บทที่ 4
ผลการศึกษาและวิจารณ์

4.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของน้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน

น้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน (ภาพที่ 1) ถูกนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการศึกษาในขั้นต่อไป

(1)

(2)

ภาพที่ 1 น้ำผึ้งลำไย (1) และน้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน (2)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำผึ้ง

ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน พบว่าเมื่อนำน้ำผึ้งทั้งสองชนิดมาวัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสีในหน่วย Hunter (L* a* b*) สีของน้ำผึ้งมีค่าความสว่าง (L*) น้อย มีค่า a* เข้าใกล้สีแดง และ มีค่า b* เข้าใกล้สีเหลือง แสดงว่าน้ำผึ้งลำไย และน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านมีสีโทนน้ำตาลค่อนข้างเข้ม ค่าสีที่วัดได้แสดงในตารางที่ 16

น้ำผึ้งลำไยมีค่าความหนืดที่มากกว่าน้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน (ตารางที่ 16) ประมาณ 3 เท่า ซึ่งค่าความหนืดของน้ำผึ้งแปรผันตามปริมาณของแข็งในน้ำผึ้ง เมื่อของแข็งมีปริมาณมากทำให้มีการต้านทานการไหลมากขึ้นส่งผลให้ค่าความหนืดมีค่ามาก ทั้งนี้ค่าความหนืดของน้ำผึ้งยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในขณะวัดค่าความหนืด และชนิดของดอกไม้ที่เป็นแหล่งน้ำหวานของผึ้ง (The National Honey Board, 1985) ซึ่งในการวัดค่าความหนืดของน้ำผึ้งทั้งสองชนิดนั้นวัดที่อุณหภูมิ 23 ± 1 องศาเซลเซียสเท่ากัน แต่น้ำผึ้งลำไยมีปริมาณของแข็งที่เป็นองค์ประกอบสูงกว่าน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านมาก (ตารางที่ 17) ดังนั้นปริมาณของแข็งที่สูงกว่าของน้ำผึ้งลำไยน่าจะเป็นปัจจัยสำคัญ ที่ทำให้ความหนืดของน้ำผึ้งลำไยมีค่ามากกว่าน้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน

ตารางที่ 16 คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน

คุณภาพทางกายภาพ	ชนิดของน้ำผึ้ง	
	ลำไย	ขี้ไก่ย่าน
1. ค่าสี		
ค่าสี L*	$28.28^{b} \pm 0.26$	$26.82^{a} \pm 0.43$
ค่าสี a*	$12.53^{b} \pm 0.21$	$7.26^{a} \pm 0.23$
ค่าสี b*	$8.19^{b} \pm 0.21$	$5.31^{a} \pm 0.29$
2. ค่าความหนืด (เซนติพอยส์)	$3393.00^{a} \pm 9.00$	$1414.67^{b} \pm 24.90$

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

4.1.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของน้ำผึ้ง

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของน้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านแสดงดังตารางที่ 17 ซึ่งพบว่าน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านมีปริมาณความชื้นสูงกว่าน้ำผึ้งลำไยมาก ทั้งนี้อาจเนื่องจากน้ำหวานจากดอกขี้ไก่ย่านมีปริมาณความชื้นสูงจึงทำให้น้ำผึ้งที่ได้จากดอกขี้ไก่ย่านมีปริมาณความชื้นสูงตามไปด้วย (The National Honey Board, 1985) ส่วนปริมาณของแข็งจะเป็นค่าแปรผกผันกับค่าความชื้น ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าน้ำผึ้งลำไยมีปริมาณของแข็งมากกว่าน้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน ส่วนปริมาณน้ำอิสระ (A_w) ของน้ำผึ้งลำไยจึงมีค่าต่ำกว่าน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านเนื่องจากในน้ำผึ้งลำไยมีปริมาณความชื้นที่ต่ำกว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำผึ้งทั้งสองชนิดแตกต่างกัน โดยน้ำผึ้งลำไยมีค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่าน้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำผึ้งที่ต่างชนิดกันจะมีปริมาณสารที่มีสมบัติเป็นบัฟเฟอร์อยู่ไม่เท่ากัน (ลักขณา และนิธิยา, 2544) ปริมาณกรดอิสระในน้ำผึ้งจึงไม่แปรผันตรงตามค่าความเป็นกรดด่างที่วัดได้ แต่จะขึ้นกับชนิดของเอนไซม์ที่สร้างกรดที่มีอยู่ในน้ำผึ้งแต่ละชนิด น้ำผึ้งลำไยมีค่าความเป็นกรดด่างที่ต่ำกว่าน้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน แต่พบว่ามีปริมาณกรดอิสระต่ำกว่าน้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าในน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านมีองค์ประกอบที่มีสมบัติเป็นบัฟเฟอร์มากกว่าในน้ำผึ้งลำไย อย่างไรก็ตามน้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านที่นำมาใช้ในการศึกษา มีค่าความเป็นกรดด่างและปริมาณกรดที่ไตเตรตได้อยู่ในช่วงเดียวกับน้ำผึ้งที่พบโดยปกติทั่วไป

ตารางที่ 17 คุณภาพทางเคมีของน้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน

คุณภาพทางเคมี	ชนิดของน้ำผึ้ง	
	ลำไย	ขี้ไก่ย่าน
ความชื้น (ร้อยละ)	21.20 ± 0.02	33.83 ± 0.11
ของแข็ง (ร้อยละ)	78.80 ± 0.02	66.17 ± 0.11
เถ้า (ร้อยละ)	0.149 ± 0.05	0.62 ± 0.04
น้ำอิสระ (A_w)	0.59 ± 0.00	0.64 ± 0.00
ความเป็นกรดด่าง	4.16 ± 0.01	4.96 ± 0.00
กรดที่ไตเตรตได้ (ร้อยละ)	14.55 ± 0.00	15.30 ± 0.05
น้ำตาลรีดิวซ์ (ร้อยละ)	72.23 ± 0.23	69.13 ± 0.10
กลูโคส (ร้อยละ)	32.12	29.74
ฟรุคโตส (ร้อยละ)	39.69	47.46
ไนโตรเจน	0.04 ± 0.00	0.07 ± 0.00
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	2.5 ± 0	25 ± 0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำผึ้งแท้จะมีน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบหลักคือ น้ำตาลฟรุคโตสและกลูโคส ส่วนน้ำตาลซูโครสและเดกซ์ตรินจะพบในปริมาณน้อย เมื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธีของ Lane and Eynon จะพบว่าค่าปริมาณน้ำตาลก่อนและหลังอินเวอร์ชันของน้ำผึ้งแท้จะมีปริมาณใกล้เคียงกัน (ลักขณา และนิธิยา, 2544) ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าน้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ใกล้เคียงกัน ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลในน้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านโดยใช้เครื่องแยกของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) พบว่าน้ำผึ้งทั้งสองชนิดมีน้ำตาลฟรุคโตสและกลูโคสเป็นองค์ประกอบหลัก โดยมีปริมาณฟรุคโตสมากกว่า

กลูโคส และพบว่าน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านมีปริมาณน้ำตาลฟรุคโตสมากกว่าน้ำผึ้งลำไย ผลการวิเคราะห์น้ำตาลในน้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านแสดงในภาคผนวก ข-1 และ ข-2 ตามลำดับ

น้ำผึ้งแท้จะมีปริมาณไนโตรเจนน้อยกว่าร้อยละ 0.25 ต่อน้ำหนักแห้ง (ลักขณา และนิธิยา, 2544) เนื่องจากน้ำผึ้งมีปริมาณโปรตีนต่ำ จึงทำให้มีปริมาณไนโตรเจนอยู่น้อย เมื่อวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนโดยวิธี macro Kjeldahl พบว่า น้ำผึ้งลำไยมีปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 0.04 และน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านมีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับร้อยละ 0.07 ซึ่งความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำผึ้ง อาจเนื่องมาจากชนิดและแหล่งที่มาของดอกไม้ที่ให้น้ำหวานแตกต่างกัน

Molan (1992) รายงานว่าปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะไม่แปรผันตามความเจือจางของน้ำผึ้ง ทั้งนี้ในน้ำผึ้งต่างชนิดกันจะมีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่แตกต่างกัน จากการวิเคราะห์น้ำผึ้งตัวอย่างที่ระดับความเจือจางร้อยละ 40 พบว่าน้ำผึ้งลำไยมีปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านมีปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 25 มิลลิกรัมต่อลิตรซึ่งค่อนข้างสูงและน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ป้องกันการเสื่อมเสียของน้ำผึ้งชนิดนี้ได้ทั้งๆที่มีความชื้นสูงเกินมาตรฐาน จากการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านสรุปได้ว่านอกจากค่าปริมาณความชื้นของน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านที่สูงกว่ามาตรฐานแล้วสมบัติอื่นๆของน้ำผึ้งทั้งสองชนิดอยู่ในช่วงเดียวกันกับน้ำผึ้งโดยทั่วไป

4.1.3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ของน้ำผึ้ง

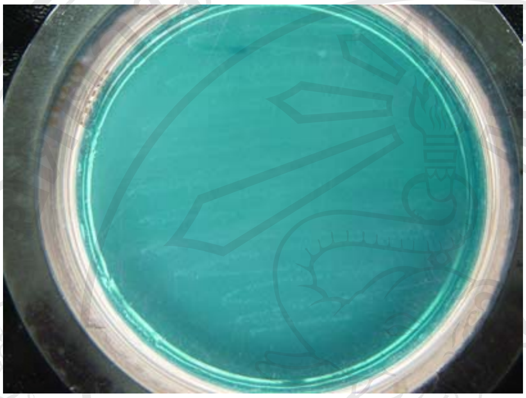
จากการศึกษาคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ของน้ำผึ้งลำไย และน้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน โดยการนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธี total plate count (Harrigan, 1998) พบว่าน้ำผึ้งลำไยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 14 CFU/g และน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 21 CFU/g ซึ่งจุลินทรีย์ที่พบอาจเจริญมาจากสปอร์ของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน ทั้งนี้ Snowdon and Cliver (1996) ได้พบเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus* spp.ในอุจจาระของตัวผึ้งและตัวอ่อนของผึ้ง อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ไม่ได้ทำการตรวจชนิดของเชื้อเนื่องจากพบจุลินทรีย์ในปริมาณน้อย กฎหมายอาหารยอมรับให้มีจุลินทรีย์ในน้ำผึ้งได้แต่ต้องไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2545)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

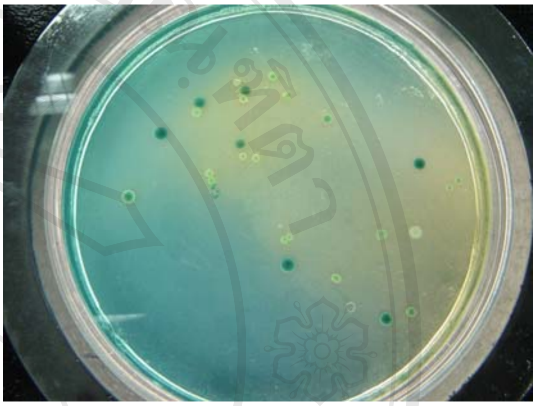
4.2 คุณสมบัติของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น

เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นที่ใช้เป็น intermediate starter ของโยเกิร์ต ได้แก่ *S. thermophilus* และ *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ส่วนเชื้อโพรไบโอติค ได้แก่ *B. longum* Bb-46 เมื่อตรวจสอบความบริสุทธิ์ของเชื้อ *S. thermophilus* , *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* และเชื้อ *B. longum* โดย

การเพาะเลี้ยงบนอาหาร HHD agar ซึ่งบ่มในสภาวะไร้อากาศที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง แล้วนำไปย้อมสีแกรมดูลักษณะเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่าเชื้อที่ใช้มีความบริสุทธิ์โดยพบว่าโคโลนีของเชื้อมีลักษณะเฉพาะ (typical colony) ดังแสดงในภาพที่ 2 และตารางที่ 18 ลักษณะเซลล์มีรูปร่างดังแสดงในรูปภาพที่ 3 และตารางที่ 18

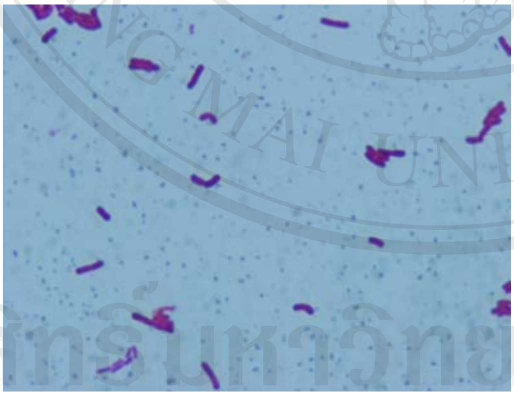


(1)

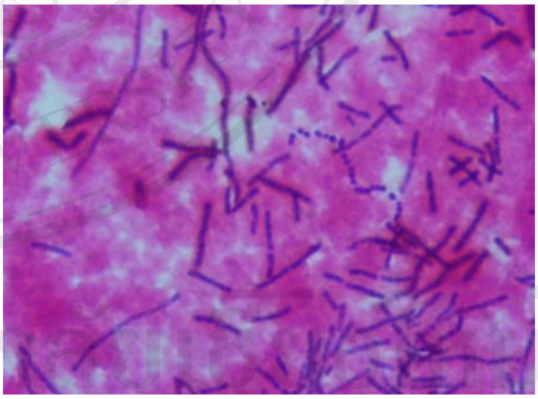


(2)

ภาพที่ 2 ลักษณะโคโลนีที่เพาะเลี้ยงบนอาหาร HHD agar ในสภาวะไร้อากาศที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง (1) *B. longum* (2) *S. thermophilus* และ *L. bulgaricus*



(1)



(2)

ภาพที่ 3 ลักษณะรูปร่างเซลล์ที่เจริญในนมที่เตรียมสำหรับใช้ผลิตโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* (1) *B. longum* (2) *S. thermophilus* และ *L. bulgaricus*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 18 ลักษณะโคโลนี ลักษณะเซลล์และการติดสีแกรมของเชื้อเริ่มต้นที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum*

จุลินทรีย์	ลักษณะโคโลนี	ลักษณะเซลล์และการติดสีแกรม
B. longum	สีขาวขุ่น ขนาดเล็ก	ติดสีแกรมบวก เซลล์มีลักษณะผอม มีปลายเรียวแหลม (pointed end)
S. thermophilus	สีเขียวอมน้ำเงินนูนชัด ผิวเป็นมันเนื้อละเอียดคล้ายไข่ดาว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1-2 มม.	ติดแกรมบวก เซลล์มีลักษณะกลม (cocci) ต่อกันเป็นสายสั้น
L. bulgaricus	ขอบสีขาวตรงกลางเขียวอมฟ้า ผิวหยาบขรุขระ ขอบโคโลนีผอมยาวไม่เรียบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 มม.	ติดแกรมบวก เซลล์เป็นท่อน (bacilli) ต่อกันเป็นสายสั้น

จากการที่เชื้อ *B. longu*m, *S. thermophilus* และ *L. bulgaricus* มีลักษณะโคโลนีที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน จึงทำให้สามารถตรวจนับปริมาณเชื้อแต่ละชนิดบนอาหาร HHD agar ได้ง่าย

4.3 ปริมาณของน้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน ที่ใช้เป็นส่วนผสมของโยเกิร์ตข้าวกล้องที่ส่งผลให้ *B. longum* เจริญได้ดีที่สุด

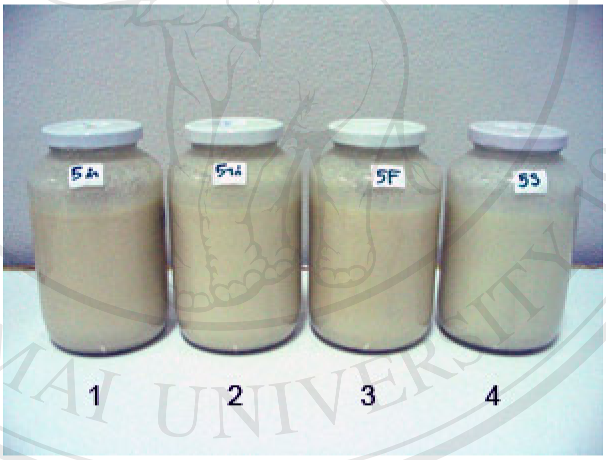
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.1 การวิเคราะห์ค่าทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตข้าวกล้อง

ทำการผลิตโยเกิร์ตข้าวกล้องตามสูตรและวิธีการผลิตของอิศรา (2546) โดยเปลี่ยนสารให้ความหวานจากน้ำตาลซูโครสเป็น น้ำผึ้งลำไย น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน และ น้ำตาลฟรุคโตส ความเข้มข้นชนิดละ 3 ระดับ คือร้อยละ 5, 10 และ15 ขององค์ประกอบหลัก โดยใช้สูตรน้ำตาลซูโครสเป็นสูตรควบคุม โดยวางแผนการทดลองแบบ 4 × 3 factorial in CRD ทำการทดลอง 3 ซ้ำแล้วนำมาวิเคราะห์สมบัติทางจุลินทรีย์ เคมี และประสาทสัมผัสเพื่อที่จะหาชนิดของสารให้ความหวานและ

ระดับความเข้มข้นที่ทำให้เชื้อ *B. longum* เจริญได้ดีที่สุด และทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* สูตรที่มีเชื้อ *B. longum* เจริญได้ดีที่สุด

ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรที่ใช้สารให้ความหวานระดับความเข้มเข้นร้อยละ 5, 10 และ 15 แสดงดังภาพที่ 4, 5 และ 6 ตามลำดับ จากการสังเกตด้วยสายตาพบว่าสูตรที่มีลักษณะปรากฏที่ดี เมื่อพิจารณาจากสี และความเป็นเนื้อเดียวกันของผลิตภัณฑ์เรียงตามลำดับ คือ สูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครส น้ำตาลฟรุคโตส น้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน โดยสูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครสมีสีที่ขาวที่สุดและมีความเป็นเนื้อเดียวกันมากที่สุด น้ำตาลฟรุคโตสให้ลักษณะเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับสูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครสแต่มีสีน้ำตาลเข้มกว่า ส่วนสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านมีสีน้ำตาลเข้มใกล้เคียงกัน แต่ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความเป็นเนื้อเดียวกันน้อยกว่าสูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครสและน้ำตาลฟรุคโตส



ภาพที่ 4 ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* สูตรที่ใช้สารให้ความหวานระดับความเข้มเข้นร้อยละ 5 โดยใช้สารให้ความหวาน 4 ชนิด (1) น้ำผึ้งลำไย (2) น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน (3) น้ำตาลฟรุคโตส (4) น้ำตาลซูโครส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 5 ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* สูตรที่ใช้สารให้ความหวานระดับความเข้มเข้นร้อยละ 10 โดยใช้สารให้ความหวาน 4 ชนิด (1) น้ำผึ้งลำไย (2) น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน (3) น้ำตาลฟรุคโตส (4) น้ำตาลซูโครส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 6 ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* สูตรที่ใช้สารให้ความหวานระดับความเข้มเข้นร้อยละ 15 โดยใช้สารให้ความหวาน 4 ชนิด (1) น้ำผึ้งลำไย (2) น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน (3) น้ำตาลฟรุคโตส (4) น้ำตาลซูโครส

4.3.2.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

เมื่อนำผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* ที่เก็บ ณ.อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี พบว่าสารให้ความหวานมีผลทำให้สมบัติทางเคมีของโยเกิร์ตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 19 โดยที่โยเกิร์ตข้าวกล้องผสมเชื้อ *B. longum* สูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารให้ความหวานที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างน้อยที่สุด และสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไยเป็นสารให้ความหวานที่ความเข้มข้นร้อยละ 15 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างมากที่สุด ปริมาณกรดแลคติคที่ไตเตรตได้ของสูตรน้ำผึ้งลำไย น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุคโตสความเข้มข้นร้อยละ 5 มีปริมาณสูง แต่ค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และปริมาณกรดที่ไตเตรตได้มีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารให้ความหวานเพิ่มขึ้น แสดงว่าที่ระดับความเข้มข้นของสารให้ความหวานต่ำเหมาะสมแก่การผลิตกรดของเชื้อที่ใช้หมักดีกว่าที่ระดับสูง ทั้งนี้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในอาหารนั้นขึ้นกับปริมาณสารที่เป็นคุณสมบัติบัฟเฟอร์ที่เป็นองค์ประกอบของโยเกิร์ต (ลักขณาและนิธิยา, 2544)

น้ำตาลรีดิวซ์ที่วิเคราะห์ได้แปรผันตามปริมาณความเข้มข้นของสารให้ความหวาน สารให้ความหวานที่ความเข้มข้นมากกว่าจะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่มากกว่าเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ใช้น้ำตาลไม่หมด ดังนั้นในสูตรที่มีความเข้มข้นระดับสูงจึงเหลือปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มาก โดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้นที่เท่ากันของสารให้ความหวานทั้ง 4 ชนิด น้ำตาลซูโครสมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์น้อยที่สุดและน้ำตาลฟรุคโตสมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากที่สุด สูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันมีค่าน้ำตาลรีดิวซ์ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากในน้ำผึ้งลำไย น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน และน้ำตาลฟรุคโตส มีส่วนประกอบของน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุคโตสซึ่งเป็นน้ำตาลรีดิวซ์เป็นองค์ประกอบ ส่วนน้ำตาลซูโครสไม่จัดเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ (ลักขณาและนิธิยา, 2544) ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้สอดคล้องกับชนิดและปริมาณน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 19 คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum*

ชนิดของสารให้ความหวานและความเข้มข้น (ร้อยละ)		คุณสมบัติทางเคมี		
		ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง	กรดแลคติคที่ไตเตรตได้ (ร้อยละ w/w)	น้ำตาลรีดิวซ์ (ร้อยละ)
น้ำผึ้งลำไย	5	3.98[bc]±0.38	1.17[a]±0.32	5.40[d]±0.16
น้ำผึ้งลำไย	10	4.33[ab]±0.18	0.84[ab]±0.02	7.51[bc]±0.28
น้ำผึ้งลำไย	15	4.58[a]±0.37	0.63[b]±0.12	8.08[ab]±2.69
น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน	5	4.00[bc]±0.25	1.00[ab]±0.35	5.71[cd]±0.25
น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน	10	4.45[ab]±0.36	0.74[ab]±0.10	7.34[bcd]±0.28
น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน	15	4.53[ab]±0.32	0.73[ab]±0.35	8.79[ab]±1.77
น้ำตาลซูโครส	5	4.04[abc]±0.39	1.10[a]±0.37	2.11[e]±0.60
น้ำตาลซูโครส	10	3.65[c]±0.21	0.75[ab]±0.04	2.67[e]±0.09
น้ำตาลซูโครส	15	4.42[ab]±0.31	0.73[ab]±0.06	3.06[e]±0.23
น้ำตาลฟรุคโตส	5	4.03[abc]±0.08	1.16[a]±0.32	5.96[cd]±0.29
น้ำตาลฟรุคโตส	10	4.45[ab]±0.17	0.90[ab]±0.05	7.57[bc]±0.70
น้ำตาลฟรุคโตส	15	4.42[ab]±0.31	0.74[ab]±0.12	9.82[a]±1.76

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.2.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *B. longum* ที่เจริญในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องผสมเชื้อ *B. longum* (ตารางที่ 20) สรุปได้ว่าปริมาณความเข้มข้นของน้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านที่ทำให้เชื้อ *B. longum* เจริญได้ดีที่สุดคือ ร้อยละ 10 และ 5 ตามลำดับ ทั้งนี้ในสูตรที่ใช้สารให้ความหวานเป็นน้ำผึ้งลำไยร้อยละ 10 และน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านร้อยละ 5 มีปริมาณเท่ากับ 12.77±0.94 log CFU/g และ12.51±0.69 log CFU/g ตามลำดับ ซึ่งจัดได้ว่าอยู่ในปริมาณที่สูง อย่างไรก็ตามพบว่าสูตรน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านร้อยละ 10 ก็มีปริมาณเชื้อ*B. longum* เจริญได้ดีที่สุดไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 10 ทั้งนี้ปริมาณเชื้อ *B. longum* ในผลิตภัณฑ์ที่สามารถเกิดประโยชน์ให้แก่ผู้บริโภคต้องมีปริมาณอย่างน้อย 6 log CFU/g (Gardiner et al., 2002)

เนื่องจากสารให้ความหวานเป็นแหล่งของคาร์บอนซึ่งเชื้อนำไปใช้ในการเจริญ ดังนั้นอาจอาจเป็นไปได้ว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 ของน้ำผึ้งลำไยนั้นมีปริมาณคาร์บอนที่เชื้อนำไปใช้ในการเจริญน้อยเกินไปทำให้เชื้อเจริญได้ไม่เต็มที่ ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 15 พบว่าการเจริญไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 10 ส่วนผึ้งขี้ไก่ย่านร้อยละ 5 นั้นอาจมีปริมาณคาร์บอนที่เชื้อนำไปใช้ในการเจริญอยู่มากพอ สำหรับให้เชื้อเจริญได้ ส่วนที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 10 และ15 พบว่าการเจริญไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 5 การใช้น้ำตาลซูโครสและฟรุคโตสร้อยละ 10 และ 15 ซึ่งมีคาร์บอนปริมาณสูง แต่เชื้อยังเจริญได้น้อยกว่าในน้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน อาจเนื่องจากในน้ำผึ้งทั้งสองชนิดมีสารที่ส่งเสริมการเจริญของเชื้อ *B. longum* ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับงานของ Ustunol (2000) ที่พบว่าเชื้อ *Bifidobacterium* spp ในสูตรที่มีน้ำผึ้งร้อยละ 3 และ 5 เจริญได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครสและน้ำตาลฟรุคโตส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* หลังจากเก็บในอุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ชนิดของสารให้ความหวาน และความเข้มข้น (ร้อยละ)	ปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต(logCFU/g)		ปริมาณเชื้อในโยเกิร์ต (logCFU/g)	log A/A_0
	L. bulgaricus + *S. thermophilus*	*B. longum*(A_0)	*B. longum*(A)	
น้ำผึ้งลำไย 5	$8.32^{a}\pm1.54$	$10.81^{ab}\pm0.45$	$10.76^{ab}\pm1.28$	$-0.043^{a}\pm0.87$
น้ำผึ้งลำไย 10	$8.31^{a}\pm1.54$	$10.81^{ab}\pm0.45$	$12.77^{a}\pm0.94$	$1.96^{a}\pm0.62$
น้ำผึ้งลำไย 15	$8.40^{a}\pm2.09$	$11.40^{a}\pm0.60$	$12.28^{ab}\pm1.45$	$0.88^{a}\pm1.53$
น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน 5	$8.16^{a}\pm1.67$	$10.40^{a}\pm0.40$	$12.51^{ab}\pm0.69$	$1.11^{a}\pm0.34$
น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน 10	$8.31^{a}\pm1.54$	$10.81^{ab}\pm0.45$	$11.63^{ab}\pm1.19$	$0.82^{a}\pm1.01$
น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน 15	$8.16^{a}\pm1.67$	$11.39^{a}\pm0.61$	$11.88^{ab}\pm1.14$	$0.49^{a}\pm1.52$
น้ำตาลซูโครส 5	$8.17^{a}\pm1.67$	$11.12^{ab}\pm0.90$	$11.67^{ab}\pm1.50$	$0.55^{a}\pm0.94$
น้ำตาลซูโครส 10	$7.34^{a}\pm0.08$	$10.65^{ab}\pm0.30$	$11.14^{ab}\pm0.06$	$0.50^{a}\pm0.35$
น้ำตาลซูโครส 15	$8.30^{a}\pm1.59$	$9.78^{b}\pm1.37$	$10.06^{b}\pm2.16$	$0.28^{a}\pm1.64$
น้ำตาลฟรุคโตส 5	$8.17^{a}\pm1.67$	$11.12^{ab}\pm0.90$	$11.59^{ab}\pm1.47$	$0.47^{a}\pm1.05$
น้ำตาลฟรุคโตส 10	$8.27^{a}\pm1.57$	$10.70^{ab}\pm0.35$	$12.20^{ab}\pm0.99$	$1.50^{a}\pm0.95$
น้ำตาลฟรุคโตส 15	$8.40^{a}\pm1.56$	$10.98^{ab}\pm1.10$	$12.60^{a}\pm1.11$	$1.62^{a}\pm0.59$

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p\leq0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.2.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และความชอบโดยรวมที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 21 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความชอบโดยรวมระหว่างระดับความเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ คือที่ความเข้มข้นร้อยละ 5, 10 และ 15 ในสารให้ความหวานแต่ละชนิดพบว่าคะแนนความชอบโดยรวมของโยเกิร์ตข้าวกล้องในสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไย น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน และน้ำตาลซูโครส มีค่ามากที่สุดที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 5 สูตรที่ใช้น้ำตาลฟรุคโตสมีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 15 อย่างไรก็ตามพบว่าค่าความชอบโดยรวมของสูตรที่ใช้สารให้ความหวานทั้ง 4 ชนิดคือ น้ำผึ้งลำไย น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุคโตส ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 5 และ 10 มีคะแนนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่มีความเข้มข้นของสารให้ความหวานน้อยจะมีสีที่ขาวกว่า จึงทำให้ได้คะแนนความชอบมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีสารให้ความหวานที่มีความเข้มข้นสูงซึ่งมีสีน้ำตาลเข้มกว่า ซึ่งจากการศึกษาของอิศรา (2546) ก็พบว่าโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อโพรไบโอติคเมื่อซึ่งมีสีขาวได้คะแนนความชอบสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 21 คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum*

สารให้ความหวานและความเข้มข้น (ร้อยละ)		ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	ความชอบโดยรวม
น้ำผึ้งลำไย	5	$7.00^{a}\pm0.94$	$6.70^{a}\pm0.82$	$6.70^{a}\pm1.34$	$7.20^{a}\pm1.14$
	10	$5.90^{abc}\pm1.20$	$5.20^{bc}\pm1.55$	$6.30^{ab}\pm1.25$	$6.20^{ab}\pm1.23$
	15	$4.70^{cd}\pm1.42$	$5.00^{c}\pm1.56$	$6.20^{ab}\pm1.93$	$5.60^{bc}\pm1.26$
ขี้ไก่ย่าน	5	$5.50^{abcd}\pm2.07$	$5.90^{abc}\pm1.20$	$5.20^{abc}\pm1.23$	$5.60^{bc}\pm0.70$
	10	$4.30^{cd}\pm1.95$	$5.60^{abc}\pm1.84$	$5.00^{bc}\pm1.83$	$4.70^{cd}\pm1.83$
	15	$4.10^{d}\pm1.29$	$4.90^{c}\pm1.66$	$4.50^{c}\pm1.78$	$4.20^{d}\pm1.78$
น้ำตาลซูโครส	5	$6.80^{a}\pm1.03$	$6.80^{a}\pm0.92$	$6.00^{abc}\pm1.15$	$6.50^{ab}\pm0.97$
	10	$6.70^{ab}\pm1.25$	$6.50^{ab}\pm1.35$	$5.90^{abc}\pm1.37$	$6.20^{ab}\pm1.14$
	15	$5.70^{abcd}\pm2.00$	$6.90^{a}\pm0.57$	$5.70^{abc}\pm1.25$	$6.10^{ab}\pm0.88$
น้ำตาลฟรุคโตส	5	$5.60^{abcd}\pm2.08$	$6.30^{abc}\pm1.34$	$5.60^{abc}\pm1.26$	$5.80^{bc}\pm1.40$
	10	$5.10^{bcd}\pm1.89$	$5.70^{abc}\pm1.89$	$5.60^{abc}\pm1.51$	$5.70^{bc}\pm1.42$
	15	$5.70^{abcd}\pm1.80$	$6.30^{abc}\pm1.49$	$5.90^{abc}\pm1.29$	$6.00^{ab}\pm1.49$

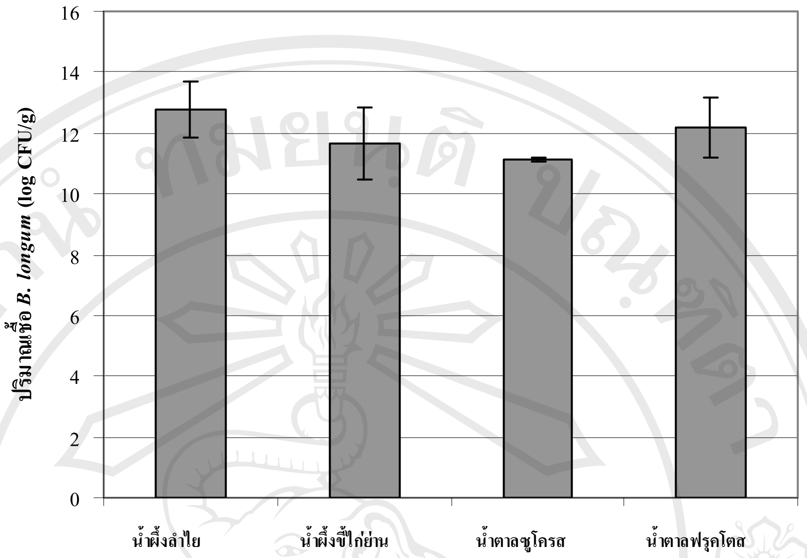
หมายเหตุ : ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic Scale ระดับคะแนน 1-9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

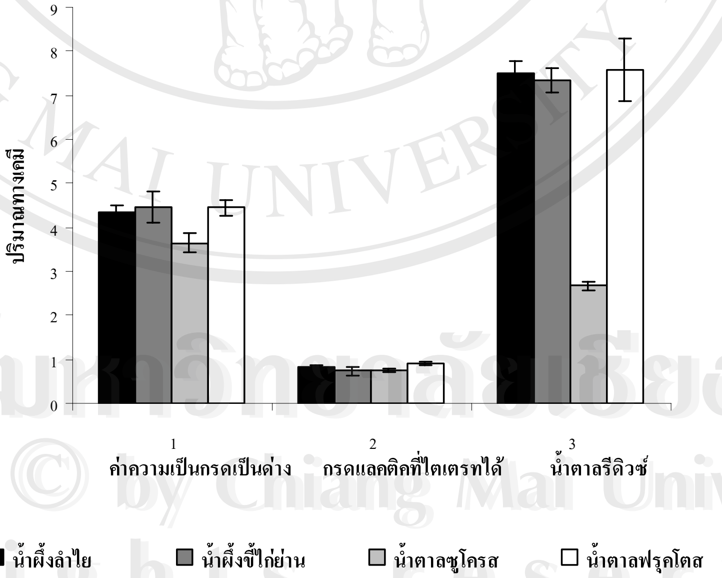
4.3.2.4 เปรียบเทียบคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ เคมี และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* ที่ใช้สารให้ความหวานร้อยละ 10

จากการศึกษาค่าทางจุลินทรีย์ เคมี และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* แสดงให้เห็นว่าสารให้ความหวานและความเข้มข้นของสารให้ความหวานที่เป็นองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ คุณสมบัติทางเคมี และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยปริมาณความเข้มข้นของน้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านที่ทำให้เชื้อ *B. longum* เจริญได้ดีที่สุดคือ ร้อยละ 10 ผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* สูตรที่ใช้สารให้ความหวานร้อยละ 10 ทางด้านเชื้อจุลินทรีย์แสดงดังภาพที่ 7 และตารางที่ จ-1 ในภาคผนวก จ ค่าทางเคมีแสดงดังภาพที่ 8 และตารางที่ จ-2 ในภาคผนวก จ ค่ากายภาพแสดงดังตารางที่ 22 และค่าทางประสาทสัมผัสแสดงดังภาพที่ 9 และตารางที่ จ-3 ในภาคผนวก จ ซึ่งพบว่าเชื้อ *B. longum* เจริญในผลิตภัณฑ์สูตรน้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านมากกว่าสูตรที่ใช้น้ำตาลฟรุคโตสและซูโครสแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ustunol (2000) ที่พบว่าความเข้มข้นและชนิดของสารให้ความหวานส่งผลต่อการเจริญของเชื้อ *Bifidobacterium* spp โดยพบว่าเชื้อ *Bifidobacterium* spp ในสูตรที่มีน้ำผึ้งร้อยละ 3 และ 5 เจริญได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุคโตส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 7 ปริมาณเชื้อ *B. longum* ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* ในสูตรที่ใช้สารให้ความหวานร้อยละ 10 หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง



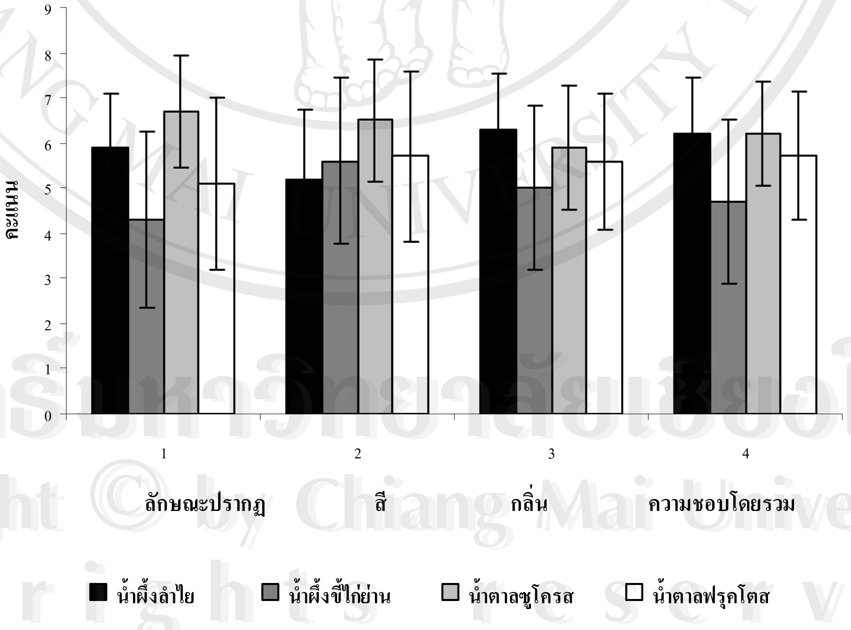
ภาพที่ 8 ค่าทางเคมีของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* ในสูตรที่ใช้สารให้ความหวานร้อยละ 10 หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็น เวลา 24 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 22 คุณสมบัติทางกายภาพ ของโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* สูตรที่มีสารให้ความหวานร้อยละ 10 เก็บ ณ.อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

สารให้ความหวาน	ค่าทางกายภาพ			
	ความหนืด (เซนติพอยส์)	ค่าสี ระบบฮันเตอร์		
		L*	a*	b*
น้ำผึ้งลำไย	792.57^{ab}±295.56	73.83^{b}±0.56	1.98^{a}±0.17	16.79^{a}±0.45
น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน	584.13^{b}±142.28	75.26^{b}±0.21	1.93^{a}±0.03	16.81^{a}±0.30
น้ำตาลซูโครส	1144.47^{ab}±556.91	78.58^{a}±1.62	-1.18^{c}±0.23	13.17^{c}±0.23
น้ำตาลฟรุคโตส	1859.00^{a}±885.64	74.25^{b}±1.18	0.11^{b}±0.31	14.60^{b}1.35

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 9 คะแนนทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum*สูตรที่มีสารให้ความหวานร้อยละ 10 หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4 ผลของน้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และ ต่อการเหลือรอดของเชื้อ *B. longum* ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 12 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 90 วัน

จากการศึกษาหาความเข้มข้นของน้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านที่ใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* ที่สามารถทำให้เชื้อ *B. longum* เจริญได้ดีที่สุดในตอนที่ 4.3 พบว่าปริมาณความเข้มข้นของน้ำผึ้งลำไยที่เหมาะสมที่ทำให้เชื้อ*B. longum* เจริญได้ดีที่สุดและมีค่าคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสสูง คือ ความเข้มข้นร้อยละ 10 และน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านพบว่าปริมาณความเข้มข้นของน้ำผึ้งลำไยที่เหมาะสมที่ทำให้เชื้อ*B. longum* เจริญได้ดีที่สุด และมีค่าคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสสูงสุดคือความเข้มข้นร้อยละ 5 แต่ปริมาณเชื้อและคะแนนความชอบที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 และ 10 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไยร้อยละ 10 มีการเจริญของเชื้อและคะแนนความชอบมากกว่าสูตรน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านร้อยละ 5 ดังนั้นในการศึกษาในตอนนี้จึงนำสูตรของโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* ที่มีสารให้ความหวานร้อยละ 10 มาผลิตเป็นไอศกรีมเนื่องจากต้องการเปรียบเทียบความแตกต่างของอิทธิพลของชนิดของน้ำผึ้งต่อการเหลือรอดของเชื้อในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมจึงเลือกใช้ความเข้มข้นระดับเดียวกัน แล้วนำมาเก็บที่อุณหภูมิ -12 ± 1 องศาเซลเซียสนาน 90 วัน เพื่อทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และปริมาณการเหลือรอดของเชื้อ *B. longum* ในระหว่างการเก็บรักษา ทั้งนี้ไอศกรีมสามารถเก็บรักษาได้ที่หลายระดับอุณหภูมิ รวมทั้งที่อุณหภูมิ -12 องศาเซลเซียส (Zhelyazko and Galin, 2005) ทั้งนี้ระยะเวลาในการเก็บรักษานาน90 วัน จะเพียงพอต่อการสังเกตค่าการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 12 ± 1 องศาเซลเซียส

4.4.1 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* ที่เก็บที่ – 12 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 90 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.1.1 การเปลี่ยนแปลงค่าสี

ผลการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพของไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ – 12 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 1 วัน และ 90 วัน แสดงดังภาพที่ 10 และตารางที่ จ-4 ในภาคผนวก จ พบว่าสีของไอศกรีมสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านจะมีสีเหลืองอ่อน-น้ำตาล สูตรที่ใช้น้ำตาลฟรุคโตสจะมีสีขาว-เหลืองอ่อน และสูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครสจะมีสีขาว

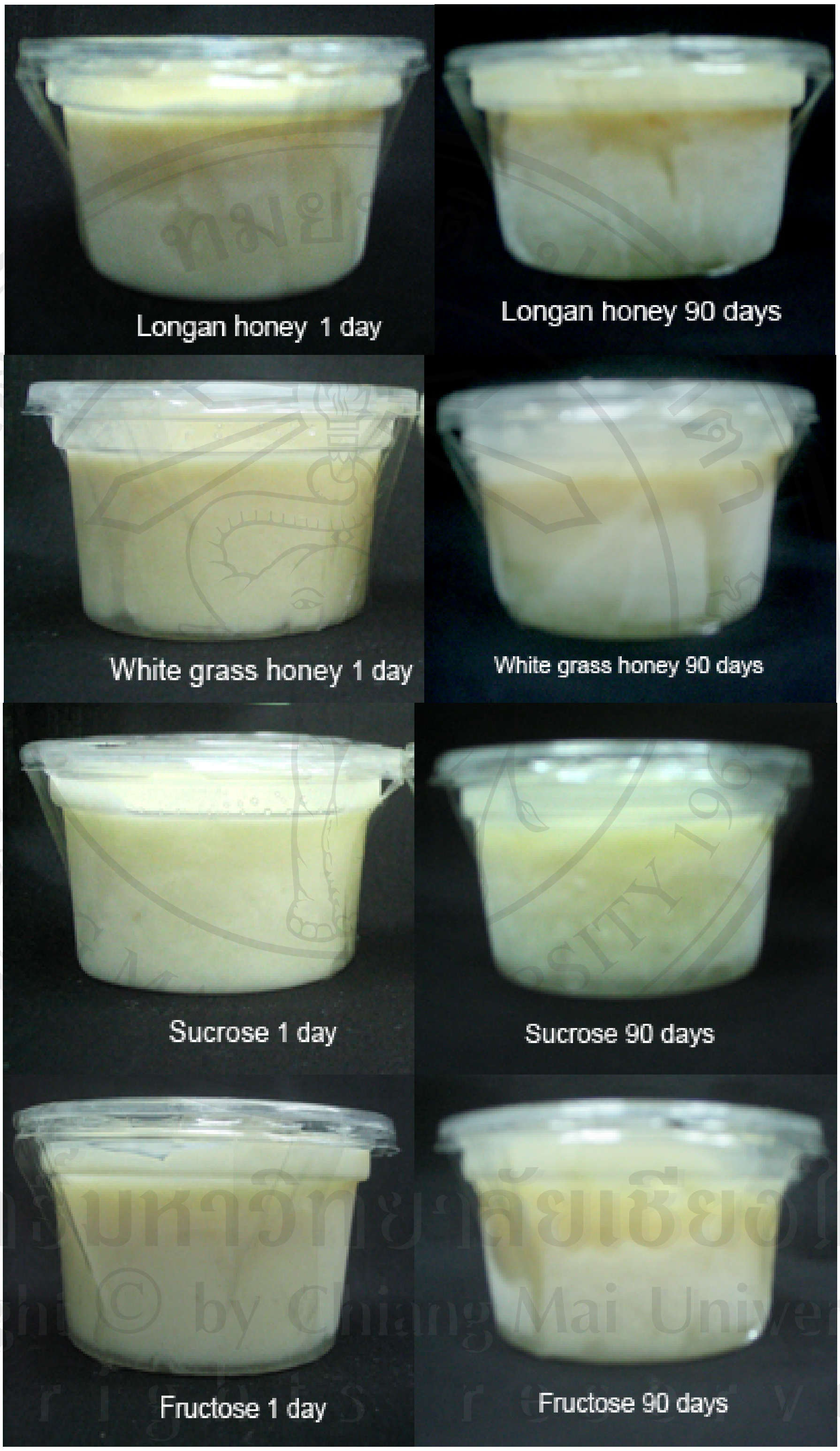
ค่าสี L* (ความสว่าง) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p□0.05) ในสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไย น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน และน้ำตาลซูโครสหลังจากทำการเก็บผลิตภัณฑ์นาน 90 วัน โดยในสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไย มีค่า L* เท่ากับ 74.03 และ 73.36 ตามลำดับ สูตรที่ใช้น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน มีค่าเท่ากับ 74.30 และ 74.09 ตามลำดับ และสูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครส พบว่ามีค่าเท่ากับ 80.10 และ 80.15 ตามลำดับ ส่วนสูตรที่ใช้น้ำตาลฟรุคโตสนั้นค่า L* มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าลดลงจาก 76.90 ในการเก็บ 1 วันเป็น 76.03 ในวันที่ 90 ของการเก็บรักษา

หลังจากเก็บ 1 วันและ 90 วัน ผลิตภัณฑ์สูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไย และน้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน มีค่า a* (แดง-เขียว) เท่ากับ 1.83 และ 1.78 ตามลำดับ สูตรที่ใช้น้ำผึ้งขี้ไก่ย่านหลังจากเก็บ 1 วันและ 90 วัน มีค่า a* เท่ากับ 2.26 และ 1.96 ตามลำดับ โดยสูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครสให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีขาวที่สุด สูตรที่ใช้น้ำตาลฟรุคโตสมีสีขาว-เหลืองอ่อน โดยที่สูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครสและฟรุคโตสนั้นค่า a* มีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยในสูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครสมีค่าเพิ่มขึ้นจาก -1.07 ในการเก็บ 1 วันเป็น 0.14 ในวันที่ 90 ของการเก็บรักษา สูตรที่ใช้น้ำตาลฟรุคโตสมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.42 ในการเก็บ 1 วันเป็น 0.94 ในวันที่ 90 ของการเก็บรักษา

ค่าสี b* (เหลือง-น้ำเงิน) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไย น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน และน้ำตาลซูโครส หลังจากทำการเก็บผลิตภัณฑ์นาน 90 วัน โดยในสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไย หลังจากเก็บ 1 วันและ 90 วัน มีค่า b* เท่ากับ 16.84 และ 16.69 ตามลำดับ สูตรที่ใช้น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน มีค่า 17.33 และ 17.52 ตามลำดับ สูตรน้ำตาลซูโครส มีค่า 11.22 และ 11.33 ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ค่าสีในระบบฮันเตอร์ สรุปได้ว่าในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านที่เก็บที่อุณหภูมิ – 12 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 90 วันไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสี ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ใช้น้ำตาลซูโครสและน้ำตาลฟรุคโตสมีการเปลี่ยนแปลงของสีเพียงเล็กน้อย ซึ่งจากการศึกษาในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมผสมระหว่างน้ำนมผงขาดมันเนยและน้ำนมถั่วเหลือง ที่เก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสนาน 30 วัน พบว่าคะแนนของความชอบในค่าสีของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลงเพียงเล็กน้อยจากวันแรกของการเก็บผลิตภัณฑ์ (Abdullah and others, 2003) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในช่วงการเก็บผลิตภัณฑ์ ไม่ค่อยเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในผลิตภัณฑ์ เช่น เอนไซม์ในผลิตภัณฑ์สามารถทำงานได้เพียงเล็กน้อยในช่วงแรกของการเก็บ (Nicole and others, 1994)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

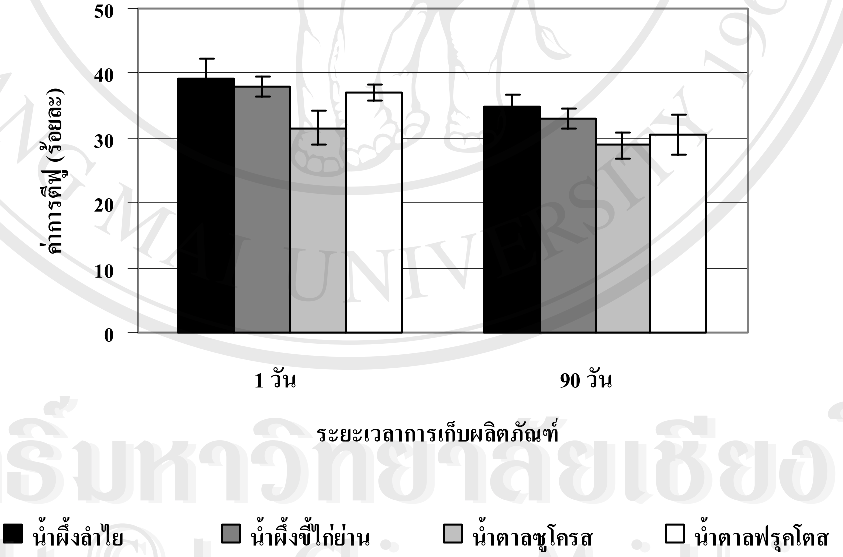


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 10 ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ – 12 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 1 วัน และ 90 วัน

4.4.1.2 การเปลี่ยนแปลงค่าการตีฟู

พบว่าไอศกรีมสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไย น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน และน้ำตาลฟรุคโตสมีค่าการตีฟู(overrun) ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และมีค่ามากกว่าสูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 90 วันพบว่าค่าการตีฟู ของสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไย น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน และน้ำตาลฟรุคโตสมีค่าการตีฟูที่ลดลงจากวันที่ 1 เท่ากับร้อยละ 11.56, 12.84 และ 8.63 ตามลำดับ ส่วนในสูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครสพบว่าค่าการตีฟูไม่แตกต่างจากการวัดในวันที่ 1 ของการเก็บผลิตภัณฑ์แสดงดังภาพที่ 11 และตารางที่ จ-4 ในภาคผนวก จ จะเห็นได้ว่าสูตรที่ไม่มีน้ำตาลซูโครสจะมีค่าการตีฟูมากกว่าสูตรที่มีน้ำตาลซูโครสเป็นองค์ประกอบซึ่งสอดคล้องกับที่มีผู้ศึกษามาก่อน คือปริมาณน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมจะมีผลต่ออัตราการตีฟู โดยที่การใช้ปริมาณน้ำตาลซูโครสมากจะให้ค่าการตีฟูที่ต่ำ (วรรณาและวิบูลย์ศักย์, 2531 และ Abdullah and others (2003) ได้รายงานว่าเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไอศกรีมผสมระหว่างน้ำนมผงขาดมันเนยและน้ำนมถั่วเหลือง ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสนาน 30 วัน ค่าการตีฟูของผลิตภัณฑ์จะลดต่ำลงร้อยละ 80

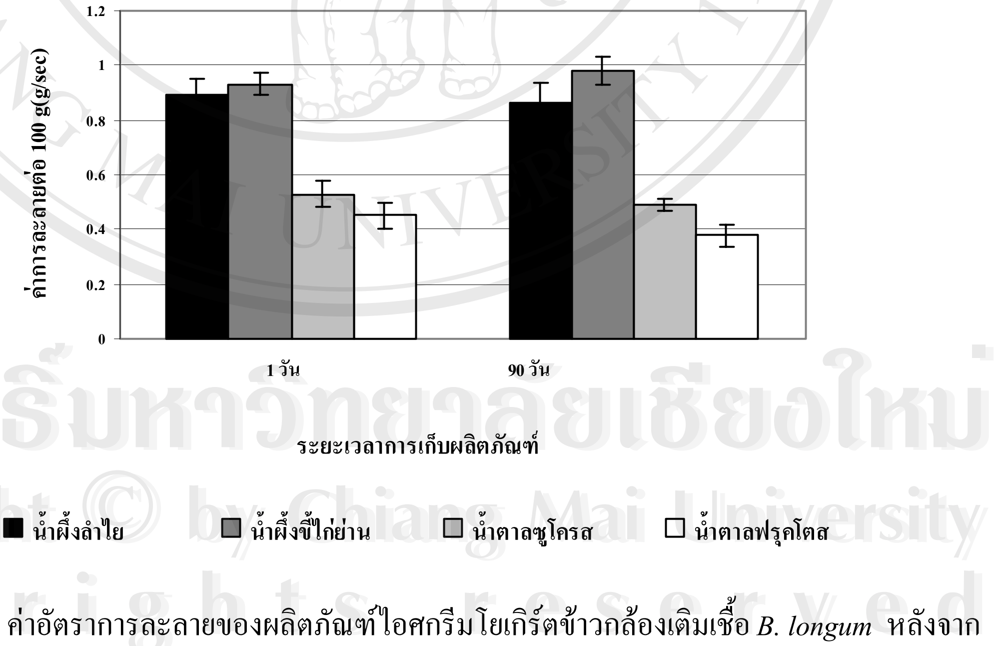


ภาพที่ 11 ค่าการตีฟูของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ – 12 ± 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 วัน และ 90 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.1.3 การละลายของไอศกรีม

อัตราการละลายของไอศกรีมสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านหนัก 100 กรัมที่เก็บนาน 1 วัน มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คือมีค่าเท่ากับ 0.89 กรัมต่อวินาที และ 0.93 กรัมต่อวินาที ตามลำดับ ส่วนสูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครสมีค่าอัตราการละลายต่ำกว่าคือเท่ากับ 0.53 กรัมต่อวินาที และสูตรที่มีค่าอัตราการละลายน้อยที่สุด คือสูตรที่ใช้สารให้ความหวานเป็นน้ำตาลฟรุคโตสโดยมีค่าเท่ากับ 0.45 กรัมต่อวินาที นอกจากนี้พบว่าเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นาน 90 วันค่าอัตราการละลายของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตรมีค่าลดลง แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ภาพที่ 12 และตารางที่ จ-4 ในภาคผนวก จ) จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสารให้ความหวานที่เป็นองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์มีผลต่อค่าอัตราการละลายของผลิตภัณฑ์ Todashi and Richard (1995) รายงานไว้ว่าสารให้ความหวานต่างชนิดกันมีผลทำให้จุดเยือกแข็งของน้ำในผลิตภัณฑ์ลดลงไม่เท่ากัน โดยจะมีผลต่อการเกิดโครงสร้างผลึกน้ำแข็งของผลิตภัณฑ์ไอศกรีม ซึ่งอาจทำให้ไอศกรีมที่ใช้สารให้ความหวานแตกต่างกันมีค่าการละลายที่แตกต่างกัน ส่วนการที่ไอศกรีมสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านมีค่าการละลายที่ใกล้เคียงกัน อาจเนื่องมาจากน้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านมีคุณสมบัติทำให้จุดเยือกแข็งของน้ำในผลิตภัณฑ์ลดลงใกล้เคียงกัน

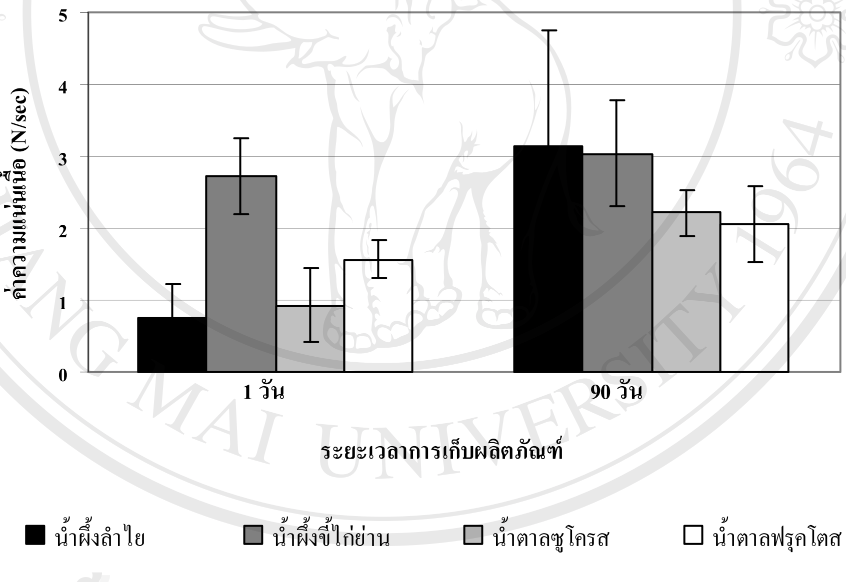


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 12 ค่าอัตราการละลายของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ – 12 ± 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 วัน และ 90 วัน

4.4.1.4 ลักษณะเนื้อสัมผัสของไอศกรีม

ค่าความแน่นเนื้อ ของไอศกรีมที่เก็บนาน 90 วันในสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไย น้ำตาลซูโครสและน้ำตาลฟรุคโตส เพิ่มขึ้นจากการเก็บ 1 วันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนสูตรที่ใช้น้ำผึ้งขี้ไก่ย่านมีค่าความแน่นเนื้อที่เพิ่มขึ้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่าความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมขึ้นกับหลายปัจจัย โดยที่ปัจจัยสำคัญ คือส่วนที่เป็นผลึกน้ำแข็งในผลิตภัณฑ์ (Muse and Hartel, 2003) ทั้งนี้เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ในอุณหภูมิแช่แข็งนานขึ้นมีผลทำให้น้ำที่เป็นองค์ประกอบภายในผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงเป็นน้ำแข็งได้มากขึ้น จึงมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งมากขึ้น ค่าความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* แสดงดังภาพที่ 13 และตารางที่ จ-4 ในภาคผนวก จ



ภาพที่ 13 ค่าความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ – 12 ± 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 วัน และ 90 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.2 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* ที่เก็บที่ – 12 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 90 วัน

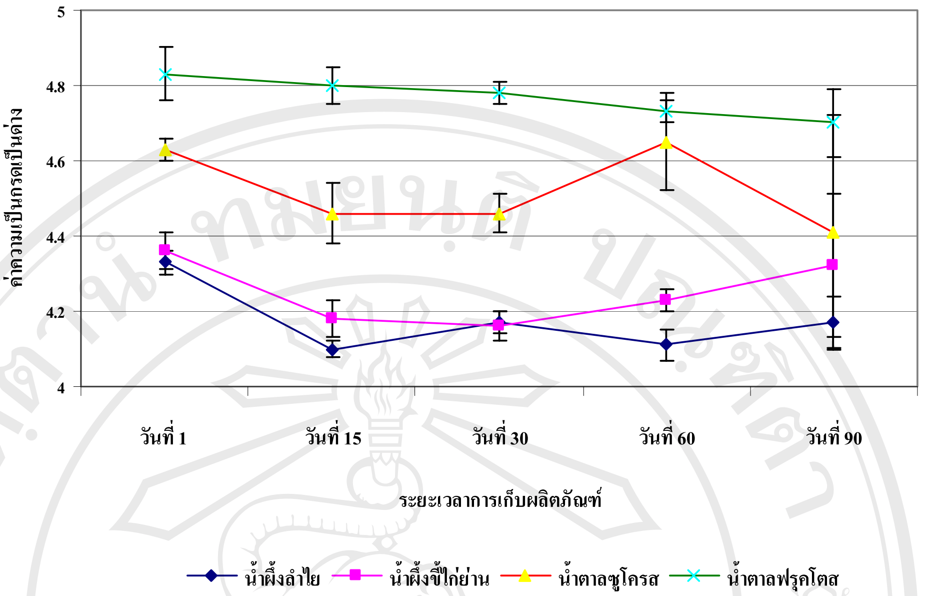
4.4.2.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง

ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* ที่เก็บที่ – 12 ± 1 องศาเซลเซียส ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ค่าทางเคมีหลังจากเก็บนาน 1, 15, 30, 60 และ 90 วัน เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ในสูตรที่ใช้สารให้ความหวานที่แตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์แสดงดังภาพที่ 14 และตารางที่ จ-5 ในภาคผนวก จ ซึ่งพบว่าหลังจากเก็บนาน 1 วัน ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างมากที่สุดได้แก่สูตรที่ใช้น้ำตาลฟรุคโตส และรองลงมาคือ สูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครส ส่วนสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน พบว่ามีค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หลังจากเก็บผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลานาน 90 วัน พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของไอศกรีมสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไย น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน และน้ำตาลฟรุคโตสไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่เก็บ 1 วัน แต่ในสูตรที่ใช้สารให้ความหวานเป็นน้ำตาลซูโครสนั้นพบว่าหลังจากเก็บผลิตภัณฑ์ได้ 60 วันมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เพิ่มขึ้นจาก 4.45 ในวันที่ 30 เป็น 4.65 ในวันที่ 60 ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่เมื่อเก็บครบ 90 วัน ปรากฏว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าเท่ากับ 4.41 ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับค่าที่วัดได้หลังจากเก็บผลิตภัณฑ์ 30 วัน

เมื่อพิจารณาค่าความเป็นกรดเป็นด่างโดยรวมของผลิตภัณฑ์พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงอยู่ในช่วงที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์สูตรน้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างน้อยกว่าไอศกรีมโยเกิร์ตในท้องตลาดโดยทั่วไป ส่วนสูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครสและฟรุคโตสมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วงเท่ากับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตทั่วไปซึ่งจะมีค่าประมาณ 4.5 ถึง 5.0 (Sharareh and Donald, 1992) ทั้งนี้อาจเนื่องจากในน้ำผึ้งทั้งสองชนิดมีสารที่มีคุณสมบัติเป็นบัฟเฟอร์ที่ต่างจากไอศกรีมโยเกิร์ตในท้องตลอดจึงทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

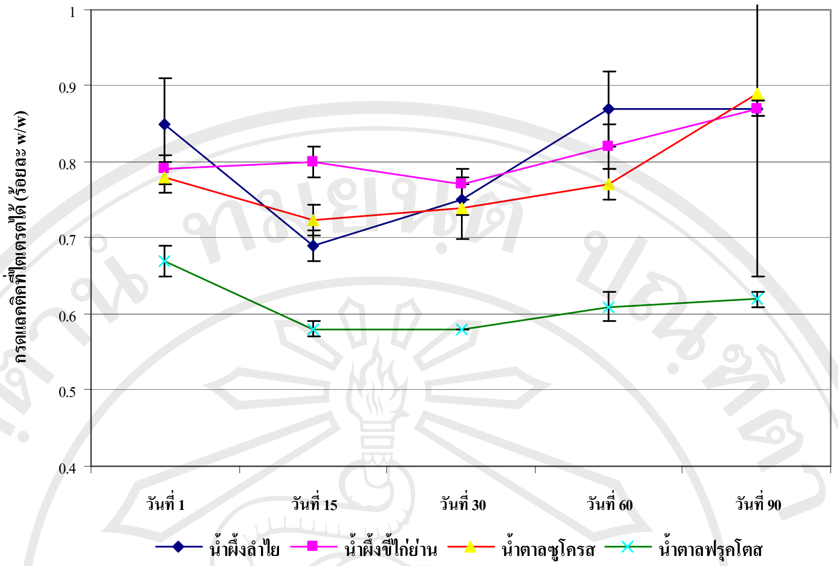


ภาพที่ 14 การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่างในไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* ที่เก็บที่อุณหภูมิ -12±1 องศาเซลเซียส

4.4.2.2 กรดแลคติคที่ไตเตรตได้

ผลการวิเคราะห์ค่ากรดแลคติคที่ไตเตรตได้ในไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* ในช่วงระยะเวลาการเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ -12±1 องศาเซลเซียส แสดงดังภาพที่ 15 และตารางที่ จ-6 ในภาคผนวก จ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่ากรดแลคติคที่ไตเตรตได้น้อยที่สุดหลังจากเก็บผลิตภัณฑ์นาน 1 วัน คือ สูตรที่ใช้น้ำตาลฟรุคโตส ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.67 ส่วนในผลิตภัณฑ์ ที่ใช้น้ำผึ้งลำไย น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน และน้ำตาลซูโครส มีปริมาณค่ากรดแลคติคที่ไตเตรตที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่สูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไยมีค่ากรดแลคติคที่ไตเตรตเท่ากับร้อยละ0.85 สูตรที่ใช้น้ำผึ้งขี้ไก่ย่านมีค่าแลคติคที่ไตเตรตเท่ากับร้อยละ0.79 และสูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครสมีค่าแลคติคที่ไตเตรตเท่ากับร้อยละ 0.78 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่ากรดแลคติคที่ไตเตรตได้ในผลิตภัณฑ์ที่เก็บนาน 1 วันและ 90 วัน พบว่าค่ากรดแลคติคที่ไตเตรตของ ไอศกรีมทั้ง 4 สูตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Davidson and others (1999) ซึ่งพบว่าระยะเวลาในการเก็บผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตไม่ทำให้ปริมาณของแลคโตส แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การที่น้ำตาลแลคโตสไม่มีการเปลี่ยนแปลงอาจเนื่องมาจากการเก็บที่อุณหภูมิต่ำทำให้ระงับกิจกรรมเชื้อจุลินทรีย์ จึงไม่มีการเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสให้เป็นกรดแลคติค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



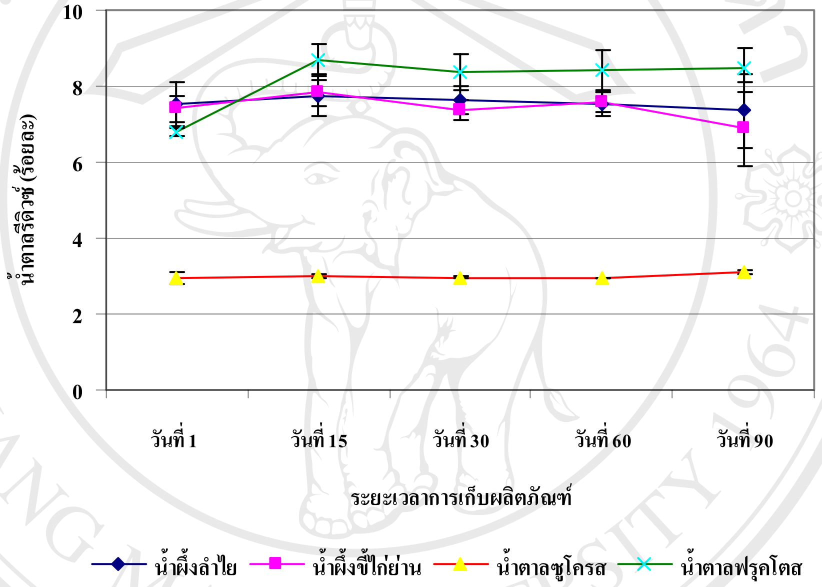
ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงของค่ากรดแลคติคที่ไตเตรตได้ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเติม เชื้อ *B. longum* ที่เก็บที่อุณหภูมิ -12±1 องศาเซลเซียส

4.4.2.3 น้ำตาลรีดิวซ์

ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องผสมเชื้อ *B. longum* ในช่วงระยะเวลาการเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ -12 ± 1 องศาเซลเซียส แสดงดังภาพที่ 16 และตารางที่ จ-7 ในภาคผนวก จ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารให้ความหวานมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์น้อยที่สุด โดยหลังจากการเก็บรักษา 1 วัน มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับร้อยละ 2.97 ส่วนในผลิตภัณฑ์ที่ใช้น้ำผึ้งลำไย น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน และน้ำตาลฟรุคโตสมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่หลังจากการเก็บ 1 วัน สูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไยมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับร้อยละ 7.51 สูตรที่ใช้น้ำผึ้งขี้ไก่ย่านมีปริมาณเท่ากับร้อยละ 7.40 และสูตรที่ใช้ตาลฟรุคโตสมีปริมาณเท่ากับร้อยละ 6.79 เมื่อเปรียบเทียบค่าน้ำตาลรีดิวซ์หลังจากเก็บผลิตภัณฑ์นาน 1 วัน กับค่าน้ำตาลรีดิวซ์ที่หลังจากเก็บผลิตภัณฑ์ 90 วัน พบว่าค่าน้ำตาลรีดิวซ์ของไอศกรีมสูตรน้ำผึ้งลำไย น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน และน้ำตาลซูโครส มีค่าไม่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) ส่วนไอศกรีมสูตรที่ใช้น้ำตาลฟรุคโตสมีค่าน้ำตาลรีดิวซ์หลังจากการเก็บผลิตภัณฑ์ 1 วันมีค่าน้อยที่สุดในการวิเคราะห์ 5 ครั้ง ในวันที่ 1, 15, 30, 60 และ 90 โดยที่ผลการวิเคราะห์ในวันที่ 15, 30, 60 และ 90 ของการเก็บผลิตภัณฑ์ไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อาจสรุปได้ว่าเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* ทั้ง 4 สูตรที่อุณหภูมิ -12 ± 2 องศาเซลเซียส ไม่ทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเก็บที่อุณหภูมิต่ำทำให้เอนไซม์ในอาหารทำงานได้ลดลง และจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญและใช้น้ำตาลได้จึงส่งผลให้ค่าของน้ำตาลรีดิวซ์ของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย โดยมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) (http://hgic.clemson.edu)



ภาพที่ 16 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ในไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12±1 องศาเซลเซียส

4.4.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* ที่เก็บที่ – 12 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 90 วัน

ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* ที่เก็บที่ – 12 ± 1 องศาเซลเซียส ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ค่าทางจุลินทรีย์โดยวิเคราะห์เชื้อเริ่มต้น ได้แก่ เชื้อ *L. bulgaricus* , *S. thermophilus* และ *B. longum* และวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *L. bulgaricus*, *S. thermophilus* และ *B. longum* ในผลิตภัณฑ์ที่เก็บนาน 1, 15, 30, 60 และ 90 วัน เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงปริมาณของเชื้อในผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* ในสูตรที่ใช้สารให้ความหวานที่แตกต่างกัน ปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต แสดงดังตารางที่ 23 พบว่าเชื้อผสมระหว่าง *L. bulgaricus*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

และ *S. thermophilus* เริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 8.01 log CFU/g ปริมาณเชื้อ *B. longum* เริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 7.79 log CFU/g ซึ่งถือได้ว่าเป็นปริมาณเชื้อที่สูง (Davidson and others, 2000)

ตารางที่ 23 ปริมาณเชื้อ *L. bulgaricus* + *S. thermophilus* และ *B. longum* เริ่มต้นในการผลิตไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum*

สารให้ความหวาน	ปริมาณเชื้อเริ่มต้น(log CFU/g)	
	B. longum	*L. bulgaricus* + *S. thermophilus*
น้ำผึ้งลำไย	7.79 ± 0.33	8.01 ± 0.09
น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน	7.79 ± 0.33	8.01 ± 0.09
น้ำตาลซูโครส	7.79 ± 0.33	8.01 ± 0.09
น้ำตาลฟรุคโตส	7.79 ± 0.33	8.01 ± 0.09

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

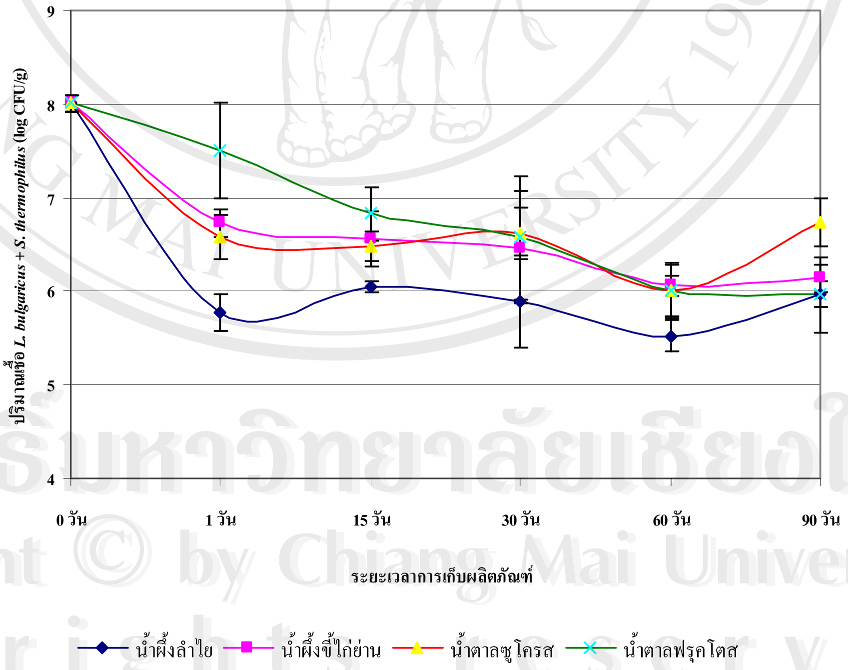
ผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อผสมระหว่าง *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* หลังจากเก็บนาน 1, 15, 30, 60 และ 90 วัน แสดงดังภาพที่ 17 และตารางที่ จ-8 ในภาคผนวก จ ซึ่งพบว่าในผลิตภัณฑ์ที่ใช้สารให้ความหวานเป็นน้ำตาลฟรุคโตส ที่เก็บนาน1วัน มีปริมาณเชื้อผสมระหว่าง *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* อยู่ในปริมาณมากที่สุดโดยมีปริมาณเท่ากับ 7.51 log CFU/g และสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไย มีปริมาณเชื้อผสม อยู่ในปริมาณน้อยที่สุดโดยมีปริมาณเท่ากับ 5.77 log CFU/g ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ใช้น้ำผึ้งขี้ไก่ย่านและน้ำตาลซูโครส มีปริมาณเชื้อผสมระหว่าง *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ใช้น้ำผึ้งขี้ไก่ย่านมีปริมาณเชื้อผสม เท่ากับ 6.73 log CFU/g และสูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครสมีปริมาณเชื้อผสม เท่ากับ 6.58 log CFU/g

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

หลังจากเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ -12 ± 1 องศาเซลเซียสนาน 90 วันพบว่าปริมาณเชื้อผสมระหว่าง *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* ในผลิตภัณฑ์ที่ใช้น้ำผึ้งลำไย น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน และน้ำตาลซูโครสมีปริมาณเชื้อ *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* ที่ค่อนข้างสม่ำเสมอไม่แตกต่างจากปริมาณเชื้อที่เก็บนาน 1 วัน และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ในสูตรที่ใช้น้ำตาลฟรุคโตส มีปริมาณเชื้อลดลงจากวันที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณเชื้อเริ่มต้นของเชื้อผสมระหว่าง *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* ซึ่งเท่ากับ 8.01 log CFU/g พบว่าหลังจากนำเชื้อมาผลิตเป็นไอศกรีมและทำการ

เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 ± 1 องศาเซลเซียสนาน 90 วัน ปริมาณเชื้อจะลดลงจากปริมาณเชื้อเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากเชื้อผสมระหว่าง *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* อาจมีการลดลงในขั้นตอนของการนำโยเกิร์ตมาปั่นเป็นไอศกรีมซึ่งขั้นตอนการผสมอากาศเข้าไปในผลิตภัณฑ์ และเชื้อ *B. longum* เป็นเชื้อประเภท anaerobe ซึ่งจะไม่เจริญในสภาวะที่มีอากาศรวมถึงการเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ -12 ± 1 องศาเซลเซียส ซึ่งต่ำกว่า 37-41 องศาเซลเซียสซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะต่อการเจริญของเชื้อมากจึงส่งผลให้เชื้อมีปริมาณลดลง ซึ่งผลการศึกษาที่ได้แตกต่างกับรายงานของ Davidson and others (2000) ซึ่งพบว่าปริมาณเชื้อผสมระหว่าง *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตแช่แข็งที่เก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสนาน 77 วัน จะมีปริมาณเชื้อลดลงจากวันที่ 1 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากค่าความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์ที่ Davidson and others (2000) ทำการศึกษามีค่าเท่ากับ 5.6 พบว่ามีค่ามากกว่าผลการศึกษาในครั้งนี้ซึ่งพบว่าอยู่ในช่วง 4.1-4.8 จึงส่งผลให้ปริมาณเชื้อผสมระหว่าง *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* ในการศึกษาครั้งนี้ลดลงได้มากกว่า



ภาพที่ 17 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อ *L. bulgaricus* + *S. thermophilus* ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* ที่เก็บที่อุณหภูมิ -12±1 องศาเซลเซียส

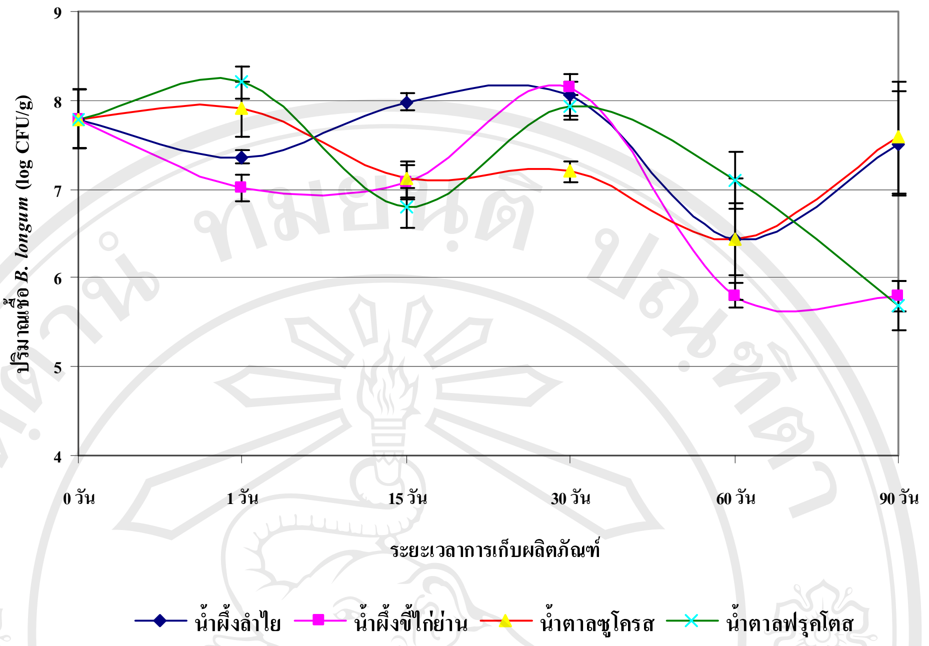
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณเชื้อ *B. longum* ในผลิตภัณฑ์ที่เก็บนาน 1, 15, 30, 60 และ 90 วัน แสดงดังภาพที่ 18 และตารางที่ จ-9 ในภาคผนวก จ จากการศึกษาพบว่าที่เวลาการเก็บ 1 วัน ผลิตภัณฑ์ที่ใช้น้ำตาลฟรุคโตสมีปริมาณเชื้อ *B. longum* เหลือรอดอยู่ในปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 8.2 log CFU/g และมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) กับปริมาณเชื้อ *B. longum* ในไอศกรีมที่ใช้น้ำตาลซูโครสซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 7.9 log CFU/g ส่วนในสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านมีปริมาณเชื้อ *B. longum* เหลือรอดไม่แตกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) คือเท่ากับ 7.36 log CFU/g และ 7.02 log CFU/g ตามลำดับ

เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานเพิ่มขึ้นเป็น 15 วัน และ 30 วัน ปริมาณเชื้อ *B. longum* ในสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านกลับมีปริมาณเชื้อที่สูงขึ้นและมากกว่าสูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครสและฟรุคโตส และเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นาน 90 วัน พบว่าปริมาณเชื้อมีแนวโน้มลดลงในสูตรที่ใช้น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน และน้ำตาลฟรุคโตส แต่ในสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไยและน้ำตาลซูโครส มีการลดลงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าสารให้ความหวานต่างชนิดกันมีผลต่อการเหลือรอดของเชื้อ *B. longum* ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ -12 ± 1 องศาเซลเซียสนาน 90 วัน การใช้น้ำผึ้งลำไยและน้ำตาลซูโครสมีผลทำให้ปริมาณเชื้อ *B. longum* เหลือรอดในผลิตภัณฑ์มากกว่าสูตรอื่น แต่ไม่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาผลที่ได้จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ พบว่า สอดคล้องกับผลของการศึกษาค่าทางจุลินทรีย์เนื่องจาก ค่าทางเคมีได้แก่ ความเป็นกรดด่าง ค่ากรดแลคติคที่ไตเตรตได้ และน้ำตาลรีดิวซ์นั้น มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดช่วงการเก็บที่ -12 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 90 วัน เนื่องมาจากจุลินทรีย์ไม่มีการเจริญในช่วงการเก็บผลิตภัณฑ์จึงทำให้ค่าทางเคมีมีค่าค่อนข้างคงที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 18 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อ *B. longum* ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องที่เก็บที่อุณหภูมิ -12±1 องศาเซลเซียส

4.4.4 เปรียบเทียบลักษณะการเจริญของเชื้อในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตและผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ต

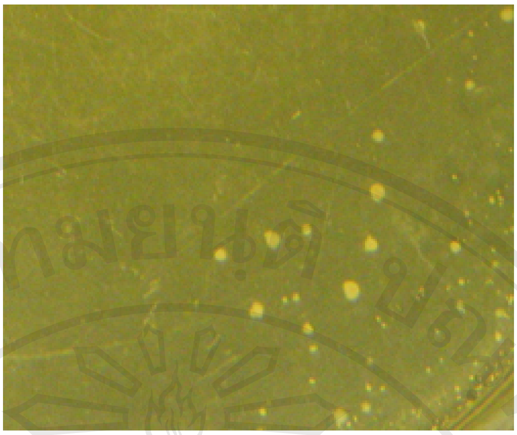
จากการศึกษาคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* และผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ต โดยการนับเชื้อด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar และ HHD agar บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส 72 ชั่วโมงในสภาพไร้อากาศ พบว่าลักษณะของเชื้อที่เจริญในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเมื่อเลี้ยงด้วยอาหาร MRS agar และ HHD agar ในสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไย น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุคโตส มีลักษณะไม่แตกต่างกัน โดยที่ในอาหาร MRS agar พบว่าเชื้อมีลักษณะเป็นโคโลนีสีขาว (ภาพที่ 19) เมื่อเลี้ยงด้วยอาหาร HHD agar พบว่าเชื้อเจริญเป็น 2 ลักษณะ คือ โคโลนีสีเขียวอมน้ำเงินนูนชัดผิวเป็นมันเนื้อละเอียดคล้ายไข่ดาวอยู่ตรงกลางซึ่งเป็นลักษณะของเชื้อ *S. thermophilus* และโคโลนีขอบสีขาวตรงกลางเขียวอมฟ้าผิวหยาบขรุขระ ขอบโคโลนีไม่เรียบ ซึ่งเป็นลักษณะของเชื้อ *L. bulgaricus* (ภาพที่ 20) เมื่อนำไปย้อมสีแกรมพบว่าในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไย น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุคโตส มีลักษณะไม่แตกต่างกันคือ พบว่ามีเซลล์ของเชื้อที่ติดสีแกรมบวก 3 ลักษณะ ได้แก่ เซลล์รูปร่างแบบท่อนยาวซึ่งเป็นลักษณะของเชื้อ *L. bulgaricus* เซลล์รูปร่างกลมต่อกันยาวเป็นโซ่ซึ่งเป็นลักษณะของเชื้อ *S. thermophilus* และเซลล์ที่มีรูปร่างแบบ Y-shaped ซึ่งเป็นลักษณะของเชื้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

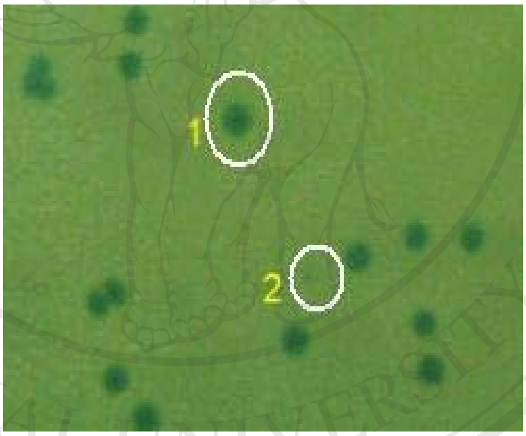
B. longum (ภาพที่ 21) ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาลักษณะของเชื้อ *B. longum* *S. thermophilus* และเชื้อ *L. bulgaricus* ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* ที่ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar และ HHD agar โดยบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส 72 ชั่วโมง ในสภาพไร้อากาศ ของอิศรา (2546)

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะของเชื้อที่พบในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ต ซึ่งเลี้ยงในอาหาร MRS agar ที่ 37 องศาเซลเซียส 72 ชั่วโมงในสภาพไร้อากาศ พบว่าการเจริญของเชื้อในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตสูตรที่ใช้น้ำผึ้งลำไย น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุคโตส มีลักษณะไม่แตกต่างกัน โดยพบว่าเชื้อมีลักษณะเป็นโคโลนีสีขาวเช่นเดียวกับในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต (ภาพที่ 22) แต่เมื่อเลี้ยงเชื้อในอาหาร HHD agar พบว่าลักษณะโคโลนีของเชื้อจากผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมีความแตกต่างกันกับที่พบในตัวอย่างจากผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต (ภาพที่ 23) โดยพบว่าสารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตมีผลต่อลักษณะโคโลนีที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ HHD agar ซึ่ง *S. thermophilus* ในโยเกิร์ตมีลักษณะโคโลนีสีเขียวอมน้ำเงินนูนชัดผิวเป็นมันเนื้อละเอียดคล้ายไข่ดาวอยู่ตรงกลาง แต่โคโลนีของ *S. thermophilus* ในไอศกรีมมีลักษณะแตกต่างจากในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต คือ โคโลนีมีลักษณะมันเลื่อมมากกว่า และเห็นชัดเจนในไอศกรีมโยเกิร์ตสูตรที่ใช้น้ำผึ้งขี้ไก่ย่านซึ่งโคโลนีมีความมันวาวและนูนมาก เมื่อนำไปย้อมแกรมพบว่าเซลล์ย้อมติดสีแกรมบวก มีลักษณะกลมต่อกันเป็นสาย (ภาพที่ 24) ส่วนโคโลนีของ *L. bulgaricus* มีลักษณะเป็นขอบสีขาวตรงกลางเขียวอมฟ้าผิวหยาบขรุขระ ขอบโคโลนีไม่เรียบ คล้ายกับเชื้อ *L. bulgaricus* ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต เมื่อนำไปย้อมสีแกรมเซลล์ย้อมติดสีแกรมบวก มีลักษณะเป็นท่อนยาว (ภาพที่ 25) ความแตกต่างทางโคโลนีของ *S. thermophilus* ที่พบอาจเนื่องมาจากเชื้ออยู่ในสภาวะอุณหภูมิที่ต่ำมาก ซึ่งอาจทำให้เชื่อเกิดการเจริญที่เปลี่ยนไปจากปกติ ทำให้โคโลนีของเชื้อมีลักษณะแตกต่างจากเดิม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

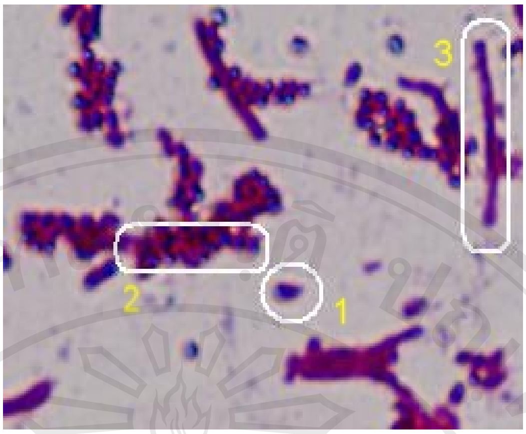


ภาพที่ 19 ลักษณะโคโลนีของเชื้อที่เจริญในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตและผลิตภัณฑ์ไอศกรีมในอาหารเลี้ยงเชื้อ MSR agar บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส 72 ชั่วโมงในสภาพไร้อากาศ

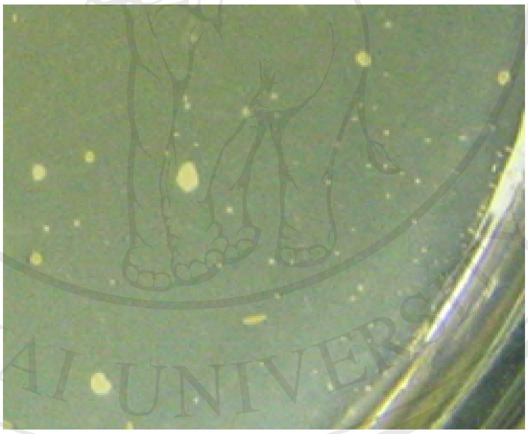


ภาพที่ 20 ลักษณะโคโลนีของเชื้อที่เจริญในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตในอาหารเลี้ยงเชื้อ HHD agar บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส 72 ชั่วโมงในสภาพไร้อากาศ (1) *S. thermophilus* (2) *L. bulgaricus*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

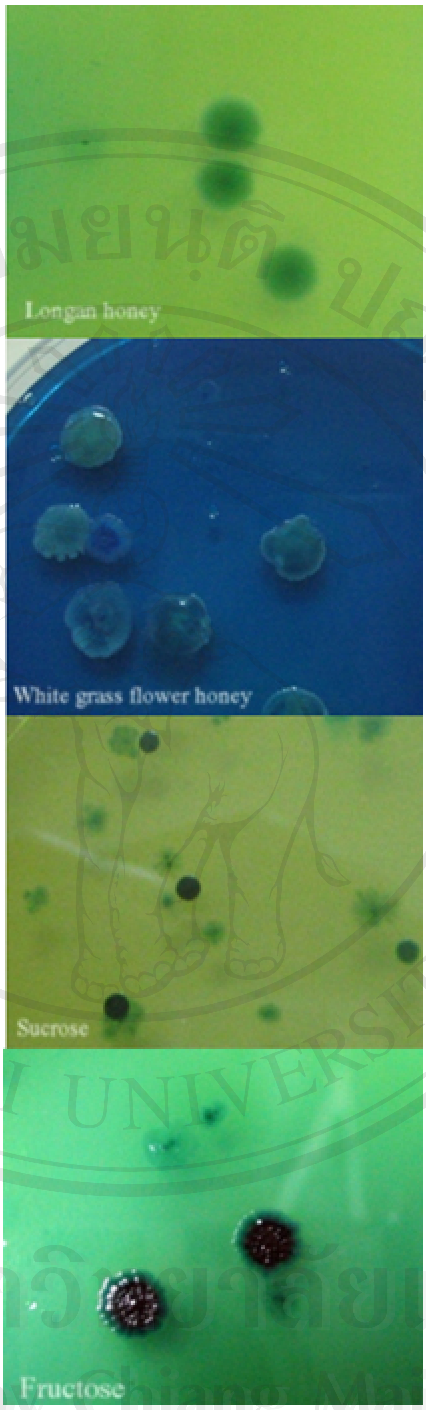


ภาพที่ 21 เชื้อในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตย้อมสีแกรม (1) *B. longum* (2) *S. thermophilus* (3) *L. bulgaricus*



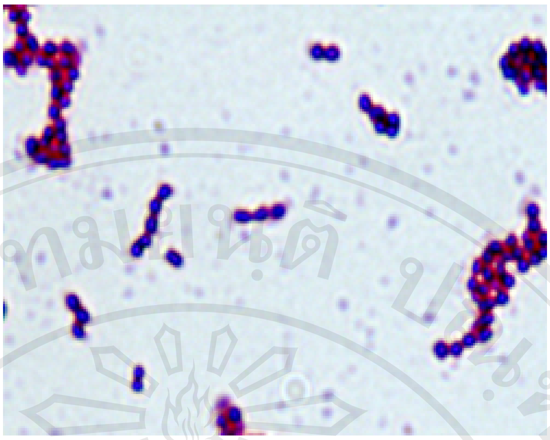
ภาพที่ 22 ลักษณะโคโลนีของเชื้อที่เจริญในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมในอาหารเลี้ยงเชื้อ MSR agar บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส 72 ชั่วโมงในสภาพไร้อากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

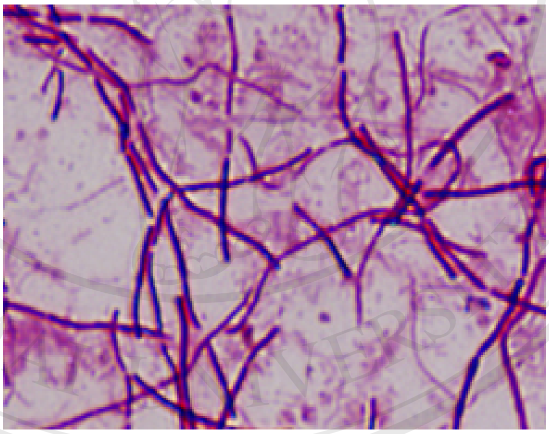


ภาพที่ 23 ลักษณะโคโลนีของเชื้อ *S. thermophilus* ผสม *L. bulgaricus* และ *B. longum*ที่เจริญในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ต สูตรน้ำผึ้งลำไย น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุคโตส ที่เจริญบนในอาหารเลี้ยงเชื้อ HHD agar บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส 72 ชั่วโมงในสภาพไร้อากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 24 เชื้อ *S. thermophilus* ย้อมสีแกรม ส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 1000 เท่า



ภาพที่ 25 เชื้อ *L. bulgaricus* ย้อมสีแกรม ส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 1000 เท่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved