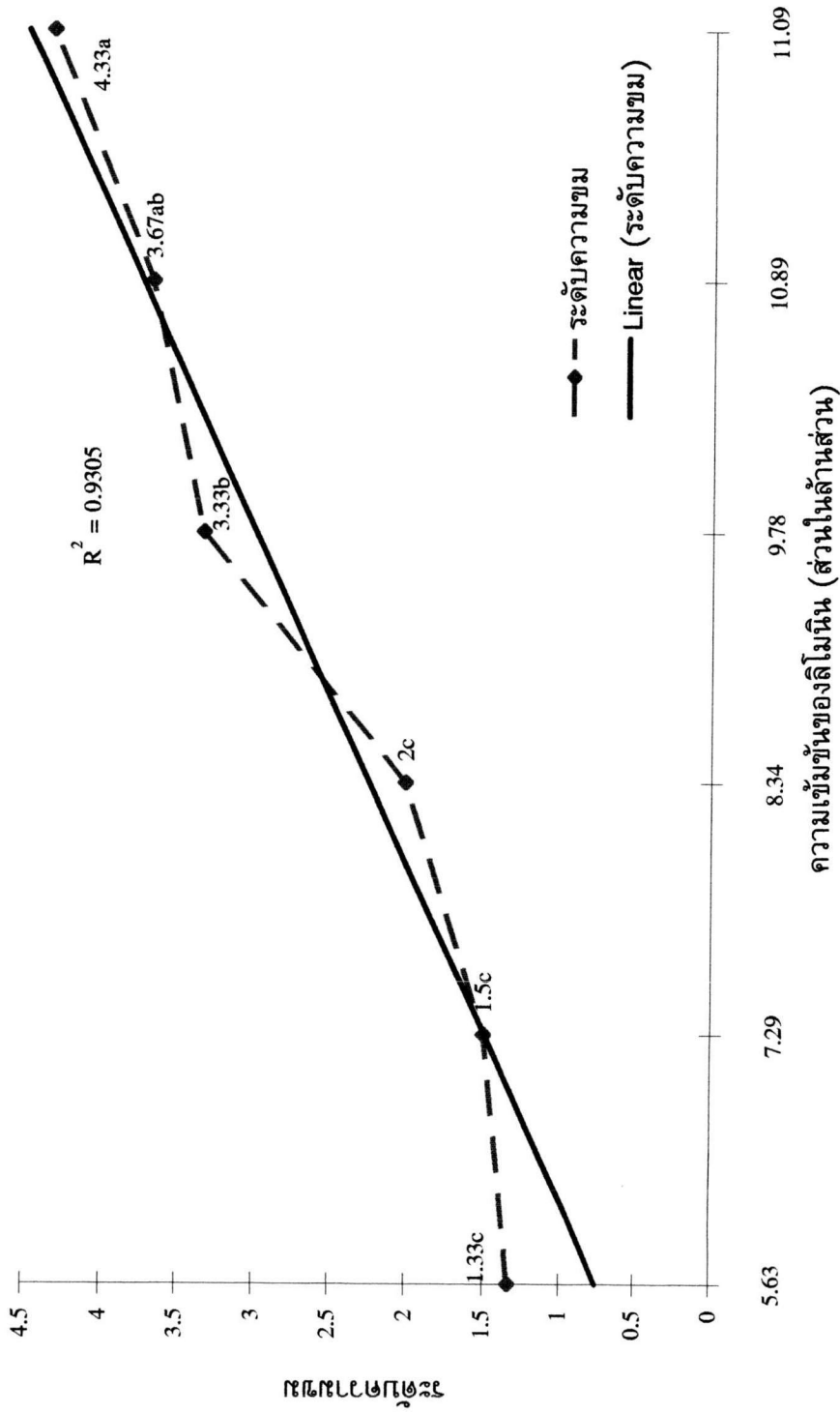
ในการวิเคราะห์สมบัติด้านรสขมของน้ำส้มโดยใช้ประสาทสัมผัสนั้น ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน โดยการเปรียบเทียบรสขมของตัวอย่างน้ำกลั่นที่มีปริมาณลิโมนิน 2, 4, 6, 8 และ 10 ส่วนในล้านส่วน และเปรียบเทียบรสขมของตัวอย่างน้ำส้มที่มีปริมาณลิโมนิน 5.63, 7.29, 8.34, 9.78, 10.89 และ 11.09 ส่วนในล้านส่วน เพื่อนำมาทำมาตรฐานในระดับที่ผู้บริโภคสามารถตรวจสอบรสขมได้ โดยใช้วิธีการทดสอบแบบการแสดงคะแนน ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 26 และ 27 ตามลำดับ และใช้การทดสอบแบบการจัดลำดับของรสขมที่รู้สึกได้ เพื่อยืนยันผลการทดสอบความรู้สึกในการแยกความแตกต่างของรสขมในน้ำกลั่นและน้ำส้ม ดังแสดงในรูปที่ 28 และ 29 ตามลำดับ

การทดสอบแบบการแสดงคะแนนของน้ำกลั่นที่มีปริมาณลิโมนินทั้ง 5 ความเข้มข้น เมื่อนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิเคราะห์ความแตกต่างโดย Duncan's New Multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนรสขมของปริมาณลิโมนินในน้ำกลั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงในตารางที่ 20 (ภาคผนวก ข) เมื่อทำการทดสอบแบบการจัดลำดับของรสขมที่รู้สึกได้ โดยแปรผลตามวิธี Fisher และ Yates และนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิเคราะห์ความแตกต่าง พบว่าการจัดลำดับของตัวอย่างตามความแตกต่างของปริมาณลิโมนินมีความแม่นยำสูง แสดงในตารางที่ 21 (ภาคผนวก ข)

ส่วนการทดสอบแบบการแสดงคะแนนของน้ำส้มที่มีปริมาณลิโมนินต่างกันทั้ง 6 ความเข้มข้น เมื่อนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิเคราะห์ความแตกต่าง พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนรสขมของปริมาณลิโมนินในน้ำส้มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงในตารางที่ 22 (ภาคผนวก ข) และเมื่อทำการทดสอบแบบการจัดลำดับของรสขม พบว่าการจัดลำดับของตัวอย่างตามความแตกต่างของปริมาณลิโมนินให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดงในตารางที่ 23 (ภาคผนวก ข)



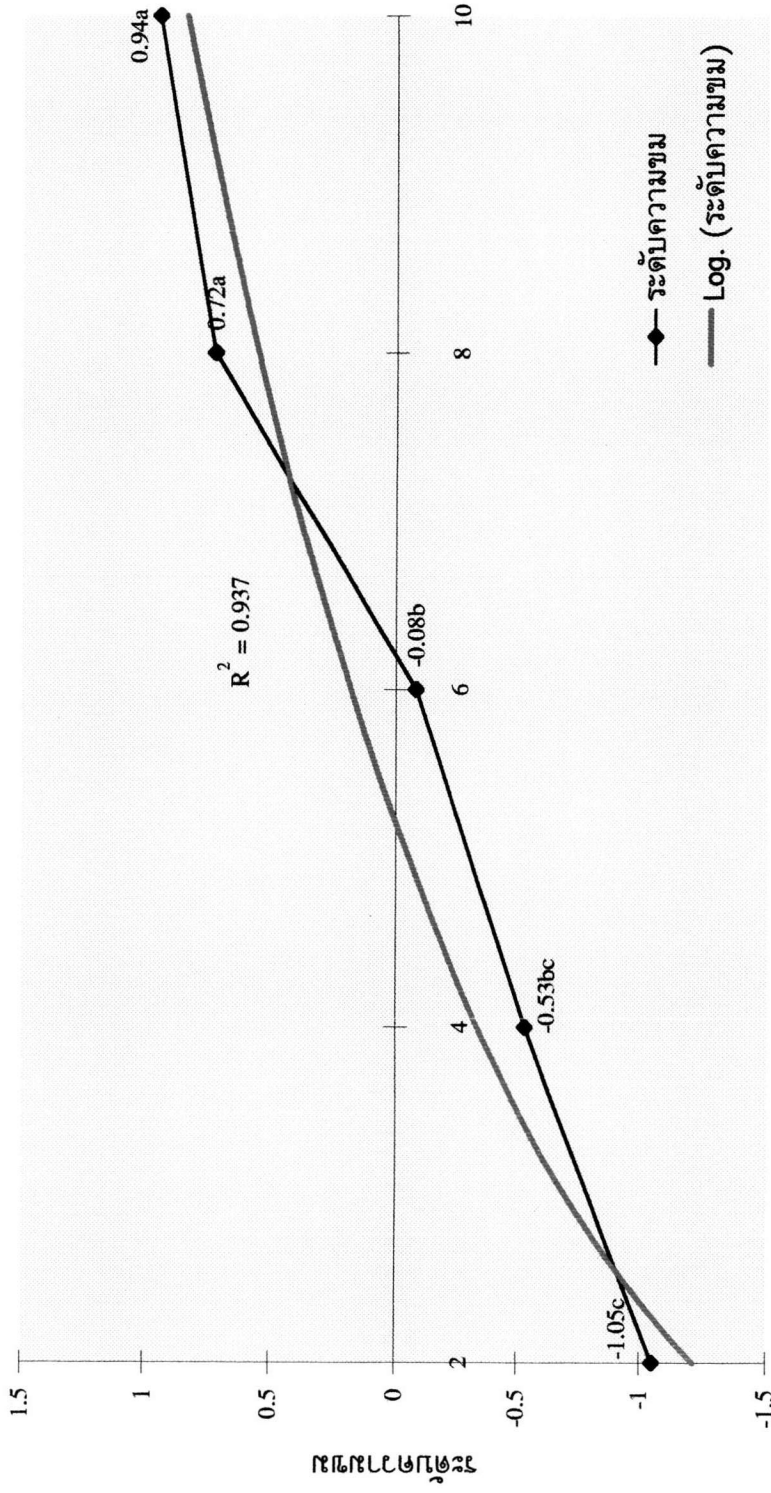
รูปที่ 26 ปริมาณลิโมนินในน้ำกลั่นที่สามารถตรวจสอบระดับความขมทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Scoring Test ซึ่งกำหนดระดับสเกลความขมดังนี้ ระดับความขม 1 = ไม่ขม
 2 = ขมเล็กน้อย, 3 = ขมปานกลาง, 4 = ขมมาก, 5 = ขมมากที่สุด



รูปที่ 27 ปริมาณลิโมนินในน้ำส้มที่สามารถตรวจสอบระดับความขมทางประสาทสัมผัส โดยวิธี

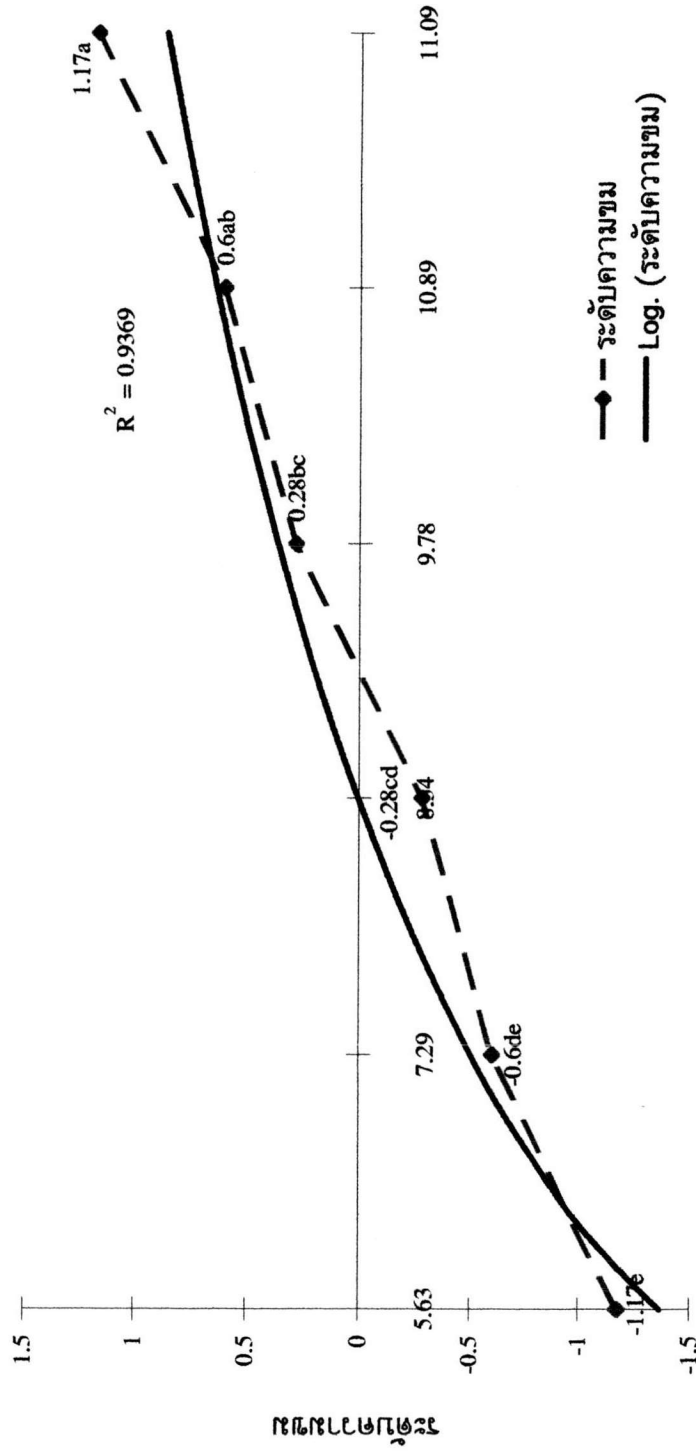
Scoring Test ซึ่งกำหนดสเกลระดับความขมดังนี้ ระดับความขม 1 = ไม่ขม

2 = ขมเล็กน้อย, 3 = ขมปานกลาง, 4 = ขมมาก, 5 = ขมมากที่สุด



ความเข้มข้นของลิโมนิน (ส่วนในล้านส่วน)

รูปที่ 28 ปริมาณลิโมนินในน้ำกลั่นที่สามารถตรวจสอบระดับความขมทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Ranking test ซึ่งกำหนดระดับความขมดังนี้ ความขมระดับ 1 = ไม่ขม 2 = ขมเล็กน้อย 3 = ขมปานกลาง, 4 = ขมมาก, 5 = ขมมากที่สุด



ความเข้มข้นของลิโมนีน (ส่วนในล้านส่วน)

รูปที่ 29 ปริมาณลิโมนีนในน้ำส้มที่สามารตรวจสอบระดับความขมทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Ranking Test ซึ่งกำหนดระดับสเกลความขมดังนี้ ระดับความขม 1 = ไม่ขม 2 = ขมเล็กน้อย, 3 = ขมปานกลาง, 4 = ขมมาก, 5 = ขมมากที่สุด

4.6.วิเคราะห์อายุการเก็บของน้ำส้มที่ผ่านขั้นตอนการลดรสขมแบบไม่ต่อเนื่องเปรียบเทียบกับน้ำส้มที่ไม่ผ่านขั้นตอนการลดรสขม

เตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำส้มเป็น 3 กลุ่ม ตามที่อธิบายไว้ในข้อ 3.2.6 ดังนี้
ตัวอย่างกลุ่มที่ 1 หรือ กลุ่มควบคุม หมายถึงน้ำส้มที่ไม่ผ่านขั้นตอนการลดรสขม

ตัวอย่างกลุ่มที่ 2 หมายถึงน้ำส้มที่ผ่านขั้นตอนการลดรสขมแบบไม่ต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติ

ตัวอย่างกลุ่มที่ 3 หมายถึงน้ำส้มที่ผ่านขั้นตอนการลดรสขมแบบไม่ต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ปลอดโปรตีน

ผลการวิเคราะห์รายละเอียดทางเคมีและกายภาพ แสดงในตารางที่ 14, 15 ร่วมกับรูปที่ 30 - 34 พบว่าค่าเฉลี่ยของลิโมนิน นารินจิน กรดซิตริก วิตามินซี และสี ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลอง 1 และ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และยังพบว่าระยะเวลาการเก็บมีผลต่อปริมาณลิโมนิน นารินจิน วิตามินซี และสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนผลของระยะเวลาการเก็บไม่มีผลต่อปริมาณกรดซิตริกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงในรูปที่ 33

ตารางที่ 14 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มกระป๋องที่ระยะเวลาการเก็บ
ประมาณ 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

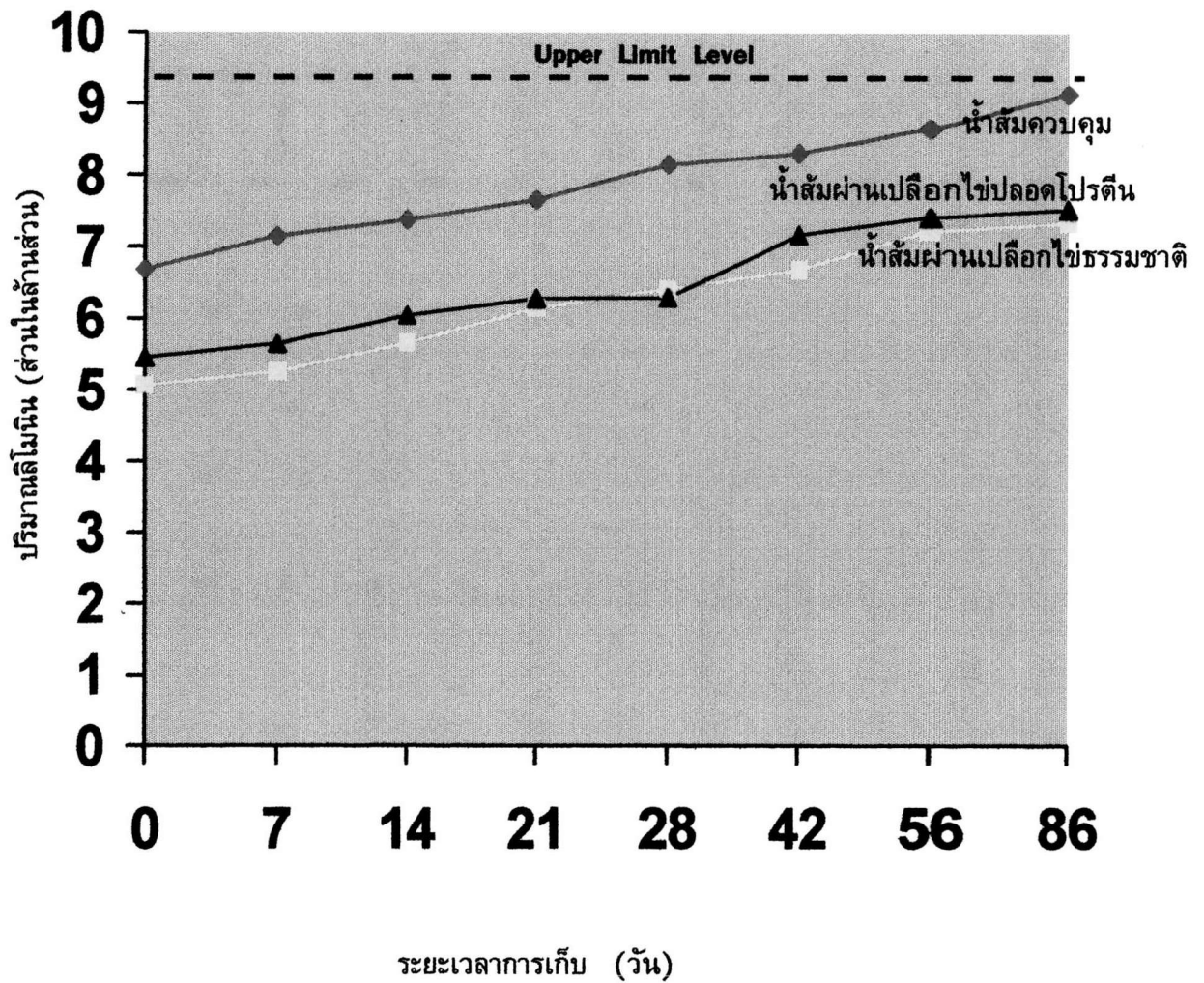
ชนิดตัวอย่าง	อายุ (วัน)	ลิโมนิน(ส่วน ในล้านส่วน)	นารินจิน(ส่วนใน ล้านส่วน)	กรดซิตริก (%)	วิตามินซี (มก /100มล.)
น้ำส้มกลุ่มควบคุม (control)	0	6.68 ^g	313.64 ^{abc}	0.43 ^a	28.01 ^a
	7	7.14 ^f	306.82 ^{abcd}	0.43 ^a	27.55 ^{ab}
	14	7.37 ^{def}	299.52 ^{cde}	0.42 ^a	25.58 ^{cd}
	21	7.65 ^d	295.45 ^{def}	0.43 ^a	25.92 ^{cd}
	28	8.15 ^c	317.05 ^a	0.43 ^a	23.63 ^{def}
	42	8.31 ^{bc}	302.28 ^{bcd}	0.42 ^a	24.05 ^{def}
	56	8.65 ^b	304.55 ^{abcd}	0.41 ^a	23.81 ^{def}
	86	9.14 ^a	314.78 ^b	0.41 ^a	22.18 ^{ghij}
น้ำส้มกลุ่มที่ 2 (น้ำส้มที่ผ่านกระบวนการ ลดรสขมอย่างไม่ ต่อเนื่องด้วยเปลือกไซ ธรรมชาติ)	0	5.02 ^m	295.00 ^{def}	0.27 ^c	24.75 ^{cd}
	7	5.26 ^m	275.00 ^{ghij}	0.27 ^c	24.28 ^{de}
	14	5.65 ^l	285.23 ^{fg}	0.26 ^c	23.12 ^{efgh}
	21	6.15 ^{hijk}	262.50 ^k	0.27 ^c	21.89 ^{hij}
	28	6.41 ^{gh}	284.09 ^{fgh}	0.25 ^c	21.42 ^{ij}
	42	6.68 ^g	275.73 ^{fghij}	0.25 ^c	22.41 ^{fghi}
	56	7.22 ^{def}	287.50 ^{efg}	0.26 ^c	21.24 ^{ij}
	86	7.34 ^{def}	282.32 ^{fghi}	0.26 ^c	20.78 ^j
น้ำส้มกลุ่มที่ 3 (น้ำส้มที่ผ่านกระบวนการ ลดรสขมอย่างไม่ ต่อเนื่องด้วยเปลือกไซ ปลอดโปรตีน)	0	5.26 ^m	284.09 ^{fgh}	0.31 ^b	23.69 ^{defg}
	7	5.64 ^l	271.59 ^{hij}	0.31 ^b	23.35 ^{defgh}
	14	6.04 ^{ijk}	284.09 ^{fgh}	0.31 ^b	23.12 ^{efgh}
	21	6.28 ^{hij}	254.55 ^k	0.31 ^b	21.95 ^{hij}
	28	6.29 ^{hi}	269.32 ^{hij}	0.31 ^b	21.48 ^{ij}
	42	7.17 ^{def}	271.59 ^{hij}	0.31 ^b	21.01 ^{ij}
	56	7.42 ^{def}	268.18 ^{ij}	0.30 ^b	21.01 ^{ij}
	86	7.52 ^{ed}	270.45 ^{hij}	0.30 ^b	21.01 ^{ij}

a,b,c..ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

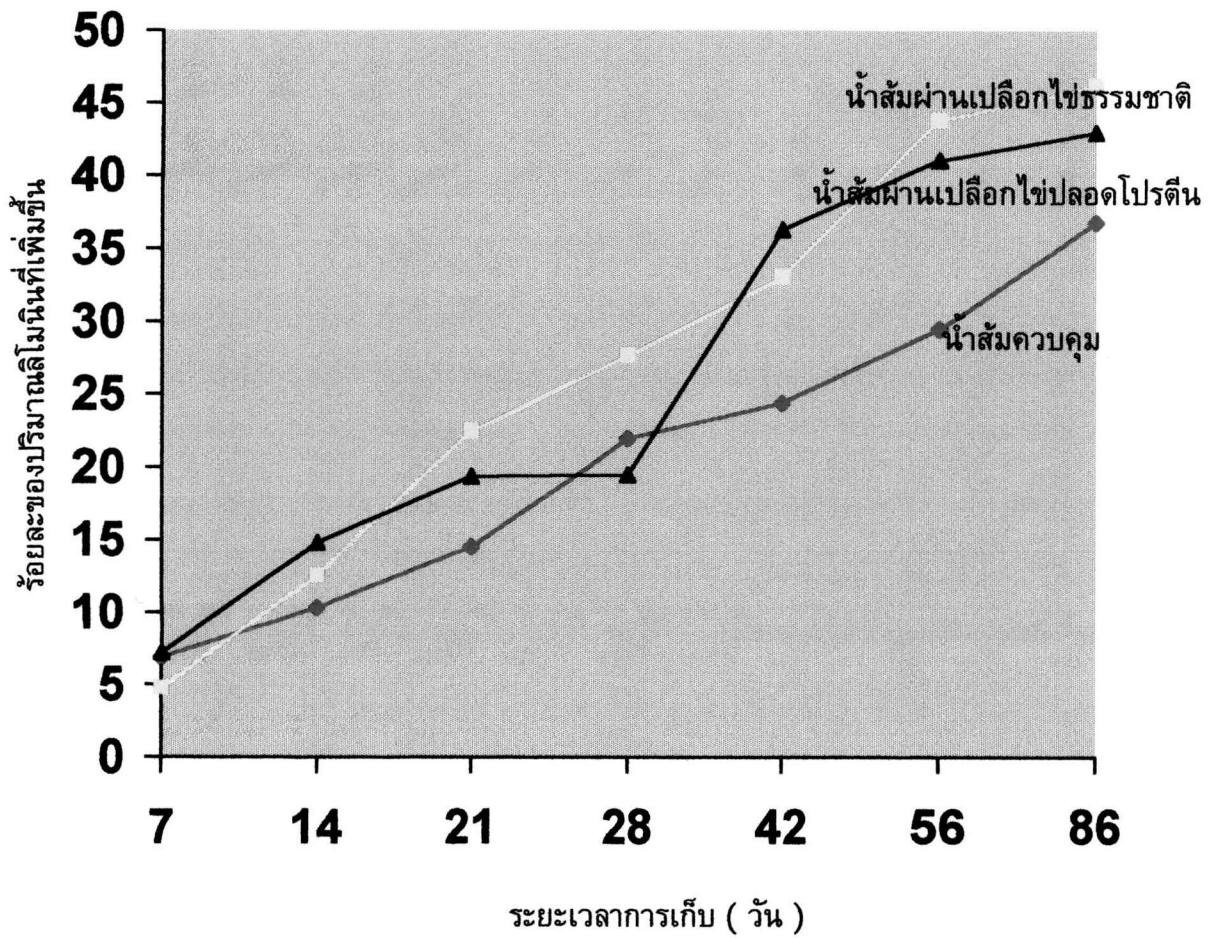
ตารางที่ 15 การเปลี่ยนแปลงค่าความแตกต่างของสี (ΔE) ของน้ำส้มกระป๋องที่ระยะเวลาการเก็บประมาณ 3 เดือน อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

อายุการเก็บ (วัน)	ค่าความแตกต่างของสี (ΔE)		
	น้ำส้มกลุ่มควบคุม	น้ำส้มผ่านเปลือกไข่ธรรมชาติ	น้ำส้มผ่านเปลือกไข่ปลอดโปรตีน
7	1.96 ^{gh}	1.81 ^{ghi}	1.18 ⁱ
14	2.06 ^{efgh}	1.98 ^{efgh}	1.17 ⁱ
21	2.18 ^{eigh}	2.34 ^{cdefg}	1.52 ^{hi}
28	2.53 ^{bcdefg}	2.56 ^{bcdefg}	2.14 ^{efgh}
42	2.72 ^{bcdefg}	2.99 ^{abcd}	2.51 ^{bcdefg}
56	2.99 ^{abcd}	2.66 ^{bcdef}	3.14 ^{abc}
86	3.76 ^a	2.8 ^{bcdef}	3.4 ^{ab}

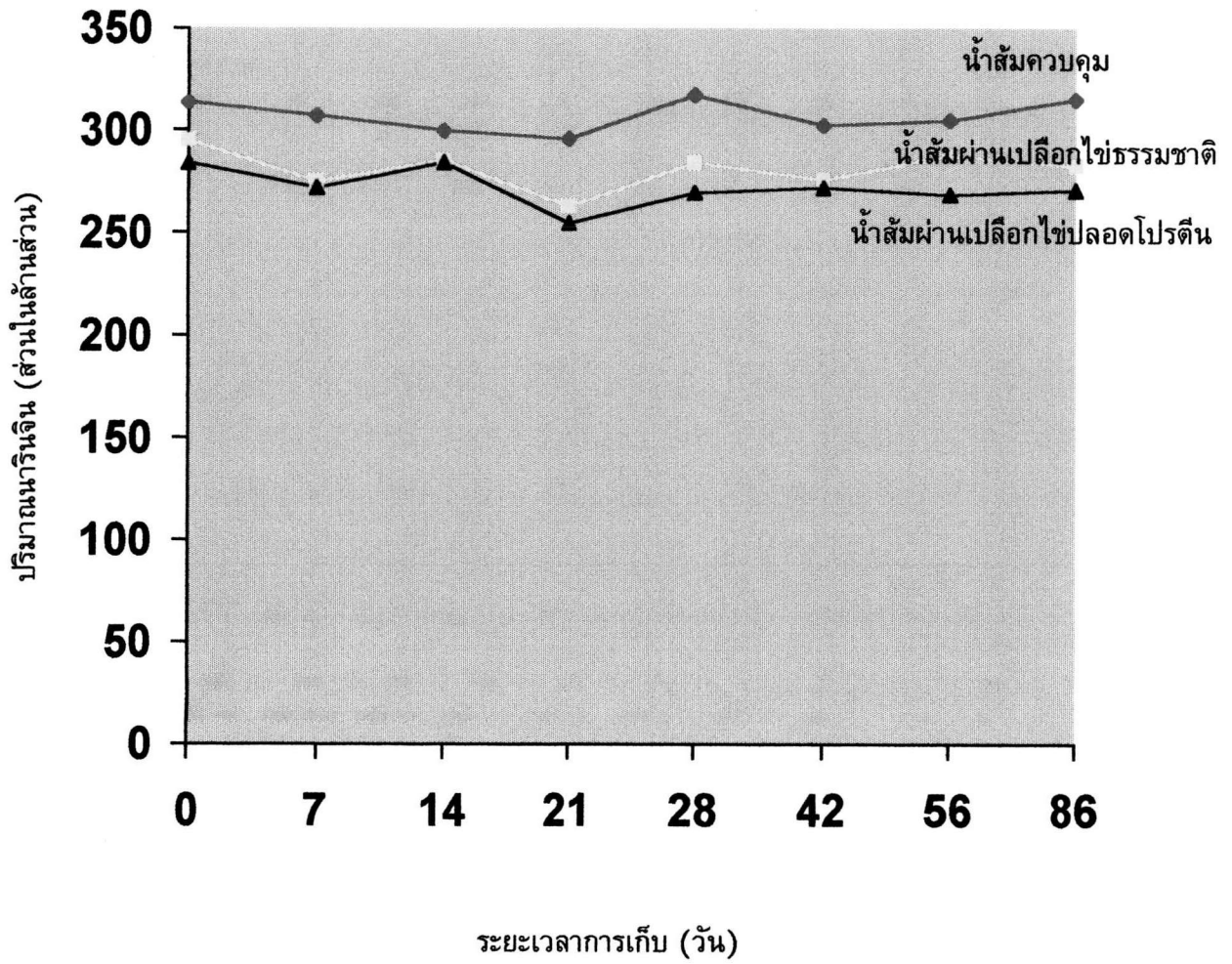
a,b,c ... ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



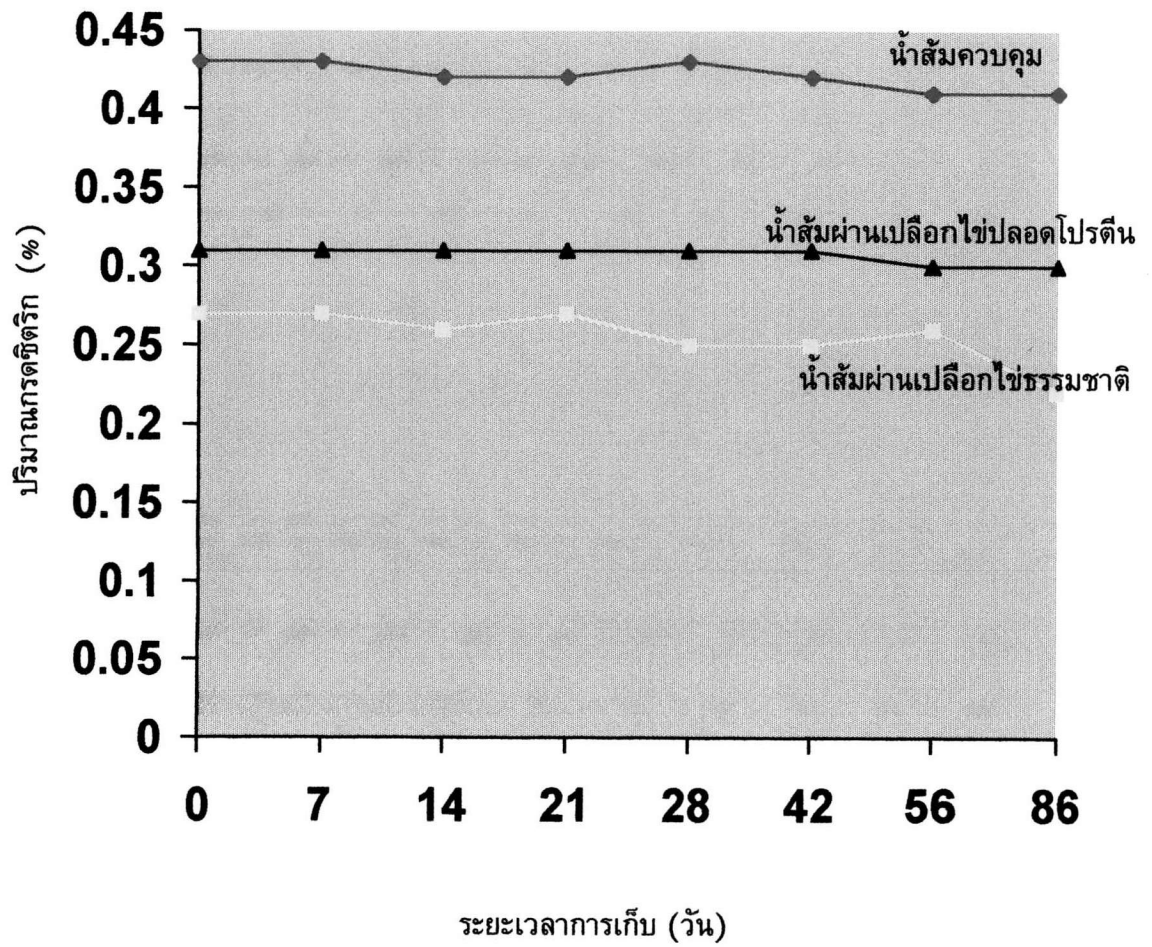
รูปที่ 30 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียในน้ำส้มกรองที่ระยะเวลาการเก็บประมาณ 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



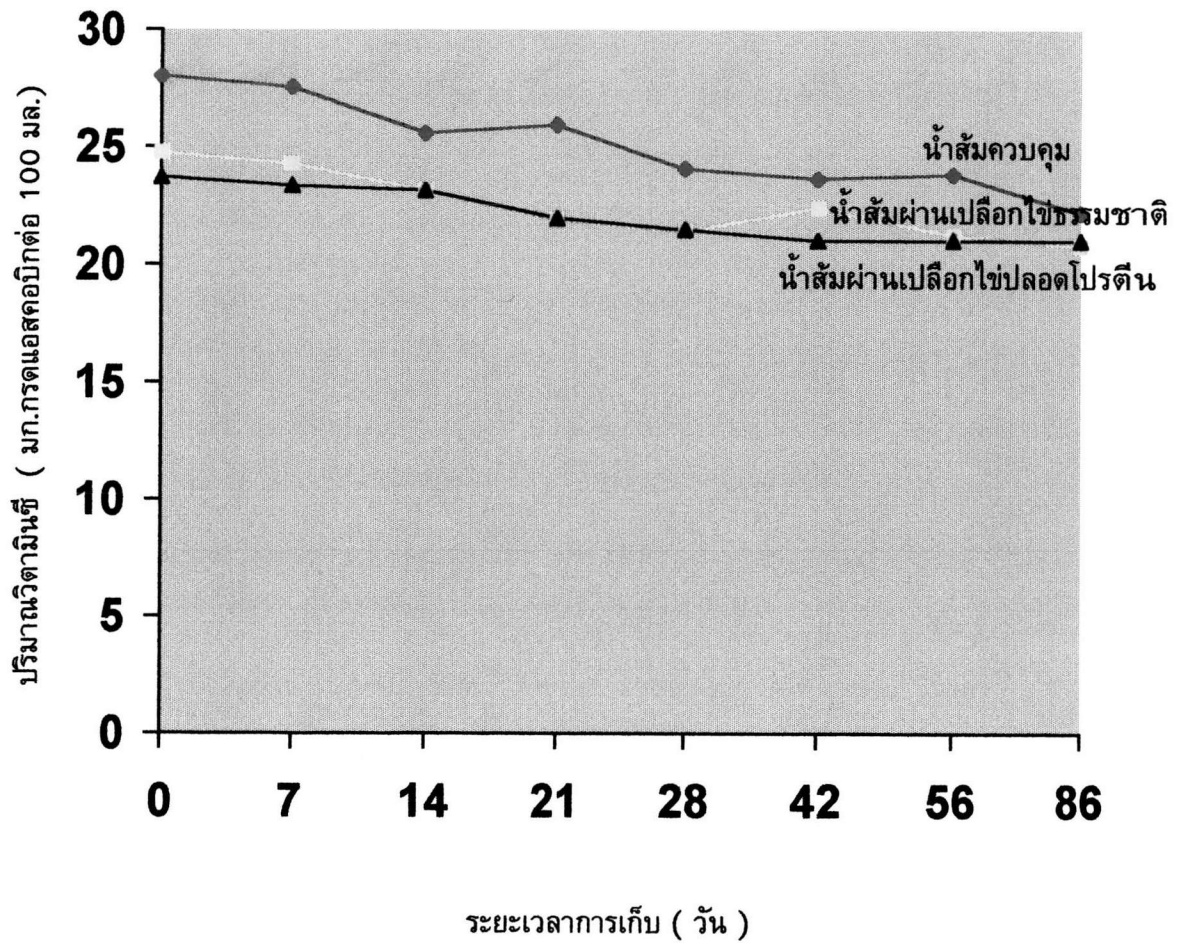
รูปที่ 31 ค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณลิโมนินที่เพิ่มขึ้นของน้ำส้มกระป๋องที่ระยะเวลาการเก็บประมาณ 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



รูปที่ 32 การเปลี่ยนแปลงปริมาณนารินจินในน้ำส้มกระป๋องที่ระยะเวลาการเก็บประมาณ 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



รูปที่ 33 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซิติริกในน้ำส้มกระป๋องที่ระยะเวลาการเก็บ ประมาณ 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



รูปที่ 34 การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีในน้ำส้มกระป๋องที่ระยะเวลาการเก็บ ประมาณ 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส