การหมักน้ำแครอทด้วยกล้าเชื้อผสม เพื่อเป็นเครื่องดื่มโพรไบโอติกส์

Carrot Juice Fermentation with Mixed Cultures for Probiotic Drinks

รศ.ดร. ปิ่นมณี ขวัญเมือง

รายงานการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากเงินรายได้
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีงบประมาณ พ.ศ. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การหมักน้ำแครอทด้วยกล้าเชื้อผสม เพื่อเป็นเครื่องดื่มโพรไบโอติกส์

Carrot Juice Fermentation with Mixed Cultures for Probiotic Drinks

รศ.ดร. ปิ่นมณี ชวัญเมือง

RCH
TP
657
.C37
ฉ๑๕๘ ก
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 115479
วัน,เดือน,ปี 15 มี.ค. 2554
A.1

รายงานการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากเงินรายได้
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีงบประมาณ พ.ศ. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b.1230920
i.....

ชื่อโครงการวิจัย การหมักน้ำแครอทด้วยกล้าเชื้อผสมเพื่อเป็นเครื่องดื่มโพรไบโอดิกส์

ผู้ดำเนินการวิจัย รศ.ดร. ปิ่นมณี ขวัญเมือง

หน่วยงาน สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีงบประมาณ 2551

บทคัดย่อ

การศึกษาการหมักน้ำแครอทโดยใช้เชื้อผสมของ *Lactobacillus pentosus* และ *Saccharomyces cerevisiae* มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนระหว่างการหมักน้ำแครอทที่เตรียมโดยใช้ความเข้มข้นของน้ำตาล 10 15 และ 20 องศาบริกซ์ เลือกสูตรที่เหมาะสมโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ศึกษาอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ผลการศึกษาพบว่าตัวอย่างน้ำแครอทที่เตรียมโดยใช้ความเข้มข้นของน้ำตาลเริ่มต้น 20 องศาบริกซ์ มีกิจกรรมการหมักเกิดขึ้นมากที่สุด โดยที่อายุการหมัก 48 ชั่วโมง ความเข้มข้นของน้ำตาลเหลืออยู่ 15 องศาบริกซ์ ปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากับ 2.88 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกรดแลคติกเท่ากับ 0.817 เปอร์เซ็นต์ จำนวนเซลล์แบคทีเรียกรดแลคติกเท่ากับ 3.42×10^{11} และจำนวนเซลล์ยีสต์เท่ากับ 2.42×10^{10} โคโลนี/มิลลิลิตร และเป็นสูตรที่มีค่าเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม สูงสุด เท่ากับ 7.52 7.67 8.42 8.12 และ 8.33 ตามลำดับ น้ำแครอทหมักไม่พาสเจอไรซ์เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน พบว่ายังมีกิจกรรมของจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดเกิดขึ้น ซึ่งเป็นคุณสมบัติประการหนึ่งของจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอดิกส์ที่สามารถเจริญและมีกิจกรรมได้ตามปกติในสภาวะที่เป็นกรด ส่วนการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำแครอทที่ผ่านการหมักและไม่ผ่านการหมักพบว่า น้ำแครอทที่ผ่านการหมักมีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น ได้แก่ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว คือ กลูโคสและฟรุคโทส มีเบตาแคโรทีน ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเพิ่มขึ้น ตลอดจนมีแคลเซียม แมงกานีส และโพแทสเซียม เพิ่มขึ้น ซึ่งน้ำแครอทหมักนี้สามารถใช้เป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title Carrot Juice Fermentation with Mixed Cultures for Probiotic Drinks

Researcher Associate Professor Dr. Pinmanee Kwanmuang

Department Department of Agricultural Education,
Faculty of Industrial Education
King Mungkut' s Institute of Technology Ladkrabang

Year 2008

ABSTRACT

The objective of carrot juice fermentation with mixed cultures of *Lactobacllus pentosus* and *Saccharomyces cerevisiae* were investigated changing during fermentation at initial sugar concentration of carrot juice media at 10 15 and 20 °brix, selected optimum formula by sensory evaluation method, investigated of cold storage time at temperature of 4 degree celsius, and chemical analysis of fermented carrot juice. The result found that, the initial sugar concentration of carrot juice media at 20 °brix was the best fermentation activity. Fermentation times at 48 hour, sugar concentration remain 15 °brix, percent of alcohol was 2.88, percent of lactic acid was 0.817, cell number of *Lactobacllus pentosus* and *Saccharomyces cerevisiae* were $3.42x10^{11}$ cfu/ml. and $2.42x10^{10}$ cell/ml. respectively. The result of sensory evaluation, color, odor taste, texture and total accept were 7.52 7.67 8.42 8.12 and 8.33, respectively. Cold storage time at temperature of 4 degree celsius for 15 days, non pasteurized fermented carrot juice had fermentation activity both lactic acid bacteria and yeast, continuously, because their property of probiotic microorganisms, that can be grew and had fermentation activity on acidic condition. Chemical analysis of fermented carrot juice found that, chemical composition value were increased, such as glucose, fructose, the bioactive of beta–carotene, and available of mineral such as calcium. manganese and potassium were increased, which fermented carrot juice can be use for healthy drinks.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การหมักน้ำแครอทด้วยกล้าเชื้อผสมเพื่อเป็นเครื่องดื่มโพรไบโอติกส์ เป็นงานวิจัยที่ได้รับการสนับสนุนจากเงินรายได้ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ประจำปีงบประมาณ 2551 โดยใช้ห้องปฏิบัติการ ค 140 ค 141 และ ค 149 สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร เป็นสถานที่ทำการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีโดยได้รับความร่วมมือจากบุคคลหลายฝ่ายด้วยกัน ได้แก่ บุคลากรในสาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร บุคลากรในสำนักงานคณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร แขนงวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คือนางสาวผกามาศ จันทวงศ์ ซึ่งเป็นผู้ช่วยทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ตลอดจนนักศึกษาที่เป็นผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์น้ำแครอทหมัก และสำนักบริหารงานวิจัยที่ได้มีส่วนสนับสนับการเผยแพร่งานวิจัยนี้ในงานลาดกระบังแฟร์ ตลอดจนผู้เข้าชมงานลาดกระบังแฟร์ทุกท่าน และผู้เกี่ยวข้องอีกหลายท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ในที่นี้ ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII

บทที่ 1 บททำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการกวิจัย.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำการวิจัย.....1
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2
1.5 หน่วยงานวิจัยที่นำผลงานไปใช้ประโยชน์.....2

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เกี่ยวกับแครอท.....3
2.2 แคโรทีนอยด์.....6
2.3 การถนอมอาหารโดยการหมัก.....9
2.4 โพรไบโอติกส์.....17
2.5 ผลิตภัณฑ์จากการหมักผักและผลไม้.....19
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....22

บทที่ 3 วิธีดำเนินการและผลการวิจัย

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....26
3.2 วิธีดำเนินงาน.....27
3.3 ผลการวิจัย.....29

บทที่ 4 อภิปรายผลการวิจัย

4.1 การหมักน้ำแครอทด้วยกล้าเชื้อผสมของ *Lactobacillus pentosus* และ *Sccharomeces cerevisiae* ที่ความเข้มข้นของน้ำตาล 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์..37
4.2 ผลการทดสอบการชิมน้ำแครอทหมัก.....38
4.3 ผลการเก็บรักษาน้ำแครอทหมักที่อายุการเก็บรักษา 0 3 6 9 12 และ 15 วัน.....38
4.4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำแครอทหมัก.....38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย.....40
บรรณานุกรม.....41
ภาคผนวก.....45
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำแครอท มผช. 277/2547.....46
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำหมักพืช มผช.841/2547.....52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำแครอท.....6

2 ตัวอย่างของพืชที่ให้สารแคโรทีนอยด์ชนิดต่าง ๆ.....7

3 แบคทีเรียกรดแลคติก การหมักและผลิตภัณฑ์.....17

4 ตัวอย่างของจุลินทรีย์ที่เป็นโพรไบโอติกส์บางชนิด.....19

5 การเปลี่ยนแปลงองศาบริกซ์ เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกและจำนวนเซลล์ ในการหมักน้ำแครอทที่มีความหวานเริ่มต้น 10 15 และ 20 องศาบริกซ์ ที่อายุการหมัก 0 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง.....30

6 ค่าเฉลี่ยด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของน้ำแครอทหมักที่มีความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 10 15 และ 20 องศาบริกซ์.....32

7 การเปลี่ยนแปลงองศาบริกซ์ เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก ค่าพีเอช จำนวนเซลล์ ในการเก็บรักษาน้ำแครอทหมักที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่อายุ 0 3 6 9 12 และ 15 วัน.....33

8 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำแครอทพาสเจอไรซ์ และน้ำแครอทหมักที่ผ่านการพาสเจอไรซ์.....36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1 น้ำแครอทและผลิตภัณฑ์น้ำแครอท....4

2 โครงสร้างทางเคมีของแคโรทีนอยด์ชนิดต่างๆ 8

3 บทบาทของแคโรทีนอยด์ในการป้องกันโรคเรื้องรัง....9

4 กระบวนการหมักแอลกอฮอล์....11

5 เซลล์ *Saccharomyces cerevisiae* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์....12

6 เซลล์ *Saccharomyces cerevisiae* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ SEM....12

7 วิถีการหมักกรดแลคติกแบบโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ....13

8 วิถีการหมักกรดแลคติกแบบเฮทเทอร์โนเฟอร์เมนเททีฟ....15

9 ลักษณะเซลล์ของแลคโตบาซิลัส เพนโตซัส....16

10 กระบวนการหมักผลิตภัณฑ์กะหล่ำปลีดองและไซเดอร์....20

11 แนวคิดการแปรรูปน้ำแครอทโดยการหมักเพื่อใช้เป็นเครื่องดื่ม....21

12 น้ำแครอทและน้ำสับปะรดซึ่งเป็นวัตถุดิบในการหมักน้ำแครอท....27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

แครอทเป็นพืชผักที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง และประกอบด้วยสารประกอบออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์ ได้แก่ แคโรทีนอยด์และองค์ประกอบที่เป็นอนุพันธุ์ของแคโรทีนอยด์ ประโยชน์ที่สำคัญของสารประกอบแคโรทีนอยด์ต่อสุขภาพ คือ ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง และเพิ่มภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย แครอทจัดเป็นผลิตผลทางชีวภาพที่เมื่อเก็บเกี่ยวจากแปลงปลูกแล้วย่อมมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ได้แก่ ความหวานลดลง เมื่อเก็บไว้นานอาจเกิดความขม และมีกลิ่นผิดปกติที่เกิดจากการออกซิไดซ์ การลดความสูญเสียของแครอทประการหนึ่งคือนำมาแปรรูป เช่น แครอทแช่แข็ง แครอทแห้ง แครอทกระป๋อง ตลอดจนน้ำแครอท ซึ่งน้ำแครอทจัดเป็นเครื่องดื่มจากพืชที่นิยมบริโภคกันมาก นอกจากนั้นการนำน้ำแครอทมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ ยังสามารถทำได้ เช่น การทำโยเกิร์ตแครอท และการนำน้ำแครอทมาหมักด้วยจุลินทรีย์ในกลุ่มของโพรไบโอติกส์ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์ นอกจากนั้นจุลินทรีย์ที่เป็นโพรไบโอติกส์ยังถูกนำมาใช้ประโยชน์ในอาหารหมักจากผลิตผลทางการเกษตรอีกหลายชนิด กระบวนการหมักโดยจุลินทรีย์โพรไบโอติกส์เป็นการหมักที่ทำให้เกิดกรดแลคติก ซึ่งจะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเปรี้ยวและมีลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ตามชนิดของวัตถุดิบ

น้ำแครอทเป็นเครื่องดื่มที่คั้นได้จากหัวแครอท ซึ่งเป็นพืชผักและเป็นที่นิยมบริโภคของคนทั่วไป ส่วนประกอบของน้ำแครอทประกอบด้วยแคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ ช่วยในการรักษาโรค การนำน้ำแครอทมาหมักด้วยจุลินทรีย์ในกลุ่มโพรไบโอติกส์จะช่วยทำให้น้ำแครอทที่ผ่านการหมักมีคุณค่ามากขึ้น และมีกลิ่นรสเฉพาะที่เกิดจากการหมัก ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะทางประสาทสัมผัสต่างไปจากน้ำแครอที่ไม่ผ่านการหมัก ใช้เป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ การนำน้ำแครอทมาหมักเพื่อเป็นเครื่องดื่มโพรไบโอติกส์จึงเป็นแนวทางเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำแครอทอีกรูปแบบหนึ่ง ทำให้ได้เครื่องดื่มรูปแบบใหม่ ซึ่งจะมีประโยชน์ในการใช้เป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพในอนาคตต่อไป ดังนั้นการศึกษาถึงรายละเอียดเกี่ยวกับการหมักน้ำแครอทจึงสามารถพัฒนาเป็นเครื่องดื่มในทางการค้าประเภทหนึ่งได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.เพื่อศึกษาวิธีการหมักน้ำแครอทโดยใช้กล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติกและยีสต์

2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยงแปลงระหว่างการหมักน้ำแครอทโดยใช้กล้าเชื้อผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เพื่อศึกษาความเข้มข้นของน้ำตาลที่ใช้ในการหมักเริ่มต้น

4. พื่อทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำแครอทหมักโดยกลุ่มผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน

5. เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาน้ำแครอทที่ผ่านการหมักในตู้เย็น

6. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำแครอทที่ผ่านการหมัก

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. เตรียมน้ำแครอทและทำการหมักน้ำแครอทโดยใช้เชื้อผสมของแบคทีเรียกแลคติกและกับยีสต์

2. หมักน้ำแครอทโดยศึกษาความเข้มข้นของน้ำตาลที่ใช้ในการหมัก และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระหว่างการหมัก

3. ทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสและวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของน้ำแครอทหมัก

4. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของน้ำแครอทหมักที่อุณหภูมิตู้เย็น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผลจากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่คือ น้ำแครอทหมัก ซึ่งจัดเป็นเครื่องดื่มโพรไบโอดิกส์ ตลอดจนมีคุณค่าทางโภชนาการสูงจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภค

2. จากผลิตภัณฑ์ดังกล่าวสามารถนำไปใช้เพื่อพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรอื่นๆ ที่มีลักษณะเดียวกัน และสามารถพัฒนาไปสู่ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มในเชิงพาณิชย์ได้

1.5 หน่วยงานวิจัยที่นำผลงานไปใช้ประโยชน์

1. หน่วยงานที่ทำการวิจัย คือ สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สามารถนำความรู้และแนวทางที่ได้จากการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการอบรมให้กับผู้สนใจ

2. สถานศึกษาในระดับต่างๆ เช่น ระดับอาชีวศึกษา วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี สามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน ตลอดจนการอบรมเพื่อเผยแพร่ความรู้แก่ผู้สนใจ

3. หน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน ที่เกี่ยวข้องกับการจัดอบรมเพื่อพัฒนาด้านอาชีพ เช่น กรมพัฒนาชุมชน กรมส่งเสริมการเกษตร สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นของชุมชนนั้นๆ ตลอดจนหน่วยงานอื่นๆ และผู้สนใจสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เกี่ยวกับแครอท

แครอท (*Daucus carota* L.) เป็นพืชผักที่นิยมนำมาใช้บริโภคเป็นอาหารมนุษย์ ในแครอทอุดมไปด้วยเบตาแคโรทีน กรดแอสคอร์บิก เทอโคฟีนอล และยังเป็นแหล่งของวิตามินตามธรรมชาติ (Hashimoto and Nagamada, 2004) แครอทเป็นพืชที่ใช้ประโยชน์จากส่วนของรากเช่นเดียวกับบีทรูท แรดิช เทอนีพ มันเทศ ลักษณะของรากแครอทมีสีส้มเข้ม ในหัวแครอทมีองค์ประกอบของเบตา-แคโรทีนสูง มีลักษณะเป็นสีส้ม ซึ่งเป็นสีตามธรรมชาติในกลุ่มของแคโรทีนอยด์ ผิวของแครอทมีลักษณะเรียบ แน่น และไม่มีรอยแตก รากแครอทที่จำหน่ายทั่วไปในตลาดมีความยาวประมาณ 2-8 นิ้ว (Brown, 2004)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของแครอท

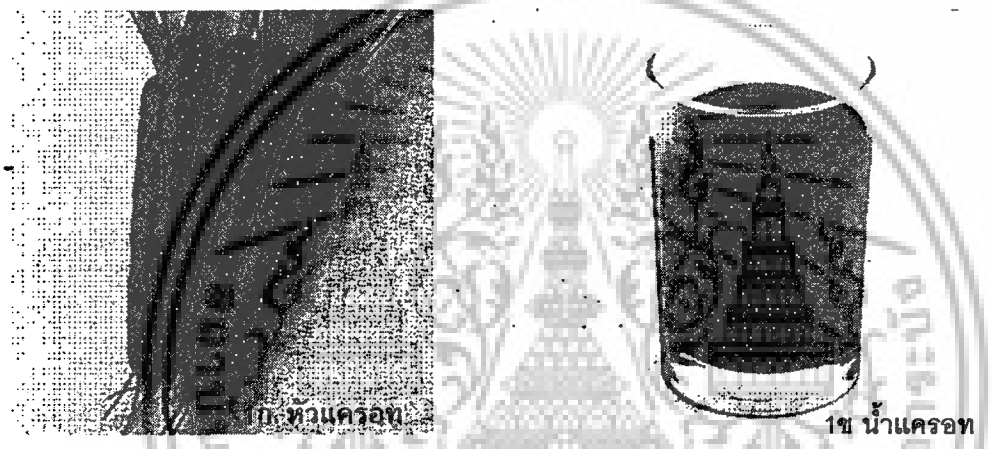
วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม (2531) ได้กล่าวถึงลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของแครอทไว้ในพจนานุกรมสมุนไพรไทย ดังนี้

ชื่ออื่น ๆ แครอท ผักกาดหัวเหลือง ผักขี้หัว
ชื่อสามัญ Carrot, Beesnest Plant, Bird's nest root, Queen Anne's lace Umbelliferae
ชื่อวิทยาศาสตร์ *Daucus corato* Linn.
วงศ์ *Umbelliferae*
ลักษณะทั่วไป : ต้น : เป็นพรรณไม้ล้มลุก มีอายุประมาณ 1-2 ปี
ใบ : มีลักษณะเป็นฝอย
ราก : มีลักษณะยาว ปลายเรียว มีสีส้มทั้งผิวและเนื้อ
การขยายพันธุ์: โดยการใช้เมล็ด
ส่วนที่ใช้ : ใช้ส่วนของหัว หรือราก
สรรพคุณ : **หัวแครอท** มีลักษณะเป็นสีส้ม เพราะมีสารแคโรทีนเป็นจำนวนมาก เมื่อเราบริโภคสารชนิดนี้เข้าไปร่างกายสามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอ ซึ่งเป็นวิตามินที่จำเป็นสำหรับสายตา โดยเฉพาะผู้ที่เป็นโรคตาฟาง

น้ำคั้นจากแครอท ใช้ผสมกับน้ำมะนาว ทาตามบริเวณผิวหน้าเป็นยาบำรุง ลบรอยเหี่ยวย่นบนใบหน้า หัวแครอทยังมีปริมาณของเกลือโปแตสเซียมสูง ซึ่งมีฤทธิ์ในทางขับปัสสาวะ ส่วนน้ำมันหอมระเหยที่มีอยู่ในแครอทมีฤทธิ์ในการขับพยาธิไส้เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แครอทเมื่อเก็บเกี่ยวออกจากแปลงปลูกแล้วอาจเกิดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวขึ้น เช่น ความหวานลดลง มีรสขมและอาจเกิดกลิ่นที่มีผลมาจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน การลดความสูญเสียของแครอทที่สำคัญประการหนึ่ง คือ การนำแครอทมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากแครอท เช่น แครอทแห้ง แครอทแช่แข็ง แครอทกระป๋อง น้ำแครอท และนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์แครอทหมัก (fermented carrot products) ผลิตภัณฑ์จากแครอทที่พบเห็นในท้องตลาดทั่วไปคือ น้ำแครอท ซึ่งเป็นที่นิยมของผู้บริโภค (Chen et al., 1996)



ภาพที่ 1 หัวแครอทและผลิตภัณฑ์น้ำแครอท

น้ำแครอท (Carrot juice)

น้ำแครอท เป็นน้ำผักที่ผลิตจากหัวแครอท มักพบเห็นทั่วไปในท้องตลาด เป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ในน้ำแครอทประกอบด้วยองค์ประกอบของโปรวิตามิดเอ (provitamin A) ได้แก่ แคโรทีนอยด์ และยังมีองค์ประกอบของวิตามินบีรวม (B complex) ตลอดจนเกลือแร่ชนิดอื่นๆ ได้แก่ แคลเซียม ทองแดง แมงกานีส โปแตสเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก กรดฟอลิก แครอทน้ำหนัก 1 ปอนด์ เมื่อนำมาคั้นน้ำจะได้น้ำแครอท 1 ถ้วย ซึ่งถือว่าได้ปริมาณสูงเมื่อเทียบกับแอปเปิลและส้ม อย่างไรก็ตามกากแครอทมีลักษณะเหนียวและยากที่จะแยกออกจากน้ำแครอท การดื่มน้ำแครอทมากกว่า 3 ถ้วย ในช่วงเวลา 2-4 ชั่วโมง เป็นระยะเวลานานอาจทำให้ผิวมีลักษณะมีลักษณะเป็นสีส้ม (orange hue) (http://en.wikipedia,org/wiki/Carrot_juice)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.277/2547) ได้กล่าวถึงรายละเอียดของน้ำแครอท ดังนี้

บทนิยาม

น้ำแครอท หมายถึง เครื่องดื่มชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำหัวแครอทสด ไม่เน่าเสีย ล้างให้สะอาด ปอกเปลือก แล้วตัดแต่งและหั่นเป็นชิ้น อาจนำมาผสมน้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 2 โดยน้ำหนัก ตีป่นและกรองแยกกาก ได้น้ำแครอท อาจปรุงแต่งรสด้วยน้ำตาล กรดซิตริก และอาจเติมสเตบิไลเซอร์ หรือน้ำผลไม้อื่นๆ เช่น น้ำเสาวรส ต้มฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 95 องศาเซลเซียส บรรจุในภาชนะขณะร้อน แล้วทำให้เย็นทันที

น้ำแครอทแท้ หมายถึง น้ำแครอทที่ไม่มีการเจือน้ำ

น้ำแครอทปรุง หมายถึง น้ำแครอทที่ทำจากน้ำแครอทแท้ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก มีการเจือน้ำ ปรุงแต่งรสด้วยน้ำตาล กรดซิตริก หรือน้ำผลไม้อื่นๆ อาจแต่งสีและกลิ่นด้วย

คุณลักษณะที่ต้องการ

ลักษณะทั่วไป ต้องเป็นของเหลวขุ่น อาจตกตะกอนเมื่อวางทิ้งไว้

สี กลิ่น และรส

น้ำแครอทแท้ ต้องมีสี กลิ่น และรสที่ดีตามธรรมชาติ ไม่มีกลิ่นแอลกอฮอล์ และปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์

น้ำแครอทปรุง ต้องมี สี กลิ่น และรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีกลิ่นแอลกอฮอล์ และปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำแครอท

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำแครอทที่ศึกษาโดย Salwa et al. (2004) พบว่าประกอบด้วย ความชื้น 92.85 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณของแข็งทั้งหมด 7.51 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด 6.45 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรดซิตริก 2.58 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 36.80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณแคโรทีนอยด์ 12.00 มิลลิกรัม/100 กรัม และปริมาณไรโบฟลาวิน 0.62 มิลลิกรัม/กรัม และค่าพีเอชเท่ากับ 5.85 โดยองค์ประกอบทางเคมีของน้ำแครอทแสดงในตารางที่ 1

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญประการหนึ่งของน้ำแครอทคือ สารประกอบแคโรทีนอยด์ ซึ่งพบมากในน้ำแครอทสูงถึง 12 มิลลิกรัม/100 กรัม แคโรทีนอยด์เป็นหนึ่งในกลุ่มของสารสีตามธรรมชาติที่สังเคราะห์ได้จากพืชและจุลินทรีย์ แต่ไม่พบในสัตว์ มีสีเหลือง สีส้ม จนถึงสีแดง เป็นสารประกอบที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ แคโรทีนอยด์ที่พบในแครอท ได้แก่ เบตา-แคโรทีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอลฟา-แคโรทีน และลูทีน ประโยชน์ของเบตา-แคโรทีน ต่อสุขภาพของมนุษย์ คือ ลดความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็ง เพิ่มภูมิคุ้มกัน และป้องกันอันตรายให้แก่ตับ

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำแครอท

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณที่พบ
เปอร์เซ็นต์ความชื้น (โดยน้ำหนักสด)	92.85
เปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมด (โดยน้ำหนักสด)	7.15
เปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (โดยน้ำหนักสด)	6.45
เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดจากการไทเตรท (โดยกรดซิตริก)	2.58
เปอร์เซ็นต์น้ำตาลทั้งหมด (โดยน้ำหนักแห้ง)	36.80
ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด (มิลลิกรัม/100 กรัม)	12.00
ปริมาณไรโบฟลาวิน (มิลลิกรัม/กรัม)	0.62
ค่าพีเอช	5.85

ที่มา : Salwa et al. (2004)

2.2 แคโรทีนอยด์

แคโรทีนอยด์ (Carotenoids) เป็นกลุ่มของสารประกอบที่สังเคราะห์โดยพืชและจุลินทรีย์ แต่ไม่พบในสัตว์ โดยในพืชทำให้เกิดกลไกการสังเคราะห์แสงและปกป้องพืชไม่ให้ได้รับอันตรายจากแสงแดด ผักและผลไม้ที่ใช้บริโภคส่วนใหญ่แล้วเป็นแหล่งของแคโรทีนอยด์แทบทั้งสิ้น ผักและผลไม้ที่พบว่ามีสารแคโรทีนอยด์เป็นองค์ประกอบจะมีสีเหลือง สีส้ม และสีแดง แคโรทีนอยด์นอกจากเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์แล้วยังมีคุณบัติช่วยป้องกันการเกิดโรคในมนุษย์ด้วย เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคมะเร็งและโรคเรื้อรังหลายชนิด และที่สำคัญยังเป็นสารที่เมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วเปลี่ยนไปเป็นวิตามินเอได้ (provitamin A) แคโรทีนอยด์ที่พบในพืชและได้มีการวินิจฉัยมีมากกว่า 600 ชนิด ซึ่งมีเพียง 40 กว่าชนิดที่พบเป็นองค์ประกอบหลักในอาหารของมนุษย์ และจาก 40 ชนิด มีประมาณ 20 ชนิด ที่ตรวจพบในโลหิตและเนื้อเยื่อของมนุษย์ เกือบ 90 เปอร์เซ็นต์ของแคโรทีนอยด์ที่พบในอาหารและร่างกายมนุษย์อยู่ในกลุ่มของเบตา-แคโรทีน แอลฟา-เคโรทีน ไลโคพีน ลูทีน และ คริบโทแซนทีน (Rao and Rao, 2007)

แม้ว่าแคโรทีนอยด์เป็นสารที่พบได้ทั่วไปในอาหารของมนุษย์ ผลไม้ที่มีสีเข้ม ผักและน้ำผักผลไม้ที่มีสีเหลืองถึงสีส้มส่วนใหญ่ยังให้เบตาและแอลฟา-แคโรทีน ผลไม้ที่มีสีส้มจะให้สาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

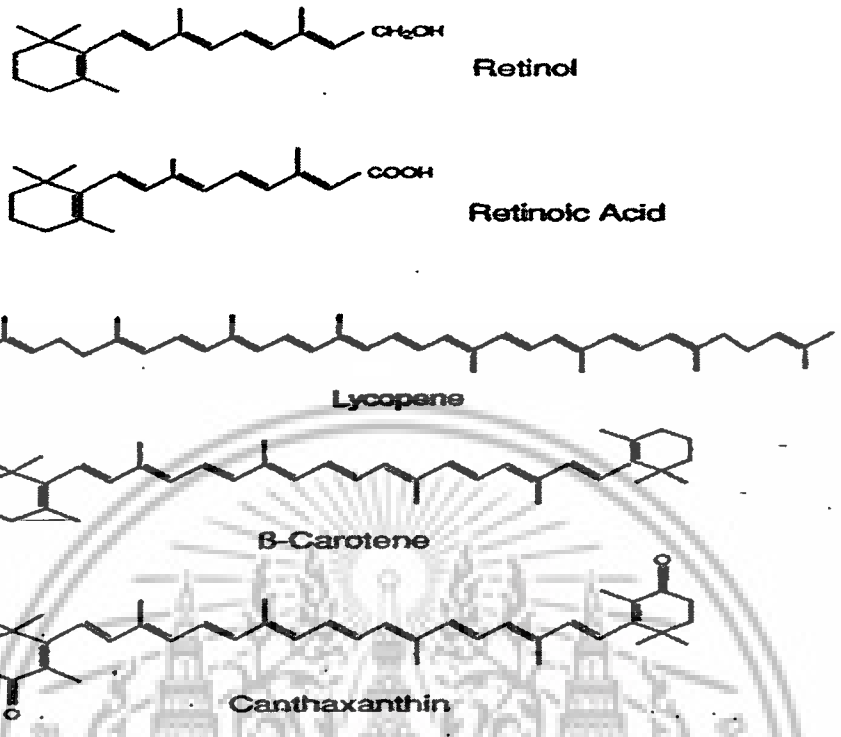
แอลฟา-คริบโทแซนทีน ผักที่มีสีเขียวเข้มให้ลูทีน ส่วนมะเขือเทศตลอดจนผลิตภัณฑ์จากมะเขือเทศให้ไลโคพีน แหล่งของแรโคทีนอยด์จากพืชชนิดต่างๆ แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างของพืชที่ให้สารประกอบแคโรทีนอยด์ชนิดต่างๆ

ชนิดของแคโรทีนอยด์	แหล่งที่พบแคโรทีนอยด์	จำนวน
เบตา-แคโรทีน	Apricot, dried	17,600
	Carrots, cooked	9,771
	Spinach, cooked	5,300
	Green Collard	5,400
	Cantaloupe	3,000
	Beet green	2,560
	Broccoli	1,300
	Tomato, raw	520
แอลฟา-แคโรทีน	Carrors, cooked	3,723
ไลโคพีน	Tomatoes, raw	3,100
	Tomato juice	10,000
	Tomato paste	36,500
	Tomato ketchup	12,390
	Tomato sauce	13,060
เบตา-คริบโทแซนทีน	Tangerine	1,060
	Papaya	470
ลูทีน	Spinach, cooked	12,475
	Green collard	16,300
	Beet, green	7,700
	Broccoli, cooked	1,839
	Green peas, cooked	1,690

ที่มา : Rao and Rao (2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



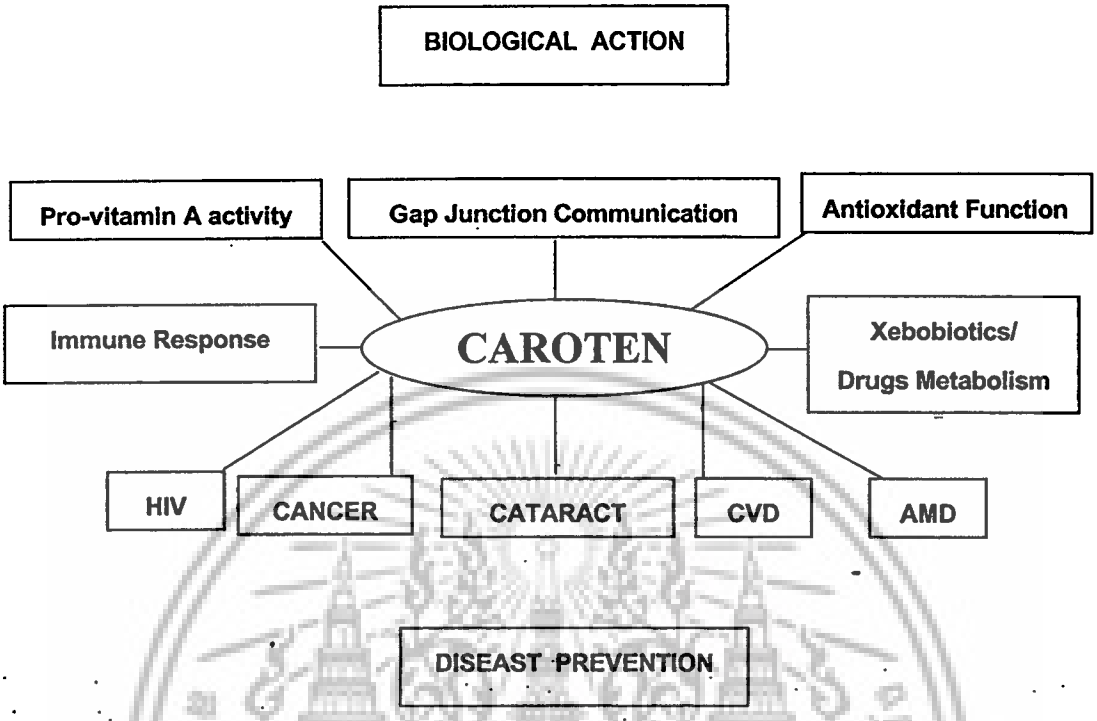
ภาพที่ 2 โครงสร้างทางเคมีของแคโรทีนอยด์ชนิดต่างๆ
ที่มา : http://www.biochemsoctrans.org/bst/032/0985/bst0320985f01.gif

ประโยชน์ของแคโรทีนอยด์

การบริโภคแครอททำให้ร่างกายได้รับสารต้านออกซิเดชัน ทำให้สุขภาพดีขึ้น เพราะไม่เพียงแต่ช่วยป้องกันการขาดวิตามินเอแล้ว ยังช่วยป้องกันมะเร็งและโรคอื่นๆ ในมนุษย์ โดยสารในแครอทช่วยต่อต้านเซลล์มะเร็งและลดกิจกรรมของเอนไซม์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสารที่เรียกว่า precarcinogen ไปเป็นสารก่อมะเร็ง หรือ carcinogen ช่วยเพิ่มระบบภูมิคุ้มกัน ช่วยป้องกันโรคลมที่เรียกว่า Stroke โรคความดันสูง โรคกระดูกพรุน และป้องกันการติดเชื้อในกระเพาะปัสสาวะ เป็นต้น (Beom et al., 1998; Sun et al., 2001)

ประโยชน์อีกประการหนึ่งของแคโรทีนอยด์ เช่น เบตา และแอลฟา-แคโรทีน เบตา-คริบโทแซ่นทีน คือ สามารถเปลี่ยนไปเป็นวิตามินเอ และมีบทบาทเกี่ยวข้องกับการป้องกันการพัฒนาและการเกิดโรค โดยบทบาทของแคโรทีนอยด์ในการป้องกันโรคเรื้อรังชนิดต่างๆ และการทำหน้าที่ทางชีวภาพแสดงในภาพที่....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 บทบาทของแคโรทีนอยด์ในการป้องกันโรคเรื้อรัง
ที่มา : Rao and Rao (2007)

2.3 การถนอมอาหารโดยการหมัก

การหมักดอง จัดเป็นกรรมวิธีในการถนอมและแปรรูปอาหารวิธีหนึ่ง อาหารหมักดองเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ ทั้งนี้อาศัยระบบการหมัก 2 ระบบ คือ ระบบที่ใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน สำหรับขั้นตอนการหมักนั้นประกอบด้วยการเตรียมวัตถุดิบ การหมักและการเก็บอาหารหมักดอง กระบวนการผลิตอาหารหมักดองขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการหมักอาหาราชนิดนั้นๆ ดังนั้นจึงสามารถแบ่งลักษณะของกระบวนการผลิตอาหารหมักดองได้เป็น กระบวนการผลิตอาหารหมักดองจากจุลินทรีย์กลุ่มที่สร้างกรดแลคติก กลุ่มที่สร้างกรดแอซิติก กลุ่มที่สร้างแอลกอฮอล์ และจุลินทรีย์กลุ่มอื่นๆ อาหารหมักดองแต่ละชนิดส่วนใหญ่จะมีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้น แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับความสามารถในการควบคุมสภาพการหมักอาหารนั้นด้วย อาหารหมักดองจะมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคได้ถ้าสามารถควบคุมความสะอาดของวัตถุดิบและการใช้กล้าเชื้อบริสุทธิ์ในการหมัก นอกจากนั้นในการทำอาหารหมักดองจำเป็นที่จะต้องควบคุมของเสียที่เกิดขึ้น รวมทั้งแนวทางในการบำบัดเพื่อไม่ให้ของเสียเหล่านั้นกระทบกระเทือนต่อสิ่งแวดล้อม (วิเชียร ลีลาวัชรมาศ และ วรวุฒิ ครูส่ง, 2545)

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารหมักที่ได้จากพืชและสัตว์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และเป็นส่วนสำคัญของอาหารในหลายภูมิภาคของโลก โดยทำให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพ เพราะในอาหารหมักส่วนหนึ่งมีจุลินทรีย์ที่เป็นโพรไบโอติกส์ โดยโพรไบโอติกส์จัดเป็นจุลินทรีย์ที่มีชีวิตในอาหารหมักหรืออาหารที่มีจุลินทรีย์เป็นองค์ประกอบ หรือเป็นอาหารเสริม ซึ่งจุลินทรีย์กลุ่มนี้พบว่ามีประโยชน์ต่อมนุษย์หรือเจ้าบ้าน (host) มีคุณสมบัติช่วยเพิ่มความสมดุลย์ของจุลินทรีย์ในลำไส้ โพรไบโอติกส์ที่มีจำหน่ายในตลาดได้แก่ *Lactobacillus, Streptococcus, Enterococci* หรือ Bifidabacterium ในประเทศแถบยุโรปโพรไบโอติกส์พบได้ในผลิตภัณฑ์นมหมัก (Kalantzopoulos, 1997)

กระบวนการหมักแอลกอฮอล์ (Alcoholic fermentation)

เป็นการสลายกลูโคสโดยไม่ใช้ออกซิเจน ผลิตผลจากการหมักได้เป็นเอทธานอลหรือเอทิลแอลกอฮอล์ กระบวนการหมักเริ่มต้นด้วยวิถีไกลโคไลซิสเช่นเดียวกับการสลายอาหารแบบใช้ออกซิเจนกล่าวคือ กลูโคส 1 โมเลกุลสลายได้กรดไพรูวิก 2 โมเลกุล แล้วปล่อย ATP 2 โมเลกุล และ ไฮโดรเจน 4 อะตอม NAD จะมารับไฮโดรเจนเป็น $NADH+H^+$ และจะถ่ายทอดอะตอมของไฮโดรเจนให้กับแอซิตัลดีไฮด์ ซึ่งมีคาร์บอน 2 อะตอม จึงไม่สามารถนำเอาพลังงานอิเล็กตรอนที่มีอยู่ในอะตอมของไฮโดรเจนมาสร้าง ATP ได้อีก ดังนั้นการสลายกลูโคส 1 โมเลกุล จึงได้ ATP เพียง 2 โมเลกุลเท่านั้น เอทธานอลที่ได้จากการสลายกลูโคสถ้ามีปริมาณมากจะเป็นอันตรายต่อเซลล์ ร่างกายจะมีกระบวนการเปลี่ยนเอทธานอลให้เป็นสารอื่นที่ไม่เป็นอันตรายแก่เซลล์ และขับออกจากร่างกายโดยระบบขับถ่าย ในจุลินทรีย์เมื่อนำยีสต์มาเลี้ยงในน้ำตาลจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นเอทธานอล ถึงแม้เอทธานอลจะเป็นพิษต่อยีสต์ก็ตาม

การหมักนั้นจะไม่ให้อากาศเข้าสู่ภาชนะที่ใช้หมักและให้อาหารยีสต์อย่างเพียงพอจะเกิดสมการดังนี้

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + \text{พลังงาน}$$

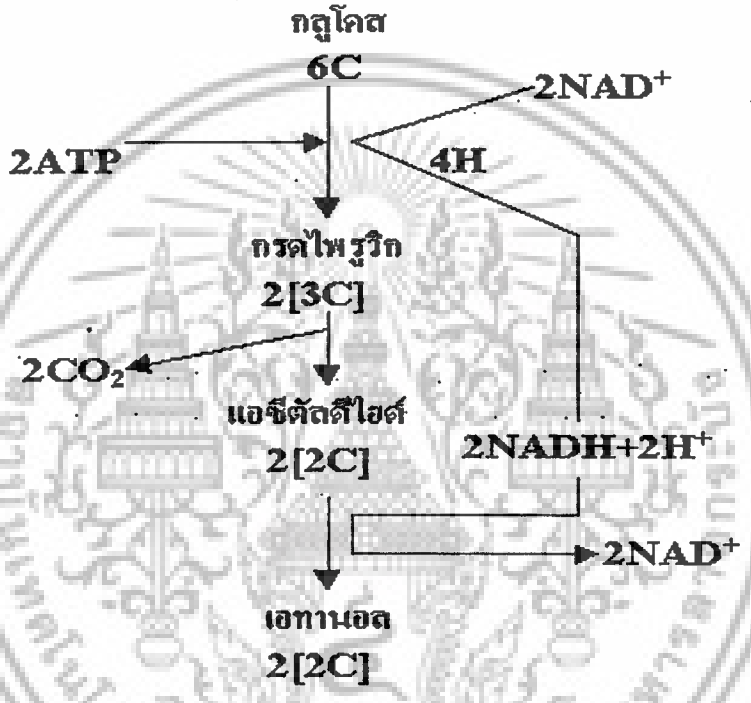
แต่ถ้าอากาศเข้าสู่ภาชนะที่ใช้หมักจะทำให้ยีสต์หายใจแบบใช้ออกซิเจน เกิดสมการดังนี้

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + H_2O + \text{พลังงาน}$$

เอทธานอลที่ได้จะมีพลังงานศักย์สะสมอยู่เพราะสามารถติดไฟได้ จึงกล่าวได้ว่าเป็นการสลายของอาหารที่ไม่สมบูรณ์ ส่วนสมการที่ใช้ออกซิเจนไม่เหลือพลังงานอยู่ในส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์ ผลผลิตของกระบวนการหมักแบบนี้ที่สำคัญคือ เบียร์ สุรา ไวน์ต่าง ๆ ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันมีผู้นำความรู้นี้ไปผลิตแอลกอฮอล์จากวัสดุเหลือใช้ เช่น การผลิตแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาล นอกจากลดปัญหามลภาวะของกากน้ำตาลแล้วแอลกอฮอล์ยังเป็นสารที่มีพลังงานแฝงอยู่มาก สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ ในการทำขนมปังเมื่อใส่ยีสต์ลงไปในส่วนผสมที่ทำขนมปัง ขนมปังจะฟูเพราะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นในขนมปัง และเมื่อสูดดมจะได้กลิ่นแอลกอฮอล์

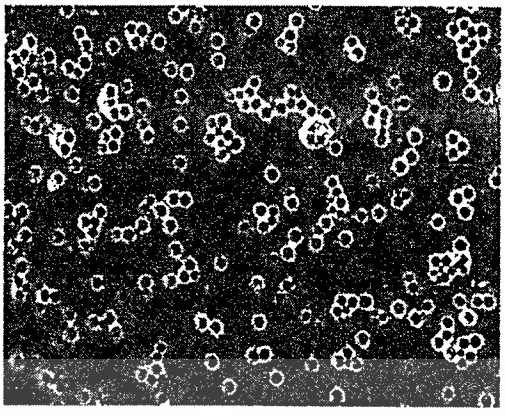


ภาพที่ 4 กระบวนการหมักแอลกอฮอล์

ที่มา : www.thaigoodview.com/library/studentshow/st2545/5-5/no21/alcoholic_fermentation.htm

Saccharomyces cerevisiae เป็นยีสต์ชนิดหนึ่งที่เซลล์มีรูปกลม รูปไข่ หรือรูปยาว อาจมีการสร้างไมซีเลียมเทียม การสืบพันธุ์จะเป็นแบบแตกหน่อชนิดที่เกิดได้ที่ขั้วของเซลล์ และโดยการสร้างแอสโคสปอร์ ซึ่งเกิดขึ้นภายหลังจากคอนจูเกชั่น หรืออาจพัฒนาจากเซดิพลอย ซึ่งอยู่ในระยะเวเจตเททีฟ เป็นยีสต์ที่มีบทบาทในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น ขนมปัง ไวน์ กลีเซอรอล และอินเวอเทสมีทั้งทอปยีสต์ที่เป็นเฟอเมนเตอร์ที่แอคทีฟมาก และเจริญได้อย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เกิดการรวมกลุ่มของเซลล์และปล่อยคาร์อนไดออกไซด์ออกมาอย่างรวดเร็ว ทำให้เซลล์ลอยขึ้นไปอยู่บนผิวหน้าของอาหาร จึงเรียกว่าทอปยีสต์ (สุมาลี เหลืองสกุล, 2535)

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 เซลล์ *Saccharomyces cerevisiae* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์
ที่มา : http://fig.cox.miami.edu/~cmallery/255/255hist/yeast.jpg

ภาพที่ 6 เซลล์ *Saccharomyces cerevisiae* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ SEM
ที่มา : www.magma.ca/~scimat/yeast.htm

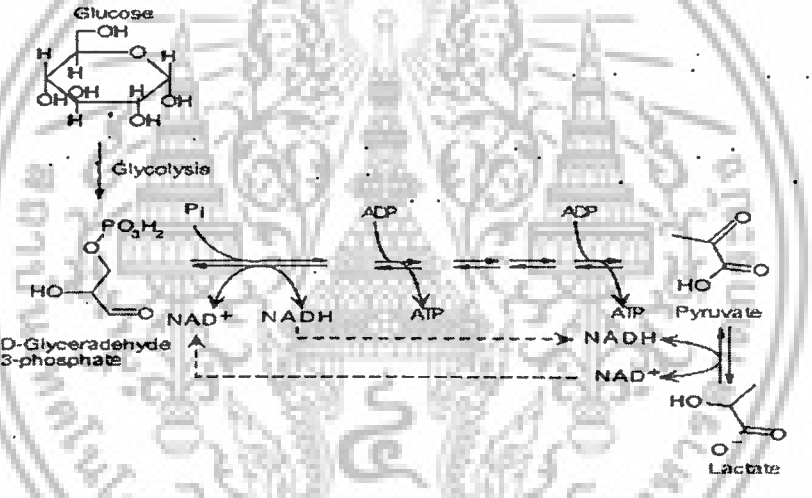
การหมักกรดแลคติก (Lactic Acid Fermentation)

แบคทีเรียกรดแลคติกสร้างพลังงานจากการหมักคาร์โบไฮเดรตเกิดเป็นกรดแลคติก โดยมีวิถีการสังเคราะห์กรดแลคติก 2 วิธีทาง คือ วิถีทางที่ได้กรดแลคติกเพียงอย่างเดียว เรียกว่า โฮโมเฟอร์เมนเททีฟ (homofermentative) และวิถีทางที่ได้กรดแลคติกร่วมกับสารอื่น ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน เรียกว่าเฮทเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ (heterofermentative)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฮโมเฟอร์เมนเททีฟ (homofermentative)

เป็นการหมักที่ได้กรดแลคติกเป็นผลผลิตเพียงอย่างเดียว โดยผ่านวิถีไกลโคไลซีส เริ่มต้นจากกลูโคสที่มีคาร์บอน 6 อะตอม (C-6) ถูกเติมฟอสฟอรัสและเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างขึ้นก่อนที่เอนไซม์อัลโดเลส (aldolase) จะเข้าทำปฏิกิริยา เป็นผลให้โมเลกุลแตกออกเป็นกลีเซอรอลดีไฮด์-3-ฟอสเฟต (ซึ่งมีคาร์บอน 3 อะตอม) 2 โมเลกุล จากนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นไพรูเวท และเกิดพลังงานในรูปของ ATP ขึ้น 2 โมเลกุล จากการหมักกลูโคส 1 โมเลกุล ในขั้นสุดท้ายเป็นการรีดิวซ์ไพรูเวทให้เป็นแลคเตท ซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องใช้ NADH และได้ NAD^+ กลับคืนมา



ภาพที่ 7 วิถีการหมักกรดแลคติกแบบโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ

ที่มา : http://dwb.unl.edu/Teacher/NSF/C11/C11Links/www.bact.wisc.edu/microtextbook/metabolism/Fermentation.html

เฮทเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ (heterofermentative)

เป็นการหมักที่ได้กรดแลคติก เอทธานอล หรืออะซิเตทและคาร์บอนไดออกไซด์จากการการหมักลูโคส เนื่องจากแบคทีเรียขาดเอนไซม์อัลโดเลส จึงเปลี่ยนรูปจากกลูโคสที่มีคาร์บอน 6 อะตอม ไปเป็นเพนโทส (ไรโบส) ซึ่งมีคาร์บอน 5 อะตอม โดยการจัดโครงสร้างภายในโมเลกุลที่มีการออกซิเดชันและดีคาร์บอกซิเลชันร่วมด้วย น้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอมนี้จะถูกทำให้แตกออกเป็นกลีเซอรอลดีไฮด์ฟอสเฟต (ซึ่งเป็นสารประกอบฟอสเฟตที่มีคาร์บอน 3 อะตอม) และอะเซททิลฟอสเฟตโดยเอนไซม์ฟอสโฟคีโตเลส (phosphoketolase) กลีเซอรอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดีไฮด์ฟอสเฟสจะเปลี่ยนไปเป็นแลคเตทเช่นเดียวกับการเกิดไกลโคไลซีสในการหมักแบบโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ (แต่เนื่องจากการหมักแบบเฮทเทอโรเฟอร์เมนเททีฟมีกลีเซอรอลดีไฮด์ฟอสเฟตเพียง 1 โมเลกุล จึงเกิด ATP เพียง 1 โมเลกุล) ส่วนอนาคตของอะเซททิลฟอสเฟตนั้นขึ้นอยู่กับว่าจะมีสารที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเลคตรอนอยู่ด้วยหรือไม่ ในสภาวะที่ขาดอิเลคตรอน อะเซทติลฟอสเฟตจะทำหน้าที่นี้เสียเอง ทำให้ถูกรีดิวซ์เป็นเอทธานอล และได้ NAD^+ ขึ้นมาใหม่ 2 โมเลกุล จากเอนไซม์ NADH แต่ในสภาวะที่มีออกซิเจน NAD^+ สามารถสร้างขึ้นใหม่จากเอนไซม์ NADH oxidase และ peroxidase ปล่อยให้อะเซทติลฟอสเฟตมีมากพอสำหรับการเปลี่ยนไปเป็นอะซิเตท จึงเท่ากับเป็นการเติมฟอสเฟตให้กับสับสเตรทอีกทางหนึ่ง เป็นผลให้ได้ ATP เพิ่มขึ้นมาอีก 1 โมเลกุล เป็น 2 โมเลกุลจากกลูโคส 1 โมเลกุล เช่นเดียวกับการหมักแบบโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ ในกรณีที่มีการเพิ่มขึ้นของ ATP สะท้อนให้เห็นได้จากอัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่เป็นไปอย่างรวดเร็ว ผลเช่นเดียวกันนี้สามารถเกิดขึ้นกับตัวรับอิเลคตรอนตัวอื่นๆ ด้วย เช่น ฟรุกโทส ซึ่งจะถูกรีดิวซ์ไปเป็นแมนนิทอล การระบุว่าเกิดการหมักแบบเฮทเทอโรเฟอร์เมนเททีฟหรือไม่นั้นอาศัยการชี้บ่งด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น

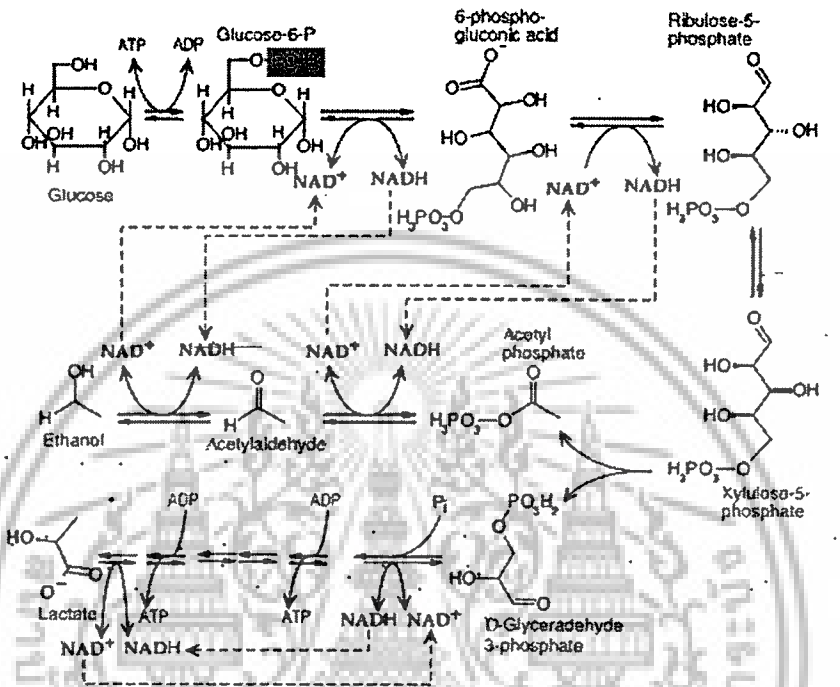
จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักกรดแลคติก

แบคทีเรียกรดแลคติก

แบคทีเรียกรดแลคติก (Lactic Acid Bacteria : LAB) เป็นแบคทีเรียแกรมบวก ไม่เคลื่อนที่ ไม่สร้างเอนไซม์แคตาเลส ไม่สร้างสปอร์ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเซลล์พบว่ามีทั้งรูปร่างกลมและแท่ง ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของแบคทีเรียกลุ่มนี้ได้จากการใช้น้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลแลคโตสเป็นแหล่งคาร์บอน และได้ผลิตภัณฑ์หลักเป็นกรดแลคติก ตัวอย่างของแบคทีเรียกรดแลคติคที่พบ ได้แก่ *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Streptococcus* และ *Leuconostoc* แบคทีเรียกรดแลคติกได้ถูกจำแนกไว้ทั้งหมด 12 สกุล ด้วยกัน ได้แก่ *Aerococcus, Carnobacterium, Enterococcus, Lactobacillus, Lactococcus, Leuconostoc, Oenococcus, Pediococcus, Streptococcus, Tetragenococcus, Vagococcus,* และ *Weissella* แบคทีเรียกรดแลคติกตามธรรมชาติพบได้ในอาหารหมักหลายชนิด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียกรดแลคติกที่ปนเปื้อนมาจากผลิตผลทางการเกษตร และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร ปัจจุบันได้มีการพัฒนาถึงการใช้ประโยชน์ของแบคทีเรียกลุ่มนี้เพื่อใช้เป็นกล้าเชื้อในกระบวนการผลิตอาหารหมักหลายชนิด เช่น ไส้กรอกหมัก ผลิตภัณฑ์นมหมัก จากเทคนิคการผลิตกล้าเชื้อจุลินทรีย์มีผลทำให้เกิดการพัฒนากระบวนการหมักและผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ โดยการเพาะเลี้ยงกล้าเชื้อให้มีลักษณะที่ดี ตัวอย่างอาหารหมักหลายชนิดที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก ได้แก่ ผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ ผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากปลา ผลิตภัณฑ์นม ผลิตภัณฑ์จากพืชหัว ผลิตภัณฑ์จากผักและผลไม้ ผลิตภัณฑ์จากถั่ว ผลิตภัณฑ์จากธัญพืช และผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม เป็นต้น (ปิ่นมณี ขวัญเมือง, 2547)



ภาพที่ 8 วิถีการหมักกรดแลคติกแบบเฮทเทอรโรเฟอร์เมนเททีฟ

ที่มา : http://dwb.unl.edu/Teacher/NSF/C11/C11Links/www.bact.wisc.edu/microtextbook/metabolism/Fermentation.html

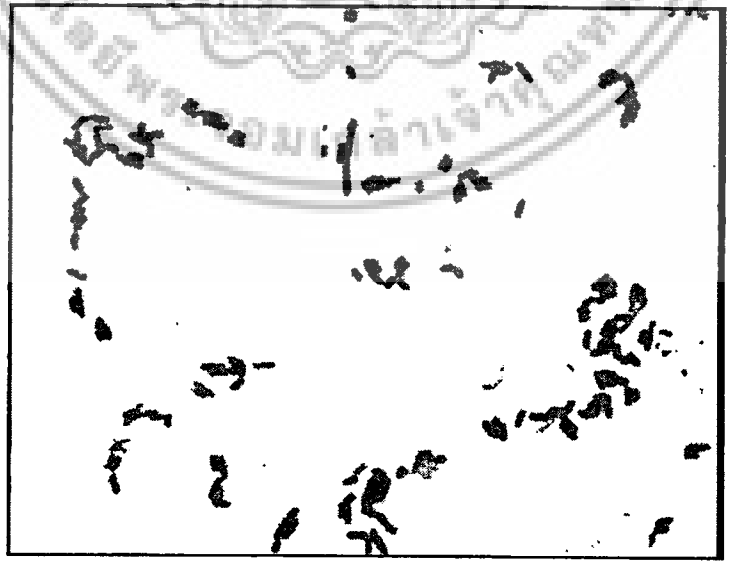
แบคทีเรียแลคติก หรือแลกติกแอซิดแบคทีเรีย เป็นแบคทีเรียที่พบมากในอาหารประเภท อาหารหมัก เช่น แหนม ผักดอง ผลไม้ดอง ไส้กรอกเปรี้ยว ผลิตภัณฑ์นม เช่น เนยแข็ง นมเปรี้ยวหรือ โยเกิร์ต และยังพบได้ในร่างกายคน และสัตว์ เช่น ระบบทางเดินหายใจ และระบบทางเดินอาหาร อวัยวะสืบพันธุ์ ในระดับอุตสาหกรรมมีการใช้แบคทีเรียแลกติกเป็นหัวเชื้อตั้งต้นเพื่อเติมลงไปในอาหาร มีผลต่อกลิ่น รส และเนื้อสัมผัสของอาหาร การที่แบคทีเรียแลคติกมีความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค และจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียได้ เนื่องจากกรดแลคติกที่แบคทีเรียผลิตขึ้นทำให้ค่าพีเอช หรือค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง ทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค หรือจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมาในอาหาร นอกจากนี้แบคทีเรียแลคติกยังสร้างสารระเหยที่มีกลิ่นเฉพาะตัวเช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ไดอะซิติล (diacetyl) มีผลต่อคุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์อาหาร และในบรรดาสารสำคัญที่แบคทีเรียแลคติกสร้างขึ้น มีสารที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง คือ แบคทีริโอซิน (bacteriocin) ซึ่งเป็นสารที่มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์อื่นได้อย่างจำเพาะ ดังนั้นในปัจจุบันจึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความพยายามที่จะใช้แบคทีริโอซินจากแบคทีเรียกรดแลคติกมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร แบคทีริโอซินที่ได้ถูกนำมาใช้ในทางอุตสาหกรรมอาหาร และเป็นที่ยอมรับแล้วว่าบริโภคปลอดภัย ได้แก่ ไนซิน (nisin) สร้างมาจาก แลคโตบาซิลัส แลคติส (*Lactococcus lactis*) ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเนื้อ ผักบรรจุกระป๋อง เนย นม และโยเกิร์ต ปัจจุบันผู้คนให้ความสนใจเกี่ยวกับจุลินทรีย์สุขภาพกันอย่างมาก ผลิตภัณฑ์บางอย่างได้มีการใช้จุลินทรีย์สุขภาพในการผลิต เช่น นมเปรี้ยว เนยแข็ง ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้เป็นการผลิตมาจากแบคทีเรียแลคติก ต่อมาได้มีการนำเอาแบคทีเรียแลคติกหลายชนิดรวมกันเพื่อช่วยเสริมประสิทธิภาพการทำงานให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจัดได้ว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็น โพรไบโอติกส์ชนิดหนึ่ง ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมากให้ผู้บริโภค

Lactobacilllus pentosus

เป็นแบคทีเรียรูปร่างแท่ง เซลล์มีลักษณะแท่งตรง ปลายมน มีขนาดความกว้าง 1.0 - 1.2 ยาว 2.0-5.0 ไมครอน พบอยู่เป็นเซลล์เดียว เป็นคู่ หรือโซ่สายสั้น ๆ เจริญได้ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จะผลิตกลีเซอรอลในการหมัก เป็นแบคทีเรียที่ได้จากข้าวโพดหมัก มะกอกหมักและมูลสัตว์ (Wood and Holzapfel, 1995 : 43 - 44) แบคทีเรียสายพันธุ์นี้เป็นสายพันธุ์ที่สามารถผลิตแบคเทอริโอซิน เจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส ค่าพีเอชเป็นกลาง และสภาวะที่ไม่มีโซเดียมคลอไรด์ อย่างไรก็ตามสภาวะที่กระตุ้นให้เกิดแบคเทอริโอซินเจริญได้ที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส และสภาวะที่ทนโซเดียมคลอไรด์ได้ปานกลาง (http://www.Cababstractsplus.org/google/abstract.aps?AcNo=20053107655).



ภาพที่ 9 ลักษณะเซลล์ของแลคโตลาซิลลัสเพนโตซัส

ที่มา : http://kucon.lib.ku.ac.th/Fulltext/KC4506011.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 3 แบคทีเรียกรดแลคติก การหมักและผลิตภัณฑ์

สกุล	ชนิดของการหมัก	ผลิตภัณฑ์หลัก	โครงสร้าง
Stappococcus	Homofermentative	Lactate	L(+)
Pediococcus	Homofermentative	Lactate	DL ,L(+)
Lactobacillus	Homofermentative	Lactate	
Thermobacterium	Homofermentative	Lactate	D(-),L(+),DL
Streptobacterium	Homofermentative	Lactate	D(-),L(+),DL
	Heterofermentative[1]	Lactate : acetate (1:1)	D(-),L(+),DL
Betabacterium	Heterofermentative	Lactate : acetate : CO_2 (1:1:1)	DL
Leuconostoc	Heterofermentative	Lactate: acetate : CO_2 (1:1:1)	D(-)
Bifidobacterium	heterofermentative	Lactate: acetate (2:3)	L(+)

ที่มา : Kandler (1983)

2.4 โพรไบโอติกส์ (Probiotics)

โพรไบโอติกส์ หมายถึงกลุ่มของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์ ซึ่งพบได้ในบริเวณลำไส้ที่เรียกว่า gastrointestinal (GI) tract และยังรวมถึงจุลินทรีย์ที่เตรียมขึ้นเพื่อใช้เป็นส่วนผสมในอาหารในรูปที่มีชีวิต อาหารประเภทโพรไบโอติกส์โดยทั่วไปมีส่วนผสมของจุลินทรีย์หนึ่งชนิด หรืออาจมากกว่าก็ได้ ซึ่งจุลินทรีย์กลุ่มนี้ต้องได้รับการศึกษาและตรวจสอบอย่างแน่ชัดแล้วว่าไม่มีผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค จุลินทรีย์ที่เป็นโพรไบโอติกส์ส่วนใหญ่ได้แก่ แบคทีเรียหลายสายพันธุ์ เช่น แลคโทบาซิลลัส (*Lactobacillus*) ซึ่งเมื่อมนุษย์บริโภคเข้าไปแล้วจะเป็นตัวช่วยควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ที่ร่างกายไม่ต้องการให้อยู่ในปริมาณที่ไม่ก่อให้เกิดโรค หรือก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ให้แก่ร่างกายได้ เชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกส์ส่วนใหญ่ได้รับจากการบริโภคอาหารที่มีส่วนประกอบของโพรไบโอติกส์ เช่น ผลิตภัณฑ์นมหมักชนิดต่างๆ แหนมสด แบคทีเรียที่เป็นโพรไบโอติกส์มีคุณสมบัติปกป้องร่างกายไม่ให้ได้รับอันตรายจากเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค และยังสามารถผลิตเอนไซม์มาย่อยสารอาหารบางประเภทที่ระบบการย่อยในร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยได้ให้เป็นสารที่มีประโยชน์ที่ร่างกายสามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้ (ปิ่นมณี ขวัญเมือง, 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

115479

คำว่า โพรไบโอติกส์ (probiotics) คือ เซลล์ของจุลินทรีย์ที่มีชีวิต และมีประโยชน์อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค ทำให้เกิดสมดุลย์ของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารของคน หรือสัตว์ ทำให้เกิดความต้านทานของจุลินทรีย์ก่อโรคในลำไส้ ประโยชน์ของโพรไบโอติกที่มีต่อร่างกายมนุษย์มีด้วยกันหลายประการ ได้แก่ กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ทำให้ร่างกายไม่เจ็บป่วยง่าย ช่วยยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็ง และกำจัดสารก่อมะเร็งบางชนิด สามารถสร้างเอนไซม์ที่ย่อยน้ำตาลแลคโตส ซึ่งเป็นน้ำตาลในน้ำนมให้ได้เป็นน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลกาแลคโตส ทำให้ดูดซึมเข้าลำไส้เล็กได้ ลดอาการท้องอืด ท้องร่วงจากการดื่มนม และยังช่วยในการดูดซึมแคลเซียม ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคโดยไปปรับความเป็นกรด-ด่าง ทำให้ไม่เหมาะสมต่อจุลินทรีย์ก่อโรค ลดระดับการสังเคราะห์โคเลสเตอรอลและระดับน้ำตาลในเลือด ทำให้ระบบขับถ่ายปกติ เพิ่มปริมาณกากอุจจาระ ทำให้ไม่มีการสะสมของๆ เสีย ลดการเสี่ยงที่เกิดโรคมะเร็งลำไส้ได้ การที่จะจัดว่าจุลินทรีย์ใดเป็นจุลินทรีย์โพรไบโอติกส์หรือไม่นั้นต้องพิจารณาว่า จุลินทรีย์นั้นเป็นสายพันธุ์ที่เป็นประโยชน์ไม่ก่อให้เกิดพิษ หรือสร้างสารพิษ สามารถทนอยู่ในกระเพาะอาหารของคนและสัตว์ได้ มีความสามารถที่เกาะกับผนังลำไส้ได้ดีกว่าจุลินทรีย์อื่นๆ แบคทีเรียแลคติกที่มักใช้เป็นหัวเชื้อตั้งต้นสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ แลคโตบาซิลัส (*Lactobacillus*) สเตรปโตคอคคัส (*Streptococcus*) บิฟิโดแบคทีเรียม (*Bifidobacterium*) หรือเป็นแบคทีเรียดังกล่าวผสมรวมกันตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป (mixed culture)

ลักษณะของโพรไบโอติกส์ที่ดีคือ ในสภาพแวดล้อมที่เก็บรักษาควรอยู่ได้เป็นเวลานาน สามารถมีชีวิตอยู่รอดได้ที่กระเพาะอาหารที่มีค่าพีเอชต่ำ สามารถเพิ่มจำนวนได้ที่อิพิทีเลียม (epithelium) ณ บริเวณลำไส้ของเจ้าบ้าน ไม่เป็นพิษ และต้องมีอิทธิพลต่อการส่งเสริมการเจริญหรือทนต่อการติดเชื้อ (Kalantzopoulos, 1997) โพรไบโอติกส์ที่ใช้เพื่อการบริโภคของมนุษย์ส่วนใหญ่แล้วประกอบด้วยจุลินทรีย์ในกลุ่มแบคทีเรียกรดแลคติก และ *Bifidobacterium* และอีกกลุ่มหนึ่งที่ใช้คือยีสต์ *Scaaharomyces boulardii* ซึ่งถูกนำมาใช้เป็นโพรไบโอติกส์ได้ดี ทั้งแบคทีเรียกรดแลคติกและยีสต์เป็นกลุ่มของจุลินทรีย์ที่นำมาใช้กับอาหารหมักเป็นเวลานาน ในขณะที่การใช้ *Bifidobacterium* เพื่อเป็นอาหารของมนุษย์นั้นเริ่มมาเมื่อเมื่อไม่นานนี้ ชนิดของโพรไบโอติกส์ที่ใช้ในปัจจุบัน แสดงในตารางที่ 4 (Chadwick et al., 2003)

Chadwick et al. (2003) ได้กล่าวถึงรายละเอียดบางส่วนเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่เป็นโพรไบโอติกส์และข้อกำหนดสำหรับโพรไบโอติกส์ไว้ดังนี้

ผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกส์ส่วนใหญ่ที่จำหน่ายในปัจจุบันเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทนมหมัก แม้ว่าส่วนใหญ่ได้นำมาผสมกันเพื่อเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆ ก็ตาม เช่น อาหารที่เป็นของเหลวได้แก่ น้ำผลไม้ ดังนั้นอาหารประเภทนี้จึงมีข้อดีหรือมีประโยชน์มากกว่าอาหารสุขภาพอื่นๆ ที่ไม่มีความแตกต่างกันในลักษณะปรากฏ หรือรสชาติต่างไปจากผลิตภัณฑ์เดิม ซึ่งเป็นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยอมรับในการบริโภคทั่วไป นอกจากนั้นโพรไบโอติกส์ที่จำหน่ายอาจพบในรูปของแคปซูล หรือผง แต่อาจได้รับการพิจารณาว่าเป็นทั้งเวชภัณฑ์หรืออาหารเสริม แต่ไม่ใช่อาหารเพื่อสุขภาพ สายพันธุ์ของโพรไบโอติกส์ที่พบในท้องตลาดมีต้นกำเนิดและประวัติที่หลากหลาย และมาตรฐานสำหรับใช้เป็นเหตุผลว่าเป็นโพรไบติกส์ยังไม่ชัดเจน อย่างไรก็ตามข้อกำหนดที่ใช้สำหรับโพรไบโอติกส์ควรประกอบด้วย เป็นสายพันธุ์ที่มีต้นกำเนิดจากมนุษย์ หรือบางกรณีที่จุลินทรีย์ชนิดนั้นถูกนำมาใช้ในอาหารหมักมาเป็นเวลานานก็ไม่จำเป็นต้องขึ้นกับเหตุผลนี้ สามารถมีชีวิตอยู่รอดได้ในระบบทางเดินอาหารและยึดเกาะกับอิพิเทเลี่ยม หรือมูโคซา (mucosa) ของลำไส้ได้ดี มีการพิสูจน์แล้วว่ามีความปลอดภัยต่อการใช้ประโยชน์ มีหลักฐานที่พบว่าเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ และคุณสมบัติทางด้านเทคโนโลยีและประสาทสัมผัสควรเข้ากับกับอาหารที่ใช้ ได้ดี โดยที่ความปลอดภัยและประโยชน์ต่อสุขภาพ และความเหมาะสมกับการใช้ในอาหารเป็นไปตามสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 4 ตัวอย่างของจุลินทรีย์ที่เป็นโพรไบโอติกส์บางชนิด

ชนิดของโพรไบโอติกส์	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์
Lactobacillus casei Shirota	Yakult
Lb. acidophilus (several strains)	LA7, Vifit, Leisure Live, ect.
Lb. rhamnosus GG	Gefilus, Campina Vifit Vitael, Vivi Vivo, Emmifit, vaalia ect.
Lb. Casei	Actimel
Lb. Plantarum	Pro-viva
Lb. johnsonii	LC1
Bifidobacteriun (several strains)	Vifit, Bio Pot, Biola, Symbalance ect.

ที่มา : Chadwick et al. (2003)

ประโยชน์ของโพรไบโอติกส์

โพรไบโอติกส์ เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่มีอันตรายต่อร่างกายของสิ่งมีชีวิต (Friendly microorganisms) ช่วยในการปรับสมดุลย์ของจุลินทรีย์ในลำไส้ การบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีโพรไบโอติกส์ทำให้ร่างกายจะได้รับประโยชน์หลายประการ เช่น ช่วยในเรื่องระบบการย่อยอาหารและสร้างภูมิคุ้มกัน ช่วยบรรเทาอาการท้องเสีย ประโยชน์ของโพรไบโอติกส์ที่สำคัญพอกล่าวได้ 3 ประการ คือ

1. มีผลต่อระบบการย่อยอาหาร แบคทีเรียกรดแลคติกที่พบในผลิตภัณฑ์นมจะช่วยให้ผู้ที่มีเอนไซม์แลคเทสไม่ปกติหรือผู้ที่แพ้นมสามารถบริโภคนมได้ง่ายขึ้น เพราะแบคทีเรียกรดแลคติกจะสร้างเอนไซม์มาช่วยย่อยน้ำตาลแลคโทสในนมให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวกลูโคส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

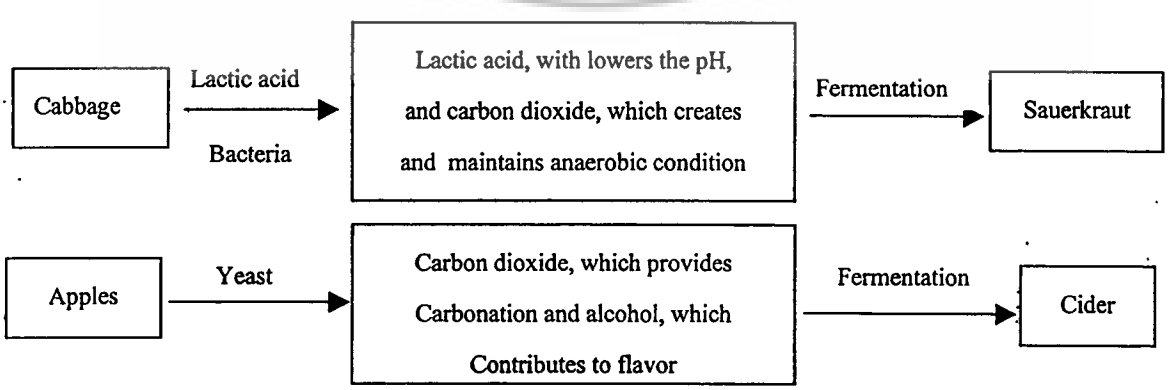
กับกาแลคโทส ซึ่งร่างกายสามารถดูดซึมน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวทั้งสองชนิดไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนั้นแบคทีเรียกรดแลคติกยังสังเคราะห์วิตามินที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น วิตามินบี 1 บี 2 บี 6 บี 12 ไนอะซิน กรดโฟลิก กรดแพนโททีนิก และยังสังเคราะห์เอนไซม์มาช่วยย่อยสลายโปรตีนให้เป็นประโยชน์ต่อร่างกายได้มากขึ้น

2.ช่วยเพิ่มระบบภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย โดยแบคทีเรียกรดแลคติกบางสายพันธุ์ผลิตสารยับยั้งแบคทีเรียที่เรียกกันว่า แบคเทอริโอซินมาช่วยยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคได้ นอกจากนั้นการสร้างกรดของแบคทีเรียในบริเวณลำไส้ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดต่ำลง ส่งผลให้เกิดสภาวะไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค แบคทีเรียกรดแลคติกมีคุณสมบัติยับยั้งพิษที่จุลินทรีย์อื่นสร้างขึ้นและยับยั้งปฏิกิริยาของสารก่อมะเร็งได้ แบคทีเรียบางสายพันธุ์ผลิตสารที่มีลักษณะเป็นเมือกในลำไส้ โดยเป็นตัวช่วยให้จับกับสารพิษบางอย่างและขับถ่ายออกจากร่างกายได้ ซึ่งประโยชน์ของโพรไบโอติกส์ส่วนนี้จะช่วยให้ผู้ที่บริโภคอาหารที่มีโพรไบโอติกส์มีโอกาสเกิดโรคต่างๆ ได้น้อยลง

3. ช่วยลดความอ่อนแอของร่างกายจากการติดเชื้อโรคต่างๆ โดยเมแทบอลิซึมของโพรไบโอติกส์มีผลต่อการควบคุมการติดเชื้อในลำไส้ ยับยั้งการเกิดมะเร็ง ช่วยลดปริมาณคอเลสเทอรอลในเลือดและเพิ่มระบบภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย

2.5 ผลิตภัณฑ์จากการหมักผักและผลไม้

การนำผลิตผลทางการเกษตรจากผักและผลไม้มาถนอมและแปรรูปโดยการหมักด้วยเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกและยีสต์มีมาเป็นเวลานานตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เช่น การทำกิมจิ กะหล่ำปลีดอง หรือผักดองพื้นบ้านของไทยหลายอย่าง เช่น ผักกาดดอง หน่อไม้ดอง ล้วนเกิดขึ้นจากกิจกรรมของแบคทีเรียกรดแลคติกทั้งสิ้น หรือบางทีอาจใช้กล้าเชื้อผสมระหว่างแบคทีเรียกรดแลคติกและยีสต์ซึ่งเป็นรูปแบบของการใช้กล้าเชื้อในการศึกษาครั้งนี้ การนำทั้งยีสต์และแบคทีเรียกรดแลคติกมาใช้การหมักผลิตผลจากผักและผลไม้ และกิจกรรมการหมักที่เกิดขึ้นแสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 กระบวนการหมักผลิตภัณฑ์กะหล่ำปลีดองและไซเดอร์

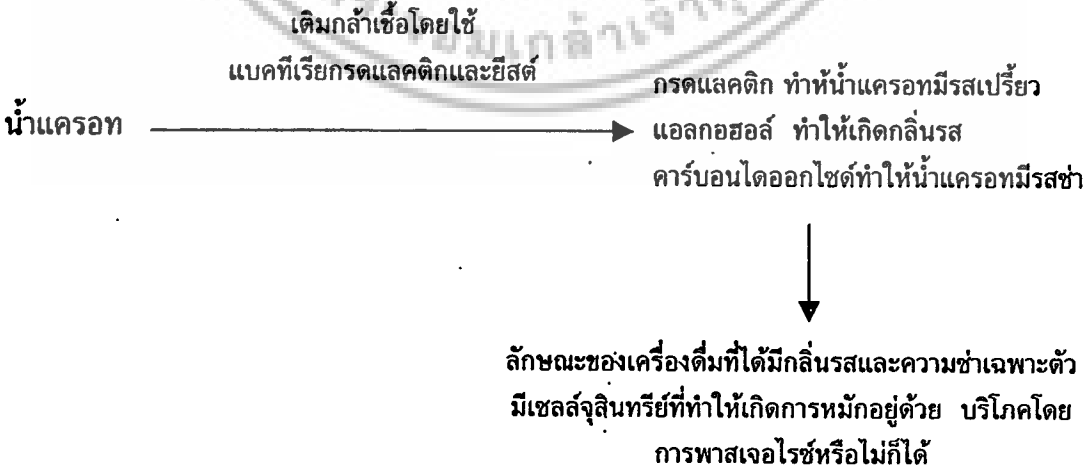
ที่มา : Brown (2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารที่ได้จากการหมักจัดเป็นการเก็บรักษาอาหาร เพิ่มคุณสมบัติทางโภชนาการ มีกลิ่นรสดีขึ้น ช่วยแปรสภาพของวัตถุดิบที่มีราคาถูกให้มีมูลค่าสูงขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีประโยชน์ต่อสุขภาพ คุณสมบัติของอาหารหมักส่วนใหญ่เป็นผลมาจากจำนวนและสายพันธุ์ของแบคทีเรีย โดยเฉพาะกลุ่มของแบคทีเรียกรดแลคติก หรือใช้ร่วมกันกับจุลินทรีย์ชนิดอื่น กรณีของน้ำแครอทพบว่าการนำมาแปรรูปทำให้มีคุณค่าทางโภชนการเพิ่มขึ้น เช่น การรวมกันของน้ำแครอทและโยเกิร์ตทำให้เกิดสมดุลย์ของคุณค่าทางโภชนการ โดยแครอทเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมงกานีส และซัลเฟอร์ นอกจากนั้นยังเป็นแหล่งของวิตามินเอ บี1 บี2 วิตามินซี และวิตามินอี ไทนอะมีน กรดฟอลิก และไรโบฟลาวิน แต่ไม่มีโปรตีน และไขมัน ส่วนโยเกิร์ตเป็นแหล่งของโปรตีนและไขมัน แต่ขาดธาตุเหล็กและวิตามินซี ดังนั้นการผสมโยเกิร์ตด้วยน้ำแครอทจึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณค่าทางโภชนการสูงขึ้น (Raum, 2003)

การแปรรูปน้ำแครอทโดยการหมัก

น้ำแครอทจัดเป็นเครื่องดื่มจากผักที่นำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่ผ่านการหมักได้ โดยมีแนวคิดการแปรรูปน้ำแครอทโดยเตรียมน้ำแครอทให้ได้สูตรที่เหมาะสมต่อการหมัก จากนั้นนำมาเติมด้วยกล้าเชื้อบริสุทธิ์ ซึ่งเป็นกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติกและยีสต์ ดังนั้นกระบวนการทางชีวเคมีในการหมักจึงประกอบด้วยการหมักกรดแลคติก ซึ่งได้ผลิตภัณฑ์เป็นกรดแลคติก ซึ่งเป็นสารที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเปรี้ยว และการหมักแอลกอฮอล์ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นแอลกอฮอล์ และคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้น้ำแครอทมีกลิ่นรสของแอลกอฮอล์และมีรสซ่า ซึ่งเป็นกลิ่นรสเฉพาะของผลิตภัณฑ์ แนวทางการหมักแสดงในภาพที่ 11



ภาพที่ 11 แนวคิดการแปรรูปน้ำแครอทโดยการหมักเพื่อใช้เป็นเครื่องดื่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Gardner et al (2001) ได้ศึกษาการคัดเลือกและลักษณะของกล้าเชื้อผสม สำหรับการหมักให้เกิดกรดแลคติกในแครอท กะหล่ำปลี และผักรวมของหัวบีท และหัวหอม โดยการศึกษานี้ได้ประเมินถึงการใช้เชื้อแบคทีเรียชนิดต่างๆ ในการหมักกะหล่ำปลี แครอท หัวบีทและผักหัวหอม ส่วนหนึ่งของขั้นตอนการแยกเชื้อพบว่า การเจริญเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกจำนวน 15 สายพันธุ์ ในอาหารเลี้ยงเชื้อจากน้ำผักได้ถูกวิเคราะห์โดยใช้ automated spectrophotometry รูปแบบของการเกิดกรดดลอดจนความมีชีวิตของเชื้อระหว่างการเก็บรักษา พบว่ามีเชื้อบริสุทธิ์ที่มีลักษณะต่างๆ ที่ดีกว่าเชื้อผสมที่เจริญได้ดีในน้ำผักและมีชีวิตระหว่างการเก็บรักษา การลดลงของจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตระหว่างการเก็บรักษาน้ำผักหมักเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในเชื้อสายพันธุ์ *Leuconostoc* มากกว่า สายพันธุ์ pediococci หรือ lactobacilli การเติมเชื้อลงในผักใช้สายพันธุ์ *Lactobacillus plantarum* NK-312, *Pediococcus* acidilactaci AFERM 772 และ *Leuconostoc mesenteroides* BLAC ซึ่งถูก rehydrated ในน้ำเกลือ แต่การ rehydrated ไม่ได้ วิเคราห์ความมีชีวิตของเซลล์ ระหว่างการหมักแครอท กะหล่ำปลี และผักรวม เมแทบอลิซึมของน้ำตาลวิเคราะห์โดยการใช้กลูโคสและฟรุคโทส แต่ว่าน้ำตาลยังคงอยู่ในผักที่ผ่านการหมักเมื่อการสร้างกรดหยุดลง ค่าพีเอชในผักที่เติมด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกภายหลังการหมัก 72 ชั่วโมง ต่ำอย่างมีนัยสำคัญ (0.2 หน่วย) กว่าชุดการหมักที่ไม่ได้เติมกล้าเชื้อ การเติมกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกสำหรับการหมักทำให้มีผลยับยั้งการผลิตกรดแอซิติก และลดการผลิตเอทธานอลระหว่างการหมัก กระบวนการคัดเลือกเชื้อโดยใช้น้ำจากผักเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อผสมพบว่าดีกว่าการเติมเชื้อในสภาวะที่เป็นกรด และยังมีประสิทธิภาพในการลดการสร้างก๊าซระหว่างการหมักและการเก็บรักษาผักที่ผ่านการหมัก

Salwa et al. (2004) ได้หมักโยเกิร์ตแครอทในระดับห้องปฏิบัติการโดยใช้น้ำนมโคผสมน้ำแครอท 5 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ในการทดลองได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี จุลินทรีย์ ลักษณะทางประสาทสัมผัสระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพิ่มขึ้นในตัวอย่างโยเกิร์ตที่ผสมน้ำแครอท 15 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์ทางเคมีพบว่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น อัตราส่วนของไนโตรเจนที่ละลายและไนโตรเจนทั้งหมด และแรงตึงของเคิร์ดลดลงเมื่อเพิ่มน้ำแครอท นอกจากนั้นยังพบว่าน้ำแครอทความเข้มข้นสูงมีผลยับยั้งการเจริญของราและยีสต์ จุลินทรีย์ในกลุ่มโคลิฟอร์ม แต่ไม่มีผลต่อการเจริญของ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophillus* ผลการศึกษายังพบว่าแครอทมีผลต่อการยอมรับของโยเกิร์ตระหว่างการเก็บรักษา ดังนั้นแครอทจึงมีความสำคัญต่อการหมักและต่อสุขภาพของผู้บริโภค ผลการศึกษาโดยรวมแล้วสรุปได้ว่าการใช้แครอทผสมในโยเกิร์ตเป็นสิ่งที่มีประโยชน์ เพราะมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียและรา ตลอดจนมีผลต่อการสร้างอะฟลาทอกซิน นอกจากนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แครอทยังปลอดภัยต่อการบริโภค เพิ่มวิตามิน โดยเห็นได้อย่างชัดเจนในตัวอย่างโยเกิร์ตที่ผสมน้ำแครอท 15 เปอร์เซ็นต์ ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดี มีอายุการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสได้นาน 21 วัน โดยไม่มีการเจริญของจุลินทรีย์ ไม่มีการสูญเสียของสีและเนื้อสัมผัส และระหว่างการผลิตและการเก็บรักษาการเสื่อมสภาพของอะฟลาทอกซินเกิดขึ้น 77 เปอร์เซ็นต์

Demir et al. (2004) ได้ศึกษาผลของการเก็บรักษาต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำแครอทด้วยการหมักให้เกิดกรดแลคติกและการเกิดกรด ในการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาผลของผลได้และสมบัติทางคุณภาพของน้ำแครอทที่ผลิตด้วยการหมักให้เกิดกรดแลคติกและการเติมกรดซิตริก และการเติมและไม่เติมเอนไซม์ในขั้นตอนของการแยกน้ำ (liquefaction) ตัวอย่างได้ถูกเก็บรักษาไว้ที่ห้องเย็นเป็นเวลา 6 เดือน และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้นที่อายุ 0 วัน และหลังจาก 2 4 และ 6 เดือน โดยการทดสอบการควบคุมคุณภาพ การวิเคราะห์ตัวอย่างที่ทรีทด์ด้วยเอนไซม์ ผลได้และคุณภาพของแร่ธาตุที่เพิ่มขึ้น นอกจากนั้นปริมาณเถ้า องค์ประกอบของส่งที่เป็นของแข็งที่ละลายน้ำยังเพิ่มขึ้นในหลายตัวอย่าง มีการสร้างกรดกาแลคทูโรนิกภายหลังจากการทำลายเพคตินในวัตถุดิบทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นในหลายตัวอย่าง การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทรีทด์ด้วยเอนไซม์ที่อายุการเก็บรักษา 0 วัน หลังจาก 2 4 และ 6 เดือน ส่วนใหญ่ยังเป็นที่ชอบ อย่างไรก็ตามตัวอย่างที่ไม่ได้เติมเอนไซม์ยังเป็นที่ชอบของผู้ทดสอบชิมหลังจากอายุการเก็บรักษา 6 เดือน

Bergqvist et al. (2005) ได้ทำการศึกษาถึงการเพิ่มการละลายของธาตุเหล็กในการหมักน้ำแครอทด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทั้งชนิดโฮโมเฟอร์เมนเททีฟและเฮทเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ ผลการศึกษาพบว่าการหมักกรดแลคติกเป็นวิธีการที่จะเพิ่มความสามารถในการละลายของธาตุเหล็กในน้ำแครอทได้ถึง 3 เท่า โดยองค์ประกอบของเกลือแร่ทั้งหมดและธาตุเหล็กที่ละลายต่างกันในการหมักด้วย *Lactpbacillus pentosus* FSC1 และ *Leuconostoc* ของธาตุเหล็กในน้ำแครอทหมักได้ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ โดยที่การหมักด้วย *Lactpbacillus pentosus* FSC1 ช่วยเพิ่มการละลายได้ดีที่สุด ระหว่างการหมักกรดแลคติกยังมีกลไกที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของจุลินทรีย์และอาจจะเป็นการเพิ่มการละลายของเกลือแร่ต่างๆ ซึ่งได้แก่ การลดลงของค่าพีเอช การสลายตัวของโมเลกุลใหญ่ที่จับกับโลหะที่ไม่ละลายโดยเฉพาะโปรตีน การผลิตสารคีเลทที่จับกับโลหะและละลายน้ำ เช่น กรดอินทรีย์ นอกจากนั้นการลดลงของเกลือแร่อาจเนื่องมาจากการเคลื่อนย้ายของเกลือแร่จากสารละลายไปสู่เซลล์ของแบคทีเรีย

Kyung Young Yoon et al. (2005) ได้ศึกษาการหมักน้ำบีทโดยแบคทีเรียกรดแลคติก ซึ่งได้ศึกษาถึงศักยภาพในการใช้หัวบีทแดงเป็นสับสเตรทในการผลิตน้ำบีทที่เป็นโพรไบโอติกส์ โดยใช้แบคทีเรียกรดแลคติก 4 สปีชีส์ (*Lactobacillus acidophilus,Lactobacillus casei,*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lactobacillus delbrueckii, Lactobacillus plumtarum) พบว่าแบคทีเรียกรดแลคติกทั้งหมดสามารถใช้น้ำบีทรูทเพื่อการสังเคราะห์เซลล์และการผลิตกรดแลคติกได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม *L. acidophilus* และ *L. plumtarum* มีการผลิตกรดแลคติกได้สูงกว่าเชื้อสปีชีส์อื่นๆ และการลดลงของค่าพีเอชของน้ำบีทรูทในการหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จากค่าพีเอชเริ่มต้น 6.3 ลดลงเป็น 4.5 หลังจาก อายุการหมัก 48 ชั่วโมง แม้ว่าเชื้อที่ใช้ในการหมักให้เกิดกรดแลคติกในน้ำบีทรูทที่ผ่านการหมักจะลดลงหรือสูญเสียความมีชีวิตในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ จำนวนเซลล์ที่มีชีวิตของแบคทีเรียกรดแลคติกยกเว้น *L. acidophilus* ในน้ำบีทรูทหมักยังคงอยู่ที่ 106-108 CFU/มิลลิลิตร ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Demir et al. (2006) ได้การศึกษาถึงความเข้มข้นในการใช้กล้าเชื้อ *Lactobacillus plantalum* เริ่มต้นในการหมักต่อคุณสมบัติของน้ำแครอทหมัก ผลการศึกษาพบว่าน้ำแครอทคือน้ำผักที่ได้รับความนิยมมากชนิดหนึ่งเพราะเป็นเครื่องดื่มที่อุดมสมบูรณ์ของเบต้าแคโรทีนตามธรรมชาติ น้ำผักหลายชนิดสามารถใช้ประโยชน์ทั้งที่ผ่านการหมักและไม่ผ่านการหมัก โดยชนิดที่ผ่านการหมักนั้นเป็นการหมักให้เกิดกรดแลคติก น้ำแครอทมีความเสถียรทางด้านจุลชีววิทยา มีความอร่อย และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ RSKK 1602 *Lactobacillus plantalum* เป็นกล้าเชื้อในน้ำแครอท การประเมินทางประสาทสัมผัสซึ่งจำนวนกล้าเชื้อเริ่มต้น 3x105 cfu/g ได้น้ำแครอทหมักที่ส่วนใหญ่ผู้บริโภคยอมรับ ความเป็นกรดของน้ำแครอทหมักสามารถปรับได้โดยเปลี่ยนแปลงจำนวนกล้าเชื้อเริ่มต้น และหมักเป็นเวลา 15-16 ชั่วโมง

Kun et al (2008) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเชื้อจุนทรีย์และปัจจัยในน้ำแครอทในการหมัก โดย *Bifidobacterium* ผลการศึกษากล่าวได้ว่า โพรไบโอติกส์เป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์หลายอย่างต่อสุขภาพของมนุษย์ ส่วนใหญ่แล้วอาหารโพรไบโอติกส์เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม ซึ่งผู้มีอาการแพ้นมไม่สามารถบริโภคผลิตภัณฑ์นมได้อันเนื่องมาจากแพ้โปรตีนนมหรือมีการแพ้น้ำตาลแลคโทด (lactose intolerance) ขณะที่การมองหาอาหารที่เป็นทางเลือกของบุคคลดังกล่าวเริ่มเกิดขึ้น น้ำแครอทมีความเหมาะสมที่จะนำมาเป็นวัตถุดิบสำหรับการทำผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกส์ โดยใช้ *Bifidobacterium* การเตรียมน้ำแครอ์ทโดยพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาสเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที เพื่อให้ปริมาณเชื้อลดลงและจำกัดอยู่ที่ 10 โคโลนีต่อหน่วย ทดสอบการเจริญเติบโตของ bifidobacteria ที่สามารถเจริญได้ในน้ำแครอทโดยไม่มีการเติมสารอาหารเพิ่ม จำนวนกล้าเชื้อเริ่มต้นอยู่ที่ 10^7 cfu/ml เพิ่มเป็น 10^8 cfu/ml: ภายหลังการหมักได้ 6 ชั่วโมง และยังคงอยู่ได้เมื่อสิ้นสุดการหมักที่อายุ 24 ชั่วโมง โดยมี *B. lactis* Bb – 12, *B. bifidum* B7.1 และ *B. bifidum* B3.2 มีค่าเท่ากับ 2.16×10^{10} cfu/l h : 4.65×10^{10} cfu/ cfu/l h, และ 3.85×10^{10} cfu/ cfu/l h ตามลำดับ เนื่องมาจากเมแทบอลิซึมของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบคทีเรียสายพันธุ์ต่างๆ น้ำแครอทมีค่าพีเอชน้อยกว่า 4.5 ในระหว่างการหมัก จำนวนกลูโคสและซูโครสลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ปริมาณของฟรุคโทสไม่มีการเปลี่ยนแปลง การลดลงของแคโรทีนอยด์อยู่ระหว่าง 15-45 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ที่ใช้ การผลิตของแลคติกและแอซิติก อยู่ในช่วง 14.8–16.7 มก./มล. และ 3.3–3.5 มก./มล. ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการและผลการวิจัย

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย

1. น้ำแครอท
2. น้ำสับปะรด
3. เชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก สายพันธุ์ *Lactobacillus pentosus*
4. *Saccharomyces cerevisiae*

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. ตู้ปลอดเชื้อ
2. เครื่องชั่ง
3. Ebulliometer
4. Hand refractometer
5. เครื่องวัดพีเอช
6. ฮอทเพลท
7. Autoclave
8. กล้องจุลทรรศน์
9. เครื่องนับโคโลนี
10. หม้อสแตนเลส
11. ลังถึง
12. กระชอน
13. ขวดดูแรน ขนาด 100 250 500 และ 2000 มล.
14. ขวดรูปชมพู่
15. จานแก้วเพาะเชื้อ
16. บิวเรทและชุดไตเตรท
17. กระบอกตวง
18. บีกเกอร์พลาสติก
19. หลอดทดลอง
20. ลูปเขี่ยเชื้อ

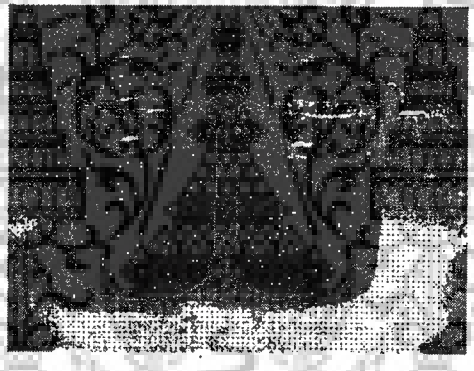
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการดำเนินงาน

1. การเตรียมน้ำแครอท

การเตรียมน้ำแครอท เตรียมโดยนำแครอทมาล้างให้สะอาด หั่น และลวกด้วยน้ำร้อน จากนั้นนำมาปั่นโดยใช้อัตราส่วนของแครอทต่อน้ำ 1:1 จากนั้นกรองเอาแต่น้ำ นำมาผสมสูตร โดยใช้น้ำแครอท : น้ำกลั่น : น้ำสับปะรด เท่ากับ 1 : 0.5 : 0.5

ผสมส่วนผสมให้เข้ากัน ปรับความเข้มข้นของน้ำตาลให้ได้ 20 องศาบริกซ์ แบ่งใส่ขวดดูแรนขวดละ 100 มิลลิลิตร สำหรับเตรียมสตาร์ทเตอร์ และเตรียมส่วนผสมน้ำแครอทที่มีความเข้มข้นของน้ำตาล 10 15 และ 20 องศาบริกซ์ ใส่ขวดดูแรนขนาด 2,000 มิลลิลิตร ปริมาตร 1,500 มิลลิลิตร สำหรับเตรียมน้ำแครอทเพื่อการหมัก นำน้ำแครอททั้งหมดมาพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที



ภาพที่ 12 น้ำแครอทและน้ำสับปะรดซึ่งเป็นวัตถุดิบในการหมักน้ำแครอท

2. การเตรียมกล้าเชื้อ

การเตรียมกล้าเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae*

ใช้ลูปเขี่ยเชื้อ *S. cerevisiae* จากหลอดสตอร์ค มาสตรีกบนผิวอาหารแข็ง PDA ในหลอดที่เตรียมแล้วบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน นำน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วละลายยีสต์ในหลอดจะได้สารละลายยีสต์

การเตรียมเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก

ใช้ลูปเขี่ยเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกจากหลอดมาสตรีกบนอาหารแข็ง MRS ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ นำไปบ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง และใช้ลูปเขี่ยเชื้อแบคทีเรียที่ได้มา 1 ลูป เต็มๆ ละลายในน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วจะได้สารละลายเชื้อแบคทีเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมสารละลายกล้าเชื้อ

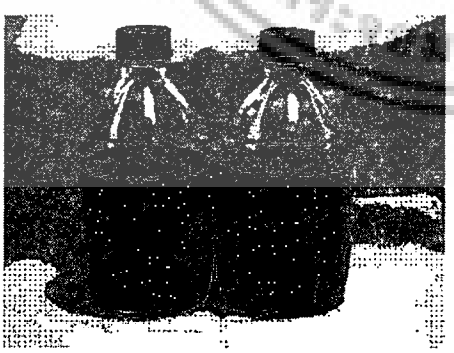
น้ำสารละลายเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกและยีสต์ที่เตรียมไว้มาผสมให้เข้ากันโดยใช้อัตราส่วน 1:1 (โดยปริมาตร) แล้วนำมาใส่ในน้ำแครอทขวดดูแรน 100 มิลลิตร ที่เตรียมไว้เขย่าให้เข้ากัน และหมักไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง จะเห็นว่ามีการเจริญของเชื้อเกิดขึ้น มีกลิ่นของน้ำแครอทที่ผ่านการหมัก น้ำไปเป็นสตาร์ทเตอร์ในการหมักน้ำแครอทต่อไป

3. การหมักและการวิเคราะห์ผล

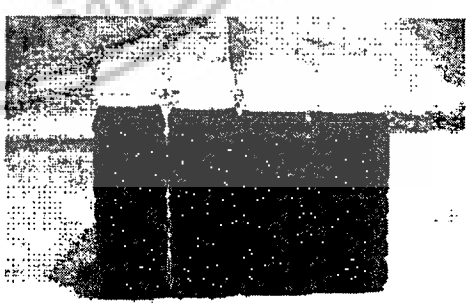
1.ทำการหมักน้ำแครอทโดยนำน้ำแครอทที่พาสเจอไรซ์แล้วในขวดดูแรนขนาด 2,000 มิลลิลิตรที่เตรียมไว้มาเติมสตาร์ทเตอร์ (ใช้สตาร์ทเตอร์ 10 เปอร์เซ็นต์) จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

2. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการหมัก ทำโดยเก็บตัวอย่างน้ำแครอทระหว่างการหมักที่อายุ 0 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง มาวิเคราะห์ค่าพีเอช ปริมาณกรดแลคติก การเปลี่ยนแปลงองศาบริกซ์ และตรวจนับจำนวนเซลล์แบคทีเรียกรดโดยการเพาะเลี้ยงเซลล์บนอาหารแข็ง MRS และตรวจนับจำนวนเซลล์ยีสต์ด้วยกล้องจุลทรรศน์

3.ศึกษาสูตรการหมักโดยใช้ความเข้มข้นของน้ำตาลต่างกัน การศึกษาในขั้นตอนการหมัก ใช้ความเข้มข้นของน้ำตาล 10 15 และ 20 องศาบริกซ์ และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักไปพร้อมกัน



<u>ภาพที่</u> 13 การหมักน้ำแครอท ซึ่งหมักโดยใช้ขวดดูแรน ขนาด 2 ลิตร



<u>ภาพที่</u> 14. น้ำแครอทหมักที่พร้อมสำหรับทดสอบชิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำแครอทที่ผ่านการหมักโดยมีความเข้มข้นของน้ำตาลเริ่มต้น 10 15 และ 20 องศาบริกซ์ โดยกลุ่มผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน โดยทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม

5. การศึกษาอายุการเก็บรักษา

ศึกษาอายการเก็บรักษาน้ำแครอทหมัก ทำการศึกษาโดยนำน้ำแครอทสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุด นำมาเตรียมและหมักเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำมาผ่านการพาสเจอไรซ์ บรรจุขวด เก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช องศาบริกซ์ จำนวนเซลล์แบคทีเรียกรดแลคติกและยีสต์ที่อายุการเก็บรักษา 0 3 6 9 12 และ 15 วัน เปรียบเทียบกับน้ำแครอทหมักที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์

6. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำแครอทหมัก

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำแครอท ได้แก่ การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณวิตามินซี ปริมาณฟรุกโทส กลูโคส แลคโทส มอลโทส ซูโครส ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด เบตา-แคโรทีน พลังงาน (แคลอรี) คาร์โบไฮเดรท เถ้า ความชื้น ไขมัน ปริมาณเกลือแร่ ได้แก่ เหล็ก แคลเซียม แมงกานีส และโปแทสเซียม โดยเปรียบเทียบระหว่างน้ำแครอทพาสเจอไรซ์ที่ไม่ได้ผ่านการหมัก และน้ำแครอทที่ผ่านการหมัก

3.3 ผลการวิจัย

3.3.1 การหมักน้ำแครอทด้วยกล้าเชื้อผสมของ *Lactobacillus pentosus* และ *Saccharomyces cerevisiae*

จากตารางที่ 5 การหมักน้ำแครอทในทรีทเมนต์ที่ 1 พบว่า ความหวานที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง เท่ากับ 10 องศาบริกซ์ จากนั้นความหวานลดลงตลอดอายุการหมัก โดยที่อายุการหมัก 48 ชั่วโมง มีค่าความหวานเท่ากับ 6.50 เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง เท่ากับ 0 จากนั้นเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นตามอายุการหมัก โดยที่อายุการหมัก 48 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เท่ากับ 2.02 ค่าพีเอชระหว่างการหมักพบว่า ค่าพีเอชที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง เท่ากับ 4.03 จากนั้นค่าพีเอชลดลงตามอายุการหมัก เล็กน้อย โดยที่อายุการหมัก 36 ชั่วโมง ค่าพีเอชเท่ากับ 3.71 และคงที่จนถึงอายุการหมัก 48 ชั่วโมง ซึ่งค่าพีเอชดังกล่าวมีความเป็นกรด เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเท่ากับ 0.408 และเพิ่มขึ้นเป็น 0.510 และ 0.613 ที่อายุการหมัก 12 และ 24 ชั่วโมง จากนั้นลดลงเป็น 0.510 ที่อายุการหมัก 36 และ 48 ชั่วโมง ส่วนจำนวนเซลล์แบคทีเรียกรดแลคติก ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง เท่ากับ 9.8×10^7 โคโลนี/มิลลิลิตร และเพิ่มเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$2.3x10^{9}$ $1.68x10^{10}$ $1.99x\ 10^{11}$ และ $2.48\ x\ 10^{11}$ โคโลนี/มิลลิลิตร ที่อายุการหมัก 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ จำนวนเซลล์ยีสต์ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง เท่ากับ $9.8x10^{7}$ เซลล์/มิลลิลิตร และเพิ่มเป็น $4.13x10^{8}$ $2.70x10^{9}$ และ $3.15x\ 10^{10}$ เซลล์/มิลลิลิตร ที่อายุการหมัก 24 36 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ

ตารางที่ 5 การเปลี่ยนแปลงองศาบริกซ์ เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และจำนวนเซลล์ ในการหมักน้ำแครอทที่มีความหวานเริ่มต้น 10 15 และ 20 องศาบริกซ์ ที่อายุการหมัก 0 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง

ทรีทเมนต์	การวิเคราะห์				จำนวนเซลล์		หมายเหตุ
อายุการหมัก (ห)	องศาบิกซ์ (%)	แอลกอฮอล์ (%)	พีเอช	กรดแลคติก (%)	LAB (โคโลนี/มล.)	ยีสต์ (เซลล์/มล)	หมายเหตุ
1 0	10.00	0.00	4.03	0.408	9.80×10^{7}	9.80×10^{7}	เปอร์เซ็นต์
12	9.50	0.29	3.82	0.510	2.30×10^{9}	9.80×10^{7}	บริกซ์เริ่มต้น
24	8.80	0.69	3.75	0.613	1.68×10^{10}	4.13×10^{8}	เท่ากับ 10
36	7.00	1.73	3.71	0.510	1.99×10^{11}	2.70×10^{9}	
48	6.50	2.02	3.71	0.510	2.48×10^{11}	3.15×10^{10}	
2 0	15.00	0.00	4.01	0.510	6.50×10^{7}	9.80×10^{7}	เปอร์เซ็นต์
12	14.60	0.23	3.79	0.715	1.37×10^{9}	9.80×10^{7}	บริกซ์เริ่มต้น
24	13.80	0.69	3.71	0.510	4.34×10^{10}	2.62×10^{8}	เท่ากับ 15
36	12.80	1.27	3.67	0.715	9.80×10^{10}	1.99×10^{9}	
48	12.00	1.73	3.66	0.817	1.57×10^{11}	3.26×10^{10}	
3 0	20.00	0	4.01	0.408	3.34×10^{8}	9.80×10^{7}	เปอร์เซ็นต์
12	17.00	1.73	3.75	0.817	3.69×10^{9}	9.80×10^{7}	บริกซ์เริ่มต้น
24	16.80	1.84	3.68	0.715	1.26×10^{10}	3.54×10^{8}	เท่ากับ 20
36	16.00	2.30	3.65	0.817	3.56×10^{11}	2.63×10^{9}	
48	15.00	2.88	3.65	0.817	3.42×10^{11}	2.42×10^{10}	

การหมักน้ำแครอทในทรีทเมนต์ที่ 2 พบว่า ความหวานที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง เท่ากับ 15 องศาบริกซ์ จากนั้นความหวานลดลงตลอดอายุการหมัก โดยที่อายุการหมัก 48 ชั่วโมง มีค่าความหวานเท่ากับ 12.00 เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง เท่ากับ 0 จากนั้นเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นตามอายุการหมัก โดยที่อายุการหมัก 48 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เท่ากับ 1.73 ค่าพีเอชระหว่างการหมักพบว่า ค่าพีเอชที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง เท่ากับ 4.01 จากนั้นค่าพีเอชลดลงตามอายุการหมัก เล็กน้อย โดยที่อายุการหมัก 48 ชั่วโมง ค่าพีเอชเท่ากับ 3.66 ซึ่งค่าพีเอชดังกล่าวมีความเป็นกรด เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเท่ากับ 0.510 และเพิ่มขึ้นเป็น 0.715 0.510

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.715 และ 0.817 ที่อายุการหมัก 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง ซึ่งค่าพีเอชมีการขึ้นและลดลงตลอดการหมัก ส่วนจำนวนเซลล์แบคทีเรียกรดแลคติก ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง เท่ากับ $6.5x10^{7}$ โคโลนี/มิลลิลิตร และเพิ่มเป็น $1.37x10^{9}$ $4.34x10^{10}$ $9.80x10^{10}$ และ $1.57x10^{11}$ โคโลนี/มิลลิลิตร ที่อายุการหมัก 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ จำนวนเซลล์ยีสต์ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง เท่ากับ $9.8x10^{7}$ เซลล์/มิลลิลิตร และเพิ่มเป็น $2.62x10^{8}$ $1.99x10^{9}$ และ $3.26x10^{10}$ เซลล์/มิลลิลิตร ที่อายุการหมัก 24 36 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ

การหมักน้ำแครอทในทรีทเมนต์ที่ 3 พบว่า ความหวานที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง เท่ากับ 20 องศาบริกซ์ จากนั้นความหวานลดลงตลอดอายุการหมัก โดยที่อายุการหมัก 48 ชั่วโมง มีค่าความหวานเท่ากับ 15.00 เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง เท่ากับ 0.0 จากนั้นเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นตามอายุการหมัก โดยที่อายุการหมัก 48 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เท่ากับ 2.88 ค่าพีเอชระหว่างการหมักพบว่า ค่าพีเอชที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง เท่ากับ 4.01 จากนั้นค่าพีเอชลดลงตามอายุการหมัก เล็กน้อย โดยที่อายุการหมัก 48 ชั่วโมง ค่าพีเอชเท่ากับ 3.65 ซึ่งค่าพีเอชดังกล่าวมีความเป็นกรด เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเท่ากับ 0.408 และเพิ่มขึ้นเป็น 0.817 0.715 0.817 และ 0.817 ที่อายุการหมัก 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง ซึ่งค่าพีเอชมีการขึ้นและลดลงจนมีค่าคงที่ที่อายุการหมัก 36 และ 48 ชั่วโมง ส่วนจำนวนเซลล์แบคทีเรียกรดแลคติก ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง เท่ากับ $3.34x10^{8}$ โคโลนี/มิลลิลิตร และเพิ่มเป็น $3.69x10^{9}$ $1.26x10^{10}$ $3.56x10^{11}$ และ $3.42x10^{11}$ โคโลนี/มิลลิลิตร ที่อายุการหมัก 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ จำนวนเซลล์ยีสต์ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง เท่ากับ $9.8x10^{7}$ เซลล์/มิลลิลิตร และเพิ่มเป็น $3.54x10^{8}$ $2.63x10^{9}$ และ $3.42x10^{10}$ เซลล์/มิลลิลิตร ที่อายุการหมัก 24 36 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก ค่าพีเอช จำนวนเซลล์แบคทีเรียกรดแลคติก และจำนวนเซลล์ยีสต์ โดยใช้ความเข้มข้นของน้ำตาล 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการหมัก 0 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่าได้ว่ากิจกรรมการหมักของน้ำแครอทเกิดได้ต่างกัน โดยดูจากเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ของทรีทเมนต์ที่ 3 สูงกว่าทรีทเมนต์ที่ 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกของทรีทเมนต์ที่ 3 เมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับทรีทเมนต์ที่ 2 และสูงกว่าทรีทเมนต์ที่ 1 ส่วนค่าพีเอชและจำนวนเซลล์แบคทีเรียกรดแลคติกและยีสต์ใกล้เคียงกัน เพื่อให้เกิดความพึงพอใจทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคมากที่สุดจึงนำน้ำแครอทหมักทั้ง 3 สูตร ไปทดสอบชิมโดยกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่ผ่านการฝึกฝน ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ผลการทดสอบชิมน้ำแครอทหมักโดยกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 33 คน

ตารางที่ 6. ค่าเฉลี่ยด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของน้ำแครอทหมักที่มีความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 10 15 และ 20 องศาบริกซ์

ชนิดของตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
บริกซ์เริ่มต้น 10 %	7.39[a]	6.88[b]	5.55[b]	6.12[b]	6.21[c]
บริกซ์เริ่มต้น 15 %	7.12[a]	6.82[b]	6.91[b]	7.12[b]	7.09[b]
บริกซ์เริ่มต้น 20 %	7.52[a]	7.67[a]	8.42[a]	8.12[a]	8.33[a]

วิเคราะห์ความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำแครอทหมักที่มีความหวานเริ่มต้นในการหมัก 10 15 และ 20 องศาบริกซ์ พบว่า ลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสีของน้ำแครอททั้ง 3 สูตรมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น พบว่าตัวอย่างที่มีความหวานเริ่มต้น 20 องศาบริกซ์ มีความแตกต่างจากตัวอย่างที่มีความหวานเริ่มต้น 10 และ 15 องศาบริกซ์ ลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ พบว่าตัวอย่างที่มีความหวานเริ่มต้น 20 องศาบริกซ์ มีความแตกต่างจากตัวอย่างที่มีความหวานเริ่มต้น 10 และ 15 องศาบริกซ์ ลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส ได้แก่ความใสและความข่นของน้ำแครอทหมัก พบว่า พบว่าตัวอย่างที่มีความหวานเริ่มต้น 20 องศาบริกซ์ มีความแตกต่างจากตัวอย่างที่มีความหวานเริ่มต้น 10 และ 15 องศาบริกซ์ และสุดท้ายความชอบรวมของน้ำแครอทหมัก พบว่า น้ำแครอทหมักที่มีความหวานเริ่มต้น 20 องศาบริกซ์ มีความแตกต่างจากตัวอย่างน้ำแครอทหมักที่มีความหวานเริ่มต้น 10 และ 15 องศาบริกซ์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการหมักน้ำแครอทหมักเพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค จะเห็นได้ว่าน้ำแครอทหมักที่มีความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 20 องศาบริกซ์ มีค่าเฉลี่ยของลักษณะทางประสาทสัมผัสสูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ ในทุก โดยมีค่าเฉลี่ยด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม เท่ากับ 7.52 7.67 8.42 8.12 และ 8.33 ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกผลิตน้ำแครอทหมักโดยใช้ความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 20 องศาบริกซ์ ศึกษาอายุการเก็บรักษาและการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การศึกษาอายุการเก็บรักษาน้ำแครอทหมัก

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำแครอทหมักพบว่า ผู้บริโภคยอมรับน้ำแครอทหมักที่ใช้ความเข้มข้นของน้ำตาล 20 องศาบริกซ์ มากที่สุด จึงได้นำสูตรที่ได้รับการยอมรับนี้ไปทดสอบอายุการเก็บรักษา โดยทำการเปรียบเทียบการเก็บรักษาระหว่างน้ำแครอทหมักชนิดพาสเจอร์ไรซ์และไม่พาสเจอร์ไรซ์ ซึ่งได้มีการวิเคราะห์ เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ พีเอช เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก จำนวนเซลล์แบคทีเรียกรดแลคติก และจำนวนเซลล์ยีสต์ ที่อายุการเก็บรักษา 0 3 6 9 12 และ 15 วัน โดยมีการเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ผลการศึกษามีแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การเปลี่ยนแปลงองศาบริกซ์ เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก ค่าพีเอช จำนวนเซลล์ ในการเก็บรักษาน้ำแครอทหมักอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่อายุ 0 3 6 9 12 และ 15 วัน

อายุการหมัก (ชั่วโมง)	การวิเคราะห์				จำนวนเซลล์	
	บริกซ์ (%)	พีเอช	กรดแลคติก (%)	แอลกอฮอล์ (%)	LAB (โคโลนี/มล.)	ยีสต์ (เซลล์/มล.)
0	20.00	4.0	0.510	0.00	5.7×10^{8}	2.90×10^{8}
12	20.00	4.0	0.510	0.00	7.86×10^{9}	1.58×10^{9}
24	19.00	3.5	0.510	0.58	3.97×10^{10}	1.35×10^{9}
36	18.60	3.5	0.816	0.81	1.90×10^{12}	1.08×10^{10}
48	17.20	3.5	1.020	1.38	3.31×10^{12}	4.97×10^{11}
อายุการเก็บรักษา (วัน)	สภาพการเก็บรักษา : เก็บในตู้เย็น อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส					
0 พาสเจอไรซ์	17.2	3.5	1.020	1.38	0	0
ไม่พาสเจอไรซ์	17.2	3.5	1.020	1.38	3.31×10^{12}	4.97×10^{11}
3 พาสเจอไรซ์	17.2	3.5	1.102	1.38	0	0
ไม่พาสเจอไรซ์	17.0	3.5	1.193	1.50	2.07×10^{12}	2.25×10^{11}
6 พาสเจอไรซ์	17.2	3.5	1.102	1.38	0	0
ไม่พาสเจอไรซ์	17.0	3.5	1.102	1.50	7.3×10^{12}	2.91×10^{11}
9 พาสเจอไรซ์	17.2	3.5	1.080	1.38	0	0
ไม่พาสเจอไรซ์	16.4	3.5	0.982	2.07	1.73×10^{12}	6.16×10^{10}
12 พาสเจอไรซ์	17.2	3.5	1.080	1.38	0	0
ไม่พาสเจอไรซ์	15.4	3.5	0.982	2.65	4.5×10^{11}	1.19×10^{10}
15 พาสเจอไรซ์	17.2	3.5	1.080	1.38	0	0
ไม่พาสเจอไรซ์	15.4	3.5	0.982	2.65	6.33×10^{10}	4.26×10^{9}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 7 การศึกษาอายุการเก็บรักษาพบว่า ช่วยระยะของการหมักที่อายุการหมัก 48 ชั่วโมง น้ำแครอทหมักมีความหวาน เท่ากับ 17.20 บริกซ์ มีค่าพีเอช เท่ากับ 3.5 เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก เท่ากับ 1.02 เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ เท่ากับ 1.38 ส่วนจำนวนเซลล์แบคทีเรียกรดแลคติกเท่ากับ 3.31×10^{12} และจำนวนเซลล์ยีสต์ เท่ากับ 4.97×10^{11} จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนของการเก็บรักษา โดยนำน้ำแครอทส่วนหนึ่งไปพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ปล่อยให้เย็น และนำไปเก็บรักษาในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ เก็บตัวอย่างวิเคราะห์ผลที่อายุการเก็บรักษาเริ่มต้นที่อายุ 0 วัน

ที่อายุการเก็บรักษา 0 วัน ผลการวิเคราะห์ยังเท่ากับที่อายุการหมัก 48 ชั่วโมง ยกเว้นในตัวอย่างที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ จำนวนเซลล์แบคทีเรียกรดแลคติกและยีสต์ เท่ากับ 0 ในตัวอย่างที่พาสเจอไรซ์ การเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาเกิดขึ้นน้อยมาก ความหวานยังมีค่าคงที่คือเท่ากับ 17.2 องศาบริกซ์ที่อายุการเก็บรักษา 0-15 วัน ค่าพีเอชคงที่ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกลดลงจากเดิมเล็กน้อย โดยมีค่าเท่ากับ 1.08 ที่อายุการเก็บ 9 12 และ 15 วัน เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์คงที่ที่ 1.38 ตลอดอายุการเก็บรักษา จำนวนเซลล์ไม่พบทั้งแบคทีเรียกรดแลคติกและยีสต์

ตัวอย่างที่ไม่พาสเจอไรซ์ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ค่าความหวานลดลงตลอดอายุการเก็บ โดยมีค่าเท่ากับ 17.0 17.0 16.4 15.4 และ 15.4 ที่อายุการเก็บรักษา 3 6 9 12 และ 15 วัน ค่าพีเอชคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเพิ่มขึ้นในช่วงแรกและลดลงในช่วงท้าย โดยมีค่าเท่ากับ 1.193 1.102 0.982 0.982 และ 0.982 ที่อายุการเก็บรักษา 3 6 9 12 และ 15 วัน ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยมีค่าเท่ากับ 1.50 1.50 2.07 2.65 และ 2.65 ที่อายุการเก็บรักษา 3 6 9 12 และ 15 วัน ตามลำดับ ส่วนจำนวนเซลล์แบคทีเรียกรดแลคติกคงที่ในช่วงแรกและเริ่มลดลงในช่วงท้ายของการเก็บรักษา โดยมีจำนวนเซลล์เท่ากับ 2.07×10^{12} 7.3×10^{12} 1.73×10^{12} 3.33×10^{10} โคโลนี/มิลลิลิตร ที่อายุการเก็บรักษา 3 6 9 และ 12 วัน ตามลำดับ สุดท้ายจำนวนเซลล์ยีสต์คงที่ในช่วงแรกและลดลงในช่วงท้ายของการเก็บรักษา โดยมีจำนวนเท่ากับ 2.25×10^{11} 2.91×10^{11} 6.16×10^{10} 1.19×10^{10} 4.26×10^{9} เซลล์/มิลลิลิตร ที่อายุการเก็บรักษา 3 6 9 12 และ 15 วัน ตามลำดับ

จากการศึกษาการเก็บรักษาน้ำแครอทหมักโดยวิเคราะห์ เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ พีเอช เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก จำนวนเซลล์แบคทีเรียกรดแลคติก และจำนวนเซลล์ยีสต์ระหว่างการเก็บรักษา 0-15 วัน พบว่าเห็นได้ชัดว่าน้ำแครอทหมักชนิดที่ไม่พาสเจอไรซ์เกิดกิจกรรมการหมักมากกว่าน้ำแครอทหมักที่พาสเจอไรซ์ เพราะเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกและยีสต์ซึ่งเป็นตัวทำให้เกิดกิจกรรมการหมักยังเจริญอยู่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำแครอทหมัก

การศึกษาต่อไปเป็นการศึกษาถึงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำแครอทพาสเจอไรซ์ทั้งชนิดผ่านการหมักและชนิดไม่ผ่านหมัก โดยนำตัวอย่างทั้งสองไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี และปริมาณเกลือแร่ ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 8

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำแครอทหมัก โดยผลการทดสอบทางอาหาร พบว่า โปรตีน ทั้งชนิดหมักและไม่หมักมีค่าโปรตีนเท่ากันคือเท่ากับ <0.25 กรัม ปริมาณกรดทั้งหมดโดย citric acid anhydrous ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 0.47 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากในกระบวนการหมักมีกรดเกิดขึ้น วิตามินซี - ทั้งชนิดหมักและไม่หมักมีค่าเท่ากันคือเท่ากับ <0.10 ฟรุกโทส ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 0.58 กรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 2.55 กรัม กลูโคส ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 0.80 กรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 2.45 กรัม แลคโทส ทั้งชนิดหมักและไม่หมักมีค่าเท่ากันคือเท่ากับ <0.10 กรัม มอลโทส (กรัม/100 กรัม) ทั้งชนิดหมักและไม่หมักมีค่าเท่ากันคือเท่ากับ <0.10 กรัม ซูโครส ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 15.7 กรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 9.28 กรัม ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 17.0 กรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 14.30 กรัม เบตา-แคโรทีน ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 329 ไมโครกรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 338 ไมโครกรัม แคลอรี ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 74.0 กิโลแคลอรี ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 66.40 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรต ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 18.50 กรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 16.60 กรัม เถ้า ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 0.12 กรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 0.16 กรัม ความชื้น ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 81.40 กรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 83.20 กรัม ไขมัน ทั้งชนิดไม่หมักและชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 0.00 กรัม

การทดสอบเกลือแร่ พบว่า เหล็ก ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 0.05 มิลลิกรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 0.04 มิลลิกรัม แคลเซียม ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 4.93 มิลลิกรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 6.73 มิลลิกรัม แมงกานีส ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 5.11 มิลลิกรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 6.02 มิลลิกรัม โปแทสเซียม ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 66.9 มิลลิกรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 67.6 มิลลิกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำแครอทพาสเจอไรซ์และน้ำแครอทหมักที่ผ่านการพาสเจอไรซ์

องค์ประกอบทางเคมี	น้ำแครอทพาสเจอไรซ์	น้ำแครอทหมักพาสเจอไรซ์	วิธีการวิเคราะห์
การทดสอบทางอาหาร			
โปรตีน (กรัม/100 กรัม)	<0.25	<0.25	AOCA (2000)
ปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) โดย citric acid anhydrous	0.20	0.47	AOCA (2000)
วิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัม)	<0.10	<0.10	BMDS (1998)
ฟรุกโทส (กรัม/100 กรัม)	0.58	2.55	JAOAC (1992)
กลูโคส (กรัม/100 กรัม)	0.80	2.45	JAOAC (1992)
แลคโทส (กรัม/100 กรัม)	<0.10	<0.10	JAOAC (1992)
มอลโทส (กรัม/100 กรัม)	<0.10	<0.10	JAOAC (1992)
ซูโครส (กรัม/100 กรัม)	15.7	9.28	JAOAC (1992)
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (กรัม/100 กรัม)	17.0	14.30	JAOAC (1992)
เบตา-แคโรทีน (ไมโครกรัม/100 กรัม)	329	338	JAOAC (1992)
แคลอรี (กิโลแครอรี/100 กรัม)	74.0	66.40	NLH (1995)
คาร์โบไฮเดรต (กรัม/100 กรัม)	18.50	16.60	NLH (1995)
เถ้า (กรัม/100 กรัม)	0.12	0.16	AOCA (2000)
ความชื้น (กรัม/100 กรัม)	81.40	83.20	AOCA (2000)
ไขมัน (กรัม/100 กรัม)	0.00	0.00	AOCA (2000)
การทดสอบเกลือแร่			
เหล็ก (มิลลิกรัม/100 กรัม)	0.05	0.04	AOCA (2005)
แคลเซียม (มิลลิกรัม/100 กรัม)	4.93	6.73	AOCA (2005)
แมงกานีส (มิลลิกรัม/100 กรัม)	5.11	6.02	AOCA (2005)
โปแทสเซียม (มิลลิกรัม/100 กรัม)	66.9	67.6	AOCA (2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาการหมักน้ำแครอทโดยใช้เชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก และ *Saccharomyces cerevisiae* ขั้นตอนแรกของการศึกษาเริ่มต้นโดยการเตรียมน้ำแครอทโดยใช้ความเข้มข้นของน้ำตาลที่ 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ทำการหมักและเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ผลที่อายุการหมัก 0 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส เมื่อได้สูตรที่เหมาะสมแล้วจึงหมักน้ำแครอทและศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยเปรียบเทียบระหว่างน้ำแครอทหมักชนิดพาสเจอไรซ์และไม่พาสเจอไรซ์ที่อายุการหมัก 0 3 6 9 และ 15 วัน และสุดท้ายเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเปรียบเทียบน้ำแครอทพาสเจอไรซ์ที่ผ่านการหมักและไม่ผ่านการหมัก

4.1 การหมักน้ำแครอทด้วยกล้าเชื้อผสมของ *Lactobacillus pentosus* และ *Saccharomyces cerevisiae* ที่ความเข้มข้นของน้ำตาล 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์

ผลจากการการหมักน้ำครอทที่ความเข้มข้นของน้ำตาลเริ่มต้นทั้ง 3 สูตร ที่อายุการหมัก 0–48 ชั่วโมง พบว่าทุกทรีทเมนต์มีปริมาณน้ำตาลลดลงตามอายุการหมักที่เพิ่มขึ้น โดยลดลงจาก 10.00 องศาบริกซ์ เป็น 6.50 องศาบริกซ์ ลดลงจาก 15.00 องศาบริกซ์ เป็น 12.00 องศาบริกซ์ และ ลดลงจาก 20.00 องศาบริกซ์ เป็น 15.00 องศาบริกซ์ ในน้ำแครอทที่มีความหวานของน้ำตาลเริ่มต้นเท่ากับ 10.00 15.00 และ 20.00 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ในขณะที่น้ำตาลซึ่งเป็นสับเสตรทในการหมักลดลงตลอดอายุการหมัก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักซึ่งได้แก่ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เพิ่มขึ้น โดยกรดแลคติกเพิ่มจาก 0.408 เป็น 0.510 เพิ่มจาก 0.510 เป็น 0.817 และเพิ่มจาก 0.408 เป็น 0.817 ในน้ำแครอทที่มีความหวานของน้ำตาลเริ่มต้นเท่ากับ 10.00 15.00 และ 20.00 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นจาก 0.00 เป็น 2.02 เพิ่มจาก 0.00 เป็น 1.73 และ 0.00 เป็น 2.88 ในน้ำแครอทที่มีความหวานของน้ำตาลเริ่มต้นเท่ากับ 10.00 15.00 และ 20.00 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามกระบวนการหมักที่มีการใช้น้ำตาลเป็นสารเริ่มต้นในการหมักโดยมีการใช้น้ำตาลในการสร้างกรดแลคติกโดยแบคทีเรียกรดแลคติก และใช้น้ำตาลในการสร้างแอลกอฮอล์โดยกิจกรรมของยีสต์ ผลจากการหมักอื่นๆ คือ ค่าพีเอชลดลง ในระหว่างการหมักลดลงและจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นกล้าเชื้อในการหมักเพิ่มขึ้น (จารุวรรณ มณีศิริ, 2551)

การหมักน้ำแครอทด้วยกล้าเชื้อผสมของ *Lactobacillus pentosus* และ *Saccharomyces cerevisiae* ที่ความเข้มข้นของน้ำตาล 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ สรุปได้ว่ากิจกรรมการหมักโดยใช้ความเข้มข้นของน้ำตาล 20 เปอร์เซ็นต์ เกิดมากที่สุด รองลงมาคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากนั้นจึงนำน้ำแครอทหมักทั้ง 3 สูตรมาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อเลือกสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับ

4.2 ผลการทดสอบชิมน้ำแครอทหมัก

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของหมักน้ำแครอทหมักเพื่อเลือกสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับ พบว่าตัวอย่างมีความหวานเริ่มต้น 20 องศาบริกซ์ ได้รับการยอมรับในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม เท่ากับ 7.52 7.67 8.42 8.12 และ 8.33 ตามลำดับ ซึ่งน้ำแครอทหมักสูตรนี้มีรสชาติพอดี มีความหวานมากกว่าสูตรที่มีน้ำตาลเริ่มต้น 10 และ 15 องศาบริกซ์ ซึ่งมีความหวานน้อย ทำให้รสชาติของแอลกอฮอล์ในน้ำแครอทเข้มข้นขึ้น จึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากกว่า จากนั้นจึงเลือกทำการหมักน้ำแครอทโดยใช้สูตรที่มีความหวานเริ่มต้น 20 องศาบริกซ์เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาน้ำแครอทในตู้เย็น โดยเปรียบเทียบระหว่างน้ำแครอทหมักที่พาสเจอไรซ์กับไม่พาสเจอไรซ์

4.3 ผลการเก็บรักษาน้ำแครอทหมักที่อายุการเก็บรักษา 0 3 6 9 และ 15 วัน

การศึกษาการเก็บรักษาน้ำแครอทหมักที่พาสเจอไรซ์และไม่พาสเจอไรซ์ ผลการศึกษาพบว่า เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ พีเอช เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก จำนวนเซลล์แบคทีเรียกรดแลคติกและจำนวนเซลล์ยีสต์ในน้ำแครอทหมักที่ไม่พาสเจอไรซ์เกิดกิจกรรมการหมักมากกว่าน้ำแครอทหมักที่พาสเจอไรซ์ เนื่องจากเซลล์แบคทีเรียกรดแลคติกและยีสต์ยังมีชีวิตจึงใช้น้ำตาลที่ยังมีอยู่ในน้ำแครอทหมักในการสร้างกรดแลคติกและแอลกอฮอล์อย่างต่อเนื่อง ทำให้ความหวานลดลงและเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ในส่วนของกรดแลคติกเริ่มลดลงตั้งแต่อายุการเก็บรักษา 6 วัน จาก 1.193 เป็น 0.982 ที่อายุการเก็บรักษา 9-15 วัน เนื่องจากปฏิกิริยาของยีสต์ (Irigoyen, et. al. , 2005) จำนวนเซลล์ของเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกและยีสต์เพิ่มขึ้น และลดลงเล็กน้อยในช่วงท้ายของการเก็บรักษาเนื่องมาจากสภาวะของน้ำแครอทหมักเหมาะกับการเจริญและจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดสามารถเจริญอยู่ได้ในสภาวะที่เป็นกรด ซึ่งเป็นคุณสมบัติประการหนึ่งของจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอติกส์ (ปิ่นมณี ขวัญเมือง, 2550; Chadwick et. al, 2003)

4.4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำแครอทหมัก

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำแครอทหมัก โดยผลการทดสอบทางอาหารมีดังนี้ โปรตีน ทั้งชนิดหมักและไม่หมักมีค่าโปรตีนเท่ากันคือเท่ากับ <0.25 กรัม ปริมาณกรดทั้งหมดโดย citric acid anhydrous ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 0.47 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากในกระบวนการหมักมีกรดเกิดขึ้น วิตามินซี ทั้งชนิดหมักและไม่หมักมีค่าเท่ากันคือเท่ากับ <0.10 ฟรุกโทส ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 0.58 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 2.55 กรัม กลูโคส ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 0.80 กรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 2.45 กรัม แลคโทส ทั้งชนิดหมักและไม่หมักมีค่าเท่ากันคือเท่ากับ <0.10 กรัม มอลโทส (กรัม/100 กรัม) ทั้งชนิดหมักและไม่หมักมีค่าเท่ากันคือเท่ากับ <0.10 กรัม ซูโครส ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 15.7 กรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 9.28 กรัม ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 17.0 กรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 14.30 กรัม เบตา-แคโรทีน ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 329 ไมโครกรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 338 ไมโครกรัม แคลอรี ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 74.0 กิโลแคลอรี ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 66.40 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรต ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 18.50 กรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 16.60 กรัม เถ้า ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 0.12 กรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 0.16 กรัม ความชื้น ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 81.40 กรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 83.20 กรัม ไขมัน ทั้งชนิดไม่หมักและชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 0.00 กรัม ส่วนการทดสอบเกลือแร่ พบว่า ปริมาณธาตุเหล็ก ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 0.05 มิลลิกรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 0.04 มิลลิกรัม แคลเซียม ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 4.93 มิลลิกรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 6.73 มิลลิกรัม แมงกานีส ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 5.11 มิลลิกรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 6.02 มิลลิกรัม โปแทสเซียม ชนิดไม่หมักมีค่าเท่ากับ 66.9 มิลลิกรัม ชนิดหมักมีค่าเท่ากับ 67.6 มิลลิกรัม ซึ่งจากผลการวิเคราะห์คุณองค์ประกอบทางเคมีจะเห็นได้ว่าองค์ประกอบทางเคมีของน้ำแครอทที่ผ่านการหมักส่วนใหญ่แล้วไม่แตกต่างไปจากน้ำแครอทหมัก ทำให้เห็นว่าการหมักน้ำแครอทไม่ได้มีการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการพื้นฐาน อันได้แก่ ปริมาณโปรตีน วิตามินซี แลคโทส มอลโทส

นอกนั้นน้ำแครอทหมักยังมีองค์ประกอบทางเคมีบางอย่างที่สูงกว่าน้ำแครอทที่ไม่ผ่านการหมัก คือ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ได้แก่ กลูโคส ฟรุคโทส ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของ citric acid anhydrous ซึ่งในระหว่างการหมักมีการสลายน้ำตาลซูโครสไปเป็นกลูโคสและฟรุคโทสตลอดจนมีการสร้างกรดในระหว่างการหมัก นอกจากนั้นปริมาณเบตา-เคโรทีนในน้ำแครอทหมักยังสูงกว่าน้ำแครอทที่ไม่ผ่านการหมัก และพลังงานยังต่ำกว่าน้ำแครอทที่ไม่ผ่านการหมัก สุดท้ายคือปริมาณเกลือแร่ผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณแคลเซียม แมงกานีส และโปแทสเซียมในน้ำแครอทหมักสูงกว่าน้ำแครอทที่ไม่ผ่านการหมัก ซึ่งส่วนหนึ่งมีความเกี่ยวข้องกับสายพันธุ์ของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักด้วย

จากองค์ประกอบทางเคมีโดยภาพรวมแล้วจะเห็นได้ว่า น้ำแครอทที่ผ่านการหมักจัดเป็นการแปรรูปน้ำแครอทอีกวิธีหนึ่ง ทำให้ได้น้ำแครอทที่มีคุณค่าทางโภชนการสูงกว่า ตลอดจนเมื่อบริโภคน้ำแครอทหมักในลักษณะที่ไม่ได้ผ่านการพาสเจอไรซ์แล้วยังจะได้รับประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอติกส์อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการหมักน้ำแครอทโดยใช้เชื้อ *Lactobacillus pentosus* และ *Saccharomyces cerevisiae* ขั้นตอนแรกของการศึกษาเริ่มต้นโดยการเตรียมน้ำแครอทโดยใช้ความเข้มข้นของน้ำตาลที่ 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ทำการหมักและเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ผลที่อายุการหมัก 0 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส เมื่อได้สูตรที่เหมาะสมแล้วจึงหมักน้ำแครอทและศึกษาอายุการเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยเปรียบเทียบระหว่างน้ำแครอทหมักชนิดพาสเจอไรซ์และไม่พาสเจอไรซ์ที่อายุ 0 3 6 9 และ 15 วัน และสุดท้ายเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยเปรียบเทียบน้ำแครอทพาสเจอไรซ์ที่ผ่านการหมักและไม่ผ่านการหมัก ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. การหมักน้ำแครอทด้วยกล้าเชื้อผสมของ *Lactobacillus pentosus* และ *Saccharomyces cerevisiae* ที่ความเข้มข้นของน้ำตาล 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่าว่ากิจกรรมการหมักโดยใช้ความเข้มข้นของน้ำตาล 20 เปอร์เซ็นต์ เกิดมากที่สุด โดยที่อายุการหมัก 48 ชั่วโมงมีความหวานเหลืออยู่ 15 องศาบริกซ์ ปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากับ 2.88 เปอร์เซ็นต กรดแลคติกเท่ากับ 0.817 เปอร์เซ็นต์ จำนวนเซลล์แบคทีเรียกรดแลคติกเท่ากับ 3.42×10^{11} และจำนวนเซลล์ยีสต์เท่ากับ 2.42×10^{10} โคโลนี/มิลลิลิตร

2. การทดสอบทางประสาทสัมผัสของหมักน้ำแครอทหมักเพื่อคัดเลือกสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับ พบว่าสูตรที่มีความหวานเริ่มต้น 20 องศาบริกซ์ ได้รับการยอมรับในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม เท่ากับ 7.52 7.67 8.42 8.12 และ 8.33 ตามลำดับ ซึ่งน้ำแครอทหมักสูตรนี้มีรสชาติพอดี มีความหวาน มีรสชาติอร่อย และมีความซ่าเนื่องจากมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผสมอยู่ด้วย

3. การศึกษาการเก็บรักษาในตู้เย็นพบว่า น้ำแครอทหมักที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ยังมีกิจกรรมของจุลินทรีย์เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นคุณสมบัติประการหนึ่งของจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอติกส์ ซึ่งยังเจริญและสามารถมีกิจกรรมได้ตามปกติในสภาวะที่มีสภาพเป็นกรด

4. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำแครอทที่ผ่านการหมักและไม่ผ่านการหมัก พบว่า น้ำแครอทที่ผ่านการหมักมีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น ได้แก่ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว คือ กลูโคสและฟรุคโทส มีเบตา-แคโรทีน ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเพิ่มขึ้น ตลอดจนมีแคลเซียม แมงกานีส และโพแทสเซียม เพิ่มขึ้น จึงเหมาะสมสำหรับใช้เป็นเครื่องดื่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กระบวนการหมักแอลกอฮอล์. แหล่งที่มา:
http://www.thaigoodview.com/library/ studentshow/st2545/5-5/no21/alcoholic_fermentation.htm, 2 พฤศจิกายน 2550.

จารุวรรณ มณีศิริ. 2551. จุลินทรีย์กับการหมัก. เทคโนโลยีอาหารหมัก. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. น. 65-80.

น้ำแครอท. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. มผช.244/2547 [online]. Available : http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps277_47.pdf 2 พฤศจิกายน 2551

น้ำหมักพืช. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมช. มผช. 481/2547 [online]. Available : http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps481_47.pdf

ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2547. แบคทีเรียกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์อาหารหมักดอง. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม. 1 (3) : 62-69.

_____. 2548. ฟังชันนัลฟูดส์ : อาหารเพื่อสุขภาพ. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม. 4 (2) : 43-50.

ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2550. การผลิตนมถั่วเหลืองหมักด้วยกล้าเชื้อ *Lactobacillus pentosus* และ *Saccharomyces cerevisiae*. เรื่องเต็มการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 45 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร (เล่มที่ 4) 30 มกราคม-2 กุมภาพันธ์ 2550 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขต น. 229-306.

วิเชียร ลีลาวัชรมาศ และ วรวุฒิ ครูส่ง. 2545. การถนอมและแปรรูปอาหารด้วยการหมักดอง หน่วยที่ 10. เอกสารประกอบการสอน ชุดวิชา การถนอมและการแปรรูปอาหาร, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช. น. 61-89.

วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม. 2531. พจนานุกรมสมุนไพรไทย. โอ เอส พริ้นติ้งเฮาส์, กรุงเทพฯ น. 205.

สุมาลี เหลืองสกุล. 2535. จุลชีววิทยาทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒประสานมิตร. 315 น.

Angelov, A., V. Gotcheva, R. Kuncheva, and T. Hristozova. 2006. Development of a new oat-base probiotic drink. International Journal of Food Microbiology. 112 : 75-80.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bahiru, B., T. Mehari, and M.Ashenafi. 2006. Yeast and lactic acid flora of tej, an indigenous Ethiopian honey Wind : variations with and between production unit. Food Microbiology. 23 : 277-282.

Beom, J., S, Yong and H. Myung. 1998. Antioxidant activity of vegetables and blends in iron Catalyzed Model system. J. Food Sci and Nutr. 3 : 309-314.

Bergqvist, S.W., A.-S. Sandberg, N.-G. Carlsson, and T. Andlid. 2005. Improved iron solubility in carrot Juice fermented by homo-and hetero- fermentative lactic acid bacteria. Food Microbiology. 22 : 53-61.

Brown, A. 2004. Understanding Foods : Principles and Preparation. Thomson Learning, Singapore. p. 582.

Carrot juice. [Online]. Available : http://en.wikipwdia.org/wiki/Carrot_juice (23/05/2550)

Castro, A. de, A. Mantao, F.-J. Casado, A.-H. S□nchez, and L. Rejano. 2002. Utilization of *Enterococcus casselflavus* and *Lactobacillus pentosus* as starter cultures for Spanish-style green olive fermentation. Food Microbiology. 19 :637-344.

Chadwick, R., S. Henson, B. Moseley, G. Koenen, M.Liakopoulos, C. Midden, A. palou, G. Rechkemmer, D. Schrode, and A. von Wrigh. 2003. Functional Foods. New York, Srpinger, pp. 161-175.

Chen, H.E., H.Y. Peng, and B.H. Chen. 1996. Stability of carotenoids and vitamin A during storage of carrot Juice. Food Chemistry. 57 : 497-503.

Delgado, A., Brito, D., Peres, C., Noé – Arroyo, F. and Garrido – Fernández, A. 2005. Food Microbiology. 521 – 528

Demir, N., Acar, J. and Bahçeci, K.S. 2004. Effect of storage on quality of carrot juices produced with latofermentation and acidification. Eur Food Res Technol. 465 – 468.

Demir. N., Bahcecl, K.S. and Acar, J. 2006. The effect of difference initial *Lactobacillus plantarum* concentration on some properties of fermentation carrot juice. [Online]. Available http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=17801967

Hashimoto, T. and T. Nagayama. 2004. Chemical composition o ready to eat fresh carrot. J. Food Hyg. Soc. Japan. 39 : 324-328.

Irigoyen, A., I. Arana, M. Castiella, P. Torre and F.C. Ibanez. 2005. Micrological, Physiological, and Sensory characteristics of kefir during fermentation. Food Chemistry. 90 : 613-620.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kalantzopoulos,G. 1997. Fermented products with probiotic quality. Anaerobe. 3 : 185-190.

Kandler, O.1983. Carbohydrate metabolism in lactic acid bacteria. Antonie van Leewenhoek. 49 : 209-224.

Kun, S., Rezessy – Szabó, M.J., Nguyen, D.Q. and Hoschke, A. 2008. Process Biochemistry [Online]. Available journal homepage www.elsevier.Com/ locate/procbio

Lactobacillus pentosus.
แหล่งที่มา http://kucon.lib.ku.ac.th/Fulltext/KC4506011.pdf, 4 มีนาคม 2551

Mantao, A., A.-H. Senchez, L. Rejano, and A. de. Castro. 1997. Processing and storage of lye-treated carrots fermented by a mixed starter culture. International Journal of Food Microbiology. 35:83-90.

Gardner, N.J.,Savard, T., Obermier, P., Caldwell, G. and Champangne, C., P. 2001. Selection and characterization of mixed starter cultures for lactic acid fermentation of carrot, cabbage, beet and vegetable mixtures. International Journal of Food Microbiology. .64 : 261 - 275

Narvhus, J.A., T.H. Gadaga. 2003. The role of interaction between yeast and lactic acid bacteria in African Fermented milk : a review. International Journal of Food Microbiology. 86 : 51-60.

Rakin, M., M. Vukasinovic, S. Siler-Marinkovic, and M. Maksimovic. 2007. Contribution of lactic acid Fermentation to improved nutritive quality vegetable juice enriched with brewer's yeast autolysate. Food Chemistry. 100 : 599- 602.

Raum, R. 2003. Microbiological quality of health food and organic foods. Neth. Milk Dairy J. 14 : 130-134.

Poa, A.V., and L.G. Rao. 2007. Carotenoids and human health. Pharmacological Research. 55 : 207-216.

Ross, R. P., S. Morgan and C. Hill. 2002. Preservative and fermentation : past, present and future. International Journal of Food Microbiology. 79 : 3-16.

Salwa, A.A., E.A. Galal, and N.A. Elewa. 2004. Carrot yoghurt : sensory, chemical, microbiological properties and consumer acceptance. Pakistan Journal of Nutrition. 3 (6) : 322-330.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Senchez, A.-H., L. Rejano, A. Mantao, A. de Castro. 2001. Utilization at high pH starter cultures of Lactobaclli for Sapnish-style olive fermentation. International Journal of Food Microbiology. 67 : 115-122.

Singh, G., Kawatra, A.Sehgal, S. 2001. Nutritional composition of selected green leafy vegetables, harbs, and carrots. Plant Foods Hum. Nutr. 56 : 359-364.

Sun, M.S., K. Mihyang and J. B. Song. 2001. Cytoxicity and quinine reductase induced effect of Daucus Carrot leaf extract on human cancer cells. Kor J. Food Sci. 30 : 86-91.

Trzaskowsk, M. and D. Koloyn-Krajewska. An attempt at using *Lactobacillus acidophillus* for producing fermented carrot juice. [Online]. Available : http://confer.uj.edu.pl/euprobio/plakaty/plakat23.pdf (23/05/2550)

Vinderola, C. G., M. Gueimonde, T. Delagado, J.A. Reinheimer, C.G.de los Reyes-Gavilan. 2000. Characteristics of carbanate fermented milk and survival of probiotic bacteria. International Dairy Journal. 10 : 213-220.

Wood, B.J.B. and Holzapfel. 1995. The Genera Of Lactic Acid Bacteria. New York:St. Edmundstury Press.

Yoon, K.Y., Edward E.Woodams and Yong D. Hang 2005. Fermentation of beet juice by beneficial lactic acid bacteric Lebensm.-Wiss. U.-Technl.38. 73 – 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มผช.๒๗๗/ ๒๕๔๗

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
น้ำแครอท

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะน้ำแครอทพร้อมดื่ม ที่ทำจากหัวแครอทสด เป็นส่วนประกอบหลักอาจผสมน้ำผลไม้ชนิดอื่น บรรจุในภาชนะบรรจุ

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ น้ำแครอท หมายถึง เครื่องดื่มชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำหัวแครอทสด ไม่เน่าเสีย ล้างให้สะอาด ปอกเปลือกแล้วตัดแต่งและหั่นเป็นชิ้น อาจนำมาผสมน้ำในอัตราส่วน ๑ ต่อ ๒ โดยน้ำหนัก ตีปั่นและกรองแยกกากได้น้ำแครอท อาจปรุงแต่งรสด้วยน้ำตาล กรดซิตริก และอาจเติมสเตบิไลเซอร์ หรือน้ำผลไม้ชนิดอื่น เช่น น้ำเสาวรส ต้มฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่า ๙๕ องศาเซลเซียส บรรจุในภาชนะบรรจุขณะร้อน แล้วทำให้เย็นทันที

๒.๒ น้ำแครอทแท้ หมายถึง น้ำแครอทที่ไม่มีการเจือน้ำ

๒.๓ น้ำแครอทปรุง หมายถึง น้ำแครอทที่ทำจากน้ำแครอทแท้ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๒๐ โดยน้ำหนัก มีการเจือน้ำ ปรุงแต่งรสด้วยน้ำตาล กรดซิทริก หรือน้ำผลไม้อื่น อาจแต่งสีและกลิ่นด้วย

๓. ชนิด

๓.๑ น้ำแครอท แบ่งออกเป็น ๒ ชนิด คือ

๓.๑.๑ น้ำแครอทแท้

๓.๑.๒ น้ำแครอทปรุง

๔. คุณลักษณะที่ต้องการ

๔.๑ ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นของเหลวขุ่น อาจตกตะกอนเมื่อวางทิ้งไว้

๔.๒ สี กลิ่น และกลิ่นรส

๔.๒.๑ น้ำแครอทแท้

ต้องมีสี กลิ่น และรสที่ดีตามธรรมชาติของแครอท ไม่มีกลิ่นแอลกอฮอล์ และปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์

๔.๒.๒ น้ำแครอทปรุง

ต้องมีสี กลิ่น และรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีกลิ่นแอลกอฮอล์ และปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๙.๑ แล้ว ต้องได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า ๓ คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

๔.๓ สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ขนสัตว์ ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

๔.๔ วัตถุเจือปนอาหาร

๔.๔.๑ ห้ามใช้วัตถุกันเสียและสีสังเคราะห์ทุกชนิด

๔.๔.๒ หากมีการใช้สเตบิไลเซอร์ ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

๔.๕ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (เฉพาะน้ำแครอทปรุง) ต้องไม่เกิน ๔.๒

๔.๖ จุลินทรีย์

๔.๖.๑ สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๑ มิลลิลิตร

๔.๖.๒ เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า ๒.๒ ต่อตัวอย่าง ๑๐๐ มิลลิลิตร

๔.๖.๓ ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ มิลลิลิตร

๕. สุขลักษณะ

๕.๑ สุขลักษณะในการทำน้ำแครอท ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

๖. การบรรจุ

๖.๑ ให้บรรจุน้ำแครอทในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนสิ่งสกปรกจากภายนอกได้

๖.๒ ปริมาตรสุทธิของน้ำแครอทในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๗. เครื่องหมายและฉลาก

๗.๑ ที่ภาชนะบรรจุน้ำแครอททุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น น้ำแครอท น้ำแครอทผสมเสาวรส

(๒) ปริมาตรสุทธิ

(๓) ส่วนประกอบที่สำคัญ

(๔) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า "ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)"

(๕) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา เช่น ควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิไม่เกิน ๔ องศาเซลเซียส

(๖) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทย ที่กำหนดไว้ข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๘. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๘.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง น้ำแครอทชนิดเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

๘.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๘.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุและเครื่องหมายและฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้อง เป็นไปตามข้อ ๔.๓ ข้อ ๖. และข้อ ๗. จึงจะถือว่าน้ำแครอทรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๘.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไปและสี กลิ่นและกลิ่นรส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๘.๒.๑ แล้ว จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่าง ต้องเป็นไปตามข้อ ๔.๑ และข้อ ๔.๒ จึงจะถือว่าน้ำแครอทรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๘.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร ความ.เป็นกรด-ด่าง และจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๕ หน่วยภาชนะบรรจุนำมาทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีปริมาตรรวมกันไม่น้อยกว่า ๕๐๐ มิลลิลิตร เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๔.๔ ถึงข้อ ๔.๖ จึงจะถือว่าน้ำแครอทรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๘.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างน้ำแครอทต้องเป็นไปตามข้อ ๘.๒.๑ ข้อ ๘.๒.๒ และข้อ ๘.๒.๓ ทุกข้อ จึงจะถือว่าน้ำแครอทรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๙. การทดสอบ

๙.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไปและสี กลิ่น และกลิ่นรส

๙.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบน้ำแครอทอย่างน้อย ๕ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๙.๑.๒ เขย่าตัวอย่างน้ำแครอทในภาชนะบรรจุ แล้วเทลงในแก้วใสทันทีโดยมีกระดาษขาวเป็นฉากหลังตรวจสอบโดยการพินิจและชิม

๙.๑.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ ๙.๑.๓)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องเป็นของเหลวข้น อาจตกตะกอนเมื่อวางทิ้งไว้	๔	๓	๒	๑
สี กลิ่น และกลิ่นรส	น้ำแครอทแท้ ต้องมีสี กลิ่น และรสที่ดีตามธรรมชาติของแครอท ไม่มีกลิ่นอลกอฮอล์ และปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์	๔	๓	๒	๑
	น้ำแครอทปรุง ต้องมีสี กลิ่น และรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีกลิ่นแอลกอฮอล์ และปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์	๔	๓	๒	๑

๙.๒ การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก

ให้ตรวจพินิจ

๙.๓ การทดสอบวัตถุเจือปนอาหารและความเป็นกรด-ด่าง (เฉพาะน้ำแครอทปรุง)

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๙.๔ การทดสอบจุลินทรีย์

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๙.๕ การทดสอบปริมาตรสุทธิ

ให้ใช้เครื่องวัดปริมาตรที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มผช.๒๗๗/ ๒๕๔๗

ภาคผนวก ก.

สุขลักษณะ

(ข้อ ๕.๑)

ก.๑ สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.๑.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.๑.๑.๒ อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

ก.๑.๑.๓ ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.๑.๒ อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.๑.๒.๑ พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.๑.๒.๒ แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.๑.๒.๓ พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.๒.๑ ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.๒.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.๓ การควบคุมกระบวนการทำ

ก.๓.๑ วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.๓.๒ การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.๔ การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.๔.๑ น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.๔.๒ มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.๔.๓ มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.๔.๔ สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.๕ บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขาและเมื่อมือสกปรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มผช.๔๘๑/๒๕๔๗

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
น้ำหมักพืช

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะน้ำหมักพืชแท้และน้ำหมักพืชปรุงพร้อมดื่มบรรจุในภาชนะบรรจุ

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ น้ำหมักพืช หมายถึง เครื่องดื่มที่ได้จากการนำส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชชนิดเดียวหรือหลายชนิด เช่น ลูกยอ ลูกสมอไทย เหง้ากระชายดำ ผลมะขามป้อม ผลมะเม่า ที่สดหรือแห้งและอยู่ในสภาพดีมาล้างให้สะอาด อาจหั่นหรือตัดแต่ง นำมาผ่านกรรมวิธีการผลิตน้ำหมักพืชในภาชนะที่ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำหมักพืช

๒.๒ กรรมวิธีการผลิตน้ำหมักพืช หมายถึง การหมักพืชหรือการสกัดน้ำจากพืช ด้วยจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิด กรดแลกติกเป็นส่วนประกอบหลัก เช่น แลกโตบาซิลลัส เดลบรูคิอิ ซับส์ บัลการิคัส (*Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus*) แลกโตบาซิลลัส เคซิอิ (*Lactobacillus casei*) ไบฟิโดแบคทีเรียม (Bifidobacterium) แลกโตบาซิลลัส อะซิโดฟิลัส (*Lactobacillus acidophillus*) หรือจุลินทรีย์อื่นที่สามารถใช้ในการผลิตน้ำหมักพืช ทั้งนี้อาจมีจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักบ่มที่มีชีวิตคงเหลืออยู่

๒.๓ น้ำหมักพืชแท้ หมายถึง น้ำหมักพืชที่ไม่มีการเจือน้ำ และไม่ปรุงแต่งกลิ่นรส

๒.๔ น้ำหมักพืชปรุง หมายถึง น้ำหมักพืชที่ทำจากน้ำหมักพืชแท้ อาจมีการเจือน้ำ ปรุงแต่งกลิ่นรส

๓. ชนิด

๓.๑ น้ำหมักพืช แบ่งออกเป็น ๒ ชนิด คือ

๓.๑.๑ น้ำหมักพืชแท้

๓.๑.๒ น้ำหมักพืชปรุง

๔. คุณลักษณะที่ต้องการ

๔.๑ ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นของเหลว อาจตกตะกอนเมื่อวางทิ้งไว้ อาจมีชิ้นเนื้อพืชปนอยู่ได้บ้างเล็กน้อย

๔.๒ สี กลิ่น และกลิ่นรส

ต้องมีสี กลิ่น และกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้และกรรมวิธีการผลิต ปราศจากกลิ่นรส อื่นที่ไม่พึงประสงค์ เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๙.๑ แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า ๓ คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๔.๓ สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ขนสัตว์ ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

๔.๔ วัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)

หากมีการใช้วัตถุกันเสีย ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

๔.๕ เอทิลแอลกอฮอล์

ต้องไม่เกินร้อยละ ๓ โดยปริมาตร

๔.๖ เมทิลแอลกอฮอล์

ต้องไม่เกิน ๒๔๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

๔.๗ ความเป็นกรด-ด่าง

ต้องไม่เกิน ๔.๓

๔.๘ จุลินทรีย์

๔.๘.๑ ซาลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๕๐ กรัม

๔.๘.๒ สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๑ มิลลิลิตร

๔.๘.๓ คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๐.๑ กรัม

๔.๘.๔ เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า ๒.๒ ต่อตัวอย่าง ๑๐๐ มิลลิลิตร

๔.๘.๕ ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ มิลลิลิตร

๕. สุขลักษณะ

๕.๑ สุขลักษณะในการทำน้ำหมักพืช ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

๖. การบรรจุ

๖.๑ ให้บรรจุน้ำหมักพืชในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

๖.๒ ปริมาตรสุทธิหรือน้ำหนักสุทธิของน้ำหมักพืชในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๗. เครื่องหมายและฉลาก

๗.๑ ที่ภาชนะบรรจุน้ำหมักพืชทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่ายและ ชัดเจน

(๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น น้ำหมักกระชายดำเข้มข้น น้ำหมักกระชายดำพร้อมดื่ม

(๒) ส่วนประกอบที่สำคัญ

(๓) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)

(๔) ปริมาตรสุทธิหรือน้ำหนักสุทธิ

(๕) วัน เดือน ปีที่บรรจุ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า "ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)"

(๖) ข้อแนะนำในการเก็บรักษาตามชนิดของผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต

(๗) คำเตือนได้แก่ "หยุดบริโภคเมื่อมีอาการผิดปกติ" และคำเตือนพิเศษอื่นๆ ของแต่ละผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(๘) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๘. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๘.๑ รุ่นในที่นี้ หมายถึง น้ำหมักพืชชนิดเดียวกันที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำในระยะเวลาเดียวกัน

๘.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๘.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๔.๓ ข้อ ๖. และข้อ ๗. จึงจะถือว่าน้ำหมักพืชรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๘.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไปและสี กลิ่น และกลิ่นรส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๘.๒.๑ แล้ว จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๔.๑ และข้อ ๔.๒ จึงจะถือว่าน้ำหมักพืชรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๘.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร เอทิลแอลกอฮอล์ เมทิลแอลกอฮอล์ และความเป็นกรด-ด่าง ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุนำมาทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีปริมาตรรวมไม่น้อยกว่า ๓๐๐ มิลลิลิตร หรือน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า๓๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ให้ได้ตัวอย่างที่มีปริมาตรรวมหรือน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๔.๔ ถึงข้อ ๔.๗ จึงจะถือว่าน้ำหมักพืชรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๘.๒.๔ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ โดยมีปริมาตรรวมไม่น้อยกว่า ๕๐๐ มิลลิลิตรหรือน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๓๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีปริมาตรรวมหรือน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๔.๘ จึงจะถือว่าน้ำหมักพืชรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๘.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างน้ำหมักพืชต้องเป็นไปตามข้อ ๘.๒.๑ ข้อ ๘.๒.๒ ข้อ ๘.๒.๓ และข้อ ๘.๒.๔ ทุกข้อ จึงจะถือว่าน้ำหมักพืชรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๙. การทดสอบ

๙.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไปและสี กลิ่น และกลิ่นรส

๙.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบน้ำหมักพืชอย่างน้อย ๕ คนแต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๙.๑.๒ เทตัวอย่างน้ำหมักพืชลงในแก้วใสโดยมีกระดาษสีขาวเป็นฉากหลัง ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

๙.๑.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ ๙.๑.๓)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องเป็นของเหลว อาจตกตะกอนเมื่อวางทิ้งไว้ อาจมีชิ้นเนื้อพืชปนอยู่ได้บ้างเล็กน้อย	๔	๓	๒	๑
สี กลิ่น และกลิ่นรส	ต้องมีสี กลิ่น และกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้และกรรมวิธีการผลิต ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์	๔	๓	๒	๑

๙.๒ การทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

๙.๓ การทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร เอทิลแอลกอฮอล์ เมทิลแอลกอฮอล์ และความเป็นกรด-ด่าง ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๙.๔ การทดสอบจุลินทรีย์

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๙.๕ การทดสอบปริมาตรสุทธิหรือน้ำหนักสุทธิ

ให้ใช้เครื่องวัดปริมาตรหรือเครื่องชั่ง ที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
สุขลักษณะ
(ข้อ ๕.๑)

ก.๑ สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.๑.๑ สถานที่ตั้งอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.๑.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.๑.๑.๒ อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

ก.๑.๑.๓ ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.๑.๒ อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.๑.๒.๑ พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาดและซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.๑.๒.๒ แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.๑.๒.๓ พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ทำ

ก.๒.๑ ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.๒.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.๓ การควบคุมกระบวนการทำ

ก.๓.๑ วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพ มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.๓.๒ การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.๔ การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.๔.๑ น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.๔.๒ มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.๔.๓ มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.๔.๔ สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง และใช้ในปริมาณที่เหมาะสมและเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.๕ บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขาและเมื่อมือสกปรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้