การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำลูกเดือยผสมชาเขียวชนิดผงโดยกระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

Development of Powdered Yoghurt Consisted of Job's tear and Green Tea by Freeze-Dry Process

สุภเวท มานิยม[1], พัชรีย์ พัฒนากูล[2], ณัฐวรรณ ทิพย์เจริญพร[1] และ ศันษนีย์ สมหมาย[1]

Supavej Maniyom[1], Patcharee Pattanagul[2], Nattawan Thipcharoenporn[1] and Sansanee Sommai[1]

Abstract

The objective of this study was to find out the optimized formula of sugar, yoghurt and type of anticaking on job's tear and green tea powdered yoghurt. It was found that the optimized formula was sugar : yoghurt : green tea water (1:5:5) and the suitable type of anticaking agent was 2% tricalcium phosphate. This formula was made highest score of acceptability attribute by consumers. The physical properties of final product were 0.44 g/ml bulk density, 88.54 L value, 0.56 a value, and 9.02 b value. The chemical properties were 0.303 a_w, 44.87% reducing sugar, 2.33% acid, 5.47% moisture, 0.44% lipid, 8.22% protein, and 10.06% ash content. The microorganism properties were (3.67±8.50) x 10^3 CFU/g lactic acid bacteria residue of powdered yoghurt while the fresh yoghurt has of (2.43±4.16) x 10^5 CFU/ml lactic acid bacteria content.

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้คือ เพื่อทำการหาสูตรที่เหมาะสมของน้ำตาล โยเกิร์ต และชนิดของสารป้องกันการจับตัวเป็นก้อน ในโยเกิร์ตน้ำลูกเดือยผสมน้ำชาเขียวชนิดผง จากการทดลองพบว่า สูตรที่เหมาะสมได้แก่ ปริมาณน้ำตาล : โยเกิร์ต : น้ำชาเขียว เท่ากับ 1:5:5 สำหรับชนิดของสารป้องกันการจับตัวเป็นก้อนที่เหมาะสมได้แก่ สารไตรแคลเซียมฟอสเฟต 2% ซึ่งสูตรดังกล่าวได้คะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคสูงที่สุด ส่วนคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้ายพบว่ามีค่า bulk density 0.438 กรัม/มิลลิลิตร ค่าสี L 88.54 ค่าสี a 0.56 และค่าสี b 9.02 ค่าปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.303 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย น้ำตาล 44.87% กรด 2.33% ความชื้น 5.47% ไขมัน 0.44% โปรตีน 8.22% และเถ้า 10.06% การวัดคุณสมบัติทางด้านจุลินทรีย์พบว่า ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตผงมีปริมาณจุลินทรีย์แลคโตบาซิลัสเท่ากับ (3.67±8.50) x 10^3 CFU/g ขณะที่โยเกิร์ตสดมีเท่ากับ (2.43±4.16) x 10^5 CFU/ml.

[1] ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50100

[2] ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50100

บทนำ

โยเกิร์ต (yoghurt) เป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่ผลิตได้จากนมอุดมมันเนย นมพร่องมันเนย นมคืนรูปพร่องมันเนย นมข้น ผลิตภัณฑ์นมอื่น ๆ หรือส่วนผสมของนมเหล่านั้น แล้วทำการปรับสัดส่วนให้ได้องค์ประกอบที่ถูกต้องสำหรับโยเกิร์ตชนิดหนึ่ง ๆ โดยอาศัยการเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสเป็นกรดแลคติกด้วยจุลินทรีย์ *Lactobacillus bulgaricus* และเชื้อ *Streptococcus thermophillus* (ไพโรจน์และอรัญ, 2535)

โดยปกติโยเกิร์ตจะมีอายุการเก็บรักษาประมาณ 10 วัน เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 5° ซ. (http://www.thaidairy.org/yoghurt.html) การนำโยเกิร์ตมาแปรรูปเป็นผงโดยเทคโนโลยีการทำแห้งแบบสุญญากาศ (Java and Das, 2004) การทำแห้งแบบสเปรย์ดราย (สิริวรรณและพิสิฐ, 2546) การทำแห้งแบบโฟมเมท หรือการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง จะเป็นการช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้ยาวนานขึ้น โดยเฉพาะการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งนั้นจะช่วยรักษาคุณภาพของอาหารได้ค่อนข้างมาก เมื่อเทียบกับการทำแห้งด้วยวิธีอื่น เนื่องจากการทำแห้งแบบนี้อาศัยหลักการแช่แข็งอาหารที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของสารละลายในอาหารชนิดนั้น และนำอาหารแช่แข็งดังกล่าวเก็บไว้ที่สภาวะความดันต่ำ น้ำแข็งที่เป็นองค์ประกอบในอาหารจะเกิดการระเหิดอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งน้ำในอาหารถูกถ่ายเทออกไปจนเกือบหมด ทำให้อาหารแห้งและคงรูปร่างเดิมไว้ได้ การระเหิดของน้ำแข็งต้องใช้ความร้อนจำนวนหนึ่งซึ่งเรียกว่า Heat of sublimation มีค่าเท่ากับ 675.6 cal/g น้ำในผลิตภัณฑ์จะระเหิดออกไปโดยไม่กลายเป็นของเหลว ทำให้การเคลื่อนที่ของสารละลายต่าง ๆ ในผลิตภัณฑ์เกิดน้อย โครงสร้างของผลิตภัณฑ์จะยังคงรูปเดิมโดยไม่หดตัว ในกระบวนการทำแห้งอุณหภูมิที่ใช้จะไม่สูงมากนัก ซึ่งทำให้สามารถรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในด้านสี กลิ่น รสชาติ และคุณค่าของอาหารได้ดี (จิตพัต, 2541) อย่างไรก็ตามในอาหารที่มีน้ำตาลสูงอาจมีการดูดซับความชื้นจากบรรยากาศรอบ ๆ ได้ง่าย ดังนั้นการเติมสาร anticaking จะช่วยป้องกันการจับตัวเป็นก้อนและช่วยลดการดูดซับน้ำในอากาศได้

ลูกเดือย (*Coix lachryma-jobi* Linn) เป็นพืชล้มลุกจำพวกหญ้า เจริญได้ดีในที่ชื้นหรือใกล้น้ำ เมล็ดกลม รูปร่างคล้ายลูกปัด ประโยชน์ของลูกเดือยได้แก่ สาร methanolic ที่สกัดได้จากลูกเดือยมีผลในการลดกลิ่นเหม็นหืน (antioxidant) (Kuo et al., 2002) และยับยั้งการขยายตัวใน human histolytic lymphoma U937 monocytic cells สาร methanolic สามารถยับยั้ง COX-2 expression ในเซลล์มะเร็งตับของคนได้ (Hung and Chang, 2003) นอกจากนี้ลูกเดือยยังมีคุณสมบัติช่วยยับยั้งปฏิกิริยาการแพ้ (allergic reaction) ยับยั้งการเพิ่มจำนวนของเซลล์มะเร็งตับ และลดการเกิดมะเร็งลำไส้ได้อีกด้วย (Duke, 1983; Chang et al., 2003; Shih et al., 2004)

สำหรับชาเขียวนั้นมีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันโรคมะเร็ง ลดระดับไขมันและน้ำตาลในเลือด ช่วยลดน้ำหนัก รักษาสุขภาพช่องปาก ต้านโรคไขข้ออักเสบ ยับยั้งโรคไขข้ออักเสบ ยับยั้งภาวะอาหารเป็นพิษ นอกจากนี้ยังมีวิตามินและแร่ธาตุมากมายที่มีประโยชน์แก่ร่างกายเช่น วิตามินซี วิตามินบี วิตามินอี และฟลูออไรด์

ดังนั้นการแปรรูปผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตชนิดผงที่ทำจากน้ำลูกเดือยและน้ำชาเขียวโดยใช้วิธีทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง นอกจากจะช่วยยืดอายุการเก็บ

รักษาให้นานขึ้นและช่วยคงคุณค่าอาหารให้ได้มากที่สุดแล้ว ยังเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เน้นคุณค่าทางโภชนาการและด้านสุขภาพ ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ใส่ใจเรื่องสุขภาพและยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเบา สะดวกในการพกพาได้อีกด้วย

วิธีการศึกษา

1. การเตรียมวัตถุดิบ

1.1 การเตรียมแพลนโยเกิร์ตจากน้ำลูกเดือย

การเตรียมแพลนโยเกิร์ตจากน้ำลูกเดือยเป็นขั้นตอนแรกในการผลิตโยเกิร์ตน้ำลูกเดือยผสมชาเขียวชนิดผง โดยเริ่มจากล้างลูกเดือยด้วยน้ำสะอาด นำลูกเดือยแช่น้ำนาน 30 นาที หลังจากนั้นนำมาปั่นให้ละเอียด แล้วต้มลูกเดือยที่ได้กับน้ำสะอาดอัตราส่วน 1:10 นาน 40 นาที กรองด้วยผ้าขาวบางหนา 4 ชั้น เพื่อแยกน้ำลูกเดือยออกจากกาก หลังจากนั้นชั่งน้ำลูกเดือยให้ได้น้ำหนัก 850 กรัม เติมนมผง 100 กรัม และน้ำตาลทราย 56 กรัม แล้วจึงนำไปพลาสเจอไรส์ที่อุณหภูมิ 72°ซ นาน 15 นาที ทำให้เย็นลงทันที เมื่ออุณหภูมิของส่วนผสมที่ได้เท่ากับอุณหภูมิห้อง จึงทำการใส่เชื้อโยเกิร์ต (ยี่ห้อดัชชี่ แบบ plain yoghurt, บริษัท ดัชมิลล์ จำกัด, นครปฐม, ประเทศไทย) จำนวน 150 กรัม แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 42±1 °ซ. นาน 6 ชั่วโมง

1.2 การเตรียมน้ำชาเขียว

การเตรียมน้ำชาเขียวเริ่มจากต้มน้ำสะอาดปริมาตร 1 ลิตรจนเดือด ตั้งทิ้งไว้ให้อุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 80-90 °ซ. ใส่ใบชาเขียวจำนวน 4 ช้อนโต๊ะลงในน้ำร้อนแล้วตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที กรองใบชาเขียวออกด้วยผ้าขาวบางหนา 2 ชั้น จะได้น้ำชาเขียวที่ใช้เติมลงในโยเกิร์ต

2. กระบวนการผลิตโยเกิร์ตชนิดผง

ทำการปั่นโยเกิร์ตลูกเดือยนาน 10 วินาที เติมน้ำชาเขียว น้ำตาล และสาร anticaking หลังจากนั้นปั่นต่อเป็นเวลา 20 วินาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้จัดเป็นโยเกิร์ตชนิดพร้อมดื่ม แบ่งส่วนที่ได้ใส่ในถ้วยซิมพลาสติกขนาดเล็กถ้วยละ 25 กรัม แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 °ซ. นาน 12 ชั่วโมง แล้วนำไปใส่ในเครื่อง freeze dryer ปรับความดันให้ต่ำกว่า 133 mbar ทิ้งไว้นาน 2 วัน จึงได้โยเกิร์ตแห้งอยู่ในถ้วย นำไปบดให้ละเอียดจะได้โยเกิร์ตน้ำลูกเดือยผสมชาเขียวชนิดผง

3. การวางแผนการทดลอง

3.1 การศึกษาปริมาณน้ำตาลในช่วง 5-20% และโยเกิร์ตในช่วง 100-567% ที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตผง วางแผนการทดลองแบบ Factorial experiment in central composite design (Table 1)

Table 1 Formulation of sugar and yoghurt for powdered yoghurt containing job's tear and green tea juice

Treatment	Sugar (g/100 g green tea juice)	Yoghurt (g/100 g green tea juice)
1	20	567
2	20	100
3	5	567
4	5	100
5	12.5	333.5
6	12.5	333.5

3.2 การศึกษาชนิดของสาร anticaking ที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตผง วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomize Design โดยสาร anticaking ที่ทำการศึกษามีดังนี้ maltodextrin, gum acacia และ tricalcium phosphate ปริมาณที่เติมลงไปเท่ากับ 2%

3.3 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

4. การวิเคราะห์ผล

4.1 วิเคราะห์ทางด้านกายภาพ ได้แก่ Bulk density ค่าความหนืด (Cannon LV 2000) ค่าสีระบบ Hunter Lab (ColorQuest II, Hunter Laboratory Inc., USA), aw (Aqualab Model Series 3 USA)

4.2 วิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ 9 point hedonic scale

4.3 วิเคราะห์ทางด้านเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ไขมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน เถ้า กรดทั้งหมด และน้ำตาลรีดิวซ์ (AOAC, 2000)

4.4 วิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ได้แก่ ปริมาณ Lactic acid bacteria (AOAC, 2000)

4.5 วิเคราะห์ทางสถิติ ได้แก่ Excel 97 version 8.0 และ SPSS version 10.0

ผลการทดลอง

การเติมน้ำตาลและโยเกิร์ตในโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ระดับ 5-20% และ 100-567% ของน้ำหนักน้ำชาเขียว ตามลำดับ พบว่าการเติมน้ำตาลในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ผงคืนรูปมีค่าลดลง รวมถึงค่าสี L, a, และ b ของผลิตภัณฑ์ผงมีค่าลดลงด้วย ในขณะที่การเพิ่มปริมาณโยเกิร์ตจะทำให้ความหนืดเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากส่วนประกอบของโยเกิร์ตนั้นประกอบด้วยนมผง น้ำตาล น้ำลูกเดือย และจุลินทรีย์ ซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้มีผลต่อค่าความหนืดของโยเกิร์ต โดยเมื่อความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายได้เพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ค่าความหนืดสูงขึ้นด้วย สำหรับการเพิ่มปริมาณโยเกิร์ตทำให้ค่าสี L, a และ b เพิ่มขึ้นด้วย สมการทำนายค่าคุณสมบัติทางด้านกายภาพแสดงใน Table 3

Table 2 Physical properties of yoghurt varied by sugar and plain yoghurt

Sugar (%)	Plain Yoghurt (%)	Viscosity* (cP)	Bulk density (g/ml)	Color		
				L value	a value	b value
20	567	17.57	2.06	75.06	-0.46	11.04
20	100	6.87	1.93	68.60	0.92	13.09
5	567	38.11	2.00	75.57	-0.27	11.57
5	100	18.97	1.82	70.22	1.46	14.18
12.5	333.5	34.01	2.04	74.12	0.03	12.05
12.5	333.5	30.91	2.14	74.32	-0.01	11.98

* Recovered dried yoghurt equal 18° brix total soluble solid

Table 3 Relative equation of physical properties with sugar and plain yoghurt

Relative equation	R^2
Viscosity = 22.329-(0.686*Sugar)+(0.047*Plain yoghurt)-(0.001*Sugar*Plain yoghurt)	0.718
L = 70.313-(0.124*Sugar)+(0.011*Plain yoghurt)	0.887
a = 1.901-(0.041*Sugar)+(0.004*Plain yoghurt)	0.923
b = 14.991-(0.081*Sugar)+(0.006*Plain yoghurt)	0.957

L, a, b mean color system by Hunter Lab

สำหรับคุณสมบัติทางเคมีพบว่า การเติมปริมาณน้ำตาลและโยเกิร์ตเพิ่มขึ้นจะทำให้น้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากในโยเกิร์ตมีส่วนผสมของน้ำตาลบางชนิดที่ถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ ทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มสูงขึ้น ส่วนปริมาณกรดที่ลดลงหลังจากเพิ่มปริมาณน้ำตาลและโยเกิร์ตนั้นเป็นผลเนื่องมาจากสัดส่วนความเข้มข้นของกรดลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณส่วนผสมทั้งหมดให้เพิ่มมากขึ้น สมการแสดงความสัมพันธ์ของคุณลักษณะทางเคมีแสดงใน Table 5

การทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า การเพิ่มปริมาณน้ำตาลนั้นจะส่งผลให้กลิ่นชาเขียวและรสหวานเพิ่มมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามการเพิ่มปริมาณโยเกิร์ตทำให้กลิ่นชาเขียวและรสหวานลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกลิ่นโยเกิร์ตที่เพิ่มมากขึ้นลดความแรงของกลิ่นชาเขียวและความเปรี้ยวของโยเกิร์ตก็ช่วยลดความหวานลงไปได้เช่นกัน สมการแสดงความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงใน Table 7

Table 4 Chemical properties of yoghurt varied by sugar and plain yoghurt

Sugar (%)	Plain Yoghurt (%)	a_w	pH*	Acid* (%w/w)	Reducing sugar (%w/w)	Moisture content (%w/w)
20	567	0.342	4.18	2.61	47.40	6
20	100	0.346	4.18	1.53	45.33	10
5	567	0.345	4.18	2.82	46.08	11.5
5	100	0.351	4.19	2.73	41.39	21
12.5	333.5	0.354	4.19	2.77	44.94	4
12.5	333.5	0.345	4.18	2.73	44.89	4.5

* Recovered dried yoghurt equal 18° brix total soluble solid

Acid content as lactic acid

Table 5 Relative equation of chemical properties with sugar and plain yoghurt

Relative equation	R^2
Reducing sugar = 38.840+(0.300*Sugar)+(0.012*Plain yoghurt)	0.999
Acid = 3.296-(0.094*Sugar)-(0.001*Plain yoghurt)	0.880

Table 6 Sensory properties of yoghurt varied by sugar and plain yoghurt

Sugar (%)	Plain Yoghurt (%)	Green tea flavor	Yoghurt flavor	Sourness	Sweetness	Color	Viscosity	Overall Acceptability
20	567	5.20	5.73	5.07	4.93	6.20	5.33	5.53
20	100	6.00	5.60	4.53	5.80	5.40	5.27	5.40
5	567	4.53	6.00	4.73	4.27	5.80	5.33	5.07
5	100	5.87	5.73	4.87	5.33	4.93	5.27	5.27
12.5	333.5	4.73	5.80	5.93	5.67	6.40	5.80	6.00
12.5	333.5	4.87	5.27	5.53	5.47	6.33	6.00	5.47

Sensory test used recovered dried yoghurt equal 18 ° brix total soluble solid

Table 7 Relative equation of sensory properties with sugar and plain yoghurt

Relative equation	R^2
Green tea flavor = 5.952+(0.001*Sugar)-(0.003*Plain yoghurt)+(7.709*10-5*Sugar*Plain yoghurt)	0.738
Sweetness = 5.576+(0.029*Sugar)-(0.002*Plain yoghurt)+(2.715*10-5*Sugar*plain yoghurt)	0.789

เมื่อนำสมการที่ได้จากการทดสอบชิมซึ่งมีคุณลักษณะด้านกลิ่นชาเขียวและรสหวานนั้นมาทำนายค่าปริมาณน้ำตาลและโยเกิร์ตที่เหมาะสม พบว่าน้ำตาลในระดับความเข้มข้น 20% และโยเกิร์ตที่ระดับความเข้มข้น 100% จะทำให้สมการทำนายค่ากลิ่นชาเขียวและรสหวานเท่ากับ 5.80 และ 5.96 ตามลำดับ ค่าดังกล่าวใกล้เคียงคะแนนการยอมรับที่ได้จากการทดลอง (Table 6) ดังนั้นสูตรการผลิตโยเกิร์ตผงครั้งต่อไปจึงเลือกใช้ปริมาณน้ำตาลและโยเกิร์ตที่ระดับความเข้มข้น 20% และ 100% ตามลำดับ

หลังจากเลือกสูตรน้ำตาลและโยเกิร์ตที่จะเติมลงไปในโยเกิร์ตสดได้แล้ว ก็นำสูตรดังกล่าวมาศึกษาชนิดของสารป้องกันการจับตัว (anticaking) ที่เหมาะสมต่อไป โดยปริมาณที่ทำการศึกษากำหนดไว้ที่ 2% ของโยเกิร์ตสด ค่าการทดสอบทางกายภาพแสดงใน Table 8

จาก Table 8 พบว่าการเติมสาร anticaking ทำให้ความหนืดของโยเกิร์ตผงคืนรูปมีค่าลดลง ส่วนการเติม Gum acacia มีผลทำให้ค่าสีแดง (a value) และเหลือง (b value) เพิ่มสูงขึ้น แต่ก็ไม่แตกต่างจากสูตรที่ไม่เติมสาร anticaking สำหรับการเติม

Table 8 Physical properties of yoghurt varied by anticaking

Anticaking	Viscosity* (CP)	Bulk density (g/ml)	Color		
			L value	a value	b value
Control	9.52[a]	0.41	88.38[c]	0.82[a]	10.29[a]
Maltodextrin	7.92[c]	0.40	88.88[a]	0.70[b]	9.78[b]
Gum acacia	7.83[c]	0.38	88.32[c]	0.80[a]	10.48[a]
Tricalcium phosphate	8.43[b]	0.44	88.49[b]	0.56[c]	9.02[c]

Anticaking was added in fresh yoghurt at 2% concentration

* Recovered dried yoghurt equal 18° brix total soluble solid

Means within columns with different superscripts were significantly different ($P<0.05$)

Maltodextrin จะทำให้ค่าความสว่าง (L value) เพิ่มมากขึ้นและมากกว่าสูตรที่ไม่เติมสาร anticaking หรือเติมสาร anticaking ตัวอื่น

การเติมสาร anticaking นั้นจะช่วยลดค่าน้ำอิสระที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้ (a_w) เมื่อเทียบกับสูตรที่ไม่ได้เติม เมื่อเปรียบเทียบค่า pH พบว่าการเติมสาร Maltodextrin นั้นมีผลให้ค่า pH สูงที่สุด แต่เมื่อวัดปริมาณกรดพบว่า สูตรที่ไม่เติมสาร anticaking นั้นมีปริมาณกรดสูงที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากสาร anticaking เติมลงไป 2% นั้นอาจลดความเข้มข้นของกรดให้ต่ำลงได้ สำหรับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และความชื้นนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ระหว่างสูตรที่เติมหรือไม่เติมสาร aniticaking

เมื่อนำสูตรโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตรมาทดสอบชิม พบว่า ด้านความเปรี้ยว gum acacia และ tricalcium phosphate (TP) ให้ผลการยอมรับมากกว่า maltodextrin และทั้ง control, gum acacia และ TP ไม่แตกต่างกัน สำหรับด้านสีพบว่า control, maltodextrin และ TP ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ดังนั้นสูตรโยเกิร์ตที่เติมสาร Tricalcium phosphate จึงเป็นสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับทั้งในด้านสีและด้านความเปรี้ยวมากกว่าสูตรอื่น ๆ เมื่อเทียบกับสูตรที่เติม gum acacia ซึ่งให้การยอมรับสูงสุดเพียงด้านความเปรี้ยว หรือสูตรที่เติม maltodextrin mให้การยอมรับสูงสุดเพียงในด้านสีเท่านั้น ส่วนเมื่อเทียบสูตรที่เติม TP กับ control พบว่าไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาด้าน a_w พบว่า control มีค่า a_w สูงกว่าจึงอาจจะส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาที่สั้นกว่าสูตรที่เติม TP ได้

สรุปและวิจารณ์ผล

จากผลการทดลองพบว่าสูตรโยเกิร์ตที่เหมาะสมได้แก่ ปริมาณน้ำตาล 20% และปริมาณโยเกิร์ต 100% และน้ำซาเขียว 100% หรืออัตราส่วนระหว่างน้ำตาล : โยเกิร์ต : น้ำซาเขียว เท่ากับ 1:5:5 สำหรับสาร anticaking ที่เหมาะสมได้แก่ 2 % tricalcium phosphate เมื่อนำสูตรดังกล่าวไปวัดความหนืด ค่า pH และปริมาณกรด จากการคืนรูปโยเกิร์ตผงได้ค่าดังนี้ 8.43 CP, 4.14 และ 2.33% ตามลำดับ ส่วนค่าสี L, a, b วัดได้ 88.54, 0.56 และ

Table 9 Chemical properties of yoghurt varied by sugar and plain yoghurt

Anticaking	a_w	pH*	Acid* (%w/w)	Reducing sugar (%w/w)	Moisture content (%w/w)
Control	0.331[a]	4.14[b]	2.36[a]	46.20	8.97
Maltodextrin	0.316[b]	4.22[a]	2.24[c]	46.99	6.93
Gum acacia	0.306[b]	4.17[b]	2.30[b]	45.14	6
Tricalcium phosphate	0.302[b]	4.15[b]	2.32[b]	46.73	6.84

Anticaking was added in fresh yoghurt at 2% concentration

* Recovered dried yoghurt equal 18 ° brix total soluble solid

Means within columns with different superscripts were significantly different ($P<0.05$)

Acid content as lactic acid

Table 10 Sensory properties of yoghurt varied by sugar and plain yoghurt

Anticaking	Green tea flavor	Yoghurt flavor	Sourness	Sweetness	Color	Viscosity	Overall Acceptability
Control	5.00	5.93	6.20a	6.20	6.20a	5.33	6.07
Maltodextrin	4.67	5.27	4.33b	5.87	5.53ab	5.00	5.53
Gum acacia	4.93	5.27	4.80ab	5.60	4.67b	5.47	5.53
Tricalcium phosphate	4.87	5.87	5.60ab	5.73	6.27a	4.80	5.73

Sensory test used recovered dried yoghurt equal 18 ° brix total soluble solid

9.02 ตามลำดับ ค่า bulk density เท่ากับ 0.44 g/ml ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ 44.87% ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน และเถ้า เท่ากับ 5.47%, 0.44%, 8.22% และ 10.06% ตามลำดับ

สำหรับปริมาณแบคทีเรียผลิตกรดแลคติคในโยเกิร์ตสดเท่ากับ (2.43±4.16) x 105 CFU/ml หลังจากผ่านกระบวนการทำแห้งด้วยวิธี freeze dry แล้วทำให้ได้ปริมาณแบคทีเรียผลิตกรดแลคติคที่คงเหลือในโยเกิร์ตผงเท่ากับ (3.67±8.50) x 103 CFU/g

ดังนั้นในกระบวนการทำแห้งด้วยวิธี freeze drying จะทำให้โยเกิร์ตสดเปลี่ยนรูปเป็นโยเกิร์ตผง ซึ่งมีความสะดวกในการพกพา การหาสูตรที่เหมาะสมนั้นจะช่วยให้คุณภาพของโยเกิร์ตผงที่ได้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น นอกเหนือจากนี้กระบวนการทำแห้งด้วยวิธีดังกล่าวยังทำให้สูญเสียจุลินทรีย์ไปบางส่วนในระหว่างขั้นตอนการแปรรูป อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ที่ได้ก็ยังคงคุณค่าทางโภชนาการและจัดเป็นอาหารเพื่อสุขภาพได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

จิตพัต แย้มแพ. 2541. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปไก่กึ่งสำเร็จรูปโดยกระบวนการทำแห้งแบบ แช่เยือกแข็ง. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 192 หน้า.

ไพโรจน์ วิริยจารี และอรัญ หันพงศ์กิตติกูล. 2535. ปฏิบัติการอุตสาหกรรมการหมัก. เชียงใหม่: ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 116 หน้า.

สิริวรรณ ชัยธรรมรักษ์ และพิสิฐ ไพบูลย์เกียรติ. 2546. ผลกระทบของการทำแห้งที่มีต่อ คุณลักษณะโยเกิร์ตนมข้าวโพดชนิดผง. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 100 หน้า.

A.O.A.C. 2000. In Association of Official Analytical Chemists, 17th ed. AOAC Inc. Arlington, Virginia, USA.

Chang, H., Y. Huang, and W. Hung. 2003. Antiproliferative and Chemopreventive Effect of Adlay seed on Lung Cancer in Vitro and in Vivo. J. Agric. Food Chem. 51 (8): 3656-3660.

Duke, J. 1983. Handbook of Energy Crops. www. hort. Purdue.edu/newcrop/duke-enerrgy/coix-lacry ma-jobi. html. 22/8/2004.

Hung, W. and H. Chang. 2003. Methanolic Extract of Adlay Seed Suppresses COX-2 Expression of Humun Lung Cancer Cells ria Inhibition of Gene Transcription. J. Agric. Food. Chem. 51 (5): 7333-7337.

Jaya, S. and H. Das. 2004. Effect of maltodextrin, glycerol monostearate and tricalcium phosphate on vacuum dried mango powder properties. J. Food Engineering. 63 (4): 125-134.

Kuo, C., W. Chiang, G. Liu, Y. Chien, J. Chang, C. Lee, J. Lo, S. Huang, M. Shih, and Y. Kuo. 2002. 2, 2′-Diphenyl-1-picrylhydrazyl Radical-Scavenging Active Components from Adlay (Coir lachryma-jobi L.Var ma-yuen Stapf) Hulls. J. Agric. Food Chem. 50 (9): 5850-5855.

Shih, C., W. Dhiang, and M. Kuo. 2004. Effects of adlay on azoxy methane-induced colon carcinogenesis in rats. Food and Chemical Toxicology. 42 (2): 1339-1347.

http://www.thaidairy.org/yoghurt.htm, 10 August 2004.