

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการสำรวจตลาดและสัมภาษณ์ผู้บริโภครวม

ขนาดตลาด

จากวิธีคาดคะเนขนาดกลุ่มผู้บริโภครวมภายในประเทศ ตามที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 จึงคาดว่าตลาดภายในประเทศต้องการใช้สังขยาทาขนมปัง ประมาณ วันละ 10 ตัน

ส่วนแบ่งตลาดที่ควรได้รับ

เนื่องจากผู้ผลิตที่สำคัญมีเพียง 2 ราย คือ หจก. วงศ์บราเดอร์ และ หจก. ชีบราเดอร์ ซึ่งทำการผลิตแบบอุตสาหกรรมครอบครัวขนาดเล็ก ดังนั้น โอกาสที่จะชิงส่วนแบ่งตลาดจึงเป็นไปได้ โดยที่ผู้ผลิตรายใหม่จะต้องผลิตสินค้าให้มีคุณภาพดีทัดเทียมกับผู้ผลิตเดิม และพยายามลดต้นทุนการผลิต ส่งเสริมการขายให้ดีกว่าผู้ค้าเดิม

ราคามลิตภัณฑ์

ราคามลิตภัณฑ์ในท้องตลาดขึ้นอยู่กับลักษณะการบรรจุ และขนาดบรรจุ ดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ราคามลิตภัณฑ์ในท้องตลาด

ผลิตภัณฑ์ตรา	ภาชนะบรรจุ	ขนาด (กรัม)	ราคา(บาท)
เอ็มไพร์	กระปุกพลาสติก	200	8
"	ขวดแก้ว	114	10
"	"	265	17
บุปผชาติ	"	265	18
เบญจมาศ, เลิศรส, นิตยา, ไข่แดง, ฯลฯ	กระปุกพลาสติก	200	7-8

ลักษณะผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ สีแสดกลั่นวนิลา และสีเขียวใบเตย การบรรจุส่วนใหญ่ใช้กระปุกพลาสติก ซึ่งเก็บไว้ไม่ได้นานและจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบเสีย สำหรับประเภทที่บรรจุขวดแก้ว จะเก็บไว้ได้นานกว่า แบบบรรจุกระปุกพลาสติก เพราะว่ามี การผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน และที่ฉลากแสดงไว้ด้วยว่าใช้วัตถุดิบเสียในปริมาณ 0.1%

การสัมภาษณ์ผู้บริโภค

ผลการสัมภาษณ์ผู้บริโภค 47 ท่าน ซึ่งเป็นชาย 51% หญิง 49% อายุอยู่ในช่วง 17-35 ปี มีอาชีพนักศึกษา 89% รับราชการ 11% ระบุรายได้ต่ำกว่า 2,000 บาท ถึงมากกว่า 4,000 บาท ต่อเดือน มีดังนี้ คือ

1. ผู้บริโภคกลุ่มนี้ มีความชอบสังขยาทาขนมปังต่างกัน คือ ชอบมาก 8% ชอบ 49% ค่อนข้างชอบ 36% และไม่ชอบ 6%
2. สังขยาทาขนมปังที่ชอบ คือ ชนิดสีเขียว-ใบเตย 77% ชนิดสีแสด-วนิลา 17% และชนิดอื่น ๆ เช่น ไม่ใส่สี-นมสด 6%
3. ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ซื้อเป็นแบบสดจากร้านขนมปัง-สังขยา 40% แบบสำเร็จรูปในกระปุกพลาสติก 38% ชอบทำเอง 19% แบบบรรจุขวดแก้ว 15% และแบบบรรจุกระป๋อง 2%
4. สาเหตุที่ผู้บริโภคชอบแบบสำเร็จรูปในกระปุกพลาสติก เพราะให้ความสะดวก 42% ราคาถูก 11% สวยงาม 4% มีขายแบบเดียว 4% ต้องการกระปุกพลาสติก 4% และบรรจุได้พอดีใช้ครั้งเดียว 2%
5. ผู้บริโภคที่ซื้อแบบสดมี 57% ซื้อตราเอ็มไพร์มี 19% นิตยา 2% รอยัลเบเกอรี่ 2% BOAT 2%
6. ปัญหาที่พบได้แก่ รสชาติไม่อร่อย 51% กลิ่นไม่ธรรมชาติ 47% เนื้อไม่เนียน 23% แยกชั้น 13% เสียเพราะเปรี้ยวหรือขึ้นรา 13% และปากทาไม่สะดวก 2%
7. ความรู้สึกของผู้บริโภคต่ออาหารผสมสี มี 3 กลุ่ม คือ หนึ่งชอบสีตามธรรมชาติ ไม่ใช้สีผสมอาหารมี 38% พวกที่สอง ชอบอาหารที่มีสีสรรสวยงามมี 38% และพวกที่สาม กลัวอาหารที่ผสมสี เพราะเกรงว่าจะเป็นสีย้อมผ้ามี 23%
8. ความสำคัญของกลิ่นใบเตยนั้น สำคัญมากที่สุด 45% สำคัญ 51% ไม่สำคัญ 2%
9. ความรู้สึกของผู้บริโภคต่อการใช้วัตถุดิบเสียในอาหาร ส่วนใหญ่มีความระมัดระวังและไม่กล้ารับประทานบ่อย ๆ 66% บางกลุ่มไม่ต้องการให้ใส่เลย 15% บางกลุ่มไม่กลัวจะรับประทาน

ตามปกติ แต่ต้องใช้ตามกฎหมายอนุญาต 21%

สรุปผลการสัมภาษณ์ ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบสังขยาทาขนมปัง โดยเฉพาะชนิดสีเขียว-ใบเตย ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่นิยมซื้อเป็นแบบสด และแบบสำเร็จรูปบรรจุกระปุกพลาสติก เพราะให้ความสะดวก และราคาถูก สังขยาทาขนมปังที่แพร่หลายที่สุด คือ ตราเอ็มไพร์ ปัญหาที่พบบ่อย ๆ ได้แก่ รสชาติ ไม่อร่อยและกลิ่นไม่ธรรมชาติ บางครั้งพบว่าเนื้อไม่เนียน แยกชั้น เสีย และปาดทาไม่สะดวก ความรู้สึกของผู้บริโภคต่ออาหารผสมสี แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มหนึ่ง ชอบสีตามธรรมชาติ แม้จะซื้ดไปบ้างก็ไม่เป็นไร กลุ่มหนึ่งชอบสีสรรสวยงาม และมีเพียงกลุ่มน้อยที่ไม่กล้ารับประทานอาหารผสมสี สำหรับความสำคัญของกลิ่นใบเตยนั้น มีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์มาก ผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่ชอบให้ใช้วัตถุกันเสีย และมีเพียงกลุ่มน้อยเท่านั้นที่ยอมรับอาหารที่ใช้วัตถุกันเสีย ดังนั้น จึงวางแผนที่จะทดลองทำสังขยาใบเตย บรรจุขวดแก้ว โดยจะพยายามปรับปรุง รสชาติ กลิ่น ความข้นเนียน และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น โดยปราศจากวัตถุกันเสีย

2. ผลการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด

เนื่องจากตราที่แพร่หลายมีอยู่เพียง 3 ตรา และแต่ละตรามีทั้งสีเขียวและสีแสด ดังนั้น จึงสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากท้องตลาดมาเพียง 6 ตัวอย่าง นำแต่ละตัวอย่างมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบ 47 ท่าน ให้คะแนนตามระดับความชอบดังนี้ ชอบมาก = 5 ชอบ = 4 ค่อนข้างชอบ = 3 ไม่ชอบ = 2 ไม่ชอบมาก = 1 ดังแสดงผลไว้ในตารางที่ 20-25

ตารางที่ 20 คะแนนเสียงของตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากท้องตลาด

ผู้ทดสอบที่	ผู้ทดสอบที่						รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ผู้ทดสอบที่						รวมคะแนน
	ผ. 510	ผ. 358	ผ. 942	ผ. 415	ผ. 609	ผ. 243			ผ. 510	ผ. 358	ผ. 942	ผ. 415	ผ. 609	ผ. 243	
1	4	3	1	3	2	4	17	29	4	5	2	4	3	5	23
2	3	3	1	3	3	1	14	30	4	2	5	5	2	4	22
3	3	3	4	4	4	1	19	31	4	2	3	3	2	4	18
4	2	4	3	4	3	2	18	32	4	2	3	4	2	3	18
5	5	3	2	4	2	3	19	33	3	3	4	5	2	1	18
6	5	3	2	2	3	5	20	34	4	3	2	3	2	4	18
7	2	1	4	3	1	4	15	35	2	4	1	3	2	2	14
8	5	3	2	3	1	2	16	36	3	2	3	4	2	3	17
9	4	4	2	4	2	4	20	37	4	3	1	3	4	1	16
10	2	3	4	5	1	1	16	38	4	3	2	4	4	2	19
11	4	4	3	4	3	2.7	20.7	39	2	2	1	3	5	3	16
12	4	5	2	5	4	3	23	40	4	3	2	3	2	4	18
13	4	3	2	4	2	3	18	41	3	3	5	2	4	3	20
14	4	3	3	5	4	2	21	42	5	4	3	3	4	5	24
15	3	4	2	2	2	2	15	43	4	3	2	3	3	4	19
16	4	3	1	1	3	4	16	44	4	2	3	4	2	2	17
17	4	3	3	3	4	3	20	45	3	4	2	3	4	2	18
18	3	2	4	5	2	1	17	46	2	1	4	4	1	2	14
19	4	2	2	2	2	4	16	47	3	1	4	4	3	2	17
20	2	1	3	3	1	2	12	Yi.	162	134	117	165	123	131.7	832.7
21	3	3	2	3	2	4	17	r	47	47	47	47	47	47	47
22	4	2	3	4	4	2	19	Yi.	3.45	2.85	2.49	3.51	2.62	2.80	17.72
23	4	2	1	4	5	3	19	Yi.j	596	426	347	617	379	434	15,060.49
24	2	4	1	3	1	4	15	Yi/r	558.38	382.04	291.26	579.26	321.89	369.04	14,752.964
25	3	2	2	3	2	4	16	SS1	37.62	43.96	55.74	37.74	57.11	65.25	307.526
26	3	2	2	4	1	1	13	Vi	46	46	46	46	46	46	46
27	4	3	1	4	3	2	17	Si	0.818	0.956	1.212	0.820	1.242	1.418	6.685
28	2	4	3	4	3	2	18								



ตารางที่ 21 คะแนนกลิ้งของตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากห้องตลาด

ผู้ทดสอบที่	ผู้ทดสอบที่						รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ผู้ทดสอบที่						รวมคะแนน
	ผ. 510	ผ. 358	ผ. 942	ผ. 415	ผ. 609	ผ. 243			ผ. 510	ผ. 358	ผ. 942	ผ. 415	ผ. 609	ผ. 243	
1	2	2	3	2	2	3	14	29	5	2	4	4	3	5	23
2	3	3	2	3	2	1	14	30	5	4	4	4	4	5	26
3	3	2	3	3	3	3	17	31	2	3	4	5	3	4	21
4	4	2	2	4	3	2	17	32	4	2	4	3	2	3	18
5	4	3	3	3	2	4	19	33	4	3	3	1	2	5	18
6	3	1	4	4	2	3	17	34	3	3	3	3	4	3	19
7	2	3	3	5	1	3	17	35	2	3	3	3	3	2	16
8	4	4	2	2	2	3	17	36	3	3	2	4	4	5	21
9	3	3	2	3	4	5	20	37	5	2	1	1	3	4	16
10	1	5	3	1	3	3	16	38	4	2	2	2	2	4	14
11	4	3	3	4	3	4	21	39	1	1	1	4	3	3	13
12	3	2	2	3	2	4	18	40	4	3	4	3	2	4	20
13	2	3	4	4	2	3	18	41	3	3	4	3	2	2	17
14	2	4	3	5	3	3	20	42	4	4	5	5	3	4	25
15	2	2	2	2	2	4	14	43	4	2	1	4	3	4	18
16	2	2	2	4	2	1	13	44	2	2	3	2.5	2.7	2	14.2
17	4	2	4	2	3	3	18	45	4	3	3	4	5	4	23
18	2	2	2	3	2	4	15	46	3	3	3	4	2	2	17
19	2	1	1	4	2	3	13	47	1	2	4	4	2	1	14
20	1	1	2	2	1	2	9	Yi	135	118	132	149.5	117.7	146	798.2
21	3	1	2	3	1	2	12	r	47	47	47	47	47	47	47
22	1	1	3	3	4	2	14	\bar{Y}_i	2.87	2.51	2.81	3.18	2.50	3.11	16.98
23	3	3	4	4	3	2	19	$\sum_i Y_i^2$	445	340	416	527.25	332.29	512	14,117.64
24	2	4	3	3	2	1	15	Y_i/r	387.77	296.26	370.72	475.54	294.75	453.53	13,555.814
25	3	2	2	2	1	3	13	SSi	57.23	43.74	45.28	51.71	37.54	58.47	561.826
26	3	1	2	2	1	3	12	\bar{V}_i	46	46	46	46	46	46	46
27	2	4	2	2	2	4	16	S _i	1.244	0.951	0.984	1.124	0.816	1.271	12.214
28	2	2	4	4	3	2	17								

ตารางที่ 22 คะแนนรศชาติของตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากห้องตลาด

ผู้ทดสอบที่	ผู้ทดสอบที่						รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ผู้ทดสอบที่						รวมคะแนน
	ผ.510	ผ.358	ผ.942	ผ.415	ผ.609	ผ.243			ผ.510	ผ.358	ผ.942	ผ.415	ผ.609	ผ.243	
1	2	2	3	4	3	2	16	29	5	2	4	5	2	4	22
2	2	4	4	4	4	2	20	30	5	2	3	3	2	5	20
3	3	3	4	3	3	3	19	31	2	4	5	4	3	2	20
4	4	2	2	5	3	3	19	32	2	2	4	3	2	2	15
5	3	2	3	3	2	4	17	33	3	2	4	2	3	3	17
6	4	3	2	4	1	3	17	34	3	4	2	3	2	4	18
7	3	3	3	4	3	3	19	35	1	3	1	2	4	1	12
8	3	2	2	2	2	3	14	36	4	2	3	5	3	3	20
9	3	2	2	2	4	3	16	37	5	2	1	4	1	2	15
10	3	4	2	2	1	1	13	38	4	2	1	2	2	3	14
11	3	3	5	5	3	3	22	39	1	1	1	3	3	2	11
12	4	1	2	3	2	4	16	40	5	3	4	3	4	3	22
13	2	4	3	3	4	2	18	41	4	4	3	3	4	4	22
14	3	2	4	5	1	2	17	42	4	3	4	4	3	4	22
15	2	2	4	4	3	2	17	43	2	2	1	5	2	2	14
16	2	2	2	3	3	2	14	44	2	2	4	4	1.5	2.3	15.8
17	1	2	3	4	4	2	16	45	3	3	2	4	2	2	16
18	2	4	2	3	3	1	15	46	4	3	3	5	4	2	21
19	2	3	1	4	1	2	13	47	1	4	3	4	1	3	16
20	1	2	3	1	2	2	11	Yi	132	119	137	167	121.5	122.3	798.8
21	2	2	2	4	2	2	14	r	47	47	47	47	47	47	47
22	2	3	4	4	4	1	18	Yi	2.81	2.53	2.91	3.55	2.59	2.60	16.996
23	3	2	4	5	2	4	20	$\sum Y_i^2$	430	339	457	641	360.25	359.29	13,984.64
24	3	4	3	4	4	2	20	$\sum Y_i/r$	370.72	301.30	399.34	593.38	314.09	318.24	13,576.201
25	4	1	3	2	1	4	15	SSi	59.28	37.70	57.66	47.62	46.16	41.05	408.439
26	2	1	4	4	2	3	16	Vi	46	46	46	46	46	46	46
27	2	2	4	4	3	2	17	Si	1.289	0.820	1.253	1.035	1.003	0.892	8.879
28	2	2	4	4	3	2	17								

ตารางที่ 23 กระบวนการขึ้นเนินของตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากท้องถิ่น

ผู้ทดสอบที่	ผู้ทดสอบที่						รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ผู้ทดสอบที่						รวมคะแนน
	พ.510	พ.358	พ.942	พ.415	พ.609	พ.243			พ.510	พ.358	พ.942	พ.415	พ.609	พ.243	
1	3.5	3	3	4	2	3	18.5	29	4	1	5	5	2	4	21
2	4	1	4	5	1	4	19	30	3	2	5	5	2	3	20
3	4	3	4	4	1	3	19	31	4	2	5	5	2	4	22
4	4	3	5	5	3	4	24	32	3	2	4	4	2	3	18
5	4	2	2	4	1	4	17	33	5	2	3	4	1	5	20
6	4	3	1	3	1	4	16	34	5	1	3	3	2	4	18
7	3	1	3	4	1	2	14	35	3	1	3	3	2	2	14
8	4	3	1	2	1	3	14	36	4	2	4	4	3	4	21
9	3	2	3	4	2	3	17	37	5	2	5	3	2	4	21
10	2	2	4	5	1	1	15	38	4	1	3	3	1	4	16
11	4	3	5	5	3	3	23	39	1	2	3	3	2	1	12
12	4	2	3	4	2	4	19	40	5	3	3	2	3	4	20
13	3	2	4	4	2	3	18	41	3	2	4	3	2	4	18
14	4	1	5	4	1	3	18	42	4	3	5	5	3	4	24
15	4	2	4	4	2	3	19	43	4	2	3	4	2	4	19
16	4	3	2	2	2	3	16	44	3	1	4	4	1	3.5	16.5
17	3	2	4	3	4	3	19	45	2	1	4	5	2	3	17
18	4	2	4	3	2	3	18	46	4	1	3	4	1	4	17
19	4	1	2	3	1	3	14	47	1	1	4	4	1	2	13
20	3	2	3	3	2	3	16	\bar{Y}_i	164.5	87	167	179	86	151.5	835.0
21	3	2	3	4	2	2	16	r	47	47	47	47	47	47	47
22	2	2	3	5	2	2	16	\bar{Y}_i	3.50	1.85	3.55	3.81	1.83	3.22	17.76
23	3	2	4	5	3	3	20	$\sum Y_i^2$	615.25	185	639	717	184	520.25	15,172.5
24	4	1	3	3	3	3	17	$\sum Y_i/r$	575.75	161.04	593.38	681.72	157.36	488.35	14,834.574
25	4	1	3	3	1	4	16	SSi	39.5	23.96	45.62	35.28	26.64	31.90	337.9255
26	3	1	4	4	1	3	16	$\sum V_i$	46	46	46	46	46	46	46
27	4	2	4	3	1	3	17	S_i	0.859	0.521	0.992	0.767	0.579	0.694	7.346
28	2	1	4	4	2	3	16								

ตารางที่ 24 คะแนนการปาดหาขมบั้งของตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากห้องตลาด

ผู้ทดสอบที่	ผ.๑10	ผ.35๘	ผ.๑42	ผ.415	ผ.609	ผ.243	รวมค: 11๙4	ผู้ทดสอบที่	ผ.๑10	ผ.35๘	ผ.๑42	ผ.415	ผ.609	ผ.243	รวมค: 11๙4
1	3	3	4	4	4	4	22	29	5	3	4	5	2	4	23
2	4	1	4	4	1	4	18	30	4	2	5	5	2	4	22
3	4	2	4	3	1	4	18	31	4	3	5	5	4	2	23
4	3	2	2	5	3	2	17	32	3	2	5	4	2	2	18
5	3	2.5	3	2	3	4	17.5	33	4	3	2	3	3	3	18
6	3	2	4	4	3	2	18	34	4	2	3	3	2	4	18
7	3	1	4	4	1	3	16	35	3	3	4	3	2	2	17
8	3	2	2	2	2	3	14	36	4	2	4	4	3	4	21
9	2	3	4	4	2	3	18	37	5	2	5	3	2	4	21
10	3	1	5	5	1	3	18	38	4	3	4	4	3	4	22
11	3	4	5	5	3	3	23	39	2	2	2	3	2	2	13
12	4	1	3	4	2	4	18	40	4	4	4	2	3	4	21
13	2	4	3	3	4	2	18	41	3	2	5	5	3	4	22
14	4	1	5	4	1	3	18	42	4	3	4	3	3	5	22
15	3	3	3	4	2	2	17	43	2	3	1	4	3	2	15
16	3	3	3	3	2	3	17	44	4	2	5	5	2	4	22
17	1	2	3	2.5	4	2	14.5	45	3	1	4	5	2	4	19
18	3	2	4	4	3	3	19	46	3	3	3	4	2	4	19
19	2	2	3	4	1	2	14	47	3	3	4	3	1	3	17
20	2	2	3	3	2	4	16	Yi.	150	108.5	175	179.5	105	149	867
21	4	2	4	4	2	2	18	r	47	47	47	47	47	47	47
22	5	1	4	5	1	1	17	Yi.	3.19	2.31	3.72	3.82	2.23	3.17	18.447
23	4	3	3	4	2	3	19	$\sum_{j=1}^4 Y_{ij}$	524	282.25	693	719.25	269	511	16,279.5
24	2	2	4	4	2	4	18	Yi./r	478.72	250.47	651.60	685.54	234.57	472.36	15,993.383
25	4	1	4	4	1	4	18	SSi	45.28	31.78	41.4	33.71	34.43	38.64	286.117
26	3	2	4	4	2	3	18	Vi	46	46	46	46	46	46	46
27	1	3	4	4	2	3	17	Si	0.984	0.691	0.900	0.733	0.748	0.840	6.220
28	1	3	4	4	2	4	18								

ตารางที่ 25 คะแนนการยอมรับของตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากห้องตลาด

ผู้ทดสอบที่	ผู้ทดสอบที่						รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ผู้ทดสอบที่						รวมคะแนน
	ผ.510	ผ.358	ผ.942	ผ.415	ผ.609	ผ.243			ผ.510	ผ.358	ผ.942	ผ.415	ผ.609	ผ.243	
1	2	2	3	4	3	3	17	29	5	2	4	5	2	4	22
2	3	1	1	3	1	1	10	30	4	2	5	5	2	4	22
3	3	2	4	4	1	3	17	31	4	3	5	5	4	2	23
4	3	2	2	5	3	3	18	32	3	2	5	4	2	3	19
5	3	2.5	3	2.5	2	4	17	33	3	2	4	3	2	4	18
6	4	3	3	3	1	4	18	34	4	3	2	2	3	4	18
7	3	1	4	5	1	2	16	35	2	3	3	3	3	2	16
8	3	2	2	2	1	3	13	36	4	2	3	5	3	4	21
9	3	2	2	2	4	3	16	37	5	3	2	4	2	2	18
10	2	3	1	3	1	1	11	38	4	2	3	3	2	4	18
11	4	4	5	5	3	4	25	39	2	2	2	3	2	2	13
12	4	2	3	3	2	4	18	40	4	3	3	3	4	4	21
13	2	3	4	4	2	3	18	41	3	3	4	3	3	4	20
14	3	2	4	4	2	2	17	42	4	3	5	4	3	5	24
15	3	3	2	3	2	2	15	43	2	3	1	4	2	2	14
16	3	2	2	3	2	2	14	44	3	2	4	4	2	2.5	17.5
17	2	4	3	3	4	2	16	45	4	2	3	4	2	2	17
18	2	3	3	3	3	2	16	46	4	3	3	4	3	2	19
19	3	2	2	4	2	3	16	47	1	3	4	4	1	3	16
20	2	2	3	3	2	3	15	\bar{Y}_i	142	109.5	146	173.5	105	133.5	809.5
21	3	1	2	5	1	4	16	r	47	47	47	47	47	47	47
22	2	1	4	4	3	1	15	\bar{Y}_i	3.02	2.33	3.11	3.69	2.23	2.84	17.223
23	4	3	2	5	4	2	20	$\sum_{j=1}^r Y_{ij}$	474	279.25	510	675.25	276	427.25	14,388.25
24	2	2	2	4	1	2	13	Y_i/r	429.02	255.11	453.53	640.47	234.57	379.20	13,942.346
25	4	1	3	3	1	4	16	SS_i	44.98	24.14	56.47	34.78	41.43	48.05	445.904
26	3	2	4	4	2	3	18	\bar{y}_i	46	46	46	46	46	46	46
27	1	2	4	4	2	3	16	S_i^2	0.978	0.525	1.228	0.756	0.901	1.045	9.694
28	1	2	4	4	2	1	14								

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ แสดงไว้ในตารางที่ 26-27

ตารางที่ 26 Fmax test ของข้อมูลของตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากท้องตลาด

จากคะแนน	$F_{max} = S_{max}^2 / S_{min}^2$	สรุป
สี	$1.418/0.818 = 1.734$	$< F_{max} .05, 6, 46$
กลิ่น	$1.271/0.816 = 1.558$	"
รสชาติ	$1.289/0.820 = 1.572$	"
ความข้นเนียน	$0.992/0.521 = 1.904$	"
การปลดทาบูนขนมปัง	$0.984/0.691 = 1.424$	"
การยอมรับ	$1.228/0.525 = 2.339$	"

หมายเหตุ $F_{max} .05, 6, 46 = 2.51$

นั่นคือ ความแปรปรวนของข้อมูลชุดนี้ มีลักษณะ homogenous

ตารางที่ 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลของตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากท้องตลาด

คะแนน	SOV	df	SS	MS	F	สรุป
สี	Samples	5	43.04	8.61	8.05	> F.01,5,230
	Panelists	46	51.25	1.11	1.04	< F.05,46,230
	Error	230	246.17	1.07		
	Total	281	340.46			
กลิ่น	Samples	5	19.27	3.85	4.43	> F.01,5,230
	Panelists	46	93.64	2.04	2.34	< F.01,46,230
	Error	230	200.33	0.87		
	Total	281	313.24			
รสชาติ	Samples	5	34.37	6.87	7.16	> F.01,5,230
	Panelists	46	68.07	1.48	1.54	> F.05,46,230
	Error	230	221.40	0.96		
	Total	281	323.84			
ความข้นเนียน	Samples	5	185.17	37.03	58.10	> F.01,5,230
	Panelists	46	56.32	1.22	1.91	> F.01,46,230
	Error	230	146.58	0.64		
	Total	281	388.07			
การปากทาบ บนขนมปัง	Samples	5	107.70	21.54	27.97	> F.01,5,230
	Panelists	46	47.69	1.04	1.35	< F.05,46,230
	Error	230	177.55	0.77		
	Total	281	332.94			
การยอมรับ	Samples	5	68.18	13.64	17.87	> F.01,5,230
	Panelists	46	74.32	1.63	2.12	> F.01,46,230
	Error	230	175.53	0.76		
	Total	281	318.03			

หมายเหตุ F.01,5,230 = 3.10 F.01,46,230 = 1.65

F.05,46,230 = 1.42

สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากท้องตลาดมีคะแนนสี กลิ่น รสชาติ ความข้นเนียน การปากทานขนมปัง และการยอมรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

2. ผู้ทดสอบมีความชอบกลิ่น รสชาติ ความข้นเนียน และการยอมรับแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95-99%

3. ผู้ทดสอบมีความชอบสี และการปากทานขนมปังในลักษณะเดียวกัน

นำคะแนนเฉลี่ยของสี กลิ่น รสชาติ ความข้นเนียน การปากทานขนมปัง และการยอมรับของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มาเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย เพื่อสังเกตระดับความแตกต่างระหว่างตัวอย่างตามวิธี Duncan's Multiple Range ดังนี้

1. จากคะแนนสี $SE. = \sqrt{MS_E / \text{จำนวนผู้ทดสอบ}} = 0.15 ; df_E = 230$

ตัวอย่าง	ผ.415	ผ.510	ผ.358	ผ.243	ผ.609	ผ.942
คะแนนเฉลี่ย	3.51	3.45	2.85	2.80	2.62	2.49
p		2	3	4	5	6
rp*		2.77	2.92	3.02	3.09	3.15
rp x SE		0.42	0.44	0.45	0.46	0.47
ความแตกต่างจากผ.415		0.06	0.66	0.71	0.89	1.02
มีนัยสำคัญ		-	+	+	+	+
ความแตกต่างจากผ.510			0.60	0.65	0.83	0.96
มีนัยสำคัญ			+	+	+	+

* ค่าของ rp เปิดจากตาราง Significant Studentized Ranges, Multiple Range Test (5% level)

นั่นคือ ผู้ทดสอบชอบสีของ ผ.415 และ ผ.510 ในระดับเดียวกัน โดยความชอบนั้นมากกว่าของตัวอย่างอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้น จึงเลือกสีของ ผ.415 เป็นต้นแบบของสีเขียวและ ผ.510 เป็นต้นแบบของสีแสด

2. จากคะแนนกลิ่น $SE. = \sqrt{0.87/47} = 0.136$; $df_E = 230$

ตัวอย่าง	ผ.415	ผ.243	ผ.510	ผ.942	ผ.358	ผ.609
คะแนนกลิ่นเฉลี่ย	3.18	3.11	2.87	2.81	2.51	2.50
p		2	3	4	5	6
rp		2.77	2.92	3.02	3.09	3.15
rp x SE		0.38	0.40	0.41	0.42	0.43
ความแตกต่างจากผ.415		0.07	0.31	0.37	0.67	0.68
มีนัยสำคัญ		-	-	-	+	+
ความแตกต่างจากผ.243			0.24	0.30	0.60	0.61
มีนัยสำคัญ			-	-	+	+

นั่นคือ ผู้ทดสอบชอบกลิ่นของ ผ.415 ผ.243 ผ.510 และผ.942 ในระดับเดียวกัน แต่จะเลือกกลิ่นของ ผ.415 เป็นต้นแบบของกลิ่นใบเตย เพราะได้คะแนนเฉลี่ยมากกว่า ผ.243 และจะเลือกกลิ่นของ ผ.510 เป็นต้นแบบของกลิ่นวนิลา เพราะได้คะแนนเฉลี่ยมากกว่า ผ.942

3. จากคะแนนรสชาติ $SE = \sqrt{0.96/47} = 0.143$; $df_E = 230$

ตัวอย่าง	ผ.415	ผ.942	ผ.510	ผ.243	ผ.609	ผ.358
คะแนนรสชาติเฉลี่ย	3.55	2.91	2.81	2.60	2.59	2.53
p		2	3	4	5	6
rp		2.77	2.92	3.02	3.09	3.15
rp x SE		0.40	0.42	0.43	0.44	0.45
ความแตกต่างจาก ผ.415		0.64	0.74	0.95	0.96	1.02
มีนัยสำคัญ		+	+	+	+	+
ความแตกต่างจาก ผ.942			0.10	0.31	0.32	0.38
มีนัยสำคัญ			-	-	-	-

นั่นคือ ผู้ทดสอบชอบรสชาติของ ผ.415 มากกว่าตัวอย่างอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น
เลือก ผ.415 เป็นต้นแบบของรสชาติโบเตย ส่วน ผ.942 นั้น ได้คะแนนเป็นที่สอง ดังนั้น จึงเลือก
ผ.942 เป็นต้นแบบของรสชาติวินลา

4. จากคะแนนความชันเนียน $SE_r = \sqrt{0.64/47} = 0.117$; $df_E = 230$

ตัวอย่าง	ผ.415	ผ.942	ผ.510	ผ.243	ผ.358	ผ.609
คะแนนเฉลี่ย	3.81	3.55	3.50	3.22	1.85	1.83
p		2	3	4	5	6
rp		2.77	2.92	3.02	3.09	3.15
rp x SE		0.32	0.34	0.35	0.36	0.37
ความแตกต่างจาก ผ.415		0.26	0.31	0.59	1.96	1.98
มีนัยสำคัญ		-	-	+	+	+
ความแตกต่างจาก ผ.942			0.05	0.33	1.70	1.72
มีนัยสำคัญ			-	-	+	+

นั่นคือ ผู้ทดสอบชอบลักษณะความชันเนียนของ ผ.415 ผ.942 และ ผ.510 ในระดับเดียวกัน แต่จะเลือก ผ.415 เป็นต้นแบบของความชันเนียน เพราะได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด

5. จากคะแนนการปาดทาบขนมบึง $SE. = \sqrt{0.17/47} = 0.128$; $df_E = 230$

ตัวอย่าง	ผ.415	ผ.942	ผ.510	ผ.243	ผ.358	ผ.609
คะแนนเฉลี่ย	3.82	3.72	3.19	3.17	2.31	2.23
p		2	3	4	5	6
rp		2.77	2.92	3.02	3.09	3.15
rp x SE		0.35	0.37	0.39	0.40	0.40
ความแตกต่างจาก ผ.415		0.10	0.63	1.65	1.51	1.59
มีนัยสำคัญ		-	+	+	+	+
ความแตกต่างจาก ผ.942			0.53	1.55	1.41	1.49
มีนัยสำคัญ			+	+	+	+

นั่นคือ ผู้ทดสอบชอบลักษณะการปาดทาบขนมบึงของ ผ.415 และ ผ.942 ในระดับเดียวกัน และความชอบนั้นมากกว่าตัวอย่างอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น เลือก ผ.415 และ/หรือ ผ.942 เป็นต้นแบบของลักษณะการปาดทาบขนมบึง

6. จากคะแนนการยอมรับ $SE. = \sqrt{0.16/47} = 0.127$; $df_E = 230$

ตัวอย่าง	ผ.415	ผ.942	ผ.510	ผ.243	ผ.358	ผ.609
คะแนนเฉลี่ย	3.69	3.11	3.02	2.84	2.33	2.23
p		2	3	4	5	6
rp		2.77	2.92	3.02	3.09	3.15
rp x SE		0.35	0.37	0.38	0.39	0.40
ความแตกต่างจาก ผ.415		0.58	0.67	0.85	1.36	1.46
มีนัยสำคัญ		+	+	+	+	+

นั่นคือ คะแนนการยอมรับของ ผ.415 สูงกว่าตัวอย่างอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ

สรุป

จากผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากท้องตลาด 6 ตัวอย่าง โดยมีผู้ทดสอบ 47 ท่าน พบว่าต้นแบบของสังขยาสีแสด-วนิลา ควรมีสีและกลิ่นแบบ ผ.510 ส่วนรสชาติ ความข้นเนียน และการปาดทานบนขนมปัง ควรมีลักษณะ เช่นเดียวกับ ผ.942 สำหรับต้นแบบของสังขยาสีเขียว-ใบเตย ควรมีคุณลักษณะต่าง ๆ เช่นเดียวกับ ผ.415

3. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ


ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากห้องตลาด มีองค์ประกอบทางเคมี ดังแสดงในตารางที่ 28 และเมื่อคิดเทียบสัดส่วนระหว่างองค์ประกอบที่เป็นไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต จะให้ผลดังตารางที่ 29 ซึ่งสรุปได้ว่าควรประกอบด้วยสัดส่วนของไขมัน 4-19% โปรตีน 4-8% และคาร์โบไฮเดรต 73-92% ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพของตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากห้องตลาด

ผลิตภัณฑ์	ผ.510	ผ.358	ผ.942	ผ.415	ผ.609	ผ.243
% ไขมัน	2.6072	13.3079	5.5684	2.7514	13.1638	2.5546
% โปรตีน	2.9084	5.5108	3.2621	3.2157	5.5430	2.9098
% แป้ง	5.6663	2.5625	5.7880	5.4060	1.7945	5.8355
% น้ำตาล	52.4402	49.0657	49.4564	53.2116	49.7085	54.0055
% เถ้า	1.3000	1.2360	1.1387	1.3925	1.3201	1.2079
% น้ำ	35.0779	28.3171	34.7864	34.0228	28.4701	33.4867
pH	6.05	7.20	7.35	7.70	6.70	5.28
°Bx	52.2	49.1	49.5	53.1	49.7	54.0

ตารางที่ 29 สัดส่วนเป็นร้อยละระหว่างไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต

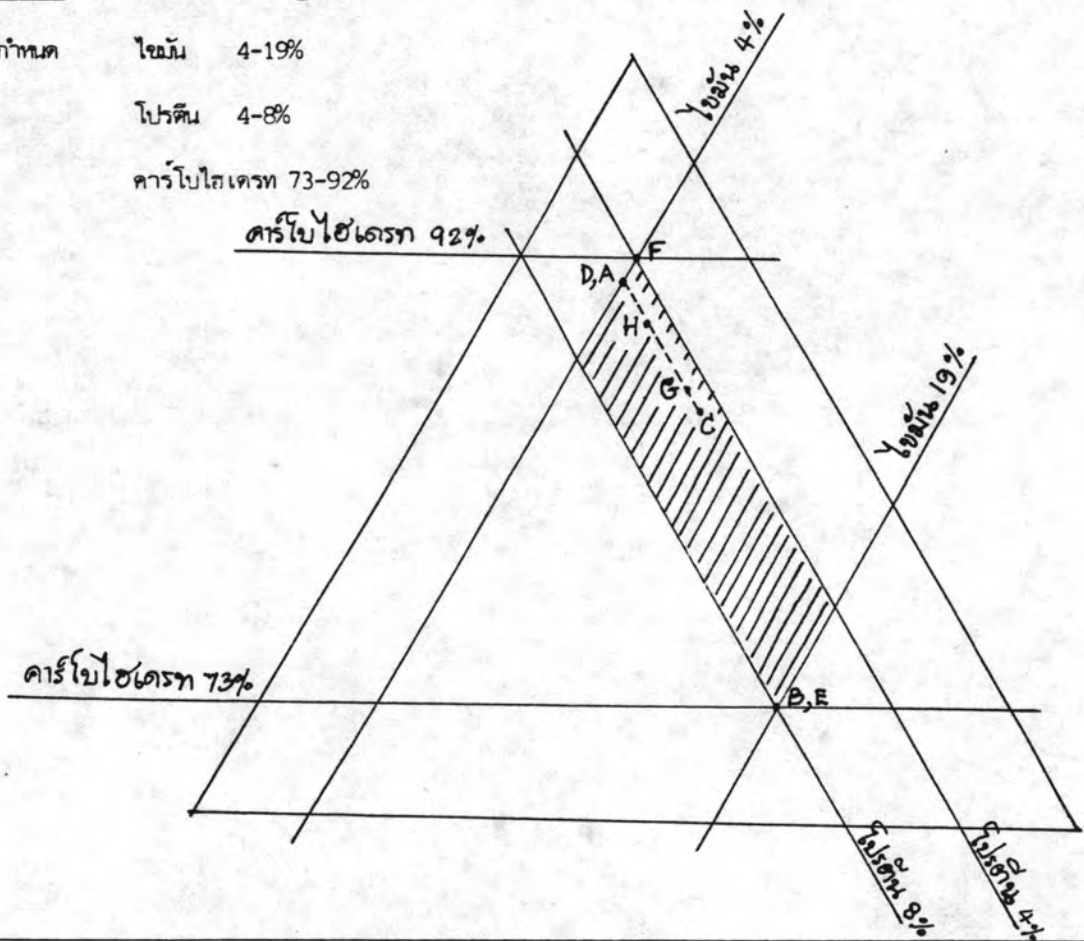
ผลิตภัณฑ์	ผ.510	ผ.358	ผ.942	ผ.415	ผ.609	ผ.243
% ไขมัน	4.0979	18.8907	8.6904	4.2601	18.7492	3.9118
% โปรตีน	4.5714	7.8226	5.0911	4.9790	7.8992	4.4557
% คาร์โบไฮเดรต	91.3307	73.2867	86.2185	90.7609	73.3558	91.6325

4. ผลการสร้างสูตร

จากผลสรุปดังกล่าวในหัวข้อ 3 นำมาเป็นข้อกำหนดในการสร้าง Mixture Designs ดังรูปที่ 15 พื้นที่  คือ feasible region A, B, C, D, E, F คือ จุดตัวแทนของตัวอย่าง จากห้องตลาด ซึ่งได้รับคะแนนการยอมรับแตกต่างกัน เพราะอิทธิพลของสัดส่วนระหว่างไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต ดังแสดงในตารางที่ 30

รูปที่ 15 Mixture Designs

ข้อกำหนด ไขมัน 4-19%
โปรตีน 4-8%
คาร์โบไฮเดรต 73-92%



ผลิตภัณฑ์	พ.510	พ.358	พ.942	พ.415	พ.609	พ.243
จุดตัวแทน	A	B	C	D	E	F
% ไขมัน	4	19	9	4	19	4
% โปรตีน	5	8	5	5	8	4
% คาร์โบไฮเดรต	91	73	86	91	73	92
คะแนนการยอมรับ	3.02	2.33	3.11	3.69	2.23	2.84

ตารางที่ 30 อิทธิพลของสัดส่วนระหว่างไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรตต่อคะแนนการยอมรับ

สัดส่วน	คะแนนการยอมรับรวม	เฉลี่ย	สรุปการยอมรับ
ไขมันสูง	2.33 + 2.23	2.28	ต่ำ
ไขมันต่ำ	3.02 + 3.11 + 3.69 + 2.84	3.16	สูง
โปรตีนสูง	2.33 + 2.23	2.28	ต่ำ
โปรตีนต่ำ	3.02 + 3.11 + 3.69 + 2.84	3.16	สูง
คาร์โบไฮเดรตสูง	3.02 + 3.11 + 3.69 + 2.84	3.16	สูง
คาร์โบไฮเดรตต่ำ	2.33 + 2.23	2.28	ต่ำ

จะเห็นว่าคะแนนการยอมรับจะสูงเมื่อสัดส่วนของไขมันต่ำ โปรตีนต่ำ และคาร์โบไฮเดรตสูง นั่นคือผลิตภัณฑ์จะต้องมีรสหวานแหลมอย่างจุด A, C, D และ F ในกรณีที่หวานน้อยอย่างจุด B และ E คะแนนการยอมรับจะต่ำ ดังนั้น แนวโน้มที่ดี คือ บริเวณกลุ่ม A, C, D, F เนื่องจากจุด D มีคะแนนการยอมรับสูงสุด และจุด C มีคะแนนการยอมรับรองลงมา จึงทดลองกำหนดจุด G และจุด H ขึ้นบนแนวเส้นตรง CD เพื่อค้นหาจุดที่อาจจะได้รับการยอมรับมากขึ้นกว่าจุด D (ดูรูปที่ 15) ที่จุด G หมายถึงสัดส่วนไขมัน 8% โปรตีน 5% และคาร์โบไฮเดรต 87% ซึ่งสามารถนำไปใช้คำนวณหาสูตรส่วนประกอบได้จากสมการต่อไปนี้

$$17.8a + 11.5c + 1.2d = 8 \dots\dots\dots(1)$$

$$1.9a + 12.8c + 11.6d = 5 \dots\dots\dots(2)$$

$$70.2d = 9 \dots\dots\dots(3)$$

$$2.6a + 65b + 0.7c + 1.2d = 78 \dots\dots\dots(4)$$

ในกรณีที่ เป็นจุด H สัดส่วนของไขมันเป็น 6% โปรตีน 5% และคาร์โบไฮเดรต 89% ดังนั้น หาสูตรได้จากสมการต่อไปนี้

$$17.8a + 11.5c + 1.2d = 6 \dots\dots\dots(1)$$

$$1.9a + 12.8c + 11.6d = 5 \dots\dots\dots(2)$$

$$70.2d = 9 \dots\dots\dots(3)$$

$$2.6a + 65b + 0.7c + 1.2d = 80 \dots\dots\dots(4)$$

หลังจากแก้สมการแล้ว พบว่าสูตร G และสูตร H มีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 31 จากการทดลองทำผลิตภัณฑ์ขึ้นตามสูตร G และ H พบว่าผลิตภัณฑ์ทั้งสองมีลักษณะข้นมากเกินไป ดังนั้น จึงควรเติมน้ำด้วยตามลักษณะข้นหนืดที่ต้องการ ในที่นี้ ต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะข้นเท่าได้และเหมาะสมสำหรับจิ้มหรือทาบนขนมปังได้โดยสะดวก ดังนั้น จึงเติมน้ำอีก 25% ของน้ำหนักส่วนผสมเดิม และทำให้สูตรร้อยละ มีการเปลี่ยนไปดังสูตรเติมน้ำในตารางที่ 31

ตารางที่ 31 ส่วนประกอบของสูตร G และสูตร H

ส่วนประกอบ (%)	สูตร G		สูตร H	
	ไม่เติมน้ำ	เติมน้ำ	ไม่เติมน้ำ	เติมน้ำ
a. กะทิ (ไขมัน 18%)	15.80	12.64	9.47	7.57
b. น้ำเชื่อม (65 องศาบริกส์)	64.52	51.62	69.10	55.28
c. ไข่ไก่	12.70	10.16	14.17	11.34
d. แป้งสาลีเอนกประสงค์	6.98	5.58	7.26	5.81
น้ำ	-	20.00	-	20.00

ผลการทดลองแต่งสีผลิตภัณฑ์ด้วยไบโอดีปและสีสังเคราะห์ พบว่าผลคะแนนการยอมรับสีของผลิตภัณฑ์ที่ใช้สีสังเคราะห์จะสูงกว่าที่ใช้สีไบโอดีปอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ดังแสดงในตารางที่ 32-33 ดังนั้น จึงควรใช้สีสังเคราะห์แทนสีจากไบโอดีปเพราะให้สีสวยกว่า หนำอื่นได้ดีกว่า และใช้ได้สะดวกกว่า รายละเอียดเกี่ยวกับผู้ทดสอบ ได้แก่ ผู้ทดสอบทั้งหมด 30 คน เป็นหญิง 63% ชาย 37% อายุ 19-29 ปี

ตารางที่ 32 คะแนนการยอมรับสีของผลิตภัณฑ์โซีส้มอาหาร เปรียบเทียบกับที่โซีจากโบเตย

ผู้ทดสอบที่	สีส้มอาหาร	สีโบเตย	รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	สีส้มอาหาร	สีโบเตย	รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	สีส้มอาหาร	สีโบเตย	รวมคะแนน	การคำนวณ	สีส้มอาหาร	สีโบเตย	รวมคะแนน
1	5	4	9	11	5	0	5	21	4	4	8	Y_i	138	97	231
2	4	1	5	12	5	2	7	22	5	3	8	r	30	30	30
3	5	2	7	13	4	2	6	23	5	3	8	\bar{Y}_i	4.6	3.23	7.7
4	5	4	9	14	5	4	9	24	4	4	8	$\sum Y_i^2$	644	353	1843
5	5	3	8	15	5	4	9	25	4	2	6	Y_i^2/r	634.8	313.6	1778.7
6	3	1	4	16	4	4	8	26	4	4	8	SS_i	9.2	19.4	64.3
7	5	3	8	17	4	4	8	27	4	3	7	V_i	29	29	29
8	5	3	8	18	5	4	9	28	5	4	9	S_i	0.32	1.36	2.22
9	5	5	10	19	4	4	8	29	5	4	9				
10	5	4	9	20	5	4	9	30	5	4	9				

ตารางที่ 33 Analysis of Variance ของข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่ทดลองโซีส้มเคราะห์เปรียบเทียบกับที่โซีโบเตย

SOV	df	SS	MS	F	สรุป
Samples	1	59.05	59.05	104.10	> F.01, 1, 29
Panelists	29	32.15	1.11	1.96	> F.05, 29, 29
Error	29	16.45	0.57		
Total	59	107.65			

หมายเหตุ F.01, 1, 29 = 7.60
F.05, 1, 29 = 4.18

F.01, 29, 29 = 2.42
F.05, 29, 29 = 1.86

จากการทดลองทำผลิตภัณฑ์ขึ้นตามสูตร. ชื่อของสูตร G และสูตร H โดยใช้
 โปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 0.01% เป็น anticorrosant ทำการแต่งสีผลิตภัณฑ์ด้วยสีสังเคราะห์
 แต่งกลิ่นด้วยใบเตย บรรจุขวดคอขวดที่ 115.6 กรัม เซลเซียส 45 นาที และนำมาทดสอบคุณภาพ
 ทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับต้นแบบที่เป็นสังกะสีใบเตย (ผ.415) พบว่า ผลคะแนนสี กลิ่น
 รสชาติ ความข้นเนียน และการยอมรับของสูตร G และ H มากกว่าต้นแบบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ
 ความเชื่อมั่น 95% ยกเว้นแต่คะแนนการปากทานขมขื่นเท่านั้นที่ไม่แตกต่างกัน ผู้ทดสอบมีความชอบ
 สี กลิ่น รสชาติ ความข้นเนียน การปากทานขมขื่น และการยอมรับคล้ายคลึงกัน ดังแสดงในตาราง
 ที่ 34-38 รายละเอียดเกี่ยวกับผู้ทดสอบได้แก่ มีทั้งหมดทั้งหมด 30 คน เป็นหญิง 60% ชาย 40%
 อายุ 17-35 ปี อาชีพนักศึกษา 50% รับจ้าง 37% รับราชการ 10% และพ่อค้า 3%

ตารางที่ 34 คะแนนดีและคะแนนกลืนของสูตร G และ H เมื่อเปรียบเทียบกับต้นแบบคือ ผ.415

คะแนนดี										คะแนนกลืน									
ผู้ทดสอบที่	ผ.415	สูตร G	สูตร H	รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ผ.415	สูตร G	สูตร H	รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ผ.415	สูตร G	สูตร H	รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ผ.415	สูตร G	สูตร H	รวมคะแนน
1	3	4	5	12	20	3	3	4	10	1	4	4	5	13	20	4	2	5	11
2	2	3	5	10	21	5	4	3	12	2	1	2	5	8	21	5	2	4	11
3	4	4	5	13	22	4	4	3	11	3	4	5	4	13	22	4	2	5	11
4	3	4	5	12	23	5	1	5	11	4	3	4	5	12	23	4	2	5	11
5	4	4	5	13	24	4	3	3	10	5	3	3	4	10	24	4	3	4	11
6	2	5	4	11	25	3	3	5	11	6	1	4	4	9	25	3	2	5	10
7	2	3	4	9	26	4	2	5	11	7	1	4	3	8	26	4	5	5	14
8	2	3	5	10	27	3	4	4	11	8	2	3	4	9	27	4	5	3	12
9	4	4	5	13	28	2	5	3	10	9	3	3	3	9	28	5	3	3	11
10	4	4	5	13	29	4	4	5	13	10	3	3	5	11	29	4	4	5	13
11	4	3	5	12	30	5	5	3	13	11	5	2	4	11	30	3	4	4	11
12	4	5	4	13	Yi	106.0	113.0	127.0	346	12	2	4	5	11	Yi	97.0	95.0	127.0	319
13	4	5	5	14	r	30	30	30	30	13	3	4	5	12	r	30	30	30	30
14	3	5	4	12	Yj	3.53	3.77	4.23	11.53	14	3	2	5	10	Yj	3.23	3.17	4.23	10.63
15	2	4	4	10	$\sum_{j=1}^r Y_{ij}$	402.0	451.0	561.0	4036	15	3	3	2	8	$\sum_{j=1}^r Y_{ij}$	349	329	563	3465
16	4	4	4	12	Yi/r	374.5	425.6	537.6	3990.5	16	2	3	5	10	Yi/r	313.6	300.8	537.6	3392
17	4	4	3	11	SSi	27.5	25.4	23.4	45.5	17	4	3	4	11	SSi	35.4	28.2	25.4	73
18	4	3	5	12	Vi	29	29	29	29	18	3	2	5	10	Vi	29	29	29	29
19	5	4	2	11	Si	0.95	0.87	0.81	1.57	19	3	3	2	8	Si	1.22	0.97	0.88	2.52

ตารางที่ 35 คะแนนรสชาติและความขื่นเนียนของสูตร G และ H เมื่อเปรียบเทียบกับต้นแบบคือ ผ.415

ผู้ทดสอบ	คะแนนรสชาติ								คะแนนความขื่นเนียน										
	ผ.415	สูตร G	สูตร H	รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ผ. 415	สูตร G	สูตร H	รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ผ. 415	สูตร G	สูตร H	รวมคะแนน					
1	3	4	5	12	20	4	2	5	11	1	4	4	3	11	20	5	4	5	14
2	5	4	4	13	21	4	2	4	10	2	4	3	5	12	21	5	4	5	14
3	5	4	3	12	22	4	3	4	11	3	5	4	4	13	22	4	3	3	10
4	3	5	4	12	23	3	1	5	9	4	3	3	5	11	23	4	3	5	12
5	3	4	5	12	24	5	3	3	11	5	3	3	4	10	24	5	3	1	9
6	2	4	5	11	25	3	2	5	10	6	2	4	4	10	25	3	4	5	12
7	3	4	3	10	26	4	3	5	12	7	2	4	3	9	20	5	1	5	11
8	4	4	5	13	27	3	4	4	11	8	3	4	5	12	21	4	5	4	13
9	3	3	5	11	28	5	0	3	8	9	5	3	5	13	28	5	3	5	13
10	4	2	5	11	29	2	5	4	11	10	4	3	4	11	29	4	5	4	13
11	5	2	3	10	30	4	4	4	12	11	5	3	5	13	30	4	5	4	13
12	4	4	5	13	Yi	111	93	125	329	12	3	4	5	12	Yi	119	106	126	351
13	3	4	5	12	r	30	30	30	30	13	4	3	5	12	r	30	30	30	30
14	4	2	4	10	Yi	3.70	3.1	4.17	10.97	14	4	3	4	11	Yi	3.97	3.53	4.20	11.7
15	4	3	3	10	$\sum Y_{ij}$	431	327	543	3651	15	4	4	4	12	$\sum Y_{ij}$	495	394	556	4169
16	3	3	4	10	Yi/r	410.7	288.3	520.8	3608	16	4	3	4	11	Yi/r	472.0	374.5	529.2	4106.7
17	4	3	4	11	SS1	20.3	38.7	22.2	43.0	17	3	3	3	9	SS1	23.0	19.5	26.8	62.3
18	4	2	5	11	Vi	29	29	29	29	18	5	4	5	14	Vi	29	29	29	29
19	4	3	2	9	Si	0.70	1.33	0.76	1.48	19	4	4	3	11	Si	0.79	0.67	0.92	2.15

ตารางที่ 36 คะแนนการปาดทาบขนมอบึ่งและคะแนนการยอมรับของสูตร G และ H เมื่อเปรียบเทียบกับต้นแบบคือ ผ.415

คะแนนการปาดทาบขนมอบึ่ง										คะแนนการยอมรับ									
ผู้ทดสอบที่	ผ. 415	สูตร G	สูตร H	รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ผ. 415	สูตร G	สูตร H	รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ผ. 415	สูตร G	สูตร H	รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ผ. 415	สูตร G	สูตร H	รวมคะแนน
1	4	5	5	14	20	5	4	5	14	1	3	4	4	11	20	3	2	5	10
2	4	4	4	12	21	4	4	4	12	2	3	3.2	5	11.2	21	5	2	3	10
3	4	5	4	13	22	3	3	2	8	3	5	4	3	12	22	4	3	3	10
4	2	4	5	11	23	3	3	5	11	4	3	3	5	11	23	4	2	5	11
5	4	3	5	12	24	4	4	4	12	5	3	3	4	10	24	5	3	4	12
6	3	4	4	11	25	4	4	5	13	6	2	4	4	10	25	4	3	5	12
7	4	5	4	13	26	5	3	5	13	7	3	5	3	11	26	4	4	5	13
8	3	4	4	11	27	4	5	4	13	8	4	3	5	12	27	4	3	4	11
9	5	3	5	13	28	5	0	5	10	9	3	3	5	11	28	4	0	3	7
10	4	3	4	11	29	4	5	4	13	10	4	3	5	12	29	4	4	4.5	12.5
11	5	3	4	12	30	4	5	5	14	11	5	2	3	10	30	4	5	4	13
12	4	4	4	12	Yi	119	114.5	129	362.5	12	3	5	5	13	Yi	110	94.7	125.5	330.2
13	4	4	5	13	r	30	30	30	30	13	4	4	5	13	r	30	30	30	30
14	5	5	5	15	Yi	3.97	3.82	4.30	12.08	14	4	3	5	12	Yi	3.67	3.16	4.18	11.01
15	4	3.5	4	11.5	Yi	491	467.2	573	4455.2	15	3	3.5	3	9.5	Yi	420	330.5	545.2	3690.9
16	4	3	4	11	Yi/r	472.0	437.0	554.7	4380.2	16	3	3	5	11	Yi/r	403.3	298.9	525.0	3634.4
17	5	4	5	14	SSi	19.0	30.2	18.3	75.0	17	4	3	4	11	SSi	16.7	31.6	20.2	56.5
18	4	4	4	12	Vi	29	29	29	29	18	3	2	4	9	Vi	29	29	29	29
19	2	4	2	8	Si	0.65	1.04	0.63	2.59	19	3	3	3	9	Si	0.58	1.09	0.70	1.95

ตารางที่ 37 Fmax test ของข้อมูลของสูตร G สูตร H และต้นแบบ

จากคะแนน	$f_{max} = S^2_{max} / S^2_{min}$	สรุป
สี	0.95/0.81 = 1.17	< $f_{max} .05, 3, 29$
กลิ่น	1.22/0.88 = 1.39	"
รสชาติ	1.33/0.70 = 1.90	"
ความข้นเนียน	0.92/0.67 = 1.37	"
การปากทก	1.04/0.83 = 1.65	"
การยอมรับ	1.09/0.58 = 1.88	"

หมายเหตุ $f_{max} .05, 3, 29 = 2.40$

นั่นคือ ความแปรปรวนของข้อมูลชุดนี้มีลักษณะ homogenous

คะแนน	SOV	df	SS	MS	F	สรุป
สี	Samples	2	7.5	3.75	3.54	> F.05, 2, 58
	Panelists	29	15.1	0.52	0.49	< F.05, 29, 58
	Error	58	61.2	1.06		
	Total	89	83.8			
กลิ่น	Samples	2	21.3	10.65	9.51	> F.01, 2, 58
	Panelists	29	24.3	0.84	0.75	< F.05, 29, 58
	Error	58	64.7	1.12		
	Total	89	110.3			
รสชาติ	Samples	2	17.1	8.55	7.43	> F.01, 2, 58
	Panelists	29	14.3	0.49	0.43	< F.05, 29, 58
	Error	58	66.9	1.15		
	Total	89	98.3			
ความชื้น- เนย	Samples	2	6.8	3.40	4.05	> F.05, 2, 58
	Panelists	29	20.8	0.72	0.86	< F.05, 29, 58
	Error	58	48.5	0.84		
	Total	89	76.1			
การปกตว- บนขนมปัง	Samples	2	3.6	1.80	2.47	< F.05, 2, 58
	Panelists	29	25.0	0.86	1.18	< F.05, 29, 58
	Error	58	42.5	0.73		
	Total	89	71.1			
การยอมรับ	Samples	2	15.7	7.85	9.13	> F.01, 2, 58
	Panelists	29	18.8	0.65	0.76	< F.05, 29, 58
	Error	58	49.7	0.86		
	Total	89	84.2			

หมายเหตุ

F.01, 2, 58 = 5.00

F.01, 29, 58 = 2.05

F.05, 2, 58 = 3.16

F.05, 29, 58 = 1.66

Duncan's Multiple Range

$$1. \text{ จากคะแนนสี่} \quad SE. = \sqrt{1.06/30} = 0.19 \quad ; \quad df_E = 58$$

ผลิตภัณฑ์	สูตร H	สูตร G	พ.415
คะแนนเฉลี่ย	4.23	3.77	3.53
p		2	3
rp		2.83	2.98
rp x SE		0.54	0.57
ความแตกต่างจากสูตร H		0.46	0.70
มีนัยสำคัญ		-	+
ความแตกต่างจากสูตร G			0.24
มีนัยสำคัญ			-

นั่นคือ สี่ของสูตร H ดีกว่าต้นแบบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

$$2. \text{ จากคะแนนกลิ่น} \quad SE. = \sqrt{1.12/30} = 0.193 \quad ; \quad df_E = 58$$

ผลิตภัณฑ์	สูตร H	พ.415	สูตร G
คะแนนเฉลี่ย	4.23	3.23	3.17
p		2	3
rp		2.83	2.98
rp x SE		0.55	0.58
ความแตกต่างจากสูตร H		1.00	1.06
มีนัยสำคัญ		+	+

นั่นคือ กลิ่นของสูตร H ดีกว่าต้นแบบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. จากคะแนนรสชาติ $SE. = \sqrt{1.15/30} = 0.196$; $df_E = 58$

ผลิตภัณฑ์	สูตร H	พ.415	สูตร G
คะแนนเฉลี่ย	4.17	3.70	3.10
p		2	3
rp		2.83	2.98
rp x SE		0.55	0.58
ความแตกต่างจากสูตร H		0.47	1.07
มีนัยสำคัญ		-	+
ความแตกต่างจาก พ.415			0.60
มีนัยสำคัญ			+

นั่นคือ สูตร H มีคะแนนรสชาติใกล้เคียงกับต้นแบบ และมากกว่าสูตร G อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4. จากคะแนนความขมเฝื่อน $SE. = \sqrt{0.84/30} = 0.167$; $df_E = 58$

ผลิตภัณฑ์	สูตร H	พ.415	สูตร G
คะแนนเฉลี่ย	4.20	3.97	3.53
p		2	3
rp		2.83	2.98
rp x SE		0.47	0.50
ความแตกต่างจากสูตร H		0.23	0.67
มีนัยสำคัญ		-	+
ความแตกต่างจาก พ.415			0.44
มีนัยสำคัญ			-

นั่นคือ สูตร H มีคะแนนความขมเฝื่อนใกล้เคียงกับต้นแบบ และมากกว่า สูตร G อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5. จากคะแนนการยอมรับ $SE_s = \sqrt{0.86/30} = 0.169$; $df_E = 58$

ผลิตภัณฑ์	สูตร H	4.415	สูตร G
คะแนนเฉลี่ย	4.18	3.67	3.16
p		2	3
rp		2.83	2.98
rp x SE		0.48	0.50
ความแตกต่างจากสูตร H		0.51	1.02
มีนัยสำคัญ		+	+

นั่นคือ คะแนนการยอมรับของสูตร H สูงกว่าต้นแบบ และสูตร G อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้น จึงเลือกสูตร H เป็นสูตรมาตรฐาน สำหรับใช้ในงานทดลองครั้งต่อไป

สรุปและวิจารณ์

สูตรมาตรฐานประกอบด้วยกะทิ 7.57% น้ำเชื่อม 55.28% ไข่ไก่ 11.34% แป้งสาลี 5.81% และน้ำ 20.00% ซึ่งจะต้องใช้วัตถุดิบต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละ ดังนี้ มะพร้าวขูดขาว 5.6% น้ำตาลทราย 35.1% ไข่ไก่ 11.0% แป้งสาลี 5.7% และน้ำ 42.6% ดังแสดงในตารางที่ 39 เมื่อเทียบปริมาณวัตถุดิบแต่ละชนิดของสูตรมาตรฐานกับค่าเฉลี่ยของตำรับอาหาร 6 ตำรับ (4, 13-15) จะเห็นว่า สูตรที่เลือกนี้ใช้มะพร้าวน้อย ไม่ใช้แป้งข้าวโพดเลย แต่ใช้น้ำตาล แป้งสาลี และน้ำมาก ดังนั้น ราคาต้นทุนวัตถุดิบจึงถูกกว่าตำรับทั้ง 6 มาก ดังแสดงในตารางที่ 40 และเหมาะที่จะนำไปใช้ในเชิงอุตสาหกรรม เพราะคุณภาพเป็นที่ยอมรับ พร้อมทั้งราคาถูกจึงสามารถแข่งขันกับผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่เดิมในท้องตลาดได้ ในกรณีที่ใช้กะทิมาก จะเป็นเหตุให้เกิดปัญหากลิ่นหืน และลักษณะเนื้อไม่ค่อยเนียน เนื่องจากกรดไขมันในกะทิส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัว ซึ่งจะจับตัวกันเป็นไขง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อแช่ในตู้เย็น จะเห็นลักษณะไขของกะทิอย่างชัดเจน ดังนั้น จึงเลือกใช้กะทิน้อย เพื่อช่วยให้เนื้อผลิตภัณฑ์ มีลักษณะเนียนดีไม่แยกชั้นง่าย ไม่หืนเร็ว และมีอายุการเก็บนาน ถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์จะขาดรสมันไปบ้าง แต่ผู้บริโภคเองก็สามารถเติมนมข้นระเหยหรือนมผงก่อนเสิร์ฟได้ตามชอบในภายหลัง

ตารางที่ 39 การเปรียบเทียบสูตรมาตรฐานกับสูตรในตำรับอาหาร 6 ตำรับ

ส่วนประกอบ(%)	ตำรับ						เฉลี่ย	สูตร มาตรฐาน
	1	2	3	4	5	6		
	มะพร้าวคั่วขาว	25.8	34.7	25.3	45.6	53.2		
น้ำตาลทราย	25.8	30.4	35.4	21.0	13.1	29.8	25.9	35.1
ไข่ไก่	15.5	8.7	12.6	15.2	8.5	7.5	11.3	11.0
แป้งข้าวโพด	0	0	1.0	0	5.3	3.0	1.6	0
แป้งสาลี	1.6	1.3	1.0	0	0	0	0.7	5.7
น้ำ	31.3	24.9	24.7	18.2	19.9	29.9	24.8	42.6

ตารางที่ 40 การเปรียบเทียบราคาต้นทุนวัตถุดิบของสูตรมาตรฐาน กับสูตรในตำรับอาหาร

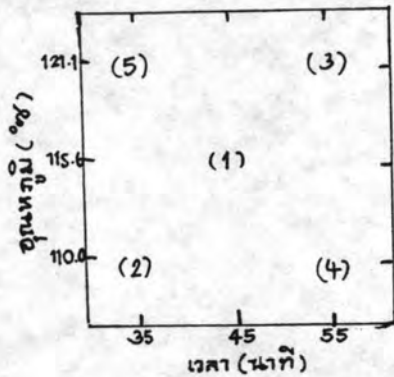
วัตถุดิบ	ราคา (บาท/กก.)	ค่าวัตถุดิบของแต่ละตำรับ						สูตร มาตรฐาน
		1	2	3	4	5	6	
มะพร้าวชูดขาว	9.85	254.13	341.79	249.20	449.16	524.02	293.53	55.16
น้ำตาลทราย	11.02	284.32	335.01	390.11	231.42	144.36	328.40	386.80
ไข่ไก่	20.60	319.30	179.22	259.56	313.12	175.10	154.50	226.60
แป้งข้าวโพด	4.08	-	-	4.08	-	21.62	12.24	-
แป้งสาลี	4.82	7.71	6.27	4.82	-	-	-	27.47
รวมค่าวัตถุดิบ (บาท/100กก)		865.46	862.30	907.78	993.70	865.30	788.67	696.03

ซึ่งคิดแล้วต้นทุนวัตถุดิบประมาณ 1.39 บาท/ขวดขนาด 200 กรัม ต้นทุนขวดพร้อมฝา 3.30 บาท ในกรณีที่จะทำสังขยาใบเตยจะต้องใช้ใบเตยอีก 8 ٪ ของน้ำหนักส่วนผสมซึ่งคิดเป็นต้นทุน 1.28 สตางค์/ขวดและต้องใส่โปดัสเซียมเมตาไบซัลไฟท์อีก 20 มล./ขวด คิดเป็นเงิน 0.03 สตางค์/ขวด ดังนั้นต้นทุนวัตถุดิบและภาชนะบรรจุรวมประมาณ 6 บาท/ขวด



5. ผลการหาสภาวะที่เหมาะสมในการใช้ความร้อนมาเชื้อ

เนื่องจากการใช้สภาวะอบมาเชื้อที่ 115.6 °ซ. 45 นาที อาจยังไม่เหมาะสมที่สุด ดังนั้นจึงพยายามทดลองปรับปรุงเรื่องสีตามหลักการ EVOP ดังแสดงในรูปที่ 16



รูปที่ 16 สภาวะที่ใช้ในการทดลองเพื่อปรับปรุงสีของผลิตภัณฑ์:

- (1) 115.6 °ซ 45 นาที
- (2) 110.0 °ซ 35 นาที
- (3) 121.1 °ซ 55 นาที
- (4) 110.0 °ซ 55 นาที
- (5) 121.1 °ซ 35 นาที

การประเมินผลการยอมรับสีของผลิตภัณฑ์ จะทดสอบทั้งหมด 3 รอบ แต่ละรอบมีผู้ทดสอบ 10 คน ดังนั้นใช้ผู้ทดสอบทั้งสิ้น 30 คน เป็นหญิง 67% ชาย 33% อายุ 17-37 ปี อาชีพรับจ้าง 67% นักศึกษา 20% รับราชการ 10% และพ่อค้า 3% คะแนนการยอมรับแบ่งเป็นหลายระดับ ดังนี้ ชอบมาก = 5 ชอบปานกลาง = 4 ชอบเล็กน้อย = 3 ไม่ชอบเล็กน้อย = 2 ไม่ชอบปานกลาง = 1 ไม่ชอบมาก = 0 ดังแสดงตารางที่ 41-44

ตารางที่ 41 คะแนนการยอมรับสีของผลิตภัณฑ์ที่ทดลองตามหลัก EVOP

ผู้ทดสอบ	คะแนนรอบที่ 1 สภาวะ					ผู้ทดสอบ	คะแนนรอบที่ 2 สภาวะ					ผู้ทดสอบ	คะแนนรอบที่ 3 สภาวะ				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	4	4	2	4	3	11	0	3	1	2	4	21	4	4	2	2	4
2	1	3	1	1	5	12	2	5	2	3	4	22	3	4	0	2	4
3	2	4	3	3	2	13	2	5	2	2	2	23	3	1	1	3	4
4	4	4	3	3	3	14	4	5	2	3	5	24	4	3	1	3	3
5	3	4	3	3	3	15	4	4	1	2	2	25	2	3	0	3	4
6	1	5	2	3	3	16	4	4	1	3	5	26	4	2	1	3	4
7	3	3	1	4	1	17	4	4	3	1	3	27	3	4	3	1	4
8	3	3	1	4	4	18	4	3	0	5	3	28	4	5	0	4	5
9	5	4	2	3	2	19	4	4	2	2	5	29	4	4	1	4	3
10	4	4	2	1	5	20	4	3	1	0	2	30	4	5	1	2	1
เฉลี่ย	3	3.8	2	2.9	3.1	เฉลี่ย	3.2	4.0	1.5	2.3	3.5	เฉลี่ย	3.5	3.5	1	2.7	3.6

ตารางที่ 42 การวิเคราะห์ข้อมูลของรอบที่ 1 (n = 1)

Calculation of Averages						Calculation of "S"	
Operating Conditions	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		
1) Previous Cycle Sum	-	-	-	-	-	Previous Sum S =	
2) Previous Cycle Average	-	-	-	-	-	Previous Ave. S =	
3) New Observations	3	3.8	2	2.9	3.1	New S = R x $f_{k,n}$ =	
4) Difference (2)-(3)	-	-	-	-	-	Range =	
5) New Sums	3	3.8	2	2.9	3.1	New Sum S =	
6) New Averages	3	3.8	2	2.9	3.1	New Ave. S =	

Calculation of Effects				Calculation of Error Limits			
Time Effect	=	$1/2(\bar{y}_3 + \bar{y}_4 - \bar{y}_2 - \bar{y}_5)$	=	-1	Prior Estimate	=	1.06
Temp Effect	=	$1/2(\bar{y}_3 + \bar{y}_5 - \bar{y}_2 - \bar{y}_4)$	=	-0.8	New Average	=	$26/\sqrt{n} = \pm 2.12$
txT Effect	=	$1/2(\bar{y}_2 + \bar{y}_5 - \bar{y}_4 - \bar{y}_3)$	=	-0.1	New Effects	=	$26/\sqrt{n} = \pm 2.12$
Change in Mean	=	$1/5(\bar{y}_2 + \bar{y}_3 + \bar{y}_4 + \bar{y}_5 - 4\bar{y}_1)$	=	-0.04	Change in Mean	=	$1.786/\sqrt{n} = \pm 1.91$

ตารางที่ 43 การวิเคราะห์ข้อมูลของรอบที่ 2 (n=2)

Calculation of Averages						Calculation of "S"	
Operating Conditions	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		
1) Previous Cycle Sum	3	3.8	2	2.9	3.1	Previous Sum S =	
2) Previous Cycle Average	3	3.8	2	2.9	3.1	Previous Ave. S =	
3) New Observations	3.2	4	1.5	2.3	3.5	New S = R x $f_{k,n} = 1 \times .30 = .3$	
4) Difference (2)-(3)	-0.2	-0.2	0.5	0.6	-0.4	Range = 1	
5) New Sums	6.2	7.8	3.5	5.2	6.6	New Sum S. = 0.3	
6) New Averages	3.1	3.9	1.8	2.6	3.3	New Ave. s = 0.3	

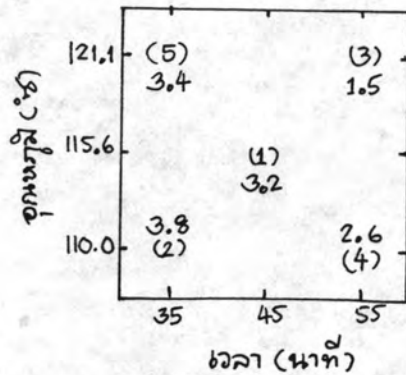
ตารางที่ 43 (ต่อ)

Calculation of Effects				Calculation of Error Limits	
Time Effect	=	$1/2(\bar{y}_3 + \bar{y}_4 - \bar{y}_2 - \bar{y}_5)$	=	-1.4	Prior Estimate $\hat{\sigma} = 1.06$
Temp Effect	=	$1/2(\bar{y}_3 + \bar{y}_5 - \bar{y}_2 - \bar{y}_4)$	=	-0.7	New Average = $2\hat{\sigma}/\sqrt{n} = \pm 1.5$
t x T Effect	=	$1/2(\bar{y}_2 + \bar{y}_3 - \bar{y}_4 - \bar{y}_5)$	=	-0.1	New Effects = $2\hat{\sigma}/\sqrt{n} = \pm 1.5$
Change in Mean	=	$1/5(\bar{y}_2 + \bar{y}_3 + \bar{y}_4 + \bar{y}_5 - 4\bar{y}_1)$	=	-0.16	Change in Mean = $1.78\hat{\sigma}/\sqrt{n} = \pm 1.3$

ตารางที่ 44 การวิเคราะห์ข้อมูลของรอบที่ 3 (n = 3)

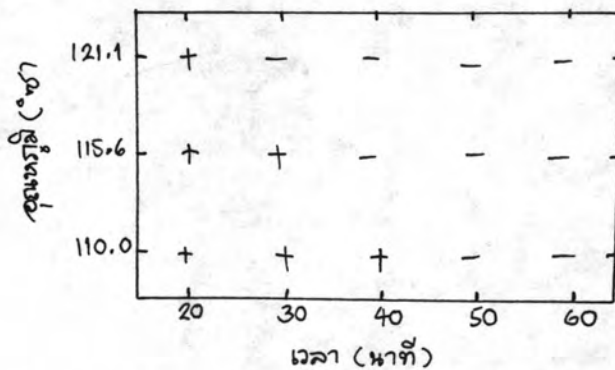
Calculation of Averages						Calculation of "S"
Operating Conditions	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
1. Previous Cycle Sum	6.2	7.8	3.5	5.2	6.6	Previous Sum S = 0.3
2. Previous Cycle Average	3.1	3.9	1.8	2.6	3.3	Previous Aver. S = 0.3
3. New Observations	3.5	3.5	1.0	2.7	3.6	New S = R x $f_{k,n} = 0.42$
4. Difference (2)-(3)	-0.4	0.4	0.8	-0.1	-0.3	Range = 1.2
5. New Sums	9.7	11.3	4.5	7.9	10.2	New Sum S = 0.72
6. New Averages	3.2	3.8	1.5	2.6	3.4	New Aver. S = 0.36

Calculation of Effects				Calculation of Error Limits	
Time effect	=	$1/2(\bar{y}_3 + \bar{y}_4 - \bar{y}_2 - \bar{y}_5)$	=	-1.55	Prior Estimate $\hat{\sigma} = 1.06$
Temp. effect	=	$1/2(\bar{y}_3 + \bar{y}_5 - \bar{y}_2 - \bar{y}_4)$	=	-0.75	New Estimate $\hat{\sigma} = 0.36$
txT effect	=	$1/2(\bar{y}_2 + \bar{y}_3 - \bar{y}_4 - \bar{y}_5)$	=	-0.35	New Average = $2\hat{\sigma}/\sqrt{n} = \pm 0.42$
Change in Mean	=	$1/5(\bar{y}_2 + \bar{y}_3 + \bar{y}_4 + \bar{y}_5 - 4\bar{y}_1)$	=	-0.30	New Effects = $2\hat{\sigma}/\sqrt{n} = \pm 0.42$
					Change in Mean = $1.78\hat{\sigma}/\sqrt{n} = \pm 0.37$



รูปที่ 17 คะแนนการยอมรับสีของผลิตภัณฑ์ที่ทดลองตามหลัก EVOP

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามรูปที่ 17 จะเห็นว่าสภาวะที่ 2 มีคะแนนการยอมรับสูงสุด 3.8 คะแนน รองลงมา คือ สภาวะที่ 5 และที่ 1 ซึ่งมีคะแนน 3.4 และ 3.2 ตามลำดับ แต่พบว่า สภาวะที่ 2 นี้มีปัญหาการฆ่าเชื้อไม่สมบูรณ์ ดังผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา ตามรูปที่ 18 ดังนั้น จึงใช้สภาวะที่ 2 ไม่ได้ สำหรับสภาวะที่ 5 นั้น จะทำให้เกิดปัญหาผิวอาหารค้ำข้างขวดใหม่ เป็นแห่ง ๆ สีของผลิตภัณฑ์บางขวดจึงไม่สม่ำเสมอ ดังนั้น จึงใช้สภาวะที่ 5 ไม่ได้



รูปที่ 18 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ที่ทดลองอบฆ่าเชื้อที่สภาวะต่าง ๆ

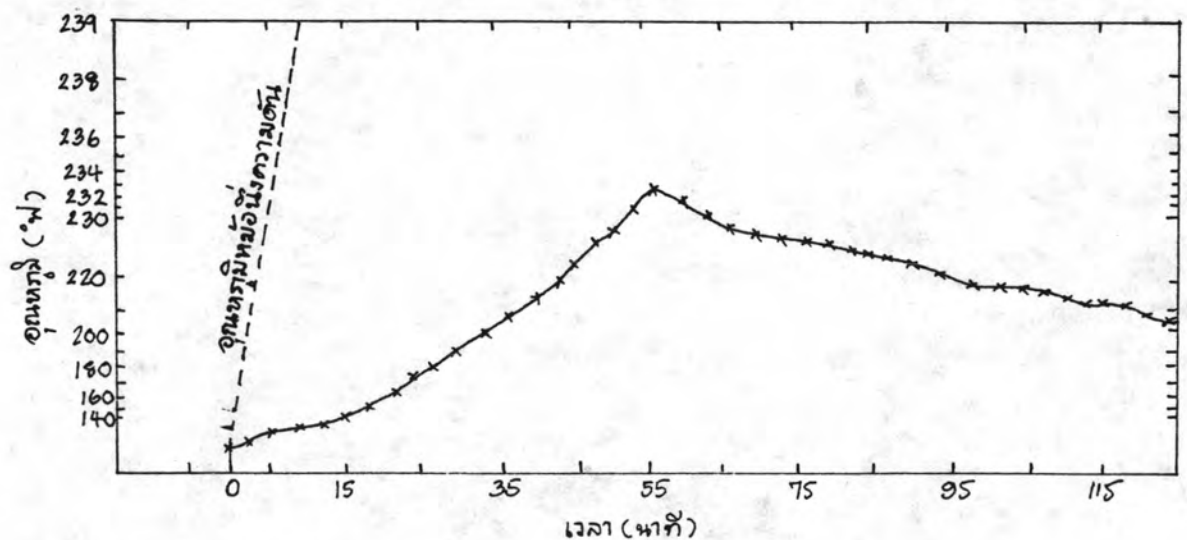
- + หมายถึง พบ Thermophillic anaerobe และ/หรือ Flat sour spoilage bacteria ทั้งชนิด thermophiles และ mesophiles
- หมายถึง ไม่พบจุลินทรีย์ดังกล่าว

ฉะนั้น สภาวะที่เหมาะสมจึงเหลือแต่สภาวะที่ 1 ซึ่งนอกจากจะมีคะแนนการยอมรับแล้ว ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยายังแสดงว่าสภาวะนี้ เพียงพอในการฆ่าเชื้อด้วย ดังแสดงในรูปที่ 18 ดังนั้น จึงควรใช้การอบฆ่าเชื้อที่ 115.6 องศาเซลเซียส 45 นาที เป็นสภาวะมาตรฐานสำหรับอบฆ่าเชื้อในงานทดลองต่อไป

ผลการทดลองหาค่า F_0 พบว่า ระหว่างที่อบฆ่าเชื้อตามสภาวะมาตรฐาน อุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางของผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนแปลง ดังแสดงในตารางที่ 45 และรูปที่ 19 ซึ่งจะเห็นว่าใช้ come-up time 12 นาที ปิดไอน้ำ นาทีที่ 57 และเปิดต่อลมทันที เพื่อรักษาระดับความดันไว้ที่ 10 ปอนด์/นิ้ว² รอจนนาทีที่ 108 จึงเปิดหม้อหนึ่งความดันและนำผลิตภัณฑ์ออกพักไว้ที่อุณหภูมิห้อง จนกระทั่งเย็นลง ผลการคำนวณหาค่า lethality หรือค่า F_0 แสดงไว้ในตารางที่ 46 และรูปที่ 20 ซึ่งสรุปได้ว่า ค่า $F_0 = 3.8$

ตารางที่ 45 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ณ จุดกึ่งกลางของผลิตภัณฑ์ขณะอบฆ่าเชื้อที่ 115.6 °ซ 45 นาที

เวลา(นาที)	อุณหภูมิ		เวลา(นาที)	อุณหภูมิ		เวลา(นาที)	อุณหภูมิ	
	°ซ	°ฟ		°ซ	°ฟ		°ซ	°ฟ
0	34.2	93.6	42	105.1	221.2	84	107.0	224.6
3	43.2	109.8	45	106.8	224.2	87	106.5	223.7
6	46.9	116.4	48	108.6	227.5	90	106.1	223.0
9	49.8	121.6	51	109.8	229.6	93	105.6	222.1
12	56.4	133.5	54	110.9	231.6	96	105.1	221.2
15	62.9	145.2	57	111.9	233.4	99	104.6	220.2
18	69.9	157.8	60	111.2	232.2	102	104.2	219.6
21	77.1	170.8	63	110.2	230.4	105	103.8	218.6
24	83.9	183.0	66	109.6	229.6	108	103.4	218.1
27	88.5	191.3	69	109.4	228.9	111	103.0	217.4
30	93.0	199.4	72	109.0	228.2	114	102.5	216.4
33	96.8	206.2	75	108.4	227.1	117	101.9	215.4
36	100.0	212.0	78	107.9	226.2	120	99.7	211.5
39	102.8	217.0	81	107.5	225.5	123	97.2	207.0



รูปที่ 19 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางของผลิตภัณฑ์ขณะอบฆ่าเชื้อที่ 240 °ฟ 45 นาที

ตารางที่ 46 ค่า lethal rate ของผลิตภัณฑ์ที่อบฆ่าเชื้อที่สภาวะมาตรฐาน

เวลา(นาที)	อุณหภูมิ(°ซ)	lethal rate	เวลา(นาที)	อุณหภูมิ(°ซ)	lethal rate
33	96.8	.0037	81	107.5	.0437
36	100.0	.0078	84	107.0	.0389
39	102.8	.0148	87	106.5	.0347
42	105.1	.0251	90	106.1	.0316
45	106.8	.0372	93	105.6	.0282
48	108.6	.0562	96	105.1	.025
51	109.8	.0741	99	104.6	.0224
54	110.9	.0955	102	104.2	.0204
57	111.9	.1202	105	103.8	.0186
60	111.2	.1023	108	103.4	.0170
63	110.2	.0813	111	103.0	.0155
66	109.6	.0708	114	102.5	.0138
69	109.4	.0676	117	101.9	.0120
72	109.0	.0617	120	99.7	.0072
75	108.4	.0537	123	97.2	.0041
78	107.9	.0479	126	-	-
รวมค่า lethal rate					1.2531

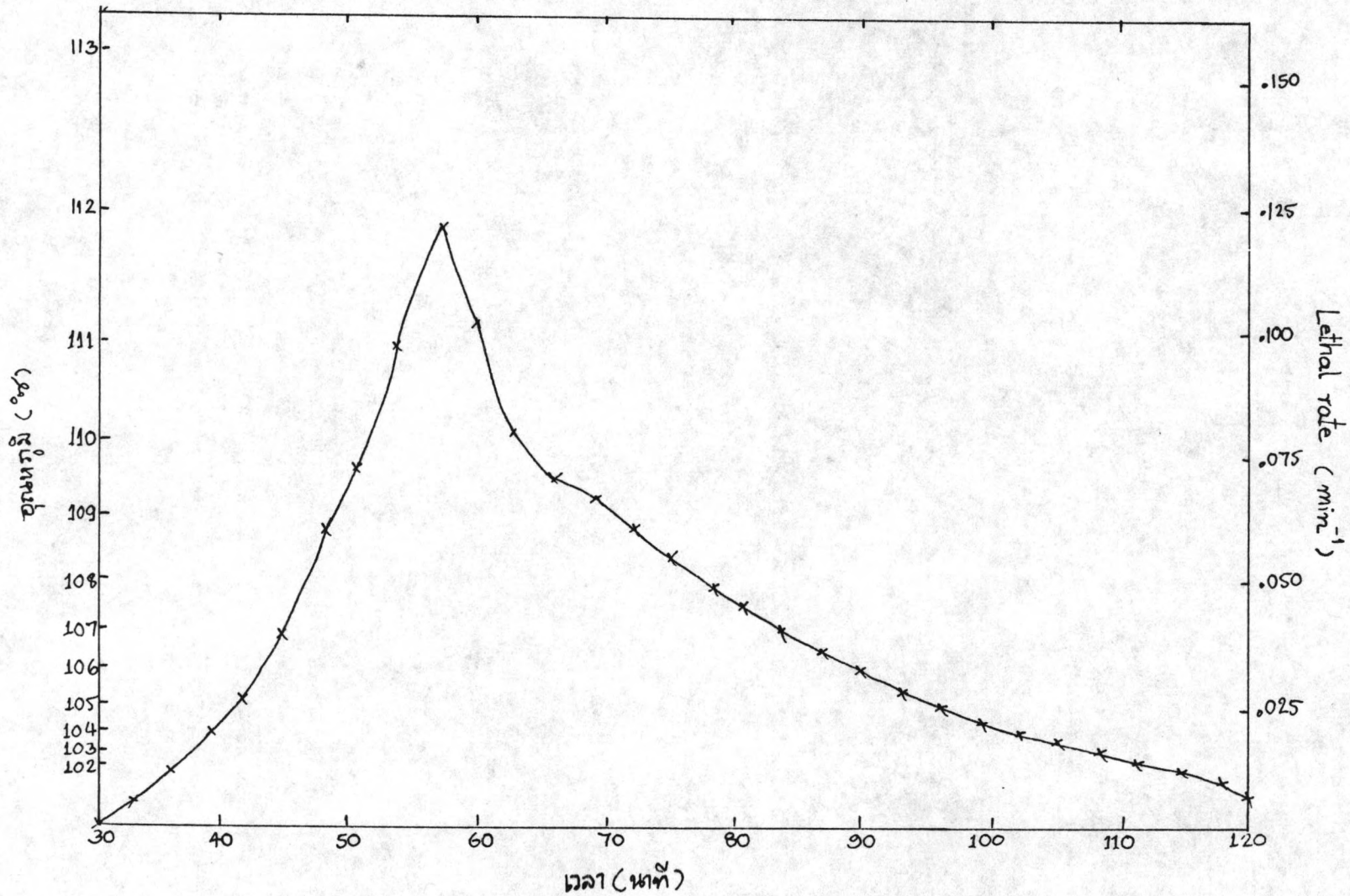
หมายเหตุ

$$\text{lethal rate} = \log^{-1} \frac{T - 121.1}{Z}$$

T = product temperature
Z = 10 °C

$$\text{lethality} = 1.2531 \times 3$$

$$= 3.7593$$



รูปที่ 20 กราฟระหว่างอัตรามรณะ เวลา และ lethal rate ของผลิตภัณฑ์ที่อบฆ่าเชื้อที่ 115.6 องศาเซลเซียส

45 นาที

6. ผลการทดสอบอายุการเก็บ

หลังการผลิตพบว่า ผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ดังนี้ คือ

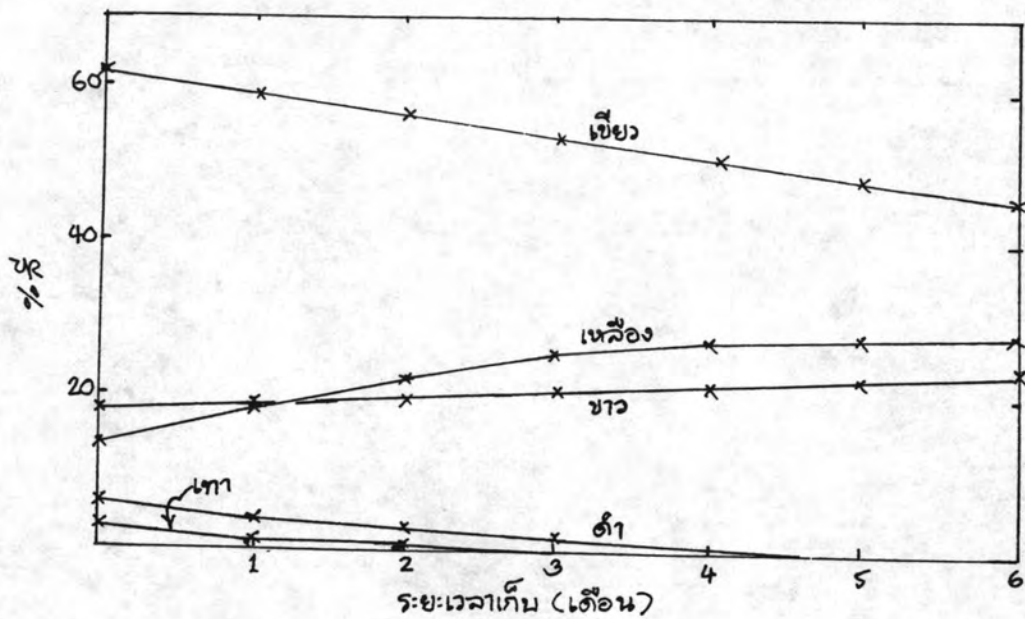
6.1 สี การเก็บผลิตภัณฑ์ไว้นาน 6 เดือน จะทำให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไป ดังแสดงในตารางที่ 47 ซึ่งจะเห็นว่า ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ KMS ให้สีสวยกว่าที่ไม่ใช่ KMS

ตารางที่ 47 ผลการตรวจสอบสีของผลิตภัณฑ์ ระหว่างเก็บ 6 เดือน

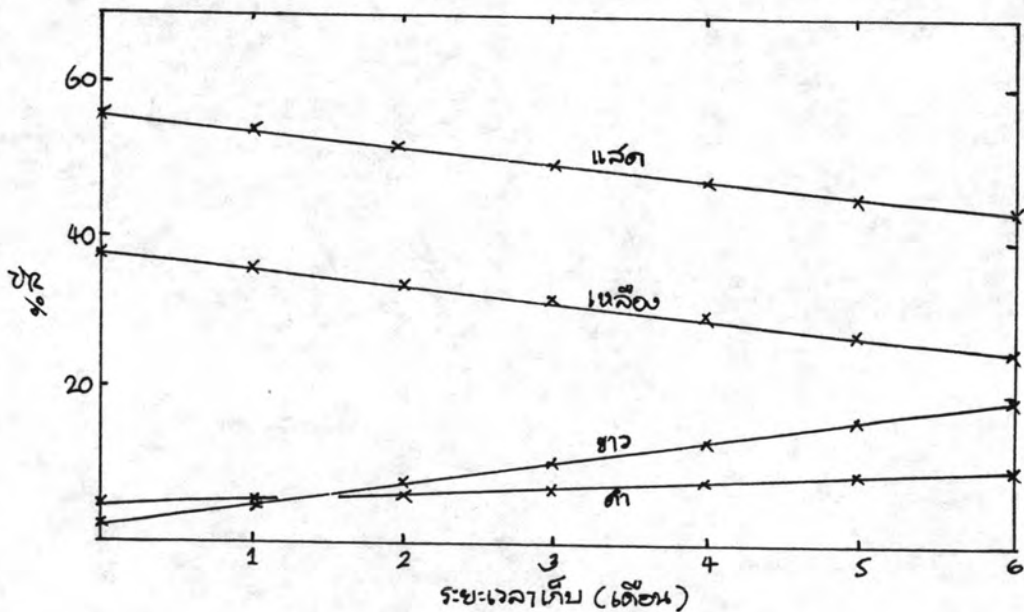
ผลิตภัณฑ์	% สี	ระยะเวลาเก็บ (เดือน)						
		0	1	2	3	4	5	6
สังขยาใบเตยที่ใช้ KMS	เขียว	62	59	57	54	53	49	47
	เหลือง	13	18	22	25	27	28	28
	ดำ	5	3	2	1	0	0	0
	เทา	2	1	0	0	0	0	0
	ขาว	18	19	19	20	21	23	25
การยอมรับ		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
สังขยาสีแสดที่ใช้ KMS	แสด	56	54	52	50	48	46	44
	เหลือง	38	36	34	32	30	28	26
	ดำ	4	5	6	7	8	9	10
	ขาว	2	5	8	11	14	17	20
	การยอมรับ		✓	✓	✓	✓	✓	✓
สังขยาใบเตยที่ไม่ใช่ KMS	เขียว	41	39	37	34	32	30	27
	เหลือง	33	40	44	49	51	54	55
	ดำ	6	7	8	9	10	11	12
	เทา	12	7	4	4	3	3	3
	ขาว	8	7	7	4	4	2	2
การยอมรับ		×	×	×	×	×	×	×
สังขยาสีแสด ที่ไม่ใช่ KMS	แสด	33	31	29	27	25	23	21
	เหลือง	34	32	30	28	26	25	23
	ดำ	27	28	29	30	31	32	33
	ขาว	6	9	12	15	18	20	23
	การยอมรับ		×	×	×	×	×	×

หมายเหตุ วัดค่าสีของสังขยาใบเตยโดยใช่ Munsell Disk group # 8 - Canned Green Peas

วัดค่าสีของสังขยาสีแสด โดยใช่ Munsell Dish group # 7 - Egg Yolk



รูปที่ 21 การเปลี่ยนแปลงสีของสังขยาใบเตยที่ใช้ KMS

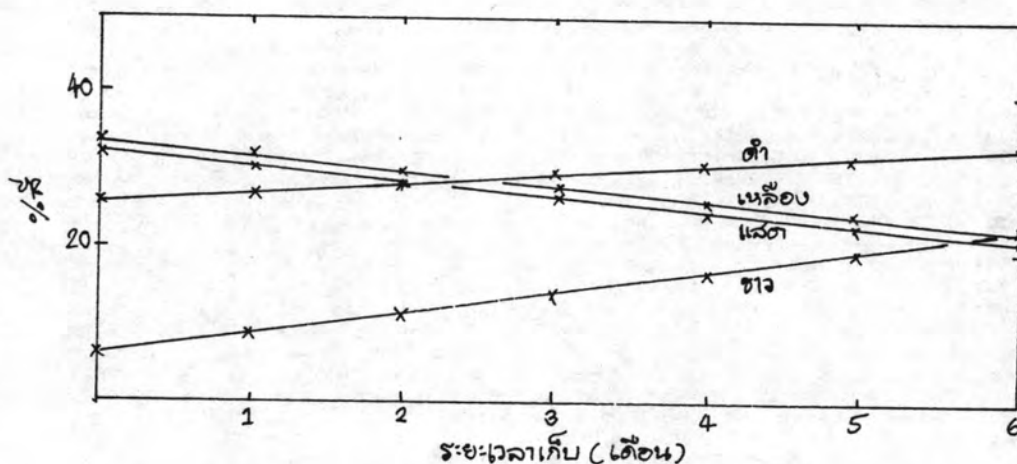


รูปที่ 22 การเปลี่ยนแปลงสีของสังขยาสีแสดที่ใช้ KMS

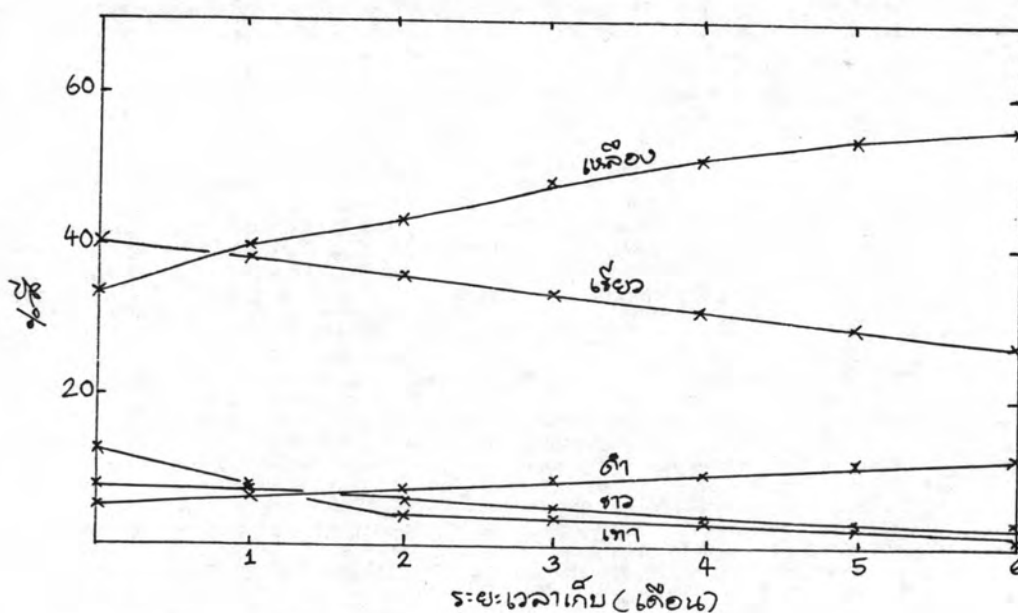
ความเข้มของสีของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ KMS จะจางลงเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาการเก็บ ดังแสดงในรูปที่ 21 จะเห็นว่า % สีเขี้ยว สีดำ สีเทา ลดลง ขณะที่ % สีเหลือง สีขาวเพิ่มขึ้น อันแสดงได้ว่าสีของสังขยาใบเตยจางลง ในทำนองเดียวกันตามรูปที่ 22 จะเห็นว่า % สีแสด สีเหลือง ลดลง ขณะที่ % สีดำ สีขาว เพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงได้ว่าสีของสังขยาสีแสด จางลงเช่นเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามสีของผลิตภัณฑ์เหล่านี้ก็ยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคอยู่

เมื่อเปรียบเทียบรูปที่ 21 กับรูปที่ 24 จะเห็นว่า สังขยาใบเคยที่ใช้ KMS จะมี % สีเขียว % สีขาวมาก ส่วน % สีเหลือง สีเทา สีค้ำน้อย ดังนั้น จึงมีความสดใสดีกว่าที่ไม่ใช้ KMS ในทำนองเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบรูปที่ 22 กับรูปที่ 23 จะเห็นว่าสังขยาสีแสดที่ใช้ KMS จะมี % สีแสด สีเหลือง สีขาวมาก ส่วน % สีค้ำน้อย ดังนั้น จึงมีความสดใสดีกว่าที่ไม่ใช้ KMS

สรุป ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ KMS 0.01% เป็น ANTIOXIDANT จะมีสีสวยงามถึง 6 เดือน



รูปที่ 23 การเปลี่ยนแปลงสีของสังขยาสีแสดที่ไม่ใช้ KMS



รูปที่ 24 การเปลี่ยนแปลงสีของสังขยาใบเคยที่ไม่ใช้ KMS

6.2 กลิ่นหืน การเก็บผลิตภัณฑ์ไว้นาน 6 เดือน จะทำให้กลิ่นของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปบ้างเล็กน้อย ดังตารางที่ 48 ซึ่งพบว่ายังอยู่ในเกณฑ์ยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ 48 การตรวจสอบกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ระหว่างเก็บ 6 เดือน

เดือนที่	กลิ่นหืน (มก.มาโลนัลดีไฮด์/กก.ผลิตภัณฑ์)
0	0.1638
1	0.1638
2	0.1716
3	0.1716
4	0.1794
5	0.1794
6	0.1794

6.3 pH การเก็บผลิตภัณฑ์ไว้นาน 6 เดือน จะทำให้ pH ของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปบ้างเล็กน้อย ดังตารางที่ 49

ตารางที่ 49 การตรวจสอบ pH ของผลิตภัณฑ์ระหว่างเก็บ 6 เดือน

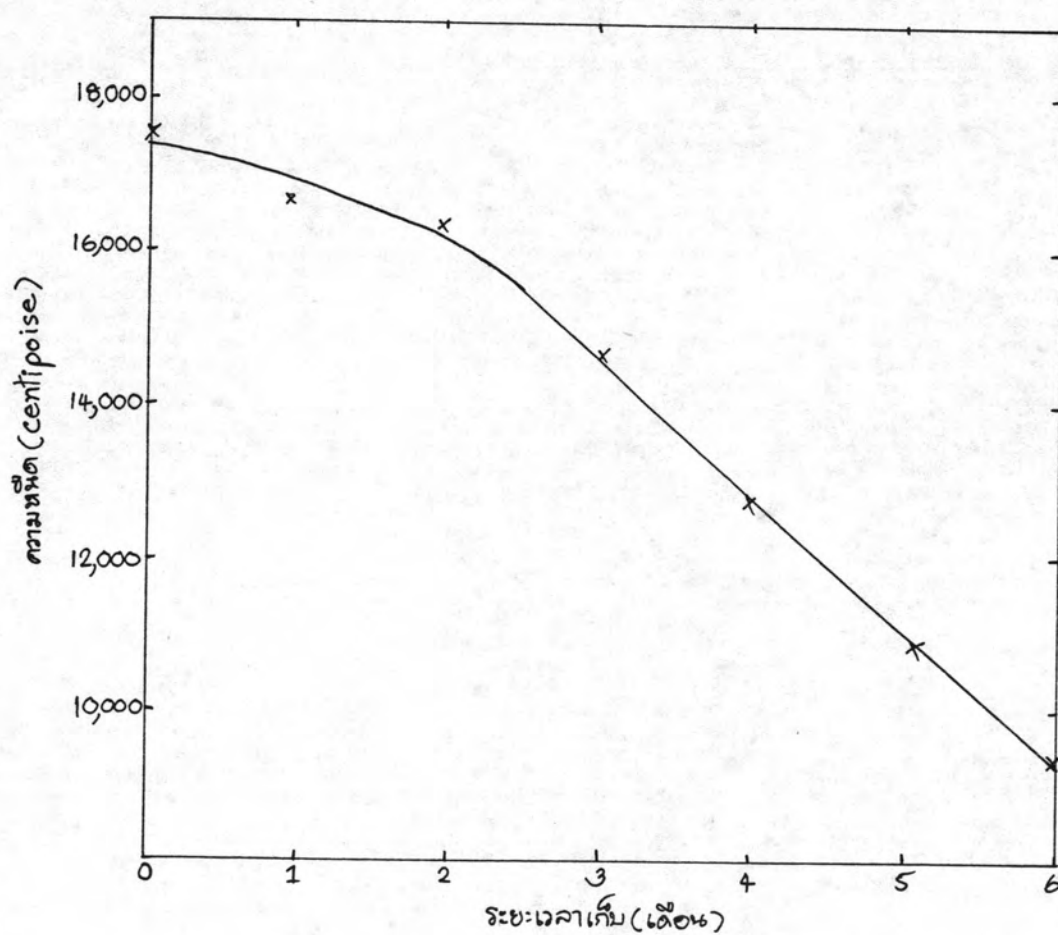
เดือน	0	1	2	3	4	5	6
pH	6.62	6.64	6.59	6.60	6.56	6.59	6.57

6.4 การตรวจสอบทางจุลชีววิทยา พบว่ามีจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม ตรวจไม่พบ Thermophillic anaerobe, Flat sour spoilage และ Coliform ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ทดลองนี้จึงมีความปลอดภัยทางจุลชีววิทยา

6.5 ความชื้นหนืด เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ 6 เดือน พบว่า ความชื้นหนืดของผลิตภัณฑ์จะลดลง ดังตารางที่ 50 และรูปที่ 25 นอกจากนี้ พบว่าผลิตภัณฑ์เริ่มแยกชั้นหลังจาก เก็บไว้มากกว่า 1 เดือน อันเนื่องมาจากเกิดปัญหา retrogradation ขึ้น ซึ่งจะต้องทำการทดลองเพื่อแก้ไขปัญหานี้ต่อไป

ตารางที่ 50 การตรวจสอบความชื้นหนักและการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์ระหว่างเก็บ 6 เดือน

เดือน	0	1	2	3	4	5	6
ความชื้นหนัก (centipoise)	17,500	16,540	16,240	14,800	12,680	10,800	8,700
การแยกชั้น	ไม่พบ	ไม่พบ	← พบ →				



รูปที่ 25 การเปลี่ยนแปลงความชื้นหนักของผลิตภัณฑ์ระหว่างเก็บ 6 เดือน

6.6 การทดสอบทางประสาทสัมผัส เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ 6 เดือน มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตใหม่ ๆ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้นาน 6 เดือน จะมีคะแนนสี กลิ่น รสชาติ ความข้นเนียน และการยอมรับน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใหม่ ๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95-99% แต่อย่างไรก็ตาม คะแนนการยอมรับเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ 6 เดือนนี้ ก็ยังอยู่ในระดับชอบปานกลาง (3.50 คะแนน) ดังแสดงในตารางที่ 51-54 รายละเอียดเกี่ยวกับผู้ทดสอบ ได้แก่ มีผู้ทดสอบทั้งหมด 30 คน เป็นหญิง 63% ชาย 37% อายุ 19-29 ปี ผู้ทดสอบกลุ่มนี้มีความชอบ สี กลิ่น รสชาติ และความข้นเนียนคล้ายคลึงกัน แต่ชอบลักษณะการปาดทาบนขนมปังและการยอมรับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางที่ 51 คะแนนดีและคะแนนกลืนของผลิตภัณฑ์เก็บไว้ 6 เดือน เปรียบเทียบกับที่ผลิตใหม่

ผู้ทดสอบที่	คะแนนดี							คะแนนกลืน							
	ผ.ใหม่	ผ. 6 เดือน	รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ผ.ใหม่	ผ. 6 เดือน	รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ผ.ใหม่	ผ. 6 เดือน	รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ผ.ใหม่	ผ. 6 เดือน	รวมคะแนน
1	5	4	9	20	5	0	5	1	5	3	8	20	5	4	9
2	4	1	5	21	4	2	6	2	4	3	7	21	4	2	6
3	5	3	8	22	5	2	7	3	4	3	7	22	4	3	7
4	5	3	8	23	5	3	8	4	5	4	9	23	5	3	8
5	5	3	8	24	4	3	7	5	3	3	6	24	4	2	6
6	3	3	6	25	4	3	7	6	4	3	7	25	4	4	8
7	5	4	9	26	4	3	7	7	5	3	8	26	3	4	7
8	5	4	9	27	4	1	5	8	3	3	6	27	5	3	8
9	5	3	8	28	5	4	9	9	4	2	6	28	5	5	10
10	5	1	6	29	5	4	9	10	3	1	4	29	3	4	7
11	5	2	7	30	5	2	7	11	4	3	7	30	4	3	7
12	5	3	8	Y_i	138	79	217	12	4	4	8	Y_i	120	96	216
13	4	2	6	r	30	30	30	13	4	4	8	r	30	30	30
14	5	3	8	\bar{Y}_i	4.60	2.63	7.23	14	3	4	7	\bar{Y}_i	4.00	3.20	7.20
15	5	2	7	$\sum_{j=1}^r Y_{ij}^2$	644	245	1625	15	4	3	7	$\sum_{j=1}^r Y_{ij}^2$	496	328	1602
16	4	3	7	\bar{Y}_i^2	634.8	208.03	1569.6	16	5	4	9	\bar{Y}_i^2	480	307.2	1555.2
17	4	1	5	SS_i	9.2	36.97	55.37	17	3	2	5	SS_i	16	20.8	46.8
18	5	5	10	γ_i	29	29	29	18	4	4	8	γ_i	29	29	29
19	4	2	6	S_i^2	0.32	1.275	1.91	19	3	3	6	S_i^2	0.552	0.717	1.61

ตารางที่ 52 แสดงคะแนนรสชาติและคะแนนความขื่นเนียนของผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ 6 เดือน เปรียบเทียบกับที่ผลิตใหม่ ๆ

คะแนนรสชาติ								คะแนนความขื่นเนียน							
ผู้ทดสอบที่	ผ.ใหม่	ผ. 6 เดือน	รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ผ.ใหม่	ผ. 6 เดือน	รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ผ.ใหม่	ผ. 6 เดือน	รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ผ.ใหม่	ผ. 6 เดือน	รวมคะแนน
1	4	3	7	20	4	1	5	1	5	3	8	20	5	4	9
2	4	3	7	21	4	4	8	2	3	3	6	21	4	4	8
3	5	4	9	22	3	2	5	3	4	3	7	22	4	2	6
4	3	4	7	23	3	4	7	4	4	3	7	23	3	4	7
5	4	1	5	24	4	3	7	5	4	4	8	24	5	4	9
6	4	4	8	25	4	4	8	6	4	3	7	25	4	4	8
7	4	4	8	26	5	4	9	7	5	5	10	26	4	4	8
8	4	4	8	27	5	3	8	8	4	4	8	27	4.5	4	8.5
9	5	3	8	28	5	5	10	9	5	5	10	28	4	4	8
10	4	4	8	29	4	2	6	10	4	3	7	29	3	3	6
11	4	4	8	30	5	4	9	11	4	5	9	30	5	1	6
12	5	5	10	$\sum Y_i$	125	104	229	12	3	4	7	$\sum Y_i$	125.5	113	238.5
13	4	3	7	r	30	30	30	13	4	3	7	r	30	30	30
14	4	4	8	\bar{Y}_i	4.17	3.47	7.63	14	5	4	9	\bar{Y}_i	4.18	3.77	7.95
15	5	5	10	$\sum Y_{ij}^2$	533	394	1807	15	5	5	10	$\sum Y_{ij}^2$	537.25	451.0	1940.2
16	5	3	8	$\sum Y_{i/r}^2$	520.83	360.53	1748	16	4	4	8	$\sum Y_{i/r}^2$	525.01	425.63	1896.1
17	4	3	7	SS_c	12.17	33.47	58.97	17	4	4	8	SS_c	12.242	25.37	44.1
18	4	5	9	$\sum v_i$	29	29	29	18	4	5	9	$\sum v_i$	29	29	29
19	3	2	5	S_c^2	0.42	1.154	2.03	19	5	5	10	S_c^2	0.422	0.875	1.52

ตารางที่ 53 คะแนนการปาดทาบขนบบัง และคะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ 6 เดือน เปรียบเทียบกับที่ผลิตใหม่ ๆ

คะแนนการปาดทาบขนบบัง								คะแนนการยอมรับ							
ผู้ทดสอบที่	ว. ใหม่ ๆ	ว. 6 เดือน	รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ว. ใหม่ ๆ	ว. 6 เดือน	รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ว. ใหม่ ๆ	ว. 6 เดือน	รวมคะแนน	ผู้ทดสอบที่	ว. ใหม่ ๆ	ว. 6 เดือน	รวมคะแนน
1	4	3	7	20	4	4	8	1	5	3	8	20	5	3	8
2	3	3	6	21	4	3	7	2	4	3	7	21	4	3	7
3	4	4	8	22	5	4	9	3	4	3	7	22	4	3	7
4	4	4	8	23	3	4	7	4	4	3	7	23	4	3	7
5	5	5	10	24	5	5	10	5	4	3	7	24	4	3	7
6	3	4	7	25	4	3	7	6	4	4	8	25	4	3	7
7	4	5	9	26	4	3	7	7	4	4	8	26	5	4	9
8	4	4	8	27	4	3	7	8	4	3	7	27	4.5	3	7.5
9	5	5	10	28	5	4	9	9	5	4	9	28	5	5	10
10	3	4	7	29	3	4	7	10	4	3	7	29	3	3	6
11	5	5	10	30	5	5	10	11	5	5	10	30	5	4	9
12	4	5	9	Y_i	126	123	249	12	5	4	9	Y_i	129	105	234
13	5	5	10	r	30	30	30	13	4	3	7	r	30	30	30
14	5	4	9	\bar{Y}_i	4.20	4.10	8.30	14	4	4	8	\bar{Y}_i	4.30	3.50	7.80
15	5	4	9	$\sum_{j=1}^2 Y_{ij}^2$	546.0	521.0	2119	15	5	4	9	$\sum_{j=1}^2 Y_{ij}^2$	562.5	381	1857.5
16	4	4	8	Y_i/τ	529.2	504.3	2066.7	16	4	4	8	Y_i/τ	554.7	367.5	1825.2
17	3	3	6	SS_i	16.8	16.7	52.3	17	4	3	7	SS_i	7.8	13.5	32.3
18	5	5	10	V_i	29	29	29	18	4.5	5	9.5	V_i	29	29	29
19	5	5	10	S_i^2	0.579	0.576	1.803	19	4	3	7	S_i^2	0.269	0.466	1.114

ตารางที่ 54 Analysis of Variance

ของข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ 6 เดือน เปรียบ

เทียบกับที่ผลิตใหม่

คะแนน	SOV	df	SS	MS	F	สรุป
สี	Samples	1	58.01	58.01	90.64	> F.01,1,29
	Panelists	29	27.68	0.95	1.48	< F.05,29,29
	Error	29	18.49	0.64		
	Total	59	104.18			
กลิ่น	Samples	1	9.60	9.60	20.78	> F.01,1,29
	Panelists	29	23.40	0.81	1.75	< F.05,29,29
	Error	29	13.40	0.46		
	Total	59	46.40			
รสชาติ	Samples	1	7.34	7.34	13.17	> F.01,1,29
	Panelists	29	29.48	1.02	1.83	< F.05,29,29
	Error	29	16.16	0.56		
	Total	59	52.98			
ความข้นเนียน	Samples	1	2.60	2.60	4.85	> F.05,1,29
	Panelists	29	22.06	0.76	1.42	< F.05,29,29
	Error	29	15.54	0.54		
	Total	59	40.20			
การปกทาบ บนขนมปัง	Samples	1	0.15	0.15	0.60	< F.05,1,29
	Panelists	29	26.15	0.90	3.60	> F.01,29,29
	Error	29	7.35	0.25		
	Total	59	33.65			
การยอมรับ	Samples	1	9.6	9.6	54.06	> F.01,1,29
	Panelists	29	16.15	0.56	3.15	> F.01,29,29
	Error	29	5.15	0.18		
	Total	59	30.9			

หมายเหตุ F.01,1,29 = 7.60

F.01,29,29 = 2.42

F.05,1,29 = 4.18

F.05,29,29 = 1.86

7. ผลการแก้ปัญหา retrogradation

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งไอครอกซีโปรปีลโคสตาฟฟอสเฟตทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ จะมีการเปลี่ยนแปลงความชื้นหนืด ระหว่างเก็บที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 3 เดือน ดังแสดงในตารางที่ 55 และรูปที่ 26 ซึ่งจะเห็นว่าตลอดระยะเวลา 3 เดือน ผลิตภัณฑ์ไม่เกิดการแยกชั้น แต่จะมีความชื้นหนืดลดลงบ้างเล็กน้อย ตามระยะเวลาเก็บอย่างไม่มีความสำคัญโดย

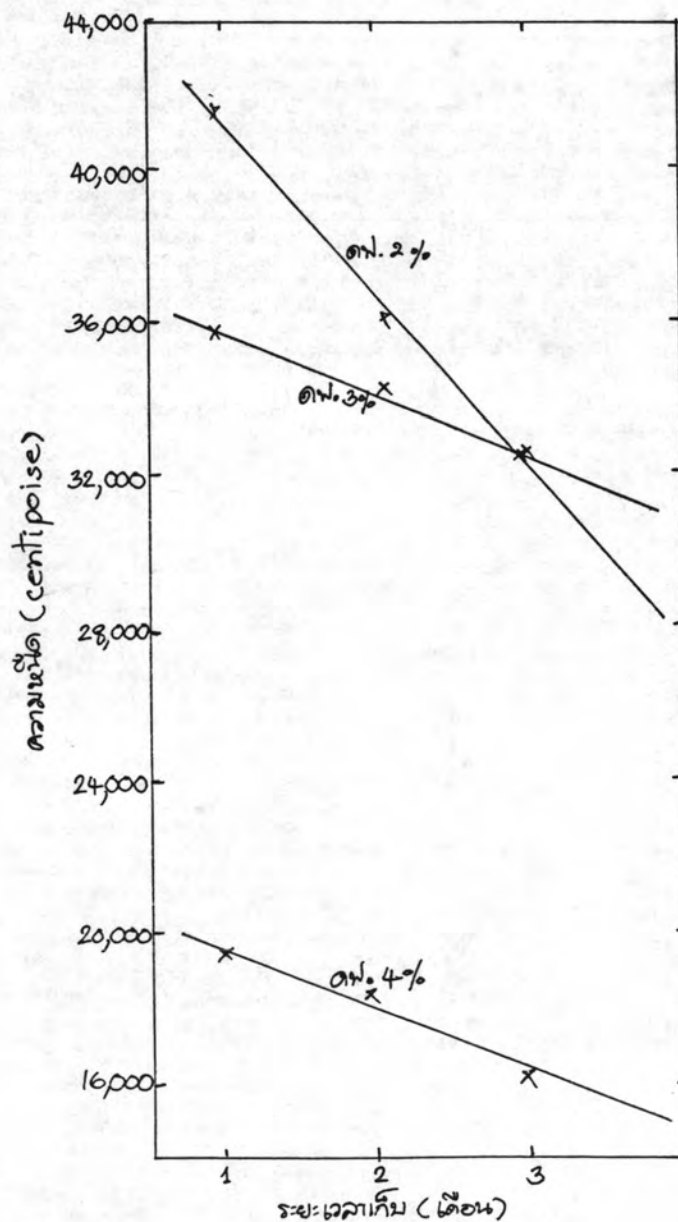
ตารางที่ 55 การวิเคราะห์ค่าความชื้นหนืดของผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งไอครอกซีโปรปีลโคสตาฟฟอสเฟต ในปริมาณต่าง ๆ ระหว่างการเก็บ 3 เดือน ที่ 37 องศาเซลเซียส

เดือนที่	ความชื้นหนืด (centipoise)			รวม	
	แป้ง 2%	แป้ง 3%	แป้ง 4%		
1	41,650	35,650	19,400	96,700	
2	36,450	34,500	18,350	89,300	
3	32,600	32,400	16,100	81,100	
$Y_{i\cdot}$	110,700	102,550	53,850	267,100	
r	3	3	3	3	
$\bar{Y}_{i\cdot}$	36,900	34,183	17,950	89,033	
$\sum_{j=1}^r Y_{ij}^2$	4.126×10^9	3.511×10^9	0.972×10^9	23.90×10^9	
$Y_{i\cdot}^2/r$	4.085×10^9	3.506×10^9	0.966×10^9	23.78×10^9	
SS_i	0.041×10^9	0.005×10^9	0.006×10^9	0.12×10^9	
v_i	2	2	2	2	
S_i^2	0.020×10^9	0.002×10^9	0.003×10^9	0.06×10^9	
SQV	df	SS	MS	F	สรุป
Samples	2	0.6306×10^9	0.3153×10^9	105.1	> F.01,2,4
Times	2	0.0397×10^9	0.0198×10^9	6.6	< F.05,2,4
Error	4	0.0120×10^9	0.0030×10^9		
Total	8	0.6823×10^9			

หมายเหตุ F.01,2,4 = 18.0

F.05,2,4 = 6.94

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งชนิดนี้ 2% จะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้นหนักเร็วกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งชนิดนี้ 3-4% ซึ่งแสดงว่าแป้งชนิดนี้ช่วยให้ความชื้นหนักของผลิตภัณฑ์สม่ำเสมอขึ้น ตามรูปที่ 26 จะเห็นได้ชัดว่าปริมาณการใช้แป้งชนิดนี้ มีอิทธิพลต่อความชื้นหนักอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กล่าวคือ ถ้าใช้แป้งคัดแปลงนี้มากขึ้น ความชื้นหนักของผลิตภัณฑ์จะลดลง เนื่องจากลักษณะเนื้อของผลิตภัณฑ์จะนุ่มนวลขึ้น และไม่จับกันเป็นวุ้น ดังนั้น เนื้อผลิตภัณฑ์จึงเนียนขึ้นและทำให้ผู้บริโภคชอบมากขึ้น ดังผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในตารางที่ 56-60



รูปที่ 26 การเปลี่ยนแปลงความชื้นหนักของสังขยาที่ใช้แป้ง
ไฮดรอกซีโปรพิลโดสตาซฟอสเฟต

ตารางที่ 56 คะแนนและคะแนนถ่วงของผลิตภัณฑ์ที่ใช้แบ่งไฮดรอกซีโปรปีลาโดสคซโฟสเฟต 2%, 3% และ 4% เมื่อเก็บไว้นาน 1, 2 และ 3 เดือน

ผู้ทดสอบที่	คะแนนผล										คะแนนกลิ่น									
	1 เดือน			2 เดือน			3 เดือน			รวมคะแนน	1 เดือน			2 เดือน			3 เดือน			รวมคะแนน
	ตพ. 2%	ตพ. 3%	ตพ. 4%	ตพ. 2%	ตพ. 3%	ตพ. 4%	ตพ. 2%	ตพ. 3%	ตพ. 4%		ตพ. 2%	ตพ. 3%	ตพ. 4%	ตพ. 2%	ตพ. 3%	ตพ. 4%	ตพ. 2%	ตพ. 3%	ตพ. 4%	
1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36
2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36
3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36	4	3	3	4	3	4	3	3	4	31
4	2	2	2	3	3	3	3	3	3	24	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36
6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27	5	3	4	3	3	3	3	3	3	30
7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
8	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	40.5	5	5	4.5	4.5	5	5	5	5	5	44
9	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
Yi	33.5	33.5	33.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	307.5	37	34	34.5	34.5	34	35	34	34	35	312
r	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Yi	3.35	3.35	3.35	3.45	3.45	3.45	3.45	3.45	3.45	30.75	3.7	3.4	3.45	3.45	3.4	3.5	3.4	3.4	3.5	31.2
$\sum Y_i^2$	121.2	121.2	121.2	126.2	126.2	126.2	126.2	126.2	126.2	10073.2	145	122	124.2	124.2	122	129	122	122	129	10196
$\sum Y_i$	112.2	112.2	112.2	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0	9455.62	136.9	115.6	119.0	119.0	115.6	122.5	115.6	115.6	122.5	9734.4
SS _y	9.0	9.0	9.0	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	617.6	8.1	6.4	5.2	5.2	6.4	6.5	6.4	6.4	6.5	461.6
$\sum Y_i$	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
S _e	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	68.6	0.9	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	51.3

ตารางที่ 57 คะแนนรสชาติ และคะแนนความขื่นเนียนของผลิตภัณฑ์ไข่แปงไฮดรอกซีโปรตีนโกลด์สตาร์ฟอสเฟต (ดฟ.)

ผู้ทดสอบที่	คะแนนรสชาติ										ผู้ทดสอบที่	คะแนนความขื่นเนียน									
	เดือน 1			เดือน 2			เดือน 3			รวมคะแนน		เดือน 1			เดือน 2			เดือน 3			รวมคะแนน
	ดพ. 2%	ดพ. 3%	ดพ. 4%	ดพ. 2%	ดพ. 3%	ดพ. 4%	ดพ. 2%	ดพ. 3%	ดพ. 4%			ดพ. 2%	ดพ. 3%	ดพ. 4%	ดพ. 2%	ดพ. 3%	ดพ. 4%	ดพ. 2%	ดพ. 3%	ดพ. 4%	
1	5	4	3	3	3	5	3	3	5	34	1	3	4	4	4	4	5	4	4	5	37
2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	25
3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	35	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36
4	3	4	2	1	4	3	3	4	3	27	4	3	3	3	4	2	3	3	4	4	28
5	3	4	5	4	4	4	4	4	4	36	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36
6	2	3	4	4	3	5	4	4	5	34	6	1	1	2	1	1	2	1	1	2	12
7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	7	2	2	2	2	3	4	2	3	4	24
8	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	40.5	8	5	5	4	4.5	4.5	5	4	5	5	42
9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27	9	1	3	3	1	2	3	2	3	3	21
10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45
Y _i	31.5	34.5	33.5	31.5	33.5	36.5	33.5	34.5	36.5	305.5	Y _i	30	34	34	31.5	34.5	36	32	35	39	306
r	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	r	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Y _{..}	3.2	3.4	3.4	3.2	3.4	3.6	3.4	3.4	3.6	30.6	Y _{..}	3	3.4	3.4	3.2	3.4	3.6	3.2	3.5	3.9	30.6
$\sum Y_{ij}^2$	107.2	124.2	121.2	109.2	117.2	142.2	121.2	124.2	142.2	9712.2	$\sum Y_{ij}^2$	110	130	124	117.2	132.2	144	116.0	135.0	161.0	10320
$\sum Y_i^2/r$	99.2	119.0	112.2	99.2	112.2	133.2	112.2	119.0	133.2	9333.0	$\sum Y_i^2/r$	90	115.6	115.6	99.2	119.0	129.6	102.4	122.5	152.1	9363.6
SS _i	8	5.2	9.0	10.0	5.0	9.0	9.0	5.2	9.0	380.2	SS _i	20	14.4	8.4	18	13.2	14.4	13.6	12.5	8.9	956.4
Y _i	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	Y _i	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
S _i	0.9	0.6	1.0	1.1	0.6	1.0	1.0	0.6	1.0	42.2	S _i	2.2	1.6	0.9	2.0	1.5	1.6	1.5	1.4	1.0	108.9

ตารางที่ 58 กระบวนการขาดทุนขมบึ้งและกระบวนการยอมรับของผลิตภัณฑ์ไข่แบ่งไฮโครกซีโปรบิลโคสคาร์ซฟอสเฟต (๑พ.)

ผู้ทดสอบที่	กระบวนการขาดทุนขมบึ้ง										ผู้ทดสอบที่	กระบวนการยอมรับ									
	เดือน 1			เดือน 2			เดือน 3			รวม: ๖/๖		เดือน 1			เดือน 2			เดือน 3			รวม: ๖/๖
	๑พ. 2%	๑พ. 3%	๑พ. 4%	๑พ. 2%	๑พ. 3%	๑พ. 4%	๑พ. 2%	๑พ. 3%	๑พ. 4%			๑พ. 2%	๑พ. 3%	๑พ. 4%	๑พ. 2%	๑พ. 3%	๑พ. 4%	๑พ. 2%	๑พ. 3%	๑พ. 4%	
1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36	1	4	4	3	3	3	5	3	3	4	32
2	3	3	3	3	3	4	3	3	4	29	2	2.5	3	3	3	3	3	3	3	3	26.5
3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36	3	3.5	3.5	3.5	4	3.5	4	3.5	3.5	4	33
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27	4	2	3	2	1	3	2	3	3	3	21
5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36	5	3	4	4	4	4	4	4	4	4	35
6	3	4	3	4	4	4	4	4	4	34	6	2	3	4	3	3	4	3	3	4	29
7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36	7	3	3	3	3	3	4	3	3	4	29
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45	8	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	40.5
9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36	9	2	3	3	2	2	3	2	3	3	23
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45	10	2	3	3	2	3	3	2	3	3	24
\bar{Y}_i	39	40	39	40	40	41	40	40	41	360	\bar{Y}_i	28.5	34	33	29.5	32	36.5	30	33	36.5	293
r	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	r	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
\bar{Y}_i	3.9	4.0	3.9	4.0	4.0	4.1	4.0	4.0	4.1	36	\bar{Y}_i	2.8	3.4	3.3	3.0	3.2	3.65	3.0	3.3	3.65	2.93
$\sum Y_i^2$	157	164	157	164	164	171	164	164	171	13256	$\sum Y_i^2$	88.75	118.5	113.5	97.2	106.5	140.2	96.5	111.5	136.2	8908.5
$\sum Y_i$	152.1	160	152.1	160	160	168.1	160	160	168.1	12960	$\sum Y_i$	81.2	115.6	108.9	87.0	102.4	133.2	90.0	108.9	133.2	8584.9
SS_i	4.9	4	4.9	4	4	2.9	4	4	2.9	296	SS_i	7.5	2.9	4.6	10.2	4.1	7.0	6.5	2.6	3.0	323.6
\bar{y}_i	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	\bar{y}_i	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
S_i^2	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	32.9	S_i^2	0.8	0.3	0.5	1.1	0.5	0.8	0.7	0.3	0.3	36.0



ตารางที่ 59 Fmax test ของข้อมูลของผลิตภัณฑ์ทดลองที่ใช้แบ่งไฮดรอกซีโปรปีล ไคสตาโรซฟอสเฟต

จากคะแนน	$f_{max} = S_{max}^2 / S_{min}^2$	สรุป
สี	1.0/0.8 = 1.25	< $f_{max} .05, 9, 9$
กลิ่น	0.9/0.6 = 1.50	
รสชาติ	1.1/0.6 = 1.83	
ความข้นเนียน	2.2/0.9 = 2.44	
การปากททา	0.5/0.3 = 1.67	
การยอมรับ	1.1/0.3 = 3.67	

หมายเหตุ $f_{max} .05, 9, 9 = 9.45$

นั่นคือ ความแปรปรวนของข้อมูลชุดนี้มีลักษณะ homogenous

ตารางที่ 60 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลของผลิตภัณฑ์ทดลองที่ใช้แบ่งไฮดรอกซีโปรปีล-
โคสตาซฟอสเฟต

คะแนน	SOV	df	SS	MS	F	สรุป
สี	Samples	8	0	0	0	< F.01,8,72
	Panelists	9	68.6	7.62	381	>F.01,9,72
	Error	72	1.4	0.02		
	Total	89	70.0			
กลิ่น	Samples	8	0.7	0.09	1.12	< F.01,8,72
	Panelists	9	51.3	5.70	71.25	> F.01,9,72
	Error	72	5.8	0.08		
	Total	89	57.8			
รสชาติ	Samples	8	2.4	0.30	0.79	< F.01,8,72
	Panelists	9	42.2	4.69	12.34	> F.01,9,72
	Error	72	27.2	0.38		
	Total	89	71.8			
ความข้นเนียน	Samples	8	5.6	0.70	2.92	> F.01,8,72
	Panelists	9	106.3	11.81	49.21	> F.01,9,72
	Error	72	17.1	0.24		
	Total	89	129.0			
การปากทาบ บนขนมปัง	Samples	8	0.4	0.05	1.25	< F.01,8,72
	Panelists	9	32.9	3.66	91.50	> F.01,9,72
	Error	72	2.7	0.04		
	Total	89	36.0			
การยอมรับ	Samples	8	6.5	0.81	4.50	> F.01,8,72
	Panelists	9	35.9	3.99	22.17	> F.01,9,72
	Error	72	12.6	0.18		
	Total	89	55.0			

หมายเหตุ F.01,8,72 = 2.78

F.01,9,72 = 2.67

F.05,8,72 = 2.07

F.05,9,72 = 2.02

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. ผลผลิตพันธุ์ที่ทดลองเก็บไว้ 1-3 เดือน มีคะแนนสี กลิ่น รสชาติ และการปากทากอยู่ในระดับเดียวกัน
2. คะแนนความชื้นเนียน และการยอมรับของผลผลิตพันธุ์ที่ทดลองเก็บไว้ 1-3 เดือน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
3. ผู้ทดสอบกลุ่มนี้มีความชอบ สี กลิ่น รสชาติ ความชื้นเนียน การปากทา และการยอมรับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

Duncan's Multiple Range

1. จากคะแนนความชื้นเนียน $SE = \sqrt{0.24/10} = 0.155$; $df_E = 72$

ผลผลิตพันธุ์ คะแนนเฉลี่ย	คพ.43	คพ.42	คพ.33	คพ.41	คพ.32	คพ.31	คพ.23	คพ.22	คพ.21
	3.9	3.6	3.5	3.4	3.4	3.4	3.2	3.2	3.0
p		2	3	4	5	6	7	8	9
rp		2.83	2.98	3.07	3.14	3.20	3.24	3.28	3.31
rp x SE		0.438	0.462	0.476	0.486	0.496	0.502	0.508	0.513
ความแตกต่างจากคพ.43 มีนัยสำคัญ		0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	0.9
		-	-	+	+	+	+	+	+
ความแตกต่างจากคพ.42 มีนัยสำคัญ			0.1	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.6
			-	-	-	-	-	-	+
ความแตกต่างจาก คพ.33 มีนัยสำคัญ				0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.5
				-	-	-	-	-	-

นั่นคือ คพ.43 คพ.42 และคพ.33 มีคะแนนความชื้นเนียนอยู่ในระดับเดียวกัน ซึ่งมากกว่าผลผลิตพันธุ์ทดลองตัวอย่างอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คพ.43 หมายถึงผลผลิตพันธุ์ที่ไซแบงไฮดรอกซีโปรปีลโคสตาซฟอสเฟต 4% เก็บไว้นาน 3 เดือน

2. จากคะแนนการยอมรับ $SE. = \sqrt{0.18/10} = 0.134; df_E = 72$

ผลิตภัณฑ์ คะแนนเฉลี่ย	คพ.42	คพ.43	คพ.31	คพ.41	คพ.33	คพ.32	คพ.22	คพ.23	คพ.21
	3.65	3.65	3.4	3.3	3.3	3.2	3.0	3.0	2.8
p		2	3	4	5	6	7	8	9
rp		2.83	2.98	3.07	3.14	3.20	3.24	3.28	3.31
rp x SE		0.379	0.399	0.411	0.421	0.429	0.434	0.440	0.444
ความแตกต่างจากคพ.42 มีนัยสำคัญ		0	0.25	0.35	0.35	0.45	0.65	0.65	0.85
		-	-	-	-	+	+	+	+

นั่นคือ คพ.42 คพ.43 คพ.31 คพ.41 และคพ.33 มีคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับเดียวกัน ซึ่งมากกว่า คพ.32 คพ.22 คพ.23 และคพ.21 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้น จึงควรใช้แป้งไฮดรอกซีโปรพิลโคสตาเรซฟอสเฟตทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในสูตรมาตรฐาน ในปริมาณ 4% เพื่อช่วยให้ลักษณะเนื้อของสังขยามีความเนียนดีตรงตามที่ผู้บริโภครชอบ และไม่เกิดปัญหาการแยกชั้นด้วยระหว่างที่เก็บไว้ที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 3 เดือน

สรุปผลการทดลอง

จากการสำรวจตลาดและสัมภาษณ์ผู้บริโภครายหนึ่ง พบว่า ผู้บริโภคภายในประเทศมีความต้องการใช้สังขยาทาขนมปังประมาณวันละ 10 ตัน ปัจจุบันมีผู้ผลิตสำคัญ ๆ เพียง 2 รายในกรุงเทพมหานคร ซึ่งผลิตแบบอุตสาหกรรมในครอบครัวขนาดเล็ก ดังนั้น โอกาสที่ผู้ผลิตรายใหม่จะได้ส่วนแบ่งตลาดจึงเป็นไปได้สูง โดยทั่วไปแล้วผลิตภัณฑ์นี้มีสองชนิด คือ สีแสด และสีเขียว ราคาผลิตภัณฑ์จะขึ้นอยู่กับลักษณะการบรรจุและขนาด ดังนี้ คือ ถ้าบรรจุภาชนะพลาสติกขนาด 200 กรัม ราคา 7-8 บาท แต่ถ้าบรรจุขวดแก้วขนาด 114 กรัม ราคา 10 บาท และขวดแก้วขนาด 265 กรัม ราคา 17-18 บาท ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบแบบบรรจุภาชนะพลาสติก เพราะมีราคาถูก สะดวกใช้รับประทานได้หมดในหนึ่งมื้อ แต่มีข้อเสีย คือ มักเก็บไว้ไม่ได้นาน และจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบเสีย โดยที่ผู้บริโภคเองไม่ชอบให้ใช้ ดังนั้น เพื่อสนองความต้องการของผู้บริโภคให้ครบถ้วน จึงได้ทำการทดลองเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น ดังนี้

1. ได้ทำการคัดเลือกตัวอย่างต่าง ๆ จากท้องตลาด และพบว่า ผ.415 เป็นตัวอย่างที่ดีที่สุดของสังขยาใบเตย ส่วน ผ.942 และ ผ.510 เป็นตัวอย่างที่ดีของสังขยาสีแสด
2. ได้วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างต่าง ๆ จากท้องตลาดและพบว่าสังขยาทาขนมปังจะประกอบด้วยสัดส่วนของไขมัน 4-19% โปรตีน 4-8% และคาร์โบไฮเดรต 73-92%
3. ได้ทดลองสร้างสูตรตามหลักการของ Mixture Designs และพบว่าสัดส่วนที่ได้คะแนนการยอมรับสูงกว่า ผ.415 คือ ไขมัน 6% โปรตีน 5% และคาร์โบไฮเดรต 89% ซึ่งคำนวณแล้วทราบว่าต้องใช้กะทิ 7.57% น้ำเชื่อม 65 องศาบริกส์ 55.28% ไข่ไก่ 11.34% แป้งสาลี 5.81% และน้ำ 20.00% นอกจากนี้ ยังต้องใช้โปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟท์อีก 0.01% เป็น anti-oxidant ในกรณีที่จะทำสังขยาใบเตยจะต้องใช้ใบเตยอีก 8% ของน้ำหนักส่วนผสมและใช้สีผสมอาหาร (Brilliant blue FCF & Tartrazine) อีก 20 มก./กก. ถ้าจะทำสังขยาสีแสดจะต้องใช้ Sunset yellow FCF 20 มก./กก. และใช้กลิ่นวานิลลาอีก 600 มก./กก. ซึ่งคิดแล้วต้นทุนวัตถุดิบและภาชนะบรรจุรวมประมาณ 5 บาท/ขวด ขนาด 200 กรัม

4. ได้ทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับอบฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ที่บรรจุขวดแก้วขนาด 211 X 212 และพบว่าควรใช้สภาวะที่ 115.6 องศาเซลเซียส 45 นาที ซึ่งมีค่า $F_0 = 3.8$

5. ได้ทดสอบอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ และพบว่าผลิตภัณฑ์จะเกิดการแยกชั้นหลังจากที่เก็บไว้นานกว่า 1 เดือนและทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับลักษณะปรากฏนี้ สำหรับคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ ความข้นเนียน การปากทานขนมปังและการยอมรับของผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้นาน 6 เดือน พบว่าจะดีกว่าของผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นใหม่ ๆ แต่ก็ยังจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ คือ ใต้คะแนนเฉลี่ย 3.50 (ชอบปานกลาง)

6. ได้ทดลองทำการแก้ไขปัญหาแยกชั้น โดยใช้แป้งไฮดรอกซีโพรพิลไคสตาซฟอสเฟต และพบว่าการใช้แป้งชนิดนี้ทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในสูตรมาตรฐานในปริมาณ 4% จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์ไม่เกิดการแยกชั้นระหว่างเก็บที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 3 เดือน และยังช่วยให้ลักษณะเนื้อสังขยา มีความเนียนสม่ำเสมออีกด้วย ตลอดระยะเวลาการเก็บนั้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้ คือ เป็นแนวทางที่จะส่งเสริมให้เกิดอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์สังขยาทานมปังเพื่อบริโภคภายในประเทศและเป็นสินค้าส่งออกอย่างจริงจัง นอกจากนี้ยังเป็นการนำผลิตผลการเกษตร ได้แก่ มะพร้าว น้ำตาลทราย ไข่ไก่ และใบเตยมาใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้น อันเป็นการช่วยให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นด้วย