KKU Res J. 2011; 16(5): 468-477
http://resjournal.kku.ac.th

การเหลือรอดของแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์โซเกิร์ตมังคุด

Survival of Lactic Acid Bacteria in Mangosteen Soghurt Product

ตรี วาทกิจ[1] และบวรศักดิ์ ลีนานนท์[2]*

Tree Vatakit[1] and Borwonsak Leenanon[2]*

[1]สาขาอุตสาหกรรมเกษตร วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครพนม มหาวิทยาลัยนครพนม

[2]ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**Correspondent author: tree.v@npu.ac.th*

Received November 8, 2010
Accepted May 12, 2011

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตโซเกิร์ตมังคุด ได้แก่ ปริมาณแยมมังคุด (ร้อยละ 0, 10, 15 และ 30 โดยน้ำหนัก) และปริมาณน้ำสกัดจากเปลือกมังคุด (ร้อยละ 0, 3, 6 และ 9 โดยน้ำหนัก) ต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส การเหลือรอดของแบคทีเรียแลคติก รวมทั้งคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ จากผลการวิจัยพบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์โซเกิร์ตมังคุดซึ่งมีปริมาณแยมมังคุด และปริมาณน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดร้อยละ 10 และ 9 โดยน้ำหนักตามลำดับ อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง นอกจากนี้เมื่อตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์โซเกิร์ตมังคุดซึ่งเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน พบว่า จำนวนการเหลือรอดของแบคทีเรียแลคติก เท่ากับ 6.32 ล็อคโคโลนีต่อกรัม ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.98 ร้อยละความเป็นกรดเท่ากับ 1.12 และร้อยละการแยกชั้นของเวย์ เท่ากับ 0.85 ส่วนค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) มีค่าเท่ากับ 77.35, 4.54 และ 9.87 ตามลำดับ

Abstract

The aim of this research was to study the suitable condition for mangosteen soghurt production including the amount of mangosteen jam (0, 10, 15 and 30% (w/w)) and mangosteen rind extract (0, 3, 6 and 9% (w/w)) on sensory characteristics, lactic acid bacteria survival, chemical and physical characteristics of the products. It was found that the panelist liking scores on mangosteen soghurt with 10% mangosteen jam and 9% mangosteen rind extract were in the range of "like slightly" to "like moderately". Moreover, mangosteen soghurt quality stored in the refrigerator at 5±1 ^{o}C for 12 days was evaluated and found that LAB survival numbers were 6.32 log CFU/g, pH was 3.98 with 1.12 % acidity and % syneresis was 0.85 whereas lightness (L*), redness (a*) and yellowness (b*) were 77.35, 4.54 and 9.87, respectively.

คำสำคัญ: การเหลือรอด แบคทีเรียแลคติก โซเกิร์ตมังคุด
Keyword: survival, lactic acid bacteria, mangosteen so-ghurt

1. บทนำ

มังคุด (*Garcinia mangostana* L.) เป็นผลไม้ที่มีศักยภาพสูง ในการส่งออกของประเทศไทยชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถส่งออกในรูปของผลมังคุดสด (ร้อยละ 94.62) และมังคุดแช่เยือกแข็ง (ร้อยละ 5.38) ไปยังประเทศต่างๆ ได้แก่ จีน ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และยุโรป เป็นต้น (1) นอกจากนี้มังคุดยังเป็นผลไม้ที่อุดมด้วยคุณค่าทางโภชนาการต่างๆ เช่น วิตามินซี วิตามินเอ ฟอเลท โพแตสเซียม และแมกนีเซียม โดยเฉพาะสารแซนโทน (xanthone) และอนุพันธุ์ของแซนโทน ซึ่งเป็นสารประกอบที่พบได้ในเปลือกมังคุด (2) โดยมีคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรีย ลดการอักเสบ มีฤทธิ์ในการต่อต้านเซลล์มะเร็ง และทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) มีงานวิจัยต่างๆที่กล่าวถึงการใช้ประโยชน์ของสารแซนโทนจากเปลือกมังคุดอย่างกว้างขวางในการทำหน้าที่เป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรค (3-4) รวมทั้งการนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น เครื่องดื่มน้ำมังคุดผสมเปลือกมังคุด (5) อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการนำมังคุดและเปลือกมังคุดมาใช้ประโยชน์ในการผลิตผลิตภัณฑ์นมหมัก เช่น โซเกิร์ต (so-ghurt) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำนมถั่วเหลืองมาผ่านกระบวนการหมัก โดยแบคทีเรียแลคติกได้แก่ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* จนเกิดเป็นเคิร์ดและมีรสเปรี้ยว (6) แต่เนื่องด้วยคุณสมบัติของสารแซนโทนในเปลือกมังคุดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ดังนั้นสารนี้อาจส่งผลต่อกระบวนการหมักของแบคทีเรียแลคติกและคุณภาพของผลิตภัณฑ์โซเกิร์ตได้ งานวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสม ได้แก่ ปริมาณแยมมังคุด และปริมาณน้ำสกัดจากเปลือกมังคุด ต่อการเหลือรอดของแบคทีเรียแลคติก และคุณภาพของผลิตภัณฑ์โซเกิร์ตมังคุดที่ได้

2. วิธีการวิจัย

2.1 การเตรียมเชื้อเริ่มต้น

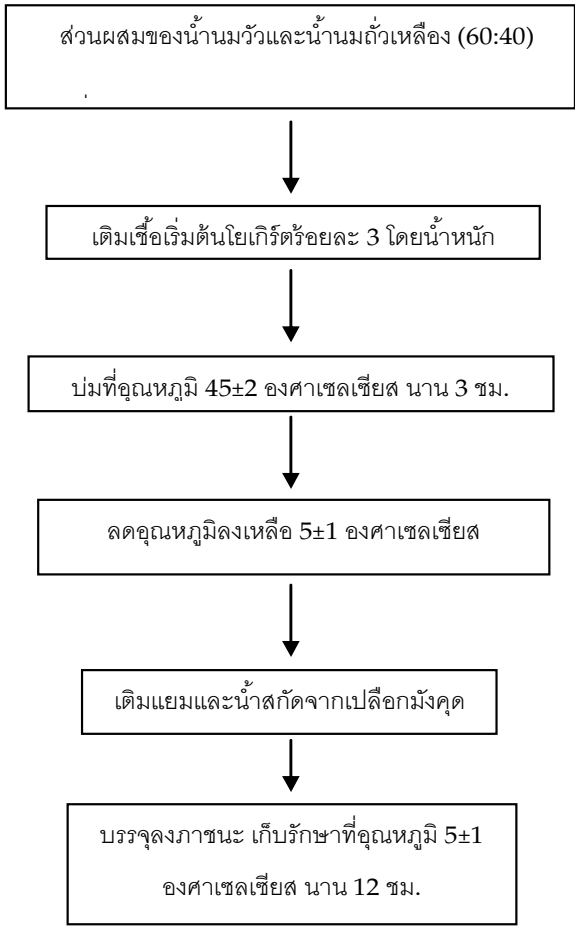
เติมเชื้อผสมระหว่าง *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* (1:1) ซึ่งอยู่ในรูปผงแช่เยือกแข็งระเหิดแห้งจำนวน 2-3 เกล็ด (Yo-Flex®: YC-380) ลงในส่วนผสมของน้ำนมวัวและนมถั่วเหลือง อัตราส่วน 60:40 ซึ่งผ่านการพาสเจอไรส์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 45±2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 4.2-4.6 และเกิดเคิร์ด (curd) ขึ้นก่อนที่จะนำไปใช้เป็นเชื้อเริ่มต้นในการหมักโซเกิร์ต (จำนวนเชื้อเริ่มต้น 6.3 ล็อคโคโลนีต่อกรัม)

2.2 การศึกษาปริมาณแยมมังคุดที่เหมาะสมในการผลิตโซเกิร์ตมังคุด

นำผลมังคุดมาล้างน้ำให้สะอาด จากนั้นแยกเปลือกออกเหลือแต่เนื้อมังคุด เติมน้ำ สะอาด อัตราส่วน 1:1 ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส เติมน้ำตาลทราย โดยปรับให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เท่ากับ 55-60 องศาบริกซ์ (°brix) แล้วเติมเพคติน (pectin) ร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก จากนั้นเพิ่มความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เคี่ยวส่วนผสมให้เข้ากันจนกระทั่งได้ผลิตภัณฑ์แยมมังคุด รอให้เย็นนำไปบรรจุในภาชนะที่ปิดฝาสนิทและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปเติมลงในโซเกิร์ต

การเตรียมโซเกิร์ตแสดงในรูปที่ 1 โดยใช้ส่วนผสมของน้ำนมวัวต่อน้ำนมถั่วเหลืองเท่ากับ 60:40 เติมเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก บ่มจนกระทั่งเกิดเคิร์ด (ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ

4.2-4.6) จากนั้นลดอุณหภูมิลงเหลือ 5±1 องศาเซลเซียส ก่อนเติมแยมมังคุดในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับได้แก่ร้อยละ 0, 10, 15 และ 30 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นปริมาณแยมที่ใกล้เคียงกับปริมาณที่ใช้ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตรสผลไม้ในท้องตลาดโดยทั่วไป ปั่นผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องปั่นปลอดเชื้อ จากนั้นบรรจุลงในภาชนะพลาสติกขนาด 500 มิลลิลิตร ปิดผนึกด้วยกระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์ให้สนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง ก่อนที่จะนำไปทดสอบคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่น ความเปรี้ยว ความหวาน ความข้นหนืด และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-point hedonic scale (1 หมายถึงชอบน้อยที่สุดและ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ที่เคยรับประทานโยเกิร์ต วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) ทรีตเมนต์ที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ ปริมาณแยมมังคุด 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0, 10, 15 และ 30 โดยน้ำหนัก วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)



รูปที่ 1. กระบวนการผลิตโซเกิร์ตมังคุด

2.3 การศึกษาปริมาณน้ำสกัดเปลือกมังคุดที่เหมาะสม ที่เติมลงในโซเกิร์ตมังคุด

นำแยมมังคุดในปริมาณที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 1 มาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์โซเกิร์ต ซึ่งมีการเติมน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดที่ระดับแตกต่างกันได้แก่ ร้อยละ 0, 3, 6 และ 9 โดยน้ำหนัก จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส การเตรียมน้ำสกัดจากเปลือกมังคุด ทำได้โดยนำเปลือกมังคุดมาล้างให้สะอาดจากนั้นใช้เครื่องสับให้ละเอียด นำไปต้มในน้ำเดือดโดยใช้อัตราส่วนเปลือกมังคุดต่อน้ำสะอาด เท่ากับ 1:5 เติมน้ำตาล จนมีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 40 องศาบริกซ์ จะได้สารละลายสีม่วง-แดง ทิ้งให้เย็น จากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบางและบรรจุในภาชนะทึบแสง (7) การทดสอบความชอบทางด้านต่างๆ ของโซเกิร์ตได้แก่ สี กลิ่น ความเปรี้ยว ความหวาน ความข้นหนืด และความชอบโดยรวม จะใช้วิธี 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน วางแผนการทดลองแบบ RCBD วิเคราะห์ความแปรปรวนที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์ด้วยวิธี DMRT

2.4 ศึกษาการเหลือรอดของแบคทีเรียแลคติกและคุณภาพของโซเกิร์ตมังคุด

จากการผลิตโซเกิร์ตมังคุดที่มีการเติมน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดที่ระดับต่างๆได้แก่ ร้อยละ 0, 3, 6 และ 9 โดยน้ำหนัก แล้วนำผลิตภัณฑ์ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1องศาเซลเซียส โดยสุ่มตัวอย่างที่ช่วงเวลา 0, 3, 6, 9 และ 12 วัน เพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆดังนี้ โดยทำการทดลอง 2 ซ้ำ

(1) จำนวนแบคทีเรียแลคติก (ล็อคโคโลนีต่อกรัม) โดยใช้วิธีเทเพลต (pour plate) ด้วย MRS agar นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชม. ดัดแปลงจากวิธีของ O' Connor-Shaw และคณะ (8)

(2) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตามวิธี AOAC (9)

(3) ค่าร้อยละความเป็นกรด (ในรูปกรดแลคติก) ตามวิธี AOAC (9)

(4) ค่าการแยกชั้นของเวย์ (whey) ตามวิธีของ Lucey (10)

(5) ค่าสี (L* a* b*) โดยเครื่องวัดสี (Chroma meter CR300) ของบริษัท Minolta ประเทศญี่ปุ่น

3. ผลการทดลอง

3.1 ผลการศึกษาปริมาณแยมมังคุดที่เหมาะสมต่อการผลิตโซเกิร์ตมังคุด

จากการผลิตโซเกิร์ตมังคุดโดยเติมปริมาณแยมมังคุดที่แตกต่างกัน ได้แก่ ร้อยละ 0, 10, 15 และ 30 โดยน้ำหนัก แล้วประเมินค่าคะแนนความชอบทางด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 1. คะแนนการประเมินความชอบ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผลิตภัณฑ์โซเกิร์ตมังคุดที่มีการเติมแยมมังคุดปริมาณต่างกัน

แยมมังคุด (ร้อยละ)	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส					
	สี^{ns}	กลิ่น^{ns}	ความเปรี้ยว	ความหวาน^{ns}	ความข้นหนืด^{ns}	ความชอบโดยรวม^{ns}
0	6.4±1.8	5.1 ±2.0	4.6±2.0^{a}	5.0±2.4	5.8±1.9	6.2±1.6
10	6.1 ±1.5	5.8 ±2.2	6.0±1.9^{b}	5.8±2.4	5.5±2.1	6.9±1.6
15	5.5 ±1.9	5.2 ±2.1	5.5±2.0^{ab}	6.0±2.0	5.1±2.0	6.7±1.3
30	5.9 ±1.9	5.0 ±2.3	5.4±2.1^{ab}	5.7±2.1	5.7±1.7	6.4±1.6

หมายเหตุ:

a, b แสดงค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ns หมายถึงเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

ด้วยวิธี 9-point hedonic scale (ตารางที่ 1) พบว่าคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ด้านสี กลิ่น ความหวาน ความข้นหนืด และความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่ค่าคะแนนความชอบด้านความเปรี้ยวของสูตรที่มีการเติมปริมาณแยมมังคุดร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก กับตัวอย่างควบคุม (ไม่เติมแยมมังคุด) มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≤ 0.05) โดยมีค่าคะแนนความชอบของรสเปรี้ยวในระดับชอบเล็กน้อย (6.0) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (4.6) ทั้งนี้ เนื่องจากในเนื้อมังคุดมีกรดซิตริก และกรดแอสคอร์บิกเป็นองค์ประกอบ จึงมีผลต่อความเปรี้ยวที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ (11-12) โดยจากงานวิจัยของ หลิน (13) พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อมังคุดคัด มีค่าความเป็นกรด (ในรูปกรดซิตริก) ร้อยละ 0.63-0.67 และปริมาณกรดแอสคอร์บิกร้อยละ 5.50-5.62 อย่างไรก็ตาม ปริมาณแยมที่ร้อยละ 10, 15 และ 30 โดยน้ำหนัก มีค่าคะแนนความชอบด้านความเปรี้ยวไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) และค่าคะแนนความชอบโดยรวมของปริมาณแยมร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก มีค่าสูงสุด (6.9) ดังนั้นในการศึกษาปริมาณแยมมังคุดที่เหมาะสมในการผลิตโซเกิร์ตมังคุด จึงเลือกใช้ปริมาณแยมมังคุดที่ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักในการผลิต ซึ่งเป็นปริมาณที่ต่ำสุด เพื่อลดต้นทุนในการผลิต

2. ผลการศึกษาปริมาณน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดที่เหมาะสมที่เติมลงในโซเกิร์ตมังคุด

จากผลการทดลองที่ 1 นำปริมาณแยมมังคุดร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก มาใช้ในการผลิตโซเกิร์ตโดยศึกษาปริมาณน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดที่แตกต่างกัน ได้แก่ ร้อยละ 0, 3, 6 และ 9 โดยน้ำหนัก ต่อค่าคะแนนความชอบด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ประเมินผลด้วยวิธี 9-point hedonic scale (ตารางที่ 2) พบว่าค่าคะแนนความชอบด้านสี และความข้นหนืด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ส่วนคุณลักษณะทางด้านกลิ่น ความเปรี้ยว ความหวานและความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≤ 0.05) และเมื่อพิจารณาจากปริมาณน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดที่ระดับร้อยละ 9 ต่อค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่น และความชอบโดยรวม พบว่ามีค่าคะแนนความชอบเล็กน้อย (6.83) และชอบปานกลาง (7.97) ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องจากสารประกอบในน้ำสกัดจากเปลือกมังคุด ประกอบด้วย สารแซนโทน และอนุพันธุ์ของแซนโทน เช่น α-mangostin ซึ่งเป็นสารที่สามารถละลายน้ำได้บางส่วน (14) รวมทั้งสารแทนนิน (tannin) ซึ่งมีรสฝาด (15)

ตารางที่ 2. คะแนนการประเมินความชอบของผลิตภัณฑ์โซเกิร์ตมังคุดที่มีการเติมน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดปริมาณต่างกัน

ปริมาณน้ำสกัดจากเปลือกมังคุด (ร้อยละ)	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส					
	สี^{ns}	กลิ่น	ความเปรี้ยว	ความหวาน	ความข้นหนืด^{ns}	ความชอบโดยรวม
0	6.73±1.84	6.07±1.95^{a}	5.33±2.17^{a}	5.30±1.70^{a}	6.23±1.92	5.97±2.17^{a}
3	6.57±1.69	6.53±1.87^{ab}	6.17±1.82^{ab}	6.00±1.91^{ab}	6.60±2.08	7.23±1.52^{b}
6	6.73±1.76	6.57±1.71^{ab}	6.40±2.03^{ab}	6.33±2.19^{bc}	6.67±1.85	7.30±1.60^{b}
9	7.10±1.54	6.83±1.55^{b}	9.57±12.9^{ab}	7.07±1.62^{c}	6.87±1.57	7.97±0.96^{c}

หมายเหตุ:

a, b, c แสดงค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

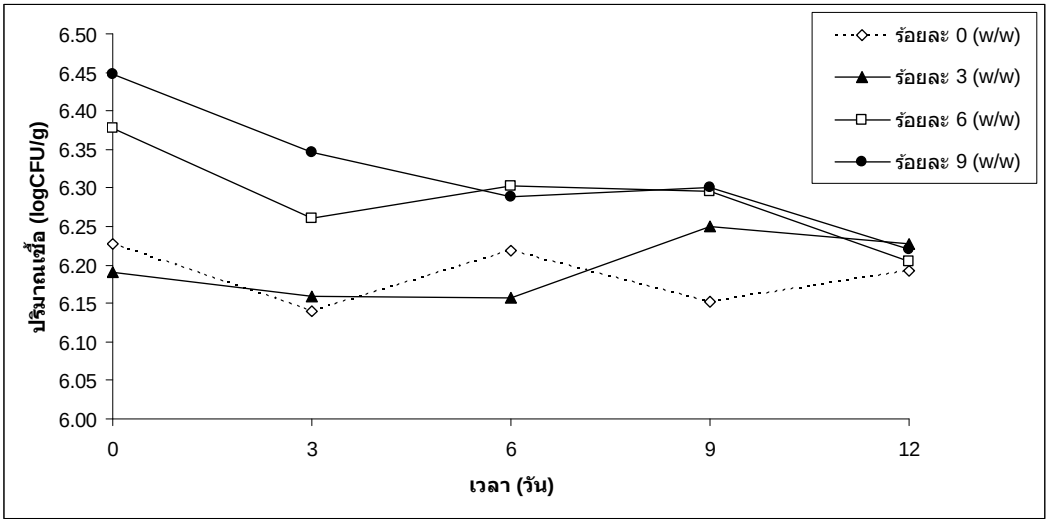
ns หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

จัดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกลุ่มฟีนอลลิก (phenolic compound) อาจส่งผลทำให้คุณลักษณะด้านกลิ่นและความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกัน หากพิจารณาถึงคุณค่าจากสารประกอบแซนโทนซึ่งมีอยู่ในเปลือกมังคุด จากงานวิจัยของ นริศรา (16) พบว่าเปลือกมังคุดมีสารประกอบแซนโทนที่แยกได้กว่า 10 ชนิด เช่น mangostenone A, β-mangostin, α-mangostin, tovophyllin B, mangostinone เป็นต้น โดยสารสกัดจากเปลือกมังคุดมีคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรียและช่วยให้เกิดกระบวนการฟาโกไซโตซิส (phagocytosis) ของเซลล์เม็ดเลือดขาวในการทำลายเชื้อโรคในร่างกายได้อีกด้วย (17) ดังนั้นเพื่อให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์จากสารแซนโทน น้ำสกัดจากเปลือกมังคุด และเป็นการใช้ประโยชน์จากเปลือกมังคุดสูงสุด จึงเลือกใช้ปริมาณน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดร้อยละ 9 โดยน้ำหนัก เพื่อใช้ในการผลิตโซเกิร์ตมังคุดต่อไป

3. ผลการศึกษาการเหลือรอดของแบคทีเรียแลคติกและคุณภาพของโซเกิร์ตมังคุด

เมื่อศึกษาผลของน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดในระดับต่างๆ คือ ร้อยละ 0, 3, 6 และ 9 โดยน้ำหนักต่อการเหลือรอดของแบคทีเรียแลคติก ได้แก่ เชื้อผสมระหว่าง *S. thermophilus* และ *L. bulgaricus* ในผลิตภัณฑ์โซเกิร์ตมังคุด ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 ºซ เป็นเวลา 0, 3, 6, 9 และ 12 วัน ผลการทดลองแสดงในรูปที่ 2 พบว่าทุกทรีตเมนต์จำนวนแบคทีเรียแลคติก มีแนวโน้มลดลงในวันที่ 3 ทั้งนี้เนื่องจากผลของสารแซนโทนซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย โดยยับยั้งการทำงานของผนังเซลล์ในการแลกเปลี่ยนสารอาหาร และการสังเคราะห์โปรตีนภายในเซลล์ (16) อย่างไรก็ตามจำนวนแบคทีเรียแลคติกในโซเกิร์ตมังคุด เมื่อสิ้นสุดในวันที่ 12 พบว่าจำนวนเหลือรอดของแบคทีเรียแลคติกที่เติมน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดร้อยละ 6 และ 9 โดยน้ำหนัก แตกต่างจากตัวอย่างที่เติมน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดร้อยละ 0 และ 3 โดยน้ำหนัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แสดงในตารางที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Briollo และคณะ (19) โดยพบว่าแบคทีเรียแลคติกได้แก่ *S. thermophilus* และ *L. bulgaricus* มีแนวโน้มลดลงในโยเกิร์ตไขมันเต็มส่วนชนิดคงตัว (whole set yoghurt) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 ºซ นาน 60 วัน โดยมีจำนวนเชื้อเหลือรอดเท่ากับ 7 ล็อคโคโลนีต่อกรัม อย่างไรก็ตามผลของสารสกัดจากเปลือกมังคุดในผลิตภัณฑ์โซเกิร์ตมังคุด ไม่ทำให้จำนวนแบคทีเรียแลคติกลดลงไปมากนัก เนื่องจากแบคทีเรียแลคติก เป็นแบคทีเรียแกรมบวก และมีชั้นของเปปติโดไกลแคน (peptidoglycan) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์หนากว่าแบคทีเรียแกรมลบ (20) ดังนั้นจึงอาจช่วยป้องกันกลไกการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียจากสารสกัดจากเปลือกมังคุดได้ ส่งผลทำให้จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดยังมีปริมาณมากกว่า 5 ล็อคโคโลนีต่อกรัม ซึ่งถือว่าเป็นระดับต่ำสุดที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย (minimum therapeutic dose) (21)

จากตารางที่ 3 เมื่อพิจารณาคุณลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์โซเกิร์ตพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าร้อยละความเป็นกรด (ในรูปกรดแลคติก) มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยตัวอย่างที่เติมน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดร้อยละ 6 และ 9 โดยน้ำหนัก มีค่าความเป็นกรด-ด่างแตกต่างจากตัวอย่างควบคุม และมีแนวโน้มลดลงในระหว่างการหมัก (ไม่ได้แสดงผลการทดลอง) ทั้งนี้เนื่องจากการสร้างกรดและแอมโมเนียในระหว่างการหมัก ซึ่งความสมดุลของสารทั้งสองอย่างมีผลต่อความเป็นกรด-ด่างโดยรวม โดยการผลิตแอมโมเนียเกิดจากการไฮโดรไลซิสของกรดอะมิโนอาร์จินิน (22) ค่าร้อยละความเป็นกรดของตัวอย่างที่ไม่ได้เติมน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระหว่างการหมัก (ไม่ได้แสดงผลการทดลอง) สอดคล้องกับการ



รูปที่ 2. ผลของปริมาณน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดต่อการเหลือรอดของแบคทีเรียแลคติกในโซเกิร์ตมังคุด

ตารางที่ 3. คุณลักษณะทางจุลินทรีย์ เคมี และกายภาพของผลิตภัณฑ์โซเกิร์ตที่เติมน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดปริมาณต่างกันหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน

คุณลักษณะ	ปริมาณน้ำสกัดจากเปลือกมังคุด (ร้อยละ)			
	0	3	6	9
ด้านจุลินทรีย์				
ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (log CFU/g)	6.19±0.04^{a}	6.20±0.04^{a}	6.29±0.06^{b}	6.32±0.08^{b}
ด้านเคมี				
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	4.22±0.07^{b}	4.13±0.07^{ab}	4.02±1.55^{a}	3.98±1.60^{a}
ค่าร้อยละความเป็นกรด (แลคติก)	1.42±0.04^{b}	1.22±0.12^{ab}	1.15±0.16^{a}	1.12±0.22^{a}
ด้านกายภาพ				
ร้อยละการแยกชั้นของเวย์^{ns}	1.14±2.01	0.80±1.33	1.75±2.18	0.85±1.20
ค่า L*	85.82±0.66^{c}	79.87±0.80^{b}	79.40±0.12^{b}	77.35±0.33^{a}
ค่า a*	-1.86±0.34^{a}	2.04±0.06^{b}	3.40±0.41^{c}	4.54±0.36^{d}
ค่า b*	11.23±0.49^{b}	11.22±0.42^{b}	10.36±0.43^{a}	9.87±0.37^{a}

หมายเหตุ:

a, b, c แสดงค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ns หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

ทดลองของ Dave และ Shah (21) ที่พบว่าแบคทีเรียโยเกิร์ตจะมีผลให้ร้อยละความเป็นกรดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเริ่มต้นของการหมัก เนื่องจากกิจกรรมของแบคทีเรียจะช้าลงเมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาต่ำลง เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่เติมน้ำสกัดจากเปลือกมังคุด พบว่าค่าร้อยละความเป็นกรดมีค่าลดลง อาจเนื่องจากผลของสารสกัดจากเปลือกมังคุด ซึ่งมีฤทธิ์ในการ

ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย และขัดขวางกลไกการสร้างกรดแลคติก โดยการทำงานของเอนไซม์เลกเตสดีไฮโดรจิเนส (lactase dehydrogenase) ในการเปลี่ยนกรดไพรูวิคเป็นกรดแลคติก (23)

ผลการทดลองด้านกายภาพของโซเกิร์ตมังคุด จากตารางที่ 3 พบว่า ร้อยละการแยกชั้นของเวย์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ส่วนค่าสี L* a* b* พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≤0.05) โดยการเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์โซเกิร์ตอาจเนื่องมาจากผลของสารแอนโธไซยานิน (anthocyanin) ซึ่งเป็นรงควัตถุที่พบมากในเปลือกมังคุด (24) มีสีม่วงแดง ทำให้ค่าสีแดง (a*) มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเติมน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดมากขึ้น ส่วนค่าสี L* และ b* มีแนวโน้มลดลงเนื่องจากปริมาณน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดที่มากขึ้น อาจส่งผลทำให้การหักเหของแสงลดลงไปด้วย โดยผลิตภัณฑ์โซเกิร์ตมังคุดที่เติมน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดร้อยละ 9 โดยน้ำหนัก มีค่าสี L* a* b* แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤ 0.05) โดยมีค่าเป็น 77.35, 4.54 และ 9.87 ตามลำดับ

4. สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตโซเกิร์ตมังคุดคือ ใช้ปริมาณแยมมังคุดร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก และ ปริมาณน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดร้อยละ 9 โดยน้ำหนัก โดยผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จะมีจำนวนแบคทีเรียแลคติกเหลือรอดเท่ากับ 6.32 ล็อคโคโลนีต่อกรัม ส่วนคุณลักษณะด้านอื่นๆ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ร้อยละความเป็นกรด (แลคติก) และร้อยละการแยกชั้นของเวย์ พบว่ามีค่าเท่ากับ 3.98, 1.12 และ 0.85 ตามลำดับ

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม ประจำปี 2553

6. เอกสารอ้างอิง

(1) Marketing organization for farmers, editors. Export mangosteen [Internet]. Bangkok: Marketing organization for farmer; 2006 [cited 2011 May]. Available from: http://www.mof.or.th/fruit/mangosteen/mangosteen-ex4749.xls. Thai.

(2) Bennet GLH. Xanthones from Guttiferae. Phytochemistry. 1989; 28(4): 967-98.

(3) Gopalakrishnan G, Banumathi B, Suresh G. Evaluation of the antifungal activity of natural xanthones from *Garcinia mangostana* and their synthetic derivatives. J Nat Prod. 1997; 60(5): 519-24.

(4) Suksamrarn S, Suwannapoch N, Phakhodee W. Antimycobacterial activity of prenylated xanthones from the fruits of *Garcinia mangostana*. Chem Pharmaceut Bull. 2003; 51(7): 857-9.

(5) Lauhkitikul S, Wasikadilok N, Hirankred W, Wipatjarernlaap T, editors. Development of Mangosteen Juice Mixed with Mangosteen Rind [Internet]. Bangkok: National research council of Thailand; 2008 [cited 2011 May]. Available from: http://nrctri.nrct.go.th/research2.php?id=421. Thai.

(6) Muangkote *S*, Leenanon B. Application of *Bacillus* sp. as probiotic in so-ghurt. Agricultural Sci J. 2008; 39(3): 453-6. Thai.

(7) Limpisathian P, Tippayawat P, editors. Effects of processing on xanthone compound of mangosteen puree [Internet]. Bangkok: Postharvest and Processing Product Research & Development, Department of Agricultural; [cited 2009

Aug]. Available from: http://www.Newwavefarmer.com/forum/index.php?topic=1005.0;wap2. Thai.

(8) O'Connor-Shaw RE, Roberts R, Ford AL, Nottingham SM. Shelflife of minimally processed honeydew, kiwifruit, papaya, pineapple and cantaloupe. J Food Sci. 1994; 59: 1202-15.

(9) AOAC. Official methods of analysis. 17th ed. Maryland: The Association of Analytical Chemistry; 2000.

(10) Lucey J. The relationship between rheological parameters and whey separation in milk gels. Food Hydrocolloid. 2001; 15(4-6): 603–8.

(11) Roadjan K, Dithkaew S. Optimum processing for production of fresh mangosteen. Nakhonsithammarat: Department of Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Nakhonsithammarat; 1997.

(12) Manurakchinakorn S, Intavong P, Yuennan P, Tonwattana S, Pankong A. Changes in ascorbic acid content, antioxidant capacity and sensory quality of fresh-cut mangosteen during storage. Walailak J Sci Tech. 2004; 1: 87-95.

(13) Kitpipit, H. Production Improvement and Extending the Shelflife of fresh-cut unripe mangosteen [Thesis]. Department of Food Technology, Prince of Songkla University; 2006. Thai.

(14) Larson RT, Lorch JM, Pridgeon JW, Becnel JJ, Clark GG, Que L. The biological activity of α- mangostin, a larvicidal botanic mosquito sterol carrier protein-2 inhibitor. J Med Entomol. 2010; 47(2): 249-57.

(15) Saichol K, Manoch K. Some physical and biochemical characteristics of damaged pericarp of mangosteen fruit after impact. Postharvest Biol Tec. 1993; 2(3): 209-15.

(16) Suwannapoch N. Xanthane compound from mangosteen pericarp [Research]. Bangkok: Srinakharinwirot University; 2002.

(17) Mahabusarakam W, Saowaluk P. Antimicrobial activities of chemical constituents from *Garcinia mangostana* Linn. JSST. 1986; 12: 239-42.

(18) Nawong B, Chatchanok K, Suchada C, Chanita P, Hoong-Kun F, Akkharawit K, et al. Anti-*Pseudomonas aeruginosa* xanthones from the resin and green fruits of *Cratoxylum cochinchinense*. Tetrahedon. 2009; 65(15): 3003-13.

(19) Briollo GA, Reinheimer JA,Vinderola CG. Viability of lactic acid microflora in different types of yoghurt. Food Res Int. 2000;33(9): 799-05.

(20) Garbutt J. Essentials of Food Microbiology. London: Arnold; 1997.

(21) Dave RI, Shah NP. Evaluation of Media for selective Enumeration of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* and Bifidobacteria. J Dairy Sci. 1997; 79(9): 1529-36.

(22) Jimoh KO, Kolapo AL. Effect of different stabilizers on acceptability and shelf-stability of soy-yoghurt. AJB. 2007; 6(8): 1000-3.

(23) Hutkins RW. Microbiology and technology of fermented foods. Iowa: Blackwel; 2006.

(24) Palapol Y, Ketsa S, Stevenson D, Cooney JM, Allan AC, Ferguson IB. Colour development and quality of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) fruit during ripening and after harvest. Postharvest Biol Tec. 2009; 51(3): 349-53.