

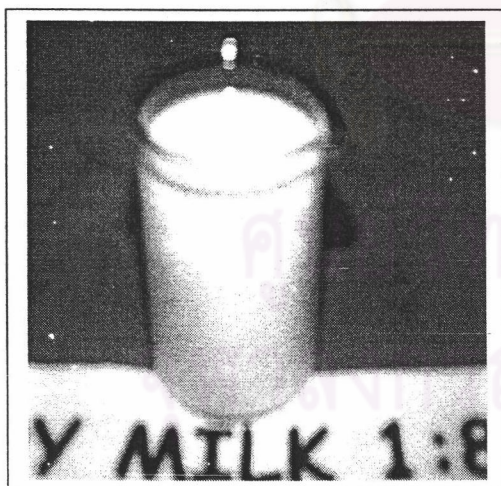
บทที่ 4 ผลการวิจัย

1. การเตรียมนมถั่วเหลือง

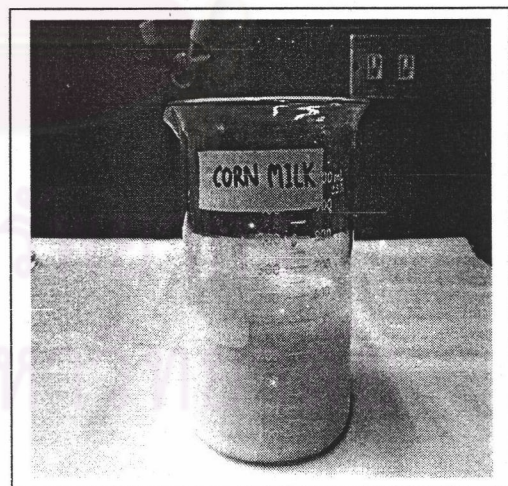
จากการนำถั่วเหลืองดิบมาแช่น้ำค้างคืนในอัตราส่วน ถั่ว:น้ำ เท่ากับ 1:8 และผ่านขั้นตอนต่างๆ ตามแผนภาพที่ 1 ได้น้ำนมถั่วเหลืองสีขาวขุ่น เนื้อละเอียด ไม่มีตะกอน มีกลิ่นถั่วเหลืองเล็กน้อย แสดงลักษณะผลิตภัณฑ์ในรูปที่ 8

2. การเตรียมนมข้าวโพด

ข้าวโพดที่ผ่านการนึ่งแล้วนำมาผสมกับน้ำต้มสุกในอัตราส่วน 1:4 บดในเครื่องปั่นผลสม แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น ได้น้ำนมข้าวโพดสีเหลือง ตกตะกอนเมื่อตั้งทิ้งไว้ มีกลิ่นหอมของข้าวโพด เพิ่มปริมาณโปรตีนและไขมันโดยเติมนมผงชนิดละลายทันทีในปริมาณร้อยละ 7 (w/v) และน้ำมันถั่วเหลืองในปริมาณร้อยละ 0.5 (w/v) นำไปโฮโมจีไนส์ที่ความเร็ว 8500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที จะได้น้ำนมข้าวโพดสีเหลืองขุ่น เนื้อละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน มีกลิ่นหอมของข้าวโพดและนมเล็กน้อย ไม่พบตะกอนก้นขวด แสดงลักษณะผลิตภัณฑ์ไว้ในรูปที่ 9



รูปที่ 8 ลักษณะทางกายภาพของนมถั่วเหลือง
อัตราส่วนถั่ว : น้ำ = 1:8



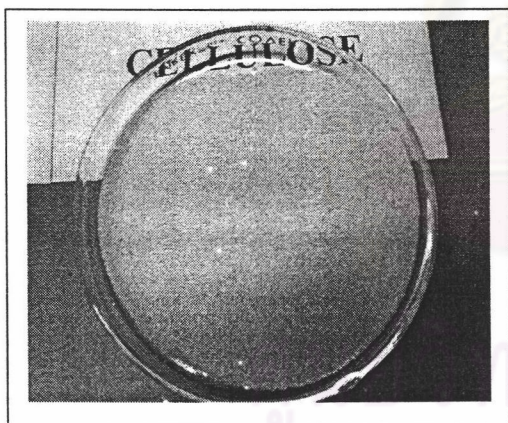
รูปที่ 9 ลักษณะทางกายภาพของนมข้าวโพด
อัตราส่วนข้าวโพด : น้ำ = 1:4

3. การสกัดแยกเซลลูโลสจากเปลือกถั่วเหลือง

เปลือกถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดด้วยด่างและความร้อน อบแห้งและบดด้วยเครื่องบดละเอียด ได้เซลลูโลสลักษณะเป็นผงละเอียดสีเหลืองอมน้ำตาลอ่อน ไม่มีกลิ่น สามารถแยกเซลลูโลสออกจากเปลือกถั่วเหลืองคิดเป็นปริมาณเฉลี่ยร้อยละ 49.74 แสดงลักษณะทางกายภาพของเซลลูโลสที่สกัดแยกได้ในรูปที่ 10

4. การแยกสารที่มีคุณสมบัติในการพองตัวจากเมือกเม็ดแมงลัก

เมื่อนำเม็ดแมงลักมาแยกสารที่มีคุณสมบัติในการพองตัวจะได้เมือกสีขาวขุ่น ลักษณะเหนียวข้น คล้ายแป้งเปียก หลังจากอบในตู้อบไฟฟ้าจะได้เมือกแมงลักแห้งเป็นแผ่นบาง สีขาวอมน้ำตาลเล็กน้อย นำมาบดในเครื่องบดละเอียดจะได้ผงแห้งละเอียดสีขาวอมน้ำตาล ดังแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 10 ลักษณะทางกายภาพของผงเซลลูโลส
จากเปลือกถั่วเหลือง

รูปที่ 11 ลักษณะทางกายภาพของ
ผงเมือกแมงลัก

5. การแยกโปรตีนเคซีนจากนม

นมสดพาสเจอร์ไรส์ (pasteurized) ปราศจากไขมัน ที่นำมาแยกเคซีนโดยวิธีการตกตะกอน ด้วยกรดและเพิ่มการละลายของเคซีนโดยใช้สารละลายต่างๆจะได้เคซีนลักษณะเป็นครีมสีขาวคล้าย นมข้น กลิ่นหอม

6. การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

นมถั่วเหลืองและนมข้าวโพดที่เตรียมได้ นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต แสดงผลในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และพลังงานในนมถั่วเหลืองและนมข้าวโพด 100 มิลลิลิตร

องค์ประกอบ	นมถั่วเหลือง		นมข้าวโพด	
	ปริมาณ (กรัม)*	พลังงาน (แคลอรี)	ปริมาณ (กรัม)*	พลังงาน (แคลอรี)
ความชื้น	96.54 (0.08)	-	89.92 (0.2)	-
โปรตีน	1.84 (0.06)	7.36	2.78 (0.04)	11.27
ไขมัน	0.49 (0.07)	4.41	2.74 (0.07)	25.03
คาร์โบไฮเดรต	1.13 (0.1)	4.52	4.56 (0.18)	18.51

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 6 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

7. การพัฒนาสูตรอาหารทางการแพทย์

7.1 ส่วนประกอบที่เลือกใช้

เนื่องจากอาหารทางการแพทย์สำหรับควบคุมน้ำหนักกำหนดให้มีอัตราส่วนโปรตีน: ไขมัน: คาร์โบไฮเดรตโดยน้ำหนัก เป็น 15: 5: 20 แต่ในนมถั่วเหลืองและนมข้าวโพดมีปริมาณโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงต้องเติมองค์ประกอบดังกล่าวจากแหล่งอาหารอื่น เพื่อให้ได้สัดส่วนของโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต เหมาะสมตามต้องการ ส่วนประกอบที่เลือกใช้ในการเตรียมสูตรอาหารทางการแพทย์พลังงานต่ำนี้ ได้แก่ นมถั่วเหลือง นมข้าวโพด เคซีน น้ำมันถั่วเหลือง มอลโตเดกซ์ทริน น้ำตาลฟรักโตส

7.2 คำนวณสูตรอาหาร

คำนวณปริมาณของอาหารที่ใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหาร โดยกำหนดให้สูตรอาหารมีสัดส่วนของสารอาหารที่ให้พลังงานเหมาะสมกับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก กำหนดให้ได้พลังงาน 200 กิโลแคลอรีต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (300 มิลลิลิตร) โดยได้รับพลังงานจากโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 67 50 และ 83 กิโลแคลอรี คิดเป็นร้อยละ 33.5 25 และ 41.5 ตามลำดับ (รายละเอียดในภาคผนวก ข)

7.3 หาอัตราส่วนของนมถั่วเหลือง : นมข้าวโพด (SM:CM)

หาอัตราส่วนที่เหมาะสมของนมถั่วเหลืองผสมนมข้าวโพด โดยแปรผันอัตราส่วนผสม SM:CM เป็น 5 สูตร คือ 1:1 1:2 1:3 2:1 และ 3:1 แต่ละสูตรจะปรับปริมาณโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตด้วยเคซีน น้ำมันถั่วเหลือง มอลโตเดกซ์ทรินและน้ำตาลฟรักโตส ตามลำดับ (สัดส่วนของอาหารที่ใช้แสดงในตารางที่ 6) นำส่วนประกอบของแต่ละสูตรมาเตรียมเป็นอาหารเหลวโดยปรับปริมาตรให้เป็น 300 มิลลิลิตร นำไปทำให้ปราศจากเชื้อโดยการสเตอริไลส์ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ศึกษาลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ สีและลักษณะปรากฏภายนอก การแยกชั้น ความหนืด ความเป็นกรด-ด่าง ที่ระยะเวลาเริ่มต้น ศึกษาลักษณะปรากฏภายนอก การแยกชั้น เมื่อเวลาผ่านไป 7 และ 30 วัน (แสดงในตารางที่ 7 และ 8) ประเมินผลทางประสาทสัมผัส โดยผู้ประเมินทั้งฝึกฝน 12 ราย ให้คะแนนความพึงพอใจต่อสี/ลักษณะภายนอก กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม ให้คะแนนตั้งแต่ 1-5 โดย คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ

คะแนน 5 = ชอบมากที่สุด ผลการประเมินแสดงในตารางผนวกที่ 1 – 5 (ภาคผนวก ง) และค่าเฉลี่ยความชอบในด้านต่างๆที่ผู้ประเมินให้แก่ผลิตภัณฑ์แสดงในตารางที่ 9

ผลการประเมินความพึงพอใจพบว่าอัตราส่วน SM:CM ที่ได้รับคะแนนในด้านต่างๆรวมสูงสุดได้แก่ อัตราส่วน 1:1 ดังนั้นจึงเลือกอัตราส่วนดังกล่าวมาพัฒนาโดยเติมเส้นใยอาหารต่อไป

ตารางที่ 6 ส่วนประกอบของสูตรอาหารทางการแพทย์จากนมถั่วเหลืองและนมข้าวโพด

SM:CM**	ปริมาณต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (300 มิลลิลิตร)				
	สูตรที่ 1 (1:1)**	สูตรที่ 2 (1:2)**	สูตรที่ 3 (1:3)**	สูตรที่ 4 (2:1)**	สูตรที่ 5 (3:1)**
นมถั่วเหลือง (มล)	120	80	60	160	180
นมข้าวโพด (มล)	120	160	180	80	60
เคซีน (ก)	9	8.6	8.4	9.4	9.6
น้ำมันถั่วเหลือง (ก)	0.8	-	-	1.8	2.3
มอลโตเด็คซ์ตริน (ก)	5	5	5	5	5
น้ำตาลฟรักโตส (ก)	7	7	7	7	7

* หนึ่งหน่วยบริโภค = 300 มิลลิลิตร

** สัดส่วนของน้ำมันถั่วเหลือง : น้ำมันข้าวโพด

ตารางที่ 7 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์จากนมถั่วเหลืองผสมนมข้าวโพดอัตราส่วนต่างๆ ผ่านการสเตรอไรไลส์ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที ที่เวลาเริ่มต้นและเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 และ 30 วัน

สูตร	สีและลักษณะปรากฏภายนอก					การแยกชั้น/ การตกตะกอน*			ความหนืด ณ. วันเริ่มต้น**	ความเป็นกรด-ต่าง ณ. วันเริ่มต้น**	
	เริ่มต้น	7 วัน	30 วัน	เริ่มต้น	7 วัน	30 วัน	เริ่มต้น	7 วัน			30 วัน
สูตร 1 (1:1)	สีไข่ไก่ กลิ่นหอมถั่วเหลือง เนื้อละเอียด	เหมือนวันเริ่มต้น	สีไข่ไก่เข้มข้นเล็กน้อย กลิ่น หอมถั่วเหลือง เนื้อละเอียด	-	+	+	-	+	+	29.66 (0.38) ^a	6.62 (0.05) ^a
สูตร 2 (1:2)	สีไข่ไก่เข้มข้นน้ำตาลอ่อน กลิ่น หอมนม เนื้อละเอียด	เหมือนวันเริ่มต้น	เหมือนวันที่ 7	-	+	++	-	+	++	28.93 (0.25) ^a	6.68 (0.03) ^a
สูตร 3 (1:3)	สีน้ำตาลอ่อน กลิ่นหอมนม เนื้อละเอียด	เหมือนวันเริ่มต้น	เหมือนวันที่ 7	+	++	+++	+	++	+++	29.42 (0.19) ^a	6.67 (0.04) ^a
สูตร 4 (2:1)	สีนวลค่อนข้างขาว กลิ่นหอม ถั่วเหลือง พบตะกอนเล็กๆ กระจายและเกาะข้างขวด	เหมือนวันเริ่มต้น	เหมือนวันที่ 7	++	++	+++	++	++	+++	26.66 (0.82) ^b	6.52 (0.11) ^a
สูตร 5 (3:1)	สีค่อนข้างขาว กลิ่นถั่วเหลือง ชัดเจน พบตะกอนขาวเล็กๆ กระจายและเกาะข้างขวด	เหมือนวันเริ่มต้น	เหมือนวันที่ 7 และเห็น ตะกอนชัดเจน	++	++	+++	++	++	+++	19.98 (0.83) ^c	6.71 (0.16) ^a

- * - = ไม่ตกตะกอนแยกชั้น
 - + = เกิดชั้นไขมันผิวอาหารเล็กน้อยความหนา 1 มิลลิเมตรสามารถกินตัวได้หลังเขย่า
 - ++ = เกิดชั้นไขมันผิวอาหารปานกลางความหนา 2 มิลลิเมตรสามารถกินตัวได้หลังเขย่า
 - +++ = เกิดชั้นไขมันผิวอาหารมากความหนา 3 มิลลิเมตรและหลังเขย่ายังคงเห็นหยดไขมันเล็กๆ
- ** ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ และค่าในวงเล็บคือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- ^{abc} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ตารางที่ 8 คะแนนเฉลี่ยความชอบในด้านต่างๆ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผสมนมข้าวโพดสูตรต่างๆ ณ. วันเริ่มต้นหลังผลิต

ความชอบต่อ ผลิตภัณฑ์	ค่าเฉลี่ยของคะแนน				
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5
สี	2.92 ^a (0.79)	2.83 ^a (1.40)	3.00 ^a (1.65)	3.42 ^a (1.00)	3.25 ^a (1.42)
กลิ่น	3.29 ^a (1.07)	3.21 ^a (1.31)	2.50 ^a (1.11)	3.00 ^a (1.44)	3.00 ^a (1.04)
เนื้อสัมผัส	3.75 ^a (0.75)	3.50 ^a (1.17)	3.17 ^a (1.64)	2.75 ^b (1.29)	2.58 ^b (1.24)
รสชาติ	3.67 ^a (0.98)	3.30 ^a (1.30)	2.58 ^b (1.44)	2.50 ^b (1.24)	2.75 ^b (1.42)
ความชอบรวม	3.58 ^a (1.08)	2.80 ^a (1.34)	3.00 ^a (1.35)	2.75 ^a (1.22)	2.92 ^a (1.44)
ลักษณะ โดยรวม	3.45 ^a (0.96)	3.18 ^a (1.30)	2.92 ^b (1.43)	2.90 ^b (1.24)	2.90 ^b (1.30)

* คะแนนความชอบจัดลำดับจาก 1-5 ตั้งแต่ไม่ชอบมากที่สุดถึงชอบมากที่สุด ค่าในวงเล็บคือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{abcd} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวนอน โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สูตร 1 นมถั่วเหลือง : นมข้าวโพด = 1:1

สูตร 2 นมถั่วเหลือง : นมข้าวโพด = 1:2

สูตร 3 นมถั่วเหลือง : นมข้าวโพด = 1:3

สูตร 4 นมถั่วเหลือง : นมข้าวโพด = 2:1

สูตร 5 นมถั่วเหลือง : นมข้าวโพด = 3:1

7.4 เติมผงเซลลูโลสจากเปลือกถั่วเหลืองและผงเมือกแมงลัก

นำผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผสมนมข้าวโพด อัตราส่วน 1:1 300 มิลลิลิตรมาเติมผงเซลลูโลส ปริมาณร้อยละ 0.8, 1.6, 2.4, 3.2 และ 4 (w/v) ไฮโมจิโนสที่ความเร็ว 9500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อโดยสเตอริไลส์ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที ประเมินลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ สีและลักษณะปรากฏภายนอก ความหนืด ความเป็นกรด-ด่าง การแยกชั้น/ตกตะกอน (ผลการประเมินแสดงในตารางที่ 10 และ 11) ประเมินทางประสาทสัมผัส (แบบประเมินทางประสาทสัมผัสแสดงในภาคผนวก ค) โดยผู้ประเมินกึ่งฝึกฝน 12 ราย ให้คะแนน ความพึงพอใจต่อสี/ลักษณะภายนอก เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ให้คะแนนตั้งแต่ 1-5 โดย คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ คะแนน 5 = ชอบมากที่สุด ผลการประเมินแสดงในตารางผนวก ที่ 6 - 8 (ภาคผนวก ง) ค่าเฉลี่ยความชอบต่อผลิตภัณฑ์ในด้านสี เนื้อสัมผัส และลักษณะโดยรวม แสดงในตารางที่ 12

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความพึงพอใจต่อสีและ ลักษณะภายนอกแก่สูตรที่เติมผงเซลลูโลสจากเปลือกถั่วเหลืองร้อยละ 0.8 สูงที่สุดและ แตกต่าง จากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์และความพึง พพอใจโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเติมผงเซลลูโลสตั้งแต่ร้อยละ 3.2 ขึ้นไปและ ผู้บริโภครู้สึกสากลิ้นเมื่อเติมผงเซลลูโลสในปริมาณร้อยละ 1.6 แต่จากการวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบ ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่มีการเติมผงเซลลูโลสร้อยละ 2.4 ดังนั้นจึงเลือกสูตร อาหารที่มีการเติมผงเซลลูโลสในปริมาณร้อยละ 1.6 มาพัฒนาต่อโดยเติมเส้นใยอาหารชนิดละลาย น้ำจากผงเมือกแมงลักในปริมาณร้อยละ 0.08 ไฮโมจิโนสที่ความเร็ว 11500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ทำให้ปราศจากเชื้อโดยสเตอริไลส์ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที และประเมิน ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ สีและลักษณะปรากฏภายนอก ความหนืด ความเป็นกรด-ด่าง การ ตกตะกอน พบว่าความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และพบการตกตะกอนลดลง สี ลักษณะ ปรากฏภายนอก ความเป็นกรด-ด่าง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเติมผง เมือกแมงลัก (ผลการประเมินแสดงในตารางที่ 5)

ตารางที่ 9 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์ของนมถั่วเหลืองผสมนมข้าวโพดอัตราส่วน 1:1 เต็มผงเซลดูโดสจากเปลือกถั่วเหลืองปริมาณต่างๆ
 ผ่านการทดสอบที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที ที่เวลาเริ่มต้นและหลังจากเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 และ 30 วัน

ร้อยละของปริมาณผงเซลดูโดส	สีและลักษณะปรากฏภายนอก			การตกตะกอน*			ความหนืด ณ.วันเริ่มต้น**	ความเป็นกรด-ด่าง ณ. วันเริ่มต้น**
	เริ่มต้น	7 วัน	30 วัน	เริ่มต้น	7 วัน	30 วัน		
0.8 (2.4 กรัม)	สีขาวนวล กลิ่นหอม เนื้อละเอียด	เหมือนวันเริ่มต้น	คล้ายวันที่ 7 สีเข้มขึ้นเล็กน้อย	+1	+1	+1	28.58 (1.79) ^a	7.10 (0.05) ^a
1.6 (4.8 กรัม)	สีครีมไข่ไก่ กลิ่นหอม เนื้อละเอียด	เหมือนวันเริ่มต้น	คล้ายวันที่ 7 สีเข้มขึ้นเล็กน้อย	+2	+2	+2	30.77 (0.29) ^{ab}	7.13 (0.03) ^a
2.4 (7.2 กรัม)	สีครีมไข่ไก่ กลิ่นหอม เนื้อละเอียด	เหมือนวันเริ่มต้น	คล้ายวันที่ 7 สีเข้มขึ้นเล็กน้อย	+2	+2	+2	36.48 (0.50) ^b	7.23 (0.04) ^a
3.2 (9.6 กรัม)	สีน้ำตาลอ่อน กลิ่นหอม เนื้อละเอียด	เหมือนวันเริ่มต้น	คล้ายวันที่ 7 สีเข้มขึ้นเล็กน้อย	+3	+3	+3	53.19 (0.55) ^c	7.25 (0.04) ^a
4 (12 กรัม)	สีไข่ไก่เข้ม คล้ายเล็กน้อย กลิ่นไม่หอม เนื้อละเอียด	เหมือนวันเริ่มต้น	คล้ายวันที่ 7 สีเข้มขึ้นเล็กน้อย	+3	+3	+3	59.35 (4.21) ^c	7.36 (0.02) ^b

- * - = ไม่พบตะกอน
- +1 = พบตะกอนที่ก้นขวดเล็กน้อย
- +2 = พบตะกอนที่ก้นขวดปานกลาง
- +3 = พบตะกอนที่ก้นขวดจำนวนมาก

** ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ และค่าในวงเล็บคือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

abcd เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวคิด โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 9



ตารางที่ 10 คะแนนเฉลี่ยความชอบในด้านต่างๆ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผสมนมข้าวโพดอัตราส่วน 1:1 เติมนงเซลลูโลสจากเปลือกถั่วเหลืองในสูตรต่างๆ ณ วันเริ่มต้นหลังผลิต

ความชอบต่อ ผลิตภัณฑ์	ค่าเฉลี่ยของคะแนน				
	สูตร F1	สูตร F2	สูตร F3	สูตร F4	สูตร F5
สี	4.75(0.45) ^a	2.92(1.08) ^b	2.58(1.56) ^b	2.83(1.12) ^b	2.58(1.31) ^b
เนื้อสัมผัส	4.25(0.67) ^a	3.75(1.29) ^a	3.08(0.9) ^a	1.75(0.87) ^b	1.92(1.00) ^b
ความชอบรวม	4.17(0.67) ^a	3.58(1.24) ^a	3.08(0.9) ^a	2.00(0.74) ^b	2.00(0.85) ^b
ลักษณะโดยรวม	4.50(0.60) ^a	3.42(1.23) ^b	2.92(1.16) ^b	2.20(1.01) ^c	2.17(1.08) ^c

* คะแนนความชอบจัดลำดับจาก 1-5 ตั้งแต่ไม่ชอบมากที่สุดถึงชอบมากที่สุด ค่าในวงเล็บแสดง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{abc}เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวนอน โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สูตร F1 = เติมนงเซลลูโลสจากเปลือกถั่วเหลืองร้อยละ 0.8 (2.4 กรัม)

สูตร F2 = เติมนงเซลลูโลสจากเปลือกถั่วเหลืองร้อยละ 1.6 (4.8 กรัม)

สูตร F3 = เติมนงเซลลูโลสจากเปลือกถั่วเหลืองร้อยละ 2.4 (7.2 กรัม)

สูตร F4 = เติมนงเซลลูโลสจากเปลือกถั่วเหลืองร้อยละ 3.2 (9.6 กรัม)

สูตร F5 = เติมนงเซลลูโลสจากเปลือกถั่วเหลืองร้อยละ 4 (12 กรัม)

ตารางที่ 11 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์จากนมถั่วเหลืองผสมนมข้าวโพด อัตราส่วน 1:1 เติมผงเซลล์ลูโลสจากเปลือกถั่วเหลืองร้อยละ 1.6 และผงเมือกแมงลักปริมาณร้อยละ 0.08 ผ่านการสเตอริไลส์ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที

คุณสมบัติ	สูตรเติมผงเซลล์ลูโลสจากเปลือกถั่วเหลืองร้อยละ 1.6	สูตรเติมผงเซลล์ลูโลสจากเปลือกถั่วเหลืองร้อยละ 1.6 + ผงเมือกแมงลักร้อยละ 0.08
สีและลักษณะภายนอก	สีครีมไข่ไก่ กลิ่นหอม เนื้อละเอียด	สีครีมไข่ไก่ กลิ่นหอม เนื้อละเอียด
ความหนืด* (cps)	30.77(0.29) ^a	54.18 (0.25) ^b
ความเป็นกรด-ด่าง*	7.13 (0.03) ^a	7.19 (0.03) ^a
การตกตะกอน**	+2	+1

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ และค่าในวงเล็บคือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** - = ไม่พบตะกอน

+1 = พบตะกอนที่ก้นขวดเล็กน้อย

+2 = พบตะกอนที่ก้นขวดปานกลาง

+3 = พบตะกอนที่ก้นขวดจำนวนมาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.5 เติมสารเพิ่มความคงตัว

จากผลการทดลองในข้อ 7.4 เลือกอาหารทางการแพทย์จากนมถั่วเหลืองผสมนมข้าวโพด อัตราส่วน 1:1 ปริมาณ 300 มิลลิลิตร เติมผงเซลลูโลสจากเปลือกถั่วเหลืองร้อยละ 1.6 (w/v) และ ผงเมือกแมงลักร้อยละ 0.08 (w/v) มาเติมสารช่วยแขวนตะกอน เพื่อเพิ่มความคงตัวให้แก่สูตรอาหาร การศึกษาที่ใช้ Riplex- DU[®] 10 เติมในปริมาณร้อยละ 0.1 0.2 0.3 และ 0.4 (w/v) ไม่พบการตกตะกอนของใยอาหารในทุกสูตรอาหาร ดังนั้นจึงเลือกสารเพิ่มความคงตัวปริมาณต่ำสุดซึ่งใช้ในการศึกษานี้คือ ร้อยละ 0.1 สำหรับเติมในสูตรอาหารทางการแพทย์จากนมถั่วเหลืองผสมนมข้าวโพดเสริมเส้นใยอาหาร

7.6 ปรับปรุงรสชาติ สีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์

7.6.1 ปรับปรุงรสชาติ

จากผลการประเมินทางประสาทสัมผัสในการศึกษาหาอัตราส่วน SM:CM ที่เหมาะสม ผู้ประเมินให้คำแนะนำเพิ่มเติมในเรื่องรสชาติโดยผู้ประเมินมีความต้องการให้มีความหวานเพิ่มขึ้น จึงปรับปรุงรสชาติโดยใช้อัตราส่วนน้ำตาลฟรักโตส : มอลโตเด็คซ์ทริน แตกต่างกันคือ ร้อยละ 50:50 75:25 และ 100:0 ซึ่งคิดเป็นปริมาณของน้ำตาลฟรักโตส : มอลโตเด็คซ์ทริน เป็น 6:6 กรัม 9:3 กรัม และน้ำตาลฟรักโตสเพียงอย่างเดียว 12 กรัม ตามลำดับ และให้อาสาสมัคร 12 ราย ชิมอาหารทางการแพทย์ที่ผ่านการปรับปรุงรสชาติแล้ว ให้คะแนนตั้งแต่ 1-5 โดย คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ คะแนน 5 = ชอบมากที่สุด ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 14

เมื่อพิจารณาผลคะแนนจากการประเมินแล้ว จึงเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราส่วนน้ำตาลฟรักโตส : มอลโตเด็คซ์ทริน เท่ากับ 100:0 มาทำการปรับปรุงกลิ่นต่อไป

ตารางที่ 12 คะแนนเฉลี่ยความชอบในด้านรสชาติ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์ที่มีน้ำตาลฟรักโตสในปริมาณต่างๆ

	ค่าเฉลี่ยของคะแนน*		
	สูตร S1	สูตร S2	สูตร S3
รสชาติ	3.00 (1.04) ^a	2.83 (1.19) ^a	3.92 (1.00) ^b

* คะแนนความชอบจัดลำดับจาก 1-5 ตั้งแต่ไม่ชอบมากที่สุดถึงชอบมากที่สุด ค่าในวงเล็บแสดงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{ab} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวนอน โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สูตร S1 น้ำตาลฟรักโตส : มอลโตเด็กซ์ตริน = 50:50

สูตร S2 น้ำตาลฟรักโตส : มอลโตเด็กซ์ตริน = 75:25

สูตร S3 น้ำตาลฟรักโตส : มอลโตเด็กซ์ตริน = 100:0

เลือกผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคมีความพอใจในรสชาติมากที่สุด คือ สูตรที่มีอัตราส่วนของน้ำตาลฟรักโตสต่อมอลโตเด็กซ์ตรินเท่ากับ 100:0 นั่นคือใส่น้ำตาลฟรักโตสเพียงชนิดเดียวในปริมาณ 12 กรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 4 ของสูตรอาหาร ศึกษาลักษณะทางกายภาพที่ปรากฏภายนอก ความหนืดและความเป็นกรด - ด่าง ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์ที่มีการปรับปรุงรสชาติ ผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อโดยการสเตอริไลส์ที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ที่เวลาเริ่มต้น พบว่าผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อละเอียด สีน้ำตาลอ่อน กลิ่นหอม ไม่พบการตกตะกอนและการแยกชั้น ความหนืดและความเป็นกรด - ด่างของ ผลิตภัณฑ์ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 และ 30 วัน (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ความหนืด ความเป็นกรด – ต่าง ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์จากนมถั่วเหลืองและนมข้าวโพด หลังผ่านการฆ่าเชื้อโดยการสเตอริไลส์ที่ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที ที่เวลาเริ่มต้น และหลังจากเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 และ 30 วัน

คุณสมบัติ	ระยะเวลาหลังผ่านการสเตอริไลส์		
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 30
ความเป็นกรด-ต่าง	7.28 (0.02)	7.38 (0.09)	7.40 (0.08)
ความหนืด	54.26 (0.27)	55.80 (1.13)	56.34 (0.36)

7.6.2 การปรับปรุงสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์

เพื่อเพิ่มความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค จึงนำผลิตภัณฑ์ที่มีการปรับปรุงรสชาติใน

7.6.1 มาปรับปรุงสีและกลิ่น ต่างๆ ดังนี้

ผลิตภัณฑ์รสโกโก้ : เติมผงโกโก้ในปริมาณร้อยละ 1 (w/v) ผสมสารแต่งกลิ่นโกโก้

สังเคราะห์ 2-3 หยด

ผลิตภัณฑ์รสชาเขียว : เติมผงชาเขียวในปริมาณร้อยละ 0.5 (w/v) ผสมสารแต่งกลิ่น

ชาเขียวสังเคราะห์ 2-3 หยด

ผลิตภัณฑ์รสวนิลา : เติมสารแต่งกลิ่นวนิลาสังเคราะห์ในปริมาณ 2-3 หยด

เมื่อให้อาสาสมัคร 12 คนชิมผลิตภัณฑ์ที่มีการปรับปรุงรสชาติ สีและกลิ่นแล้ว ศึกษาความชอบต่อผลิตภัณฑ์ในด้าน สีและลักษณะภายนอก กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบต่อผลิตภัณฑ์โดยรวม ให้คะแนนตั้งแต่ 1-5 (ไม่ชอบมากที่สุดถึงชอบมากที่สุด) ผลการประเมินแสดงในตารางที่ 14 พบว่าคะแนนความชอบต่อสีและลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์ที่มีการแต่งกลิ่นชาเขียวมีความแตกต่างกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการแต่งกลิ่น-สี แต่งกลิ่น-สีวนิลา หรือแต่งกลิ่น-สีโกโก้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คะแนนความชอบต่อกลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่แต่งสี-กลิ่นวนิลา มีความแตกต่างกับผลิตภัณฑ์ที่มีการแต่งกลิ่นโกโก้ อย่างมีนัยสำคัญ ความชอบต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่ไม่แต่งกลิ่น-สีมีความแตกต่างกับสูตรอาหารที่แต่งกลิ่น-สีโกโก้และชาเขียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คะแนนความชอบต่อเนื้อสัมผัส

พบว่าทุกสูตรอาหารไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์โดยรวมของสูตรอาหารที่มีการแต่งกลิ่นวนิลามีความแตกต่างกับสูตรอาหารที่ไม่มีการแต่งกลิ่น แต่งกลิ่นโกโก้ และชาเขียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 14 คะแนนเฉลี่ยความชอบในด้านต่างๆ ที่ผู้ชิมให้แก่อาหารทางการแพทย์พลังงานต่ำจากนมถั่วเหลืองผสมนมข้าวโพดเสริมเส้นใยอาหาร ณ วันเริ่มต้นหลังผลิต

ความชอบต่อผลิตภัณฑ์	ค่าเฉลี่ยของคะแนน*			
	สูตร A	สูตร B	สูตร C	สูตร D
สีและลักษณะภายนอก	3.42 (0.9) ^a	4.33 (0.79) ^b	3.58 (1.24) ^{ab}	2.33 (1.16) ^c
กลิ่น	3.42 (1.24) ^a	4.17 (1.19) ^b	2.58 (1.24) ^{ac}	3.58 (1.08) ^{abc}
เนื้อสัมผัส	2.7 (1.07) ^a	3.5 (1.09) ^a	2.92 (1.62) ^a	3.42 (1.38) ^a
รสชาติ	2.33 (1.30) ^a	4.00 (1.04) ^b	3.17 (1.40) ^{ac}	3.33 (1.07) ^{bc}
ความชอบโดยรวม	2.75 (1.29) ^a	4.17 (1.03) ^b	3.00 (1.35) ^a	3.33 (1.30) ^a

* คะแนนความชอบจัดลำดับจาก 1-5 ตั้งแต่ไม่ชอบมากที่สุดถึงชอบมากที่สุด ค่าในวงเล็บแสดงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{abc} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวนอน โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สูตร A : ไม่แต่งกลิ่น

สูตร B : แต่งกลิ่นวนิลลา

สูตร C : แต่งกลิ่นโกโก้

สูตร D : แต่งกลิ่นชาเขียว

7.7 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์

สูตรอาหารทางการแพทย์ ประกอบด้วย

นมถั่วเหลือง	120	มิลลิลิตร
นมข้าวโพด	120	มิลลิลิตร
โปรตีนเคซีนจากนม	9	กรัม
น้ำมันถั่วเหลือง	0.8	กรัม
ผงเซลลูโลสจากเปลือกถั่วเหลือง	4.8	กรัม
ผงเมือกแมงลัก	0.24	กรัม
น้ำตาลฟรักโตส	12	กรัม
Riplex DU [®] 10	0.3	กรัม

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์ที่เตรียมได้ มีส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่ ความชื้นร้อยละ 85.97 โปรตีนร้อยละ 4.60 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 7.26 ไขมันร้อยละ 2.3 เถ้าร้อยละ 0.06 กากใยอาหารร้อยละ 1.54 สูตรอาหารนี้ให้พลังงาน 189.89 กิโลแคลอรี โดยมีการกระจายพลังงานจากโปรตีน 57.04 กิโลแคลอรี ไขมัน 64.17 กิโลแคลอรี และ คาร์โบไฮเดรต 68.68 กิโลแคลอรี (ตารางที่ 15)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 ลักษณะทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารทางการแพทย์พลังงานต่ำจากนมถั่วเหลืองผสมนมข้าวโพดเสริมเส้นใยอาหาร

ลักษณะทางกายภาพ				
สีและลักษณะปรากฏภายนอก	ความหนืด (cps)	pH		
สีครีมไขไก่ปนน้ำตาลอ่อน กลิ่นหอมนม เนื้อละเอียด	54.26 (0.27)	7.28		
คุณค่าทางโภชนาการ				
องค์ประกอบ	ปริมาณ/100ก *	ปริมาณต่อ 1 หน่วยบริโภค**	พลังงานต่อ 1 หน่วยบริโภค* (กิโลแคลอรี)	พลังงาน* (ร้อยละ)
ความชื้น (ก)	85.97 (0.26)	-	-	-
โปรตีน (ก)	4.60 (0.28)	14.26	57.04	30.04
ไขมัน (ก)	2.3 (0.00)	7.13	64.17	33.79
คาร์โบไฮเดรต (ก)	5.54 (0.55)	17.17	68.68	36.17
เถ้า (ก)	0.06 (0.02)	-	-	-
กากใยอาหาร (ก)	1.54 (0.39)	4.77	-	-
แคลเซียม (มก)	72.00	223.2	-	-

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 6 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** หนึ่งหน่วยบริโภค = 300 มิลลิลิตร = 310 กรัม

7.8 การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

เมื่อนำอาหารทางการแพทย์พลังงานต่ำจากนมถั่วเหลืองผสมนมข้าวโพดเสริมเส้นใยอาหารที่เตรียมได้ ผ่านการฆ่าเชื้อโดยใช้เครื่องนึ่งอัดไอ (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที มาทำการทดสอบหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา โดยวิธี Standard Plate Count หาจำนวน Coliform โดยวิธี MPN ที่ระยะเวลาเริ่มต้นภายหลังจากเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน ไม่พบเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์และรา แต่พบเชื้อแบคทีเรียเมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน แสดงผลในตารางที่ 16 ทดสอบหาจำนวนจุลินทรีย์โดยวิธีเดียวกันภายหลังจากเก็บในตู้เย็นเป็นเวลา 7 และ 30 วัน ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ ยีสต์และรา แสดงผลในตารางที่ 17

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของอาหารทางการแพทย์พลังงานต่ำจากนมถั่วเหลือง ผสมนมข้าวโพดเสริมเส้นใยอาหารภายหลังผ่านการสเตอริไลส์ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ณ เวลาต่างๆ

การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา	ระยะเวลา		
	เริ่มต้น	7 วัน	30 วัน
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดชนิดมีโซไฟล์ (cfu /ml) ¹	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	มากกว่า 300
จำนวนยีสต์และรา (cfu /ml) ¹	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ
จำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมด (MPN /100 ml) ²	< 3	< 3	< 3
จำนวน <i>E.coli</i>	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ

¹cfu /ml = colony forming unit ต่ออาหาร 1 มิลลิลิตร

²MPN /100 ml = Most Probable Number ต่ออาหาร 100 มิลลิลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของอาหารทางการแพทย์พลังงานต่ำจากนมถั่วเหลืองผสมนมข้าวโพดเสริมเส้นใยอาหารภายหลังผ่านการสเตอริไลส์ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ณ เวลาต่างๆ

การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา	ระยะเวลา		
	เริ่มต้น	7 วัน	30 วัน
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดชนิดมีไซไฟล์ (cfu /ml) ¹	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ
จำนวนยีสต์และรา (cfu /ml) ¹	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ
จำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมด (MPN /100 ml) ²	< 3	< 3	< 3
จำนวน <i>E.coli</i>	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ

¹cfu /ml = colony forming unit ต่ออาหาร 1 มิลลิลิตร

²MPN /100 ml = Most Probable Number ต่ออาหาร 100 มิลลิลิตร

7.9 การทดสอบความคงตัวในสภาวะเร่ง (Accelerated studies)

จากการทดสอบผลของเวลาและอุณหภูมิในการเก็บต่อลักษณะอาหารทางการแพทย์ เมื่อเก็บตัวอย่างอาหารที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง สลับไปมา 8 ครั้ง พบว่าลักษณะปรากฏภายนอกของอาหารมีสีขาวนวล พบฝ้าขาวเคลือบบนผิวหน้าเล็กน้อย ไม่พบการแยกชั้นน้ำและน้ำมันของผลิตภัณฑ์