วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี | Agriculture and Technology Journal

ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม – สิงหาคม 2566 | Vol.4 No.2 May – August 2023

Received: June 16, 2023; Revised: July 2, 2023; Accepted: August 15, 2023

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุกในระหว่างการเก็บรักษา

Quality changes of probiotic beverages from ripe ceylon spinach (*Basella alba* Linn.) juice during storage

มณชัย เดชสังกรานนท์[1*] วิภา ทัพเชียงใหม่[1] และศักดิ์ชัย ยอดมีกลิ่น[1]

Monchai Dejsungkranont[1*], Wipa Tupchiangmai[1] and Sakchai Yordmeeklin[1]

[1]*คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต กรุงเทพมหานคร*

[1]*Faculty of Science and Technology, Suan Dusit University, Bangkok Province*

[*]*Corresponding Author E-mail Address : monchaibiot@hotmail.com*

บทคัดย่อ

การผลิตเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุก พบว่าสูตรน้ำผลผักปลังที่เหมาะสมประกอบด้วยอัตราส่วนของน้ำผลผักปลัง : น้ำ เท่ากับ 1 : 3, ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้นเท่ากับ 10°Brix และปรับพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 4 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C เป็นระยะเวลา 21 วัน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมีและกายภาพเพียงเล็กน้อย เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษานาน 21 วัน เครื่องดื่มที่เติม *Lactobacillus plantarum* TISTR No. 1465 มีค่าสว่าง (L*) สูงที่สุด เท่ากับ 6.36 ในขณะที่เครื่องดื่มที่เติม *L. acidophilus* TISTR No. 450 มีค่าสีแดง (a*) และสีเหลือง (b*) สูงที่สุด เท่ากับ 24.76 และ 3.55 ตามลำดับ การศึกษาการเหลือรอดชีวิตของแบคทีเรียโพรไบโอติก 3 ชนิด ได้แก่ *L. acidophilus* TISTR No. 450, *L. plantarum* TISTR No. 1465 และ *L. casei* TISTR No. 1463 พบว่ามีจำนวนเซลล์ที่รอดชีวิตสูงกว่าระดับที่กำหนดให้เป็นระดับที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย และพบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเท่ากัน แบคทีเรียโพรไบโอติกแต่ละชนิดเหลือรอดชีวิตในน้ำผลผักปลังสุกได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีจำนวนเซลล์ที่รอดชีวิตลดลงเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาพบว่า *L. acidophilus* TISTR No. 450 มีจำนวนเซลล์ที่รอดชีวิตมากที่สุดเท่ากับ 6.21 ล็อก โคโลนีต่อมิลลิลิตร จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าแบคทีเรียโพรไบโอติกทั้ง 3 ชนิด สามารถปรับตัวได้ดีในน้ำผลผักปลังสุก

คำสำคัญ: น้ำผลผักปลัง เครื่องดื่มโพรไบโอติก แบคทีเรียกรดแลกติก การเปลี่ยนแปลงในระหว่างเก็บรักษา

Abstract

Production of probiotic beverages from ripe ceylon spinach (*Basella alba* Linn.) juice. It was found that the appropriate ripe ceylon spinach juice recipe consists of the ratio of ripe ceylon spinach juice : water equal to 1 : 3, initial total soluble solids of 1 °Brix, and initial pH adjustment of 4. The study on quality changes of probiotic beverages from ripe ceylon spinach juice during storage at 5 °C for 21 days, little chemical and physical changes were observed. At the end of 21-day storage, beverages with the addition of *Lactobacillus plantarum* TISTR No. 1465 had the highest lightness (L*) of 6.36, while beverages with the addition of *L. acidophilus* TISTR No. 450 had the highest red (a*) and yellow (b*) values of 24.76 and 3.55, respectively. While the survival of three probiotic bacteria, *L. acidophilus* TISTR No. 450, *L. plantarum* TISTR No. 1465 and *L. casei* TISTR No. 1463, the number of surviving cells was higher than the specified level to a level that is beneficial to the body. There were no significant differences in the survival of each type of probiotic bacteria ($p>0.05$) with longer storage periods. At the end of storage, *L. acidophilus* TISTR No. 450 had the highest number of surviving cells at 6.21 Log CFU/mL. Experiments have shown that all 3 types of probiotic bacteria adapted well to ripe vegetable juice.

Keywords: Ceylon spinach juice, Probiotic drinks, Lactic acid bacteria, Storage

บทนำ

เครื่องดื่มโพรไบโอติกเป็นเครื่องดื่มสุขภาพที่ประกอบด้วยเซลล์จุลินทรีย์โพรไบโอติกที่มีชีวิตในปริมาณมากเพียงพอและสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในระบบย่อยอาหารของมนุษย์ได้ โดยจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่สำคัญคือแบคทีเรียกรดแลกติก (Lactic acid bacteria) ผลผลิตของเมตาบอลิซึมของแบคทีเรียกรดแลกติกจะได้สารต่าง ๆ ที่ส่งผลดีต่อสุขภาพ เช่น กรดแลกติก กรดอะซิติก และแบคทีริโอซิน จึงช่วยควบคุมแบคทีเรียก่อโรคที่อยู่ในลำไส้และปรับสมดุลต่าง ๆ ให้กับร่างกาย เช่น ยับยั้งเซลล์มะเร็ง, ลดระดับคลอเลสเตอรอล ฟอสฟอลิปิด และไตรกลีเซอไรด์ในเลือด, ช่วยส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกัน, เพิ่มการดูดซึมแคลเซียมในระบบย่อยอาหาร รักษาอาการท้องเสีย ลำไส้อักเสบเรื้อรัง โรคภูมิแพ้ ป้องกันการเกิดมะเร็งลำไส้ และสามารถผลิตวิตามินที่สำคัญได้อีกหลายชนิด เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 6 วิตามินบี 12 กรดนิโคตินิก และกรดโฟลิก เป็นต้น (Vanderhoof, 2001) เนื่องจากผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกส่วนใหญ่มักผลิตออกมาในรูปของผลิตภัณฑ์นมหมัก ซึ่งผู้บริโภคที่ไม่มีเอนไซม์ย่อยแลกโทสหรือแพ้แลกโทสในนม (Lactose intolerant) ไม่สามารถบริโภคได้ (Rong et al., 2011) การพัฒนาผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกจากน้ำผักและน้ำผลไม้จึงเป็นทางเลือกน่าสนใจเพราะอุดมด้วยวิตามินและเกลือแร่ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายและสามารถดื่มได้ทุกเพศทุกวัย

ผักปลัง (Ceylon spinach) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Basella alba* Linn. อยู่ในวงศ์ Basellaceae จัดเป็นผักพื้นบ้าน ที่พบทั่วทุกภูมิภาคของไทย มีทั้งชนิดที่มีลำต้นสีเขียว (ผักปลังขาว) และลำต้นสีม่วงแดง (ผักปลังแดง) ผักปลังมีประโยชน์ทางสมุนไพร คือ แก้ลมพิษ, ผื่นคัน, แผลไฟไหม้, กลาก, ฝี, แก้รังแค, แก้ท้องผูก, ลดไข้, แก้ขัดเบา, ใช้เป็นยาระบาย, ป้องกันสิว และกระ และลดการทำลายของเซลล์ตับ เป็นต้น (Saikia et al., 2006; Akhter et al., 2008) สารสำคัญที่พบในผักปลังได้แก่ สารประกอบฟีนอล, แคโรทีนอยด์, กรดไขมัน, เพกติน, กรดอะมิโน, เพพไทด์ และไทรเทอร์พีนแซโพนิน (ชื่นนภา และนาฏศจี, 2552) โดยสีม่วงดำของผลสุกเกิดจากสารกลุ่มบีตาเลน (Betalain) (Azeredo, 2009) ซึ่งมีคุณสมบัติต้าน

อนุมูลอิสระและละลายน้ำได้ดี (นิธิยา, 2545) จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่าน้ำผลผักปลังสุกพันธุ์ขาวประกอบด้วย ความชื้น, โปรตีน, ไขมัน, เถ้า, คาร์โบไฮเดรต และไฟเบอร์ เท่ากับ 96.77, 0.80, 0.01, 0.70, 1.72 และ 0.04 g/100 g ตามลำดับ และพบว่ามีแคลเซียม, ฟอสฟอรัส และเหล็ก เท่ากับ 31.86, 266.13 และ < 0.50 mg/100 g ตามลำดับ (มณชัย และคณะ, 2560) จากรายงานวิจัยก่อนหน้าของผู้วิจัยพบว่าน้ำผลผักปลังสุกพันธุ์ขาวมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์หมักจากจุลินทรีย์ เช่น ไวน์ และวุ้นสวรรค์ (มณชัย และคณะ, 2560) ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาเป็นเครื่องดื่มโพรไบโอติกสำหรับผู้รักสุขภาพ

การใช้ประโยชน์จากน้ำผลผักปลังและแบคทีเรียโพรไบโอติกมีจุดสำคัญที่ควรพิจารณาคือ แบคทีเรียโพรไบโอติกควรปรับตัวอยู่ในน้ำผลผักปลังได้ดีและมีจำนวนเซลล์ที่รอดชีวิตเหลืออยู่อย่างน้อย 5 ล็อก โคโลนีต่อมิลลิลิตร (Log CFU/mL) จึงถือว่าเป็นระดับที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย (Therapeutic dose) (Lee and Salminen, 1995; Dave and Shah, 1996) โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการรอดชีวิตของแบคทีเรียโพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ ค่าพีเอช, ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้, ปริมาณออกซิเจน, การเกิดภาวะแข่งขันกับจุลินทรีย์ชนิดอื่น, การมีสารยับยั้ง ตลอดจนวัสดุที่ใช้ในทำบรรจุภัณฑ์และสภาวะการเก็บรักษา ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุกในระหว่างการเก็บรักษาและการเหลือรอดชีวิตของแบคทีเรียโพรไบโอติก ข้อมูลที่ได้จะเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้กับน้ำผลผักปลังสุกให้มีประโยชน์ต่อสุขภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการสร้างนวัตกรรมอาหารที่ตอบสนองกลุ่มผู้บริโภคที่รับประทานมังสวิรัติและแพ้แลกโทสในนม และยังช่วยส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากพืชท้องถิ่นและอนุรักษ์พันธุ์พืชด้วยการส่งเสริมให้มีการปลูกผักปลังเป็นอาชีพ

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. การเก็บตัวอย่างผลผักปลังสุก

เก็บตัวอย่างผลสุกของผักปลังพันธุ์ขาว ซึ่งมีสีม่วงดำทั่วทั้งผลโดยเลือกเก็บเฉพาะผลที่มีขนาด 0.5-0.6 มิลลิเมตร จากพื้นที่เพาะปลูกใน อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม จากนั้นนำมาแยกก้านและสิ่งสกปรกออก แล้วนำไปล้างน้ำและผึ่งให้แห้งเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

2. การเตรียมน้ำผลผักปลังสุก

นำผลผักปลังสุกมาคั้นน้ำด้วยเครื่องคั้นแยกกาก จากนั้นกรองผ่านผ้าขาวบางเพื่อแยกกากออก จะได้น้ำผลผักปลังสุกเพื่อใช้ทดลองต่อไป

3. จุลินทรีย์โพรไบโอติก

จุลินทรีย์โพรไบโอติกที่ใช้ในการทดลอง คือ แบคทีเรีย *L. acidophilus* TISTR 450, *L. plantarum* TISTR 1465 และ *L. casei* TISTR 1463 จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) โดยเก็บรักษาในอาหาร de Man, Rogosa and Sharpe (MRS) agar ที่มีการเติมกลีเซอรอล 20% (v/v) ที่อุณหภูมิ -20°C

4. การเตรียมกล้าเชื้อจุลินทรีย์

เลี้ยงแบคทีเรียโพรไบโอติกแต่ละชนิดในอาหาร MRS broth ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ที่มีการเขย่าที่ 150 rpm ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 4,000 rpm ที่อุณหภูมิ 4°C นาน 10 นาที แล้วล้างเซลล์ด้วยสารละลาย NaCl ความเข้มข้น 0.9% (w/v) และนำไปปั่นเหวี่ยงอีกครั้ง นำตะกอนเซลล์ที่ได้มาปรับให้มีจำนวนเซลล์ประมาณ 10^6 CFU/mL ด้วยสารละลาย NaCl ความเข้มข้น 0.9% (w/v) เพื่อใช้เป็นโพรไบโอติกในการทดลองต่อไป

5. การคัดเลือกสูตรน้ำผลผักปลังที่เหมาะสม

ทำการเตรียมน้ำผลผักปลังทั้งหมด 6 สูตร เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมสำหรับใช้ผลิตเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุก รายละเอียดของแต่ละสูตรแสดงดังตารางที่ 1 การเตรียมน้ำผลผักปลังโดยเจือจางน้ำผลผักปลังสุกกับน้ำสะอาดในอัตราส่วนที่ศึกษา จากนั้นปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ด้วยเครื่อง Hand refractometer และค่าพีเอชด้วย pH merter ตามระดับที่ศึกษาโดยใช้น้ำตาลกรวดและน้ำมะนาวคั้นสด ตามลำดับ แล้วนำไปพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 72°C นาน 15 นาที บรรจุใส่ขวดและนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4°C นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น ความเปรี้ยว ความหวาน และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 50 คน เพื่อหาสูตรน้ำผลผักปลังที่เหมาะสมด้วยวิธี 9-point Hedonic Scale โดยให้คะแนนความชอบที่ระดับ 1-9 (9 = ชอบมากที่สุด, 1 = ชอบน้อยที่สุด)

6. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุกในระหว่างการเก็บรักษา

เตรียมน้ำผลผักปลังตามสูตรที่คัดเลือกได้จากข้อ 5 จากนั้นนำไปพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 72°C นาน 15 นาที รอให้เย็นแล้วเติมกล้าเชื้อแบคทีเรียโพรไบโอติกลงไปในปริมาณ 15% (v/v) แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณภูมิ 5°C เป็นเวลา 21 วัน สุ่มตัวอย่างในวันที่ 0, 3, 6, 9, 12, 15, 17, 19 และ 21 ของการเก็บรักษามาวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดโดยใช้ Hand refractometer วัดค่าพีเอชโดยใช้เครื่อง pH meter วิเคราะห์ปริมาณกรดแลกติกโดยวิธี Titration วัดค่าสี L*, a* และ b* โดยใช้เครื่องวัดค่าสี Handy colorimeter และตรวจวัดการเหลือรอดชีวิตของแบคทีเรียโพรไบโอติกโดยวิธี Standard plate method โดยใช้อาหาร de Man, Rogosa and Sharpe (MRS) (รายงานผลเป็น Log CFU/mL หลังจากทำการบ่มที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง)

ตารางที่ 1 การผันแปรอัตราส่วนระหว่างน้ำผลผักปลังต่อน้ำ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และระดับพีเอชที่แตกต่างกันเพื่อใช้ในการเตรียมน้ำผลผักปลัง

สูตรที่	อัตราส่วนน้ำผลผักปลัง : น้ำ	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)	ระดับพีเอช
1	1 : 3	10	3
2	1 : 3	10	4
3	1 : 3	10	5
4	1 : 5	8	3
5	1 : 5	8	4
6	1 : 5	8	5

7. การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การทดสอบทางประสาทสัมผัสใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Varience: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ส่วนการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Varience: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการวิจัย และการอภิปรายผล

ผลการคัดเลือกสูตรน้ำผลผักปลังที่เหมาะสม

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 2) พบว่าน้ำผลผักปลังทั้ง 6 สูตร ได้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยน้ำผลผักปลังสูตรที่ 4 มีค่าคะแนนความชอบด้านสีและกลิ่นมากที่สุดเท่ากับ 7.20 และ 6.60 ตามลำดับ ในขณะที่น้ำผลผักปลังสูตรที่ 2 มีค่าคะแนนความชอบด้านความหวาน, ความเปรี้ยว และความชอบรวมมากที่สุด เท่ากับ 6.78, 6.56 และ 6.78 ตามลำดับ จากผลการทดลองที่ได้ผู้วิจัยได้เลือกน้ำผลผักปลังสูตรที่ 2 ซึ่งใช้อัตราส่วนของน้ำผลผักปลัง : น้ำ เท่ากับ 1: 3, ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้นเท่ากับ 10 °Brix และปรับพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 4 ไปใช้เป็นสูตรมาตรฐานสำหรับผลิตเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังต่อไป เนื่องจากได้คะแนนความชอบรวมสูงสุด

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุกในระหว่างการเก็บรักษา

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุกในระหว่างการเก็บรักษา โดยเติมแบคทีเรียโพรไบโอติก 3 ชนิด ได้แก่ *L. acidophilus* TISTR No. 450, *L. plantarum* TISTR No. 1465 และ *L. casei* TISTR No. 1463 ลงในน้ำผลผักปลังสุกพาสเจอร์ไรส์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 21 วัน ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในวันที่ 0, 3, 6, 9, 12, 15, 17, 19 และ 21 ของการเก็บรักษา ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 2 คะแนนความชอบต่อสี กลิ่น ความหวาน ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม ของของน้ำผลผักปลังทั้ง 6 สูตร

คุณลักษณะ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6
สี	$7.04^{A}\pm1.01$	$7.04^{A}\pm0.99$	$6.20^{B}\pm1.85$	$7.20^{A}\pm0.93$	$6.32^{B}\pm1.24$	$6.20^{B}\pm1.31$
กลิ่น	$6.46^{A}\pm1.22$	$6.34^{AB}\pm1.00$	$5.96^{B}\pm1.52$	$6.60^{A}\pm1.01$	$6.50^{A}\pm1.30$	$6.30^{AB}\pm1.22$
ความหวาน	$6.52^{A}\pm1.07$	$6.78^{A}\pm1.04$	$5.48^{C}\pm1.52$	$6.66^{A}\pm1.12$	$6.06^{B}\pm1.11$	$4.82^{D}\pm1.42$
ความเปรี้ยว	$5.66^{B}\pm1.44$	$6.56^{A}\pm1.42$	$5.86^{B}\pm1.62$	$5.50^{BC}\pm1.49$	$5.94^{B}\pm1.45$	$5.06^{C}\pm1.75$
ความชอบโดยรวม	$6.40^{AB}\pm1.05$	$6.78^{A}\pm1.17$	$6.04^{B}\pm1.55$	$6.62^{A}\pm1.11$	$6.16^{B}\pm1.08$	$5.36^{C}\pm1.38$

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย เครื่องหมานบวกลบ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=50) ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร $^{A-D}$ แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุกในระหว่างการเก็บรักษา ผลการทดลองพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 10.00-10.30 °Brix สอดคล้องกับการทดลองของ ศริสา (2548) ที่พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำผลไม้เสริมโพรไบโอติกมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากในช่วงการเก็บรักษา โดยน้ำตาลส่วนหนึ่งจะถูกแบคทีเรียนำไปใช้ในการสร้างกรดแลกติกส่งผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ลดลง ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีอิทธิพลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($p \leq 0.05$) ในขณะที่เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเท่ากันชนิดของแบคทีเรียโพรไบโอติกไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ยกเว้นในวันที่ 17 ของการเก็บรักษา

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix) ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 21 วัน

วันที่	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)		
	L. acidophilus	*L. plantarum*	*L. casei*
0	$10.00^{b, NS}$±0.00	$10.00^{e, NS}$±0.00	$10.00^{d, NS}$±0.00
3	$10.20^{a, NS}$±0.00	$10.20^{ab, NS}$±0.00	$10.20^{ab, NS}$±0.00
6	$10.20^{a, NS}$±0.00	$10.20^{ab, NS}$± 0.00	$10.20^{ab, NS}$±0.00
9	$10.13^{a, NS}$±0.12	$10.10^{cd, NS}$±0.00	$10.17^{bc, NS}$±0.06
12	$10.17^{a, NS}$±0.06	$10.17^{bc, NS}$±0.06	$10.17^{bc, NS}$±0.06
15	$10.20^{a, NS}$±0.00	$10.13^{cd, NS}$±0.12	$10.13^{bc, NS}$±0.12
17	$10.13^{a, AB}$±0.06	$10.07^{de, B}$±0.06	$10.20^{ab, A}$±0.00
19	$10.23^{a, NS}$±0.12	$10.27^{a, NS}$±0.06	$10.30^{a, NS}$±0.00
21	$10.20^{a, NS}$±0.00	$10.20^{ab, NS}$±0.00	$10.07^{cd, NS}$±0.12

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย เครื่องหมานบวกลบ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร $^{a-e}$ แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$), ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร $^{A-B}$ แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$), ^{NS} ในแนวนอนหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของเครื่องดื่มโพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 21 วัน ผลการทดลองพบว่ามีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย โดยมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 4.14-4.21 สอดคล้องกับผลการทดลองของ Shah et al. (1995) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของโยเกิร์ตที่มีแบคทีเรียโพรไบโอติก *L. acidophilus* และ *Bifidobacterium* spp. ผสมอยู่ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 สัปดาห์ โดยพบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นโยเกิร์ตจะมีค่าพีเอชลดลง และสอดคล้องกับการศึกษาของ กนกภรณ์ (2557) ที่พบว่าในระหว่างการเก็บรักษาน้ำผักโพรไบโอติกที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 21 วัน ค่าพีเอชจะลดลง โดยค่าพีเอชที่ลดลงเกิดจากการเก็บรักษาแบบแช่เย็นนั้นแบคทีเรียโพรไบโอติกยังคงสามารถสร้างกรดแลกติกได้เล็กน้อย จึงส่งผลให้ค่าพีเอชมีแนวโน้มลดลง (Shah et al., 1995) จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีอิทธิพลต่อค่าพีเอชของเครื่องดื่มที่เติม *L. plantarum* TISTR No. 1465 และ *L. casei* TISTR 1463 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และพบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเท่ากันชนิดของแบคทีเรียโพรไบโอติกไม่มีผลต่อค่าพีเอชของเครื่องดื่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 21 วัน

วันที่	ค่าพีเอช		
	L. acidophilus	*L. plantarum*	*L. casei*
0	$4.21^{ns, NS}$±0.01	$4.21^{a, NS}$±0.00	$4.21^{a, NS}$±0.00
3	$4.19^{ns, NS}$±0.00	$4.20^{b, NS}$±0.01	$4.19^{ab, NS}$±0.00
6	$4.18^{ns, NS}$±0.00	$4.18^{c, NS}$±0.00	$4.18^{bc, NS}$±0.00

9	$4.18^{ns, NS}$±0.01	$4.18^{cd, NS}$±0.01	$4.18^{c, NS}$±0.01
12	$4.17^{ns, NS}$±0.01	$4.17^{de, NS}$±0.00	$4.16^{de, NS}$±0.01
15	$4.16^{ns, NS}$±0.01	$4.17^{e, NS}$±0.01	$4.16^{de, NS}$±0.01
17	$4.15^{ns, NS}$±0.01	$4.16^{e, NS}$±0.01	$4.16^{de, NS}$±0.01
19	$4.15^{ns, NS}$±0.01	$4.15^{f, NS}$±0.01	$4.15^{e, NS}$±0.00
21	$4.14^{ns, NS}$±0.01	$4.14^{g, NS}$±0.00	$4.14^{f, NS}$±0.01

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย เครื่องหมานบวกลบ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร $^{a-e}$ แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$), $^{ns, NS}$ ในแนวตั้งและแนวนอน ตามลำดับ หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในระหว่างการเก็บรักษา ผลการทดลองพบว่าปริมาณกรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยสอดคล้องกับค่าพีเอชที่มีแนวโน้มลดลง ซึ่งในการทดลองนี้แม้ว่าจะเก็บรักษาเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุกที่อุณหภูมิ 5°C แต่ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแบคทีเรียโพรไบโอติกยังคงมีกิจกรรมในการสร้างกรดแลกติกจึงทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้น (ศริสา, 2548; กนกภรณ์, 2557; Shah et al., 1995; Yoon et al., 2004) โดยมีปริมาณกรดอยู่ในช่วง 0.77-1.64 % (w/v) และพบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีอิทธิพลต่อปริมาณกรดทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเท่ากันชนิดของแบคทีเรียโพรไบโอติกไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณกรดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ยกเว้นวันที่ 19 และ 21 ของการเก็บรักษา

ตารางที่ 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 21 วัน

วันที่	ปริมาณกรดทั้งหมด (%, w/v)		
	L. acidophilus	*L. plantarum*	*L. casei*
0	$0.77^{d, NS}$±0.17	$0.84^{d, NS}$±0.03	$0.79^{d, NS}$±0.19
3	$0.84^{d, NS}$±0.17	$1.08^{c, NS}$±0.08	$0.88^{d, NS}$±0.06
6	$1.18^{c, NS}$±0.06	$1.20^{b, NS}$±0.13	$1.19^{c, NS}$±0.10
9	$1.33^{bc, NS}$±0.02	$1.34^{a, NS}$±0.02	$1.35^{bc, NS}$±0.16
12	$1.35^{b, NS}$±0.00	$1.35^{a, NS}$±0.00	$1.43^{ab, NS}$±0.13
15	$1.40^{ab, NS}$±0.03	$1.35^{a, NS}$±0.00	$1.46^{ab, NS}$±0.11
17	$1.44^{ab, NS}$±0.08	$1.38^{a, NS}$±0.03	$1.58^{a, NS}$±0.05
19	$1.44^{ab, B}$±0.08	$1.40^{a, B}$±0.05	$1.61^{a, A}$±0.05
21	$1.53^{a, AB}$±0.00	$1.44^{a, B}$±0.00	$1.64^{a, A}$±0.10

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย เครื่องหมานบวกลบ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร $^{a-d}$ แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$), ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร $^{A-B}$ แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$), ^{NS} ในแนวนอนหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 6 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุก โดยค่า L* แสดงถึงความสว่างเมื่อเข้าใกล้ 100 และแสดงถึงความมืด เมื่อมีค่าใกล้ 0 โดยพบว่าเครื่องดื่มมีค่าความสว่างอยู่ในช่วง 6-7 ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ทั้งนี้ในน้ำผลผักปลังมีสารสีแอนโทไซยานินที่ให้สีม่วงแดงจึงทำให้เครื่องดื่มมีสีเข้มค่าความสว่างที่วิเคราะห์ได้จึงมีค่าค่อนข้างต่ำ ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ ศริสา ทวีแสง (2548) ที่ทดลองเติมแบคทีเรียโพรไบโอติกลงในน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์และพบว่าค่าความสว่างของน้ำผลไม้มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ โดยระยะเวลาในการเก็บรักษาและชนิดของแบคทีเรียโพรไบโอติกไม่มีอิทธิพลต่อค่าความสว่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ยกเว้นในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา

ตารางที่ 7 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า a* ของเครื่องดื่มน้ำผลผักปลังพาสเจอไรส์เสริมโพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา โดยค่า a* คือ ค่าที่แสดงความเป็นสีแดงหรือสีเขียว +a หมายถึง แสดงความเป็นสีแดง และ -a หมายถึง แสดงความเป็นสีเขียว ผลการทดลองพบว่าค่า a* มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากในระหว่างการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 21-28 โดยในวันที่ 21 ของการเก็บรักษาเครื่องดื่มจะมีค่า a* อยู่ในช่วง 22-26 และพบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีอิทธิพลต่อค่า a* ของเครื่องดื่มที่เติม *L. plantarum* TISTR No. 1465 และ *L. casei* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยสีแดงที่ปรากฏในน้ำผลผักปลังสุกเกิดจากสารสีแอนโทไซยานินที่ให้สีม่วงแดง และพบว่าชนิดของแบคทีเรียโพรไบโอติกไม่มีผลต่อค่า a* ในระหว่างการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ยกเว้นวันที่ 21 ของการเก็บรักษา

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 21 วัน

วันที่	ค่าความสว่าง (L*)		
	L. acidophilus	*L. plantarum*	*L. casei*
0	$6.22^{ns, NS}\pm0.22$	$6.38^{ns, NS}\pm0.34$	$6.25^{ns, NS}\pm0.37$
3	$6.48^{ns, A}\pm0.15$	$6.38^{ns, A}\pm0.11$	$6.06^{ns, B}\pm0.07$
6	$6.49^{ns, NS}\pm0.54$	$6.91^{ns, NS}\pm0.14$	$6.12^{ns, NS}\pm0.32$
9	$6.43^{ns, NS}\pm0.70$	$7.04^{ns, NS}\pm0.78$	$6.50^{ns, NS}\pm0.58$
12	$6.51^{ns, NS}\pm0.65$	$6.80^{ns, NS}\pm0.67$	$6.22^{ns, NS}\pm0.41$
15	$6.60^{ns, NS}\pm0.67$	$6.55^{ns, NS}\pm0.66$	$5.88^{ns, NS}\pm0.50$
17	$6.42^{ns, NS}\pm0.54$	$5.93^{ns, NS}\pm0.15$	$6.13^{ns, NS}\pm0.38$
19	$6.57^{ns, NS}\pm0.18$	$6.24^{ns, NS}\pm0.08$	$6.52^{ns, NS}\pm0.31$
21	$6.31^{ns, NS}\pm0.22$	$6.36^{ns, NS}\pm0.33$	$6.15^{ns, NS}\pm0.14$

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย เครื่องหมานบวกลบ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร $^{A-B}$ แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$), $^{ns, NS}$ ในแนวตั้งและแนวนอน ตามลำดับ หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 7 การเปลี่ยนแปลงค่า a* ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 21 วัน

วันที่	ค่า a*		
	L. acidophilus	*L. plantarum*	*L. casei*
0	$25.20^{ns, N}$±2.02	$27.72^{a, NS}$±0.60	$25.67^{a, NS}$±2.33
3	$24.34^{ns, NS}$±1.41	$25.33^{ab, NS}$±1.43	$24.33^{ab, NS}$±0.53
6	$23.48^{ns, NS}$±1.71	$21.11^{c, NS}$±1.02	$22.35^{b, NS}$±0.41
9	$23.29^{ns, NS}$±1.06	$23.92^{bc, NS}$±1.22	$23.75^{ab, NS}$±1.09
12	$24.05^{ns, NS}$±1.71	$23.55^{bc, NS}$±1.63	$23.96^{ab, NS}$±0.93
15	$24.81^{ns, NS}$±2.46	$23.19^{bc, NS}$±3.12	$24.17^{ab, NS}$±1.50
17	$24.84^{ns, NS}$±0.54	$23.44^{bc, NS}$±1.27	$22.47^{b, NS}$±1.00
19	$24.13^{ns, NS}$±0.23	$22.39^{c, NS}$±0.47	$22.06^{b, NS}$±1.57
21	$24.76^{ns, A}$±1.06	$23.33^{bc, B}$±0.22	$22.98^{b, B}$±0.51

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย เครื่องหมายบวกลบ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร $^{a-c}$ แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$), ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร $^{A-B}$ แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$), $^{ns, NS}$ ในแนวตั้งและแนวนอน ตามลำดับ หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 8 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า b* ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุกในระหว่างการเก็บรักษา โดย +b หมายถึง แสดงความเป็นสีเหลือง และ -b หมายถึง แสดงความเป็นสีน้ำเงิน พบว่าค่า b* มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากในระหว่างการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.48-3.55 และพบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีอิทธิพลต่อค่า b* ของเครื่องดื่มที่เติม *L. plantarum* TISTR No. 1465 และ *L. plantarum* TISTR No. 1465 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และพบว่าชนิดแบคทีเรียโพรไบโอติกไม่มีอิทธิพลต่อค่า b* ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 21 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ยกเว้นวันที่ 3 และ 6 ของการเก็บรักษา

ตารางที่ 8 การเปลี่ยนแปลงค่า b* ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 21 วัน

วันที่	ค่า b*		
	L. acidophilus	*L. plantarum*	*L. casei*
0	$1.89^{c, NS}$±0.54	$3.36^{a, NS}$±0.42	$1.78^{ns, NS}$±0.90
3	$3.15^{a, A}$±0.39	$2.38^{a, B}$±0.09	$2.24^{ns, B}$±0.10
6	$2.77^{ab, A}$±0.51	$1.48^{b, B}$±0.12	$2.47^{ns, A}$ ±0.52
9	$3.34^{a, NS}$±0.66	$2.47^{a, NS}$±0.66	$2.47^{ns, NS}$ ±0.36
12	$2.86^{ab, NS}$±0.23	$2.77^{a, NS}$±0.34	$2.47^{ns, NS}$±0.45
15	$2.38^{bc, NS}$±0.45	$3.06^{a, NS}$±0.82	$2.46^{ns, NS}$±0.62
17	$3.25^{a, NS}$±0.19	$2.87^{a, NS}$±0.38	$3.12^{ns, NS}$±0.68
19	$3.35^{a, NS}$±0.18	$2.68^{a, NS}$±0.18	$2.74^{ns, NS}$±0.63
21	$3.55^{a, NS}$±0.23	$3.30^{a, NS}$±0.71	$3.04^{ns, NS}$±0.57

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย เครื่องหมานบวกลบ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร $^{a-c}$ แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$), ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร $^{A-B}$ แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$), $^{ns, NS}$ ในแนวตั้งและแนวนอน ตามลำดับ หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 9 แสดงการเหลือรอดชีวิตของแบคทีเรียโพรไบโอติกของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 21 วัน ผลการทดลองพบว่าจำนวนแบคทีเรียโพรไบโอติกแต่ละชนิดมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ข้อมูลไม่ได้แสดง) อย่างไรก็ตาม พบว่าจำนวนแบคทีเรียที่เหลือรอดชีวิตของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุกยังคงมีจำนวนสูงกว่าระดับที่กำหนดให้เป็นระดับที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย (Therapeutic Dose) ซึ่งกำหนดว่าต้องเหลือรอดชีวิตอย่างน้อย 1×10^5 CFU/ml หรือ 5 Log CFU/ml (Lee and Salminen, 1995; Dave and Shah, 1996) ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ Shah et al. (1995) ที่รายงานว่าจำนวนแบคทีเรียโพรไบโอติก (*L. acidophilus* และ *Bifidobacterium* spp.) มีแนวโน้มลดจำนวนลงเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นานขึ้น และสอดคล้องกับการศึกษาของ Yoonet al. (2004) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงและการรอดชีวิตของแบคทีเรีย *L. acidophilus* และ *L. delbrueckii* ในน้ำบีทรูทในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยพบว่าแบคทีเรียทั้งสองชนิดมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น และสอดคล้องกับการศึกษาของ ศริสา (2548) ที่ทดลองเติม *L. acidophilus* และ *L. delbrueckii* subsp. *lactis* และเชื้อผสมของแบคทีเรียทั้งสองชนิดในน้ำส้ม, น้ำสับปะรด และน้ำมะเขือเทศพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งการลดลงของจำนวนโพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (5-8 °C) มีสาเหตุมาจากแบคทีเรียโพรไบโอติกสามารถผลิตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ออกมาซึ่งมีความเป็นพิษต่อเซลล์ของแบคทีเรียโพรไบโอติกเอง จึงส่งผลให้จำนวนของแบคทีเรียโพรไบโอติกลดลง (กนกภรณ์, 2557; ตรี และบวรศักดิ์, 2561; Dave and Shah, 1996) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าชนิดของแบคทีเรียโพรไบโอติกมีอิทธิพลต่อจำนวนแบคทีเรียโพรไบโอติกที่รอดชีวิตในวันที่ 21 ของการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยที่ *L. plantarum* TISTR No. 1465 มีจำนวนเซลล์ที่เหลือรอดชีวิตมากที่สุดเท่ากับ 6.21 Log CFU/ml (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 จำนวนแบคทีเรียโพรไบโอติกที่เหลือรอดชีวิตในเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 21 วัน

แบคทีเรียโพรไบโอติก	จำนวน (Log CFU/ml)
L. acidophilus TISTR 450	$6.21^{a} \pm 0.02$
L. plantarum TISTR 1465	$6.15^{b} \pm 0.02$
L. casei TISTR 1463	$6.15^{b} \pm 0.02$

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย เครื่องหมานบวกลบ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร $^{a-b}$ แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

บทสรุป

ผลการคัดเลือกสูตรน้ำผลผักปลังที่เหมาะสม พบว่าสูตรที่เหมาะสมประกอบด้วยอัตราส่วนของน้ำผลผักปลัง : น้ำ เท่ากับ 1 : 3, ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้นเท่ากับ 10°Brix และปรับพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 3 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและการเหลือรอดชีวิตของ *L. acidophilus* TISTR No. 450, *L. plantarum* TISTR No. 1465 และ *L. casei* TISTR No.

1463 ที่เติมลงไปในน้ำผลผักปลังพาสเจอไรซ์ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 21 วัน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมีและกายภาพเพียงเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น การศึกษาการรอดชีวิตของแบคทีเรียโพรไบโอติกในเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำผลผักปลังสุกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 21 วัน พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยในวันที่ 21 ของการเก็บรักษาพบว่าเครื่องดื่มที่เติม *L. acidophilus* TISTR No. 450 มีจำนวนเซลล์ที่รอดชีวิตมากที่สุดเท่ากับ 6.21 ล็อก โคโลนีต่อมิลลิลิตร (Log CFU/ml) ซึ่งเป็นจำนวนมากกว่าระดับที่กำหนดให้เป็นระดับที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย (Therapeutic Dose) ซึ่งกำหนดว่าแบคทีเรียโพรไบโอติกต้องเหลือรอดชีวิตอย่างน้อย 1×10^5 โคโลนีต่อมิลลิลิตร (CFU/ml) หรือ 5 ล็อก โคโลนีต่อมิลลิลิตร มิลลิลิตร จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าแบคทีเรียโพรไบโอติกทั้ง 3 ชนิด สามารถปรับตัวได้ดีในน้ำผลผักปลังสุก และพบว่าน้ำผลผักปลังสุกมีศักยภาพที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องดื่มโพรไบโอติก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กนกภรณ์ บำรุงภักดี. (2557). การเหลือรอดของแบคทีเรียโปรไบโอติกในน้ำผักและน้ำผลไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชื่นนภา ชัชวาล และนาฏศจี นวลแก้ว. (2552). ผักปลัง ผักที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ. การแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. 7(2-3): 197-201.

ตรี วาทกิจ และบวรศักดิ์ ลีนานนท์. (2561). การเสริมโพรไบโอติกด้วยเชื้อ *Lactobacillus pentosus* ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตหมักจากข้าวไรซ์เบอรี่. 3(พิเศษ): 306-311.

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2545). เคมีอาหาร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์: กรุงเทพฯ.

มณชัย เดชสังกรานนท์, อมรรัตน์ สีสุกอง และณรงค์พันธุ์ รัตนปนัดดา. (2560). การศึกษาเบื้องต้นของการผลิตวุ้นสวรรค์จากน้ำผลผักปลังสุก. วารสารก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 17(1): 11-36.

ศริสา ทวีแสง. (2548). การเหลือรอดชีวิตของเชื้อแบคทีเรียโพรไบโอติกในน้ำผลไม้ชนิดต่าง ๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Akhter S., Abdul H., Shawkat I.S., Swapan K.S., Mohammad S.H.C. and Sanjay S.S. (2008). A review on the use of non-timber forest products in beauty-care in Bangladesh. Journal of Forestry Research. 19: 72-78.

Azeredo H.M.C. (2009). Betalains: properties, sources, applications, and stability-a review. International Journal of Food Science and Technology. 44: 2365-2376.

Dave R.I. and Shah N.P. (1996). Evaluation of media for selective emuneration of *Streptococcus thermophilus. Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus, Lactobacillus acidophilus* and bifidobacteria. Journal of Dairy Science. 79: 1529-1536.

Lee Y.K. and Salminen S. (1995). The coming of age of probiotics. Trends in Food Science and Technology. 6: 241-245.

Rong Q., Cheng H., Huizhang D., Guo Z., Ling Z. and Sheng Y. (2011). Milk consumption and lactose intolerance in adults. Biomedical and Environmental Sciences. 24: 512-517.

Saikia A.P., Ryakala V.K., Shama P., Goswami P. and Bora U. (2006). Ethnobotany of medicinal plants used by assamese people for various skin aliments and cosmetics. Journal of Ethnopharma cology. 106(2): 149-157.

Shah N.P., Lankaputhra W.E., Britz M.L. and Kyle W.S. (1995). Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in commercial yoghurt during refrigerated. International Dairy Journal. 5: 515-521.

Vanderhoof J.A. (2001). Probiotics: Future directions. Journal of Clinical Nutrition. 73(6): 1152-1155.

Yoon K.Y., Woodams E.E. and Hang Y.D. (2004). Fermentation of beet juice by beneficial lactic acid bacteria. LWT - Food Science and Technology. 38: 73-75.