

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

**การใช้น้ำสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและ
แซคคาโรไมซีสเซอริวิซิอีในการหมักน้ำบีทรูท**

**Utilization of Krachai Extracts on Growth Inhibition of *Lactobacillus pentosus* and
Saccharomyces cereviciae in Beetroot fermentations**

โดย

**นางสาวศกามาศ
นางสาวรัตนา**

**จันทวงศ์
ปานแก้ว**

ปพ.
๗/๑๕ก
๒๕๕๐

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....**81965**

วัน,เดือน,ปี.....**๒.๐๘.๒๕๕๑**

b.....**11๔42๖1๗**
i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ปีการศึกษา ๒๕๕๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2550

ชื่อเรื่อง	การใช้น้ำสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมายซีสเซอร์วิซิอ์ในการหมักน้ำบีทรูท Utilization of Krachai Extracts on Growth Inhibition of <i>Lactobacillus pentosus</i> and <i>Saccharomyces cerevisiae</i> in Beetroot fermentations		
ชื่อ-สกุล	นางสาวพกามาศ จันทวงศ์ นางสาวรัตนา ปานแก้ว		
สาขาวิชา	อุตสาหกรรมเกษตร	ภาควิชา	ครุศาสตร์เกษตร
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. ปิ่นมณี ขวัญเมือง		

บทคัดย่อ

การศึกษากาการใช้น้ำสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมายซีสเซอร์วิซิอ์ในการหมักน้ำบีทรูท มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของน้ำกระชายต่อการยับยั้งเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมายซีสเซอร์วิซิอ์ในการหมักน้ำบีทรูท โดยศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เฟอร์เม้นต์บริกซ์ เฟอร์เม้นต์กรดแลคติก และจำนวนเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างการหมัก เก็บตัวอย่างที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง จากการศึกษาพบว่า การใช้น้ำกระชายในการหมักน้ำบีทรูทโดยใช้เชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมายซีสเซอร์วิซิอ์ ค่าพีเอชในการหมักมีค่าคงที่เท่ากับ 4 เฟอร์เม้นต์บริกซ์มีค่าลดลงเพียงเล็กน้อย จำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามระยะเวลาของการหมัก ส่วนจำนวนเชื้อแซคคาโรมายซีสเซอร์วิซิอ์ ในชั่วโมงการหมักที่ 0 6 และ 12 จำนวนเชื้อมีอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้น แต่เมื่อถึงชั่วโมงที่ 18 และ 24 จำนวนเชื้อมีอัตราการเจริญคงที่ จากการศึกษาดังกล่าวทำให้เห็นได้ว่าน้ำสกัดจากกระชายมีผลในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสทำให้กระบวนการหมักเกิดเร็วขึ้น ส่วนเชื้อแซคคาโรมายซีสเซอร์วิซิอ์ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถยับยั้งการเจริญได้อย่างชัดเจน แต่ก็ส่งผลให้การเจริญเติบโตหยุดชะงักหรือมีการเจริญในอัตราที่คงที่ ซึ่งจากการศึกษาดังกล่าวมีข้อเสนอแนะคือ ในการนำน้ำสกัดจากกระชายไปใช้ประโยชน์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ควรเพิ่มความเข้มข้นเพื่อทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ผลการทดลองชัดเจนยิ่งขึ้น หากนำผลการทดลองไปศึกษาต่อควรหมักในน้ำผลไม้ชนิดอื่นเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น และในการศึกษาควรศึกษาควณคู่ไปกับพืชชนิดอื่นเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับพืชดังกล่าว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษเรื่อง การใช้น้ำสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ แผลโตบาซิลลัสเพนโตซิสและแซคคาโรมัยซิสเซอร์วิซิอัสในการหมักน้ำบีทรูท สำเร็จลุล่วงด้วยดี โดยได้รับการสนับสนุนจาก ผศ.ดร.ปิ่นมณี ขวัญเมือง ที่ท่านได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้ คำปรึกษา ให้คำแนะนำในการวางแผนการทดลอง การเก็บและบันทึกข้อมูล การเรียบเรียงเนื้อหา การจัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ ตลอดจนช่วยเหลือไขความบกพร่องของเนื้อหาเพื่อให้เนื้อหา มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะและสิ่งเตือนใจต่างๆ ตลอดในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องสมุดทุกท่านที่ให้ความสะดวกในการค้นเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการ ทำปัญหาพิเศษเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์และเจ้าหน้าที่ในภาควิชาครุศาสตร์เกษตร ทุกท่านที่ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือ ซึ่งไม่ได้กล่าวนามในที่นี้ และขอขอบคุณรุ่นพี่และ เพื่อน ๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจและช่วยเหลือในครั้งนี้นั้นทำให้ปัญหาพิเศษลุล่วงไปได้ด้วยดี จึง ใคร่ขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

สุดท้ายนี้ความดีและประ โยชน์จากการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ขอมอบให้ บิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวทุกคนที่เป็นกำลังใจมาโดยตลอด และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ให้ความ ช่วยเหลือจนปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วง ไปได้ด้วยดี

นางสาวพกามาศ จันทวงศ์

นางสาวรัตนา ปานแก้ว

กุมภาพันธ์ 2551

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ซ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ความหมายของการหมัก.....	4
2.2 ผลกระทบที่เกิดจากระบวนการหมัก.....	4
2.3 ปฏิกริยาที่เกิดจากการหมัก.....	5
2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการหมัก.....	6
2.5 ประโยชน์ของการหมัก.....	7
2.6 ชนิดของจุลินทรีย์ที่นำมาใช้การหมัก.....	7
2.6.1 แบคทีเรียกรดแลคติก.....	8
2.6.2 ยีสต์.....	15
2.7 ปีทูท.....	20
2.8 กระชาย.....	23
2.8.1 ลักษณะของกระชาย.....	23
2.8.2 ประโยชน์และคุณสมบัติในการบำบัดโรคของกระชาย.....	24
2.8.3 การนำกระชายไปใช้ประโยชน์.....	27
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ.....	31
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	31
3.2 วิธีการ.....	32
3.3 สถานที่ที่ทำการวิจัย.....	33
3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	33
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล.....	34
4.1 การศึกษาผลของการใช้น้ำจืดและกระชายในการหมักน้ำบีทรูทโดยใช้เชื้อ แลคโตบาซิลลัสเพนโตซิสและแซคคาโรมัยซิสเชอร์วิซิอี.....	34
4.2 การศึกษาผลของน้ำสกัดจากกระชายที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ แลคโตบาซิลลัสเพนโตซิส ในการหมักน้ำบีทรูท.....	40
4.3 การศึกษาผลของน้ำสกัดจากกระชายที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ แซคคาโรมัยซิสเชอร์วิซิอีในการหมักน้ำบีทรูท.....	42
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	47
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	47
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	48
บรรณานุกรม.....	49
ภาคผนวก.....	52
ภาคผนวก ก สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ.....	52
ภาคผนวก ข วิธีการเลี้ยงและแยกเชื้อจุลินทรีย์.....	53
ภาคผนวก ค การใช้เครื่องมือต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ.....	54

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	อาหารหมักจากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ ที่พบทั่วโลก.....5
2	แสดงการแบ่งพวกของ Lactobacilli ตามชนิดของผลผลิต และอุณหภูมิที่เหมาะสม.....8
3	คุณค่าทางโภชนาการของบิทรูทต่อส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม.....22
	ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และจำนวนเชื้อ แลคโตบาซิลลัสเพนโดซัส ในการใช้สารสกัดจากขิง และกระชาย ในการยับยั้งการเจริญที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง.....34
4	จำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโดซัส ในการใช้สารสกัดจากสมุนไพรในการ ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง.....37
5	ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และจำนวนเชื้อ แซคคาโรมายซีสเซอร์วิซอี ในการใช้สารสกัดจากสมุนไพรในการยับยั้ง การเจริญที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง.....37
7	จำนวนเชื้อแซคคาโรมายซีสเซอร์วิซอี ในการใช้สารสกัดจากสมุนไพร ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง.....39
8	ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และจำนวนเชื้อ แลคโตบาซิลลัสเพนโดซัส ในการใช้สารสกัดจากกระชายในการ ยับยั้งการเจริญ ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง.....40
9	จำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโดซัส ในการใช้สารสกัดจากกระชาย ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง.....42
10	ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และจำนวนเชื้อ แซคคาโรมายซีสเซอร์วิซอี ในการใช้สารสกัดจากกระชายในการยับยั้ง การเจริญที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง.....42

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
11	จำนวนเชื้อแซคคาไรมัยซิสเซอร์วิซอีในการใช้สารสกัดจากกระชาย ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง.....44



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แลกโคบาซิลลัสเพนโตซิส.....	9
2 วิธีการสร้างกรดแลคติกแบบ Homofermentation และ Heterofermentation.....	14
3 ยีสต์.....	16
4 การขยายพันธุ์ของยีสต์.....	16
5 กระบวนการหมักแอลกอฮอล์.....	20
6 บีทรูท.....	21
7 กระชาย.....	24
8 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในระหว่างการหมักโดยการใช้ น้ำสกัด จากสมุนไพรในการยับยั้งเชื้อแลกโคบาซิลลัสเพนโตซิส ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง.....	35
9 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกในระหว่างการหมักโดยการใช้ น้ำสกัด จากสมุนไพรในการยับยั้ง เชื้อแลกโคบาซิลลัสเพนโตซิส ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง.....	36
10 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในระหว่างการหมักโดยการใช้ น้ำสกัดจาก สมุนไพรใน การยับยั้งเชื้อแซคคาโรมายซิสเซอริวิซิที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24.....	38
11 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกในระหว่างการหมักโดยการใช้ น้ำสกัด จากสมุนไพรในการยับยั้งเชื้อแซคคาโรมายซิสเซอริวิซิที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24.....	39
12 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในระหว่างการหมักโดยการใช้ น้ำสกัดจาก กระชายในการยับยั้งเชื้อแลกโคบาซิลลัสเพนโตซิส ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24.....	41
13 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในระหว่างการหมักโดยการใช้ น้ำสกัด จากกระชายในการยับยั้งเชื้อแซคคาโรมายซิสเซอริวิซิที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง.....	44

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

กระชายมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae และมีชื่ออื่นๆ กระแอน จีป ชีฟู เป้าขอเร้าะ ว่านพระอาทิตย์ (สมสุข มัจฉาชีพ, 2542 : 4) เป็นพรรณไม้ล้มลุก ลำต้นมีความสูงประมาณ 9 เซนติเมตร ส่วนกลางของลำต้นเป็นแกนแข็งมีกาบหรือโคนใบหุ้ม ใบมีกลิ่นหอม ดอกมีสีม่วง ออกดอกเป็นช่อ ส่วนที่ใช้ประโยชน์คือ รากเหง้า หรือส่วนหัวที่อยู่ในดิน มีสรรพคุณเป็นยาบำรุงหัวใจ บำรุงกำลัง ใจสันหวิว ขับปัสสาวะ พิการ แก้บิดมูกเลือด แก้ ปวดมวนในท้อง ท้องเดิน (http://www.samunpri.com/modules.php?name=Herbs&file=gor_page8) นอกจากนี้สามารถยับยั้งการหดเกร็งตัวของกล้ามเนื้อเรียบ คลายกล้ามเนื้อเรียบ ด้านเชื้อรา ด้านเชื้อแบคทีเรีย ยับยั้งเนื้องอก แก้ไขลดการอักเสบ และละลายน้ำ (นันทวัน บุญยะประภัศร และ อรุณฯ โชคชัยเจริญพร, 2539 : 22) จากรายงานการวิจัยในวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าเปราะหอมของกระชายดำพบว่า มีองค์ประกอบหลักทางเคมี คือ (Z)-ethylcinnamate ร้อยละ 46.60, 1,8 cineol ร้อยละ 17.40 และ (-3-carene ร้อยละ 11.19 กระชายดำมีองค์ประกอบหลักทางเคมีคือ borneol ร้อยละ 46.41 และ sylvestrene ร้อยละ 25.30 น้ำมันหอมระเหยจากเผ่าหนึ่งแห่งมีองค์ประกอบหลักทางเคมีคือ sylvestrene ร้อยละ 31.55 และ camphor ร้อยละ 26.08 นอกจากนี้เมื่อศึกษาฤทธิ์ต้านจุลชีพโดยทดสอบกับเชื้อ 7 ชนิด คือ *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *B. subtilis*, *S. faecalis*, *C. albicans* และ *M. gypseum* พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากเปราะหอมกระชายดำและเผ่าหนึ่งแห่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. aureus* ได้ดี ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากกระชายและเผ่าหนึ่งแห่ง สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *P. aeruginosa* น้ำมันหอมระเหยจากเปราะหอม และกระชายดำสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *B. subtilis* ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากเปราะหอมเท่านั้นที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *E. coli*. (http://www.tistr.or.th/pharma/Kaempferia_abs01.htm)

แบคทีเรียกรดแลคติก (Lactic acid bacteria : LAB) เป็นแบคทีเรียแกรมบวก ไม่สร้างเอนไซม์เคตาเลส ไม่สร้างสปอร์ มีทั้งรูปร่างกลมและแท่ง ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักของแบคทีเรียกลุ่มนี้ได้จากการใช้น้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลกาแลคโตสเป็นแหล่งคาร์บอนได้ผลิตภัณฑ์หลักเป็นกรดแลคติก (ปิ่นมณี ขวัญเมือง, 2549 : 62-69) พบมากในอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมักหลายประเภทและยังพบในร่างกายคนและสัตว์ ประโยชน์ที่ได้รับจากการหมักจะช่วยให้การถนอมอาหารให้เก็บได้นาน การผลิตอาหารหมักจากผลผลิตทางการเกษตร ได้แก่ ผลิตภัณฑ์นม ผักดอง กิมจิ ปลาร้า แหนม ไส้กรอกเปรี้ยว เป็นต้น ส่วนเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* คือ รา กลุ่มหนึ่งที่ส่วนใหญ่เป็นเซลล์เดี่ยว มีรูปร่างหลายแบบ เช่น รูปร่างกลม รี สามเหลี่ยม รูปร่างแบบมะนาว ฝรั่งเศส เป็นต้น ส่วนใหญ่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยวิธีการแตกหน่อ พบทั่วไปในธรรมชาติในดิน ในน้ำ ในส่วนต่างๆ ของพืช ยีสต์บางชนิดพบอยู่กับแมลง และในกระเพาะของสัตว์บางชนิด แต่แหล่งที่พบยีสต์อยู่บ่อยๆ คือแหล่งที่มีน้ำตาลความเข้มข้นสูง เช่น น้ำผลไม้ที่มีรสหวาน ([http://th.wikipedia.org/wiki/](http://th.wikipedia.org/wiki/S._cerevisiae)) *S. cerevisiae* มีบทบาทในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น ขนมหปัง ไวน์ กลิเชอร์อล และอินเวเทส เป็นเฟอร์เมนส์ที่แอคทีฟมาก และเจริญได้อย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เกิดการรวมกลุ่มของเซลล์และปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาอย่างรวดเร็ว (สุมาลี เหลืองสกุล, 2527 : 51)

คุณสมบัติที่สำคัญของกระชายประการหนึ่ง คือมีกลิ่นที่มีคุณสมบัติเฉพาะ จึงมีการนำกระชายมาใช้ในการตกแต่งกลิ่นในอาหารหลายชนิด รวมทั้งอาหารหมัก แต่เนื่องจากการหมักต้องใช้กลัเชื้อซึ่งกระชายมีผลต่อการยับยั้งแบคทีเรียบางชนิด จากแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการนำกระชายมาใช้ประโยชน์ในการหมักน้ำบิทูท โดยศึกษาถึงผลของน้ำกระชายต่อการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นกลัเชื้อ

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของน้ำกระชายต่อการยับยั้งเชื้อแลกโตบาซิลลัสเฟนโดซัสและแซคคาโรมายซีสเซอร์วิซิอีในการหมักน้ำบิทูท
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์กรดแลกติก เปอร์เซ็นต์บิริคซ์ และจำนวนเชื้อระหว่างการหมัก
3. ศึกษาความเข้มข้นของน้ำกระชายที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแลกโตบาซิลลัสเฟนโดซัสและแซคคาโรมายซีสเซอร์วิซิอี

1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. หมักน้ำบิทูทโดยใช้ส่วนผสมน้ำบิทูท : น้ำสับปะรด : น้ำกลั่น เท่ากับ 25 : 25 : 50 ปรับความเข้มข้นของน้ำตาลเท่ากับ 10 องศาบิริคซ์ ใช้ความเข้มข้นของน้ำสกัดจากจิง 3 เปอร์เซ็นต์ น้ำสกัดจากกระชาย 3 เปอร์เซ็นต์ และน้ำสกัดจากจิง 1.5 เปอร์เซ็นต์และกระชาย 1.5 เปอร์เซ็นต์

2. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง

3. ตรวจสอบการเจริญเติบโตของเชื้อระหว่างการหมัก

4. หมักน้ำบีทรูทโดยใช้ส่วนผสมน้ำบีทรูท : น้ำสับปะรด : น้ำกลั่น เท่ากับ 25 : 25 : 50 โดยปรับความเข้มข้นของน้ำตาลเท่ากับ 10 องศาบริกซ์ และใช้ความเข้มข้นของน้ำกระชายที่ 0 1 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์

5. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง

6. ตรวจสอบการเจริญเติบโตของเชื้อในสูตรการหมักที่เติมน้ำกระชาย 0 1 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงประโยชน์ของน้ำกระชายต่อการยับยั้งการเสื่อมเสียของน้ำบีทรูท
2. สามารถนำกระชายไปใช้ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นในการทำทดลองที่มีลักษณะเดียวกัน
3. เป็นข้อมูลสำหรับนำพืชตระกูลขิงไปใช้ในการทำวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

บทที่ 2

ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของการหมัก

การหมัก (Fermentation) ในทางเมแทบอลิซึม หมายถึงกระบวนการสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน แต่การหมักในทางจุลชีววิทยาหมายถึง การเลี้ยงเซลล์ในเครื่องปฏิบัติการชีวภาพในอาหารแข็งและอาหารเหลวเพื่อเปลี่ยนสารอินทรีย์เป็นชีวมวลหรือผลิตภัณฑ์อื่น (ช่อฟ้า ทองไทย และคณะ, 2549 : 35) ส่วนด้านการถนอมอาหาร การหมักเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นโดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์เพื่อก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอาหาร เช่น พืช เนื้อสัตว์ และน้ำมัน ผลของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ทำให้อาหารมีลักษณะเฉพาะ สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลานาน ดังนั้นจึงสามารถจัดการหมักคงว่าเป็นกรรมวิธีการหนึ่งในการถนอมรักษาแปรรูปอาหารได้เช่นเดียวกัน (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2539 : 65)

การหมักเป็นการแปรรูปอาหารที่ใช้กันมาเป็นเวลานาน โดยวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักอาหารเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรซึ่งมีอยู่มากมายหลายชนิดด้วยกัน ได้แก่ ผัก ผลไม้ ธัญพืช น้ำผึ้ง นม เนื่อ และปลา การที่จะได้ผลิตภัณฑ์อาหารหมักที่มีความหลากหลายขึ้นกับการเลือกวัตถุดิบที่จะนำมาผลิต การใช้กล้าเชื้อ (starter cultures) และสภาวะการหมัก ทำให้ได้อาหารหมักที่มีความหลากหลาย เช่น ไวน์ เบียร์ น้ำส้มสายชู ขนมห้าง ซีอิ้ว กิมจิ กะหล่ำปลีดอง ผลิตภัณฑ์จากนม ได้แก่ เนย โยเกิร์ต ตลอดจนชีสและไส้กรอกหมักชนิดต่าง ๆ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากวัตถุดิบต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 (ปิ่นมณี ขวัญเมือง, 2549 : 70)

2.2 ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการหมัก

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักมีหลายชนิดดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ส่วนผลิตภัณฑ์จากกระบวนการหมักและปฏิกิริยาที่เกิดจากการหมักโดย ปิ่นมณี ขวัญเมือง (2549 : 3) ได้จำแนกประเภทของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการหมักไว้ 5 กลุ่ม ดังนี้

2.2.1 การหมักเพื่อผลิตเซลล์จุลินทรีย์ โดยเรียกผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ว่า microbial cells หรือ biomass ให้ผลผลิตเป็นตัวเซลล์ หรือมวลชีวภาพ เช่น ซีสต์ขนมปัง และ single cell protein ตลอดจนโปรไบโอติกส์

2.2.2 การหมักเพื่อผลิตเอนไซม์จากจุลินทรีย์ (Microbial enzyme)

2.2.3 การหมักเพื่อผลิตสารเมแทบอลิท์ (Microbial metabolites) โดยเมแทบอลิท์จากจุลินทรีย์แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ สารเมแทบอลิท์ปฐมภูมิ (Primary metabolites) ได้แก่ เอทานอล กรดแลคติก กรดซิตริก กรดอะมิโน เมแทบอลิท์ทุติยภูมิ (secondary metabolites) ได้แก่ สารปฏิชีวนะ

2.2.4 การหมักเพื่อเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารประกอบบางอย่าง (Transformation) ในระหว่างการหมัก เช่น การผลิตสารสเตอรอยด์

2.2.5 การหมักเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ที่เป็นคอมบิแนนท์ (recombinant products)

ตารางที่ 1 อาหารหมักจากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ ที่พบทั่วโลก

ผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ	กล่าเชื้อ
เบียร์	ธัญพืช	ยีสต์
ไวน์	น้ำองุ่น	ยีสต์, แบคทีเรียกรดแลคติก
ขนมปัง	เมล็ดธัญพืช	ยีสต์
ซอส	ถั่วเหลือง	รา (<i>Aspergillus</i>), แบคทีเรียกรดแลคติก
กิมจิ กะหล่ำปลีดอง	กะหล่ำปลี	แบคทีเรียกรดแลคติก
ไส้กรอกเปรี้ยว	เนื้อสัตว์	แบคทีเรียกรดแลคติก
ผักดอง	แตงกวา มะกอก	แบคทีเรียกรดแลคติก
นมหมัก	นม	แบคทีเรียกรดแลคติก
ชีส	นม	แบคทีเรียกรดแลคติก, ยีสต์, รา

ที่มา : ปิ่นมณี ขวัญเมือง (2549 : 70)

2.3 ปฏิกริยาที่เกิดจากการหมัก

ในกระบวนการหมักเพื่อผลิตสารเมแทบอลิท์ ชนิดต่างๆ ข้อมูลจาก http://southmfe.go.th/LearnSquare/courses/31/keepcook2_03.htm ได้แบ่งปฏิกริยาที่เกิดจากการหมักไว้ 2 กลุ่มดังนี้

2.3.1 การหมักให้เกิดแอลกอฮอล์ ได้แก่ การหมักเหล้าไวน์ แป้งข้าวหมาก เบียร์ ปฏิกริยานี้เกิดขึ้นโดยเอนไซม์ของยีสต์ เมื่อเกิดแอลกอฮอล์ขึ้นแล้วถ้ามีออกซิเจน และแบคทีเรียที่ใช้น้ำส้มอยู่ด้วย แบคทีเรียจะเผาผลาญแอลกอฮอล์จนได้กรดน้ำส้ม ปฏิกริยาช่วงหลังนี้ไม่ถือว่าเป็นการหมัก เพราะมีออกซิเจนอยู่ด้วย

2.3.2 การหมักให้เกิดกรดแลคติก ได้แก่ การดองผัก ดองผลไม้ การทำนมเปรี้ยว ปฏิกริยานี้เกิดขึ้นโดยแบคทีเรียกลุ่มแลคติก (Lactic acid bacteria) ในการดองผักและการดองผลไม้บางครั้งจะเกิดทั้งแอลกอฮอล์และกรดแลคติก เพราะในอาหารมีทั้งยีสต์ และแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกรดแลคติก และแบคทีเรียพวก *Leuconostoc* ก็สามารถผลิตทั้งแอลกอฮอล์และกรดโดยสังเกตจากฟองของคาร์บอนไดออกไซด์ในภาชนะและดองผลไม้

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการหมัก

ในกระบวนการหมักต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นต้องอาศัยปัจจัยต่างๆ เพื่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดย ปิ่นมณี ขวัญเมือง (2549 : 79) ให้รายละเอียดเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการหมักดังนี้

2.4.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง การควบคุมค่าความเป็นด่างจะช่วยควบคุมได้ทั้งชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ เพราะค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมในการเจริญของจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะต่างกัน โดยยีสต์และรา จะทนความเป็นกรดได้ดีกว่าแบคทีเรีย

2.4.2 สารอาหารที่จุลินทรีย์ใช้เป็นแหล่งพลังงาน จุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการสารอาหารต่างกัน เช่น ในน้ำนมมีน้ำตาลแลคโตส ซึ่งมีจุลินทรีย์บางชนิดที่เจริญได้ ถ้าสับสเตรทเป็นเชลลูโลสจะมีเฉพาะจุลินทรีย์ที่สร้างเอนไซม์เชลลูเลสเท่านั้นที่เจริญได้ ปริมาณของสับสเตรท ยังเป็นตัวควบคุมการหมักได้ เช่น เมื่อคาร์โบไฮเดรตสูงกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์ ยีสต์จะสร้างแอลกอฮอล์ แต่ถ้าควบคุมให้น้อยกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์ จะมีการแบ่งเซลล์เกิดขึ้น

2.4.3 ปริมาณออกซิเจน ความต้องการออกซิเจนจะต่างกันตามชนิดของการหมักว่าต้องการอากาศในการหมักหรือไม่ ในยีสต์เมื่อปริมาณออกซิเจนสูงจะสร้างเซลล์และได้คาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ แต่ถ้าปริมาณออกซิเจนต่ำจะสร้างแอลกอฮอล์ ในการสร้างกรดน้ำส้มต้องการออกซิเจนในปริมาณสูง การหมักสัตว์น้ำส่วนใหญ่จะเป็นชนิดที่ต้องการอากาศเพียงเล็กน้อย (microaerophilic fermentation)

2.4.4 อุณหภูมิ จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญหรือการสร้างเอนไซม์ที่ต่างกัน ถ้าอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่านี้อัตราการเจริญจะลดลง ถ้าสูงมากก็จะตาย อุณหภูมิยังมีผลต่อลักษณะของเซลล์ด้วย เช่น *Acetobacter* ที่อุณหภูมิต่ำจะเจริญช้า และลักษณะผิดปกติ อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 20 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงถึง 40 องศาเซลเซียส เซลล์จะยาวออกเป็นสาย (filament)

2.4.5 ปริมาณเกลือ ปริมาณเกลือมีผลในการเลือกชนิดของจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในการหมัก ถ้าใช้ปริมาณเกลือสูงมากพวกที่เจริญได้ดีคือกลุ่มของ halophile เท่านั้น จึงสามารถใช้

เกลือเป็นตัวควบคุมปริมาณและชนิดของจุลินทรีย์ได้ การทำผักดองจะใช้เกลือเพื่อช่วงคั้งน้ำออกจากผัก และทำให้พวกแบคทีเรียกรดแลคติกเจริญได้ดี

2.5 ประโยชน์ของการหมักดอง

การหมักทำให้เกิดประโยชน์หลายประการ ข้อมูลจาก http://southnfe.go.th/LearnSquare/courses/31/keepcook2_03.htm กล่าวถึงประโยชน์ของการหมักไว้ดังนี้

2.5.1 ทำให้อาหารมีรสและกลิ่นดีขึ้น

2.5.2 ทำให้อาหารมีสี มีกลิ่นและรสชาติออกไป เช่น ผักและผลไม้ดอง เป็นต้น

2.5.3 ทำให้เกิดอาหารชนิดใหม่หลายอย่าง เช่น แอลกอฮอล์ และน้ำส้มสายชู ซึ่งเกิดจากการหมักสารอาหารประเภทแป้งและน้ำตาล

2.5.4 เปลี่ยนอาหารเป็นพืช หรือบริโภคไม่ได้ให้บริโภคได้ เช่น ลูกตำลึงดิบมีรสขมกินไม่ได้ แต่ถ้าดองแล้วความขมจะหายไป ลูกท้อดิบกินไม่ได้ แต่ถ้าดองแล้วจะกินได้ เป็นต้น

2.5.5 เสริมคุณค่าทางโภชนาการ เช่น การหมักน้ำผลไม้ให้เป็นไวน์ จะได้ประโยชน์ทางโภชนาการสูงกว่าน้ำผลไม้สด เต้าเจี้ยวและเต้าหู้ยี้จะมีประโยชน์สูงกว่าถั่วสุกธรรมดาในปริมาณเท่ากันเพราะมีราซึ่งประกอบด้วยโปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุผสมอยู่ด้วย

2.6 ชนิดของจุลินทรีย์ที่นำมาใช้ในการหมัก

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าจุลินทรีย์ที่สำคัญที่นำมาใช้ในการหมักอาหารส่วนใหญ่มีอยู่ 3 ชนิด คือ แบคทีเรียกรดแลคติก ยีสต์ และรา เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาการทำวิจัยจึงกล่าวถึงจุลินทรีย์เพียง 2 ชนิด คือ แบคทีเรียกรดแลคติก และยีสต์

2.6.1 แบคทีเรียกรดแลคติก

สุรรัตน์ เงินดวง (2545 : 4) ได้กล่าวถึงแบคทีเรียกรดแลคติกว่า เป็นกลุ่มของแบคทีเรียแกรมบวกที่ไม่สร้างสปอร์และเอนไซม์อะมิลเลส มีรูปร่างกลมหรือท่อน และผลิตกรดแลคติกเป็นผลิตภัณฑ์หลักในการหมักคาร์โบไฮเดรต แหล่งที่สามารถพบแบคทีเรียแลคติก ได้แก่ ผลิตภัณฑ์นมและอาหารหมักดองต่าง ๆ เป็นต้น โดยแบคทีเรียแลคติกสามารถใช้อาหารพวกคาร์โบไฮเดรตและเปลี่ยนเป็นกรดแลคติก ลักษณะที่สำคัญที่สุดของพวกแบคทีเรียแลคติกคือความสามารถในการสลายน้ำตาลไปเป็นกรดแลคติก ซึ่งทำให้เกิดรสชาติที่ต้องการในอาหารแปรรูปบางชนิด เช่น ผักดองต่างๆ หรือเนยแข็ง แต่อาจทำให้เกิดรสชาติที่ไม่ดี หรือทำให้ไวน์เปรี้ยวเนื่องจากแบคทีเรียสามารถผลิตกรดได้อย่างรวดเร็ว และมีปริมาณมากพอสมควร ทำให้สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ได้

สุมาลี เหลืองสกุล (2541 : 51) ได้กล่าวถึงสกุลที่สำคัญของแบคทีเรียกรดแลคติก ได้แก่ สมาชิกในวงศ์ Lactobacillaceae และ Streptococcaceae โดยเฉพาะสกุล *Lauconostoc* , *Lactobacillus* และ *Streptococcus* ซึ่งพอจะกล่าวรายละเอียดได้ดังนี้

1. สกุล *Lactobacillus* เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีรูปร่างเป็นท่อนหรือทรงรี พบได้ทั่วไปในแหล่งที่มีคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นสารอาหารหลักที่เชื้อต้องการ เช่น นม รวมถึงในแหล่งธรรมชาติต่าง ๆ เช่น ในเยื่อเมือกของมนุษย์ สัตว์ พืช แหล่งน้ำทิ้ง และในผลิตภัณฑ์อาหารหมัก หรืออาหารที่กำลังจะเน่า นอกจากนี้ยังเป็นพวกต้องการออกซิเจนเพียงเล็กน้อยในการเจริญ (Microaerophilic) แต่มีบางชนิดเป็นพวกแอนแอโรบิก ไม่สร้างเอนไซม์อะตาลเลส สลายน้ำตาลแล้วให้กรดแลคติกเป็นส่วนใหญ่ ถ้าเป็นพวกโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ (Homofermentative) จะสลายน้ำตาลแล้วให้กรดแลคติกเกือบทั้งหมด มีกรดอะซิติก คาร์บอนไดออกไซด์ และอื่นๆ บ้างเล็กน้อย แต่ถ้าเป็นพวกเฮเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ (Heterofermentative) จะสลายน้ำตาลแล้วให้สารระเหยได้ รวมทั้งแอลกอฮอล์ในปริมาณมากพอๆ กับกรดแลคติก ตัวอย่างของสายพันธุ์ที่เป็นโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ และเฮเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการแบ่งพวกของ Lactobacilli ตามชนิดของผลผลิต และอุณหภูมิที่เหมาะสม

อุณหภูมิ	พวกโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ	พวกเฮเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ
อุณหภูมิที่เหมาะสมไม่ต่ำกว่า 37 องศาเซลเซียส	<i>L. bulgaricus</i> <i>L. helveticus</i> <i>L. lactis</i> <i>L. acidophilus</i> <i>L. thermophilus</i> <i>L. delbrueckii</i>	<i>L. fermentum</i>
อุณหภูมิที่เหมาะสมต่ำกว่า 37 องศาเซลเซียส	<i>L. casei</i> <i>L. plantarum</i> <i>L. leichmanii</i>	<i>L. brevis</i> <i>L. bruchneri</i> <i>L. pastorianus</i> <i>L. hilgardii</i> <i>L. trichodes</i>

ที่มา : สุมาลี เหลืองสกุล (2541 : 46)

สปีชีส์ทั้งหมดที่กล่าวไว้ในตารางที่ 2 ยกเว้น *L. delbrueckii*, *L. leichmanii*, *L. hilgardii*, *L. trichodes* และบางสายพันธุ์ของ *L. brevis* จะใช้แล็กโทสแล้วให้กรดแลคติกจึงมีความสำคัญในอุตสาหกรรมนม แหล่งที่มาของ Lactobacilli คือ บริเวณใบของพืช ปุ๋ยและผลิตภัณฑ์นม ลักษณะที่ทำให้ Lactobacilli มีความสำคัญในอาหาร ได้แก่

1. ความสามารถในการใช้น้ำตาลแล้วให้กรดแลคติกปริมาณพอสมควร ทำให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการหมักพืชและนมได้ผลผลิตออกมา หรือนำไปผลิตกรดแลคติกออกมาโดยเฉพาะเพื่อนำกรดแลคติกไปใช้กับผลิตภัณฑ์บางชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความสามารถในการให้แก๊สและสารระเหยบางอย่างออกมา พวกสเตเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ เช่น *L. fermentum* ที่เจริญในเนยแข็งสวิสส์ (Swiss Cheese) หรือ *L. hilgardii* หรือ *L. trichodes* ในไวน์

3. ไม่สามารถสังเคราะห์วิตามินเกือบทุกชนิดที่เซลล์ต้องการ เพราะฉะนั้นจึงไม่สามารถเจริญในอาหารที่ขาดวิตามินได้ เรานำมาใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ปริมาณของวิตามินในอาหารได้

4. มีคุณสมบัติทนความร้อนได้ดีทำให้มีชีวิตรอดหลังการพาสเจอร์ไรซ์ได้ จึงทำให้เกิดการตกตะกอนโปรตีน (Curd) ได้ในกระบวนการผลิตเนยแข็ง

Lactobacillus pentosus เป็นแบคทีเรียรูปร่างแท่ง เซลล์มีลักษณะแท่งตรง ปลายมน มีขนาดความกว้าง 1.0 - 1.2 ไมครอน พบอยู่เป็นเซลล์เดี่ยว เป็นคู่ หรือ โซ่สายสั้น ๆ เจริญได้ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จะผลิตกลีเซอรอลในการหมัก เป็นแบคทีเรียที่ได้จากข้าวโพดหมัก มะกอกหมักและมูลสัตว์ (Wood and Holzappel, 1995 : 43 - 44) แบคทีเรียสายพันธุ์นี้เป็นสายพันธุ์ที่สามารถผลิตแบคเทอรีโอซิน เจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส พีเอชเป็นกลาง และสภาวะที่ไม่มีโซเดียมคลอไรด์ อย่างไรก็ตามสภาวะที่กระตุ้นให้เกิดแบคเทอรีโอซิน เจริญได้ที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส และสภาวะที่ทนโซเดียมคลอไรด์ได้ปานกลาง (<http://www.cababstractsplus.org/google/abstract.asp?AcNo=20053107655>)



ภาพที่ 1 : แลคโตบาซิลลัสเพนโตซิส

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

2. สกุล *Leuconostoc* สุรรัตน์ เงินดวง (2545 : 18-19) ได้กล่าวถึงแบคทีเรียสกุล *Leuconostoc* ว่าเชื้อในสกุลนี้มีความสัมพันธ์กับเชื้อในสกุล *Lactobacillus* และสกุล *Pediococcus* ในแง่ของสรีระวิทยา รูปร่างของเซลล์ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสภาวะในการเจริญ แต่เมื่อเจริญในน้ำนม เซลล์จะมีรูปร่างกลมและการจัดเรียงตัวแบบเดี่ยว อยู่เป็นคู่หรือสายโซ่สั้นถึงปานกลาง ผลิตกรดแลกติก ชนิด D(-) เอทานอล คาร์บอนไดออกไซด์และสารหอมระเหยจากหมักกลูโคส (Glucose Fermentation) จึงช่วยสร้างกลิ่นรสในอาหารหมักดอง สามารถสร้างเมือกเด็กแทรน (Dextran) ออกมารอบๆ ผนังเซลล์ได้ จากการศึกษายของเบสได้ 16s rRNA แสดงให้เห็นว่าเชื้อนี้มีความสัมพันธ์กับ *Lb. contusus*, *Lb. kandleri*, *Lb. viridescens* และ *Leuconostoc mesenteroides* แบคทีเรียสกุลนี้พบที่ผิวของพืช ได้แก่ *L. dextranicum* และ *L. cremoris* ที่มีความสามารถในการสลายกรดซิตริกของน้ำนมและผลิตสารปรุงแต่งรสโคอะเซทิลจีน และไปกระตุ้น *Streptococci* ให้กรดแลกติก แบคทีเรียทั้ง 2 ชนิดนี้รวมกันเป็นเชื้อเริ่มต้นแลกติก (Lactic Starter) ในการผลิตเนยและเนยแข็ง

สุมาลี เหลืองสกุล (2541 : 48) ได้ให้ความสำคัญของ *Leuconostoc* sp. ในอาหารไว้ดังนี้

1. การผลิตโคอะเซทิล และสารชนิดอื่นที่ให้กลิ่นรสแก่อาหาร
2. ทนต่อความเข้มข้นของเกลือได้ เช่น ในกะหล่ำปลีดอง และอาหารหมักดองต่างๆ จะมี *L. mesenteroides* เป็นตัวทำกิจกรรมตัวแรกในการผลิตกรดแลกติก
3. มีความสามารถกระตุ้นกระบวนการหมักดองในผักได้เร็วกว่าจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลกติกตัวอื่น ๆ และให้กรดปริมาณเพียงพอในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ไม่ได้ผลิตกรดแลกติก
4. ทนต่อความเข้มข้นของน้ำตาลได้สูง (ร้อยละ 55-60 สำหรับ *L. mesenteroides*) ทำให้สามารถเจริญในน้ำเชื่อม เล็ก ไอศกรีมได้
5. เนื่องจากการสลายน้ำตาลให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาปริมาณพอสมควรจึงทำให้เกิดลักษณะที่เรียกว่า โอเพนเนส (Openness) ในเนยแข็ง และทำให้โยอาหารที่มีน้ำตาลเข้มข้นเสียและทำให้ขนมปังบางชนิดฟู
6. ในอาหารที่มีน้ำตาลสูงโครสมากจะมีการผลิตสารเมือกขึ้นมากซึ่งเป็นลักษณะที่ต้องการในการผลิตเคิร์กเทรน แต่เป็นอันตรายอย่างยิ่งในการผลิตน้ำตาลทรายเพราะจะทำให้ได้ปริมาณน้ำตาลทรายลดลง

3. สกุล *Streptococcus* สุรรัตน์ เงินดวง (2545 : 18) ได้กล่าวถึงแบคทีเรียกรดแลกติก สกุล *Streptococcus* ว่าเป็นเซลล์ที่มีรูปร่างกลมหรือรูปไข่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8-1.2 ไมครอนนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมครอน มักพบอยู่เป็นสายหรือคู่ ไม่สร้างสปอร์และต้องการสารอาหารที่ซับซ้อนในการเจริญพบ ทั้งที่ผลิตในมนุษย์หรือสัตว์ และมีบทบาทสำคัญในการผลิตภัณฑ์นม เช่น การทำนมเปรี้ยวและ โยเกิร์ต ได้แก่ *Streptococcus thermophilus* และ *S. lactis*

ข้อมูลจากสุมาลี เหลืองสกุล (2541 : 4) แบ่งสปีชีส์เป็นพวกโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ *Streptococci* ทั่วไปที่มีความสำคัญทางอาหาร ถูกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มด้วยกันคือ

1. กลุ่มไพโอเจนิค (pyogenic Group) จะรวมสปีชีส์ทั้งหมดของ *Streptococci* ที่เป็นเชื้อโรคเช่น *S. agalactiae* เป็นสาเหตุของโรคเต้านมอักเสบในโคนม และ *S. pyogenes* เป็นสาเหตุของโรคคอเจ็บ ใช้ยีสต์แดง ฟี เป็นต้น ซึ่งเคยพบในน้ำนมดิบ แต่พวกนี้เจริญไม่ได้ใน อุณหภูมิ 10 หรือ 45 องศาเซลเซียส

2. กลุ่มวิริแดนส์ (Viridans Group) ได้แก่ *S. thermophilus* ซึ่งมีความสำคัญในการผลิตเนยแข็งและ โยเกิร์ต และ *S. bovis* ซึ่งได้จากนํ้าและในนํ้าลาย มีความทนทานต่อ ความร้อนเช่นเดียวกับ *S. thermophilus* จึงไม่พบได้ ในนมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์แล้ว สปีชีส์เหล่านี้ เจริญได้ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส แต่ไม่เจริญที่ 10 องศาเซลเซียส

3. กลุ่มแลคติก (Lactic Group) เป็นกลุ่มที่มีความสำคัญมากในอุตสาหกรรมนม *S. lactis* และ *S. cremoris* จะเจริญได้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส แต่ไม่เจริญที่ 45 องศาเซลเซียส แบคทีเรียเหล่านี้ถูกนำไปใช้เป็นตัวเริ่มต้นในกระบวนการผลิตเนยแข็งและผลิตภัณฑ์นมอื่นร่วมกับ *Leuconostoc spp. lactis* มักเป็นสาเหตุของการเปรี้ยวของน้ำนมดิบอยู่เสมอ แบคทีเรียเหล่านี้ สามารถทนความเข้มข้นของเกลือให้ได้ไม่เกินร้อยละ 2 – 4 ฉะนั้นการเกิดกรดแลคติกในผักดองจึง ไม่มีความสัมพันธ์กัน ที่มาของแบคทีเรียกรดเหล่านี้คือ พืชสีเขียว อาหารสัตว์ ฟาง และเครื่องใช้

4. กลุ่มแอนเทอโรคอคคัส (Enterococcus Group) ประกอบด้วย *S. faecalis* และ *S. faecium* ทั้ง 2 สปีชีส์คล้ายกันมากแตกต่างกันทางด้านสรีรวิทยาเท่านั้น *S. faecalis* มักจะทนต่อ ความร้อนได้มากกว่าและแยกได้จากคน ส่วน *S. faecium* แยกได้จากพืช *S. faecalis* subsp. *liquefaciens* เป็นพวกที่ผลิตกรดและย่อยโปรตีนได้ *S. faecalis* subsp. *zymogens* เป็นพวกที่สลาย เซลล์เม็ดเลือดแดงแบบ เบต้า *S. faecalis* และ *S. faecium* มักจะอยู่ในอาหารดิบเสมอ แบคทีเรียใน กลุ่มนี้สามารถเจริญได้ที่ 10 และ 45 องศาเซลเซียส พวก *Enterococci* มีลักษณะบางประการที่ไม่ เหมือนกับ *Streptococci* อื่น ๆ คือ เป็นพวกที่ทนความร้อนได้ดี สามารถทนต่อความเข้มข้นของ เกลือได้ถึงร้อยละ 6.5 หรือมากกว่า เจริญในอาหารที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ 9.6 อุณหภูมิที่ สามารถเจริญได้ดีช่วงกว้างมาก คือ ตั้งแต่ 5 – 50 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงอาจพบ *S. faecalis* ได้ในเบคอน

กระบวนการหมักกรดแลคติก (Lactic Acid Fermentation)

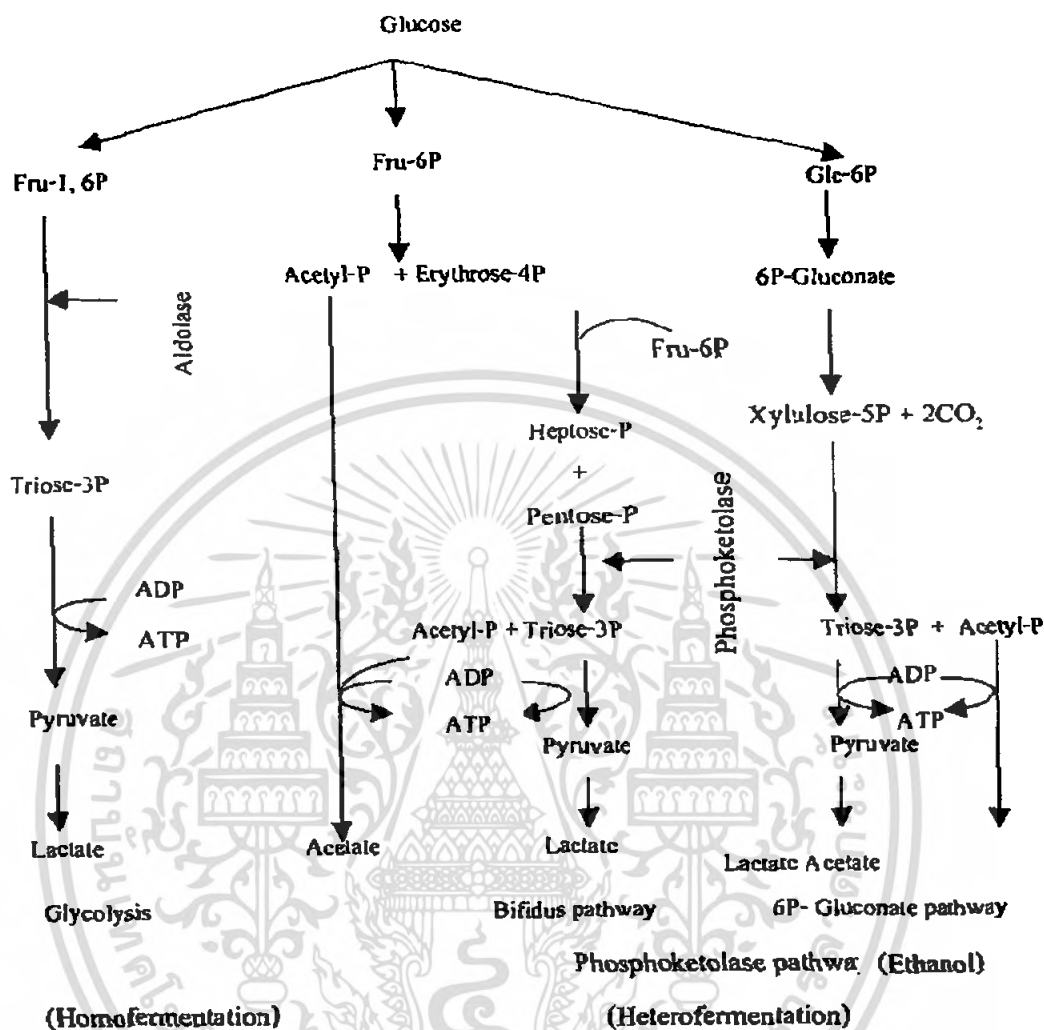
การหมักเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์กรดแลคติกต้องมีกระบวนการหมักและขั้นตอนต่าง ๆ เกิดขึ้น โดย สุรรัตน์ เงินดวง (2545 : 21-23) กล่าวถึงกระบวนการหมักกรดแลคติกว่า อาหารเป็นแหล่งที่จุลินทรีย์สามารถใช้ในการเจริญได้อย่างดี ซึ่งในการผลิตอาหารหมักดองนั้นเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารอาหาร เนื่องมาจากการกระทำของเอนไซม์จากจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหมักหรือเอนไซม์ที่มีอยู่แล้วในอาหารนั้นๆ โดยทั่วไปในกระบวนการหมักชนิดของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องมักจะเป็นจุลินทรีย์จากธรรมชาติ แต่ในบางครั้งผู้ผลิตมีการคัดเลือกชนิดของจุลินทรีย์เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรส กลิ่น และเนื้อสัมผัสตามต้องการ สำหรับกระบวนการหมักที่เกิดกรดแลคติกจะมีค่าพีเอช และปริมาณออกซิเจนต่ำจนถึงไร้ออกซิเจนทำให้ประสิทธิภาพการเกิดปฏิกิริยา Oxidation – Reduction ต่ำทำให้สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์อื่น ๆ ที่ไม่ต้องการในกระบวนการหมัก กระบวนการหมักกรดแลคติกโดยแบคทีเรียแลคติกเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอาหารหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมการหมักผักและผลไม้ รวมถึงธัญพืชซึ่งจะพบ *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermenti*, *Leuconostoc mesenteroides* ในอุตสาหกรรมนมและผลิตภัณฑ์นมจะพบ *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus thermophilus* และ *Lactobacillus casei* โดยรูปแบบของกระบวนการหมักแบ่งได้ดังนี้

1. Homofermentation เป็นกระบวนการหมักที่เกิดกรดแลคติก โดยจุลินทรีย์กลุ่ม Homofermentative Lactic Acid Bacteria สามารถผลิตได้ประมาณร้อยละ 90 ซึ่งขั้นตอนของการสร้างกรดแลคติกที่พบได้ง่าย เช่น แบคทีเรียในสกุล *Lactococcus* จะเริ่มจากการนำน้ำตาลแลคโตสผ่านเข้าสู่เซลล์ของแบคทีเรียแลคติก โดยอาศัยเอนไซม์ที่อยู่บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ ที่เรียกว่า Phosphoenol Pyruvate – Dependent Phosphotransferase System (PEP-PTS) ทำให้น้ำตาลแลคโตสเกิดปฏิกิริยาการเติมหมู่ฟอสเฟต อยู่ในรูป Lactose-6-phosphate จากนั้นจะถูกเอนไซม์ phospho- β -Galactosidase ย่อยได้เป็น Galactose-6-phosphate กับกลูโคส ซึ่งกลูโคสจะผ่านเข้าสู่กระบวนการต่าง ๆ ของ Embden-Meyerhof-Parnas Pathway (EMP pathway) จนได้เป็น Galactose-6-phosphate แล้วเข้าสู่กระบวนการต่างๆ ในวิถี D-Tagatose-6-phosphate ได้เป็น Tagatose-1,6-diphosphate และเปลี่ยนเป็น Dihydroxyacetone-phosphate และเอนไซม์ Tagatose-1,6-aldolase ซึ่งจะเปลี่ยน Dihydroxyacetone-phosphate เป็น Glycerol-3-phosphate โดยเอนไซม์ Triose phosphate isomerase ซึ่ง Glycerol-3-phosphate เป็นสารตัวกลางในกระบวนการ EMP Pathway และเปลี่ยนเป็นเป็นแลคเตทในที่สุดเป็นต้น ดังแสดงภาพประกอบที่ 1 น้ำตาลกลูโคสสามารถเข้าสู่เซลล์ของแบคทีเรียแลคติก โดยอาศัยเอนไซม์ PEP-PTS ทำให้กลูโคสอยู่ในรูป Glucose-6-phosphate ซึ่งจะเข้าสู่วิถี EMP ได้เป็นแลคเตทในที่สุด ส่วนน้ำตาลกาแลคโตสจะสามารถซึมผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าเชื่อมหุ้มเซลล์ได้เลยหลังจากถูกเติมหมู่ฟอสเฟต โดยเอนไซม์ Galactokinase ได้เป็น Galactose-1-phosphate จากนั้นเข้าสู่วิถี Leloi จนได้เป็น Glucose-1-phosphate จากนั้นจะถูกเอนไซม์ Hexokinase phosphoglucomutase เปลี่ยนเป็น Glucose-6-phosphate ซึ่งเป็นตัวกลางในวิถี EMP เปลี่ยนเป็นแลคเตทในที่สุด แบคทีเรียแลคติกที่มีกระบวนการหมักแบบนี้ได้แก่ *Lb. bulgaricus*, *Lb. casei* และ *Lb. plantarum*

2. Heterofermentation เป็นกระบวนการหมักที่เกิดกรดแลคติกประมาณร้อยละ 50 และจะได้ผลิตภัณฑ์อื่นร่วมด้วย เช่น กรดอะซิติก เอทานอลและคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น โดยแบคทีเรียแลคติกในกลุ่ม Heterofermentative lactic acid bacteria จะไม่มีเอนไซม์ Aldolase ซึ่งเป็นเอนไซม์หนึ่งในกระบวนการ Glycolysis จึงทำให้สามารถเปลี่ยน Fructose-1,6-Diphosphate เป็น Triose-phosphate ได้จึงต้องออกซิไดซ์ Glucose-6-phosphate ได้เป็น 6-phosphogluconate จากนั้นเกิดปฏิกิริยา Decarboxylation ได้เป็น Pentose-phosphate กับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่ง Pentose-phosphate จะแตกตัวเป็น Triose-phosphate และ Acetyl-phosphate โดยเอนไซม์ Phosphoketolase โดยที่ Triose-phosphate จะเปลี่ยนเป็นแลคเตทได้ ส่วน Acetyl-phosphate จะเปลี่ยนเป็น อะซิคลิไซด์ และเอทานอล นอกจากนี้แบคทีเรียแลคติกอาจจะใช้กระบวนการอื่น ๆ ในการสร้างผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น กรดอะซิติก กรดฟอร์มิก และ กลิเซอรอล เป็นต้น แบคทีเรียแลคติกที่มีกระบวนการหมักแบบนี้มีหลายสกุลมากวิธีการหมัก ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 : วิธีการสร้างกรดแลคติกแบบ Homofermentation และ Heterofermentation
ที่มา : Wood and Holzapfel (1995 : 3)

การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่นของแบคทีเรียแลคติก

สุริรัตน์ เงินดวง (2545 : 24) ได้กล่าวถึงการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่นโดยแบคทีเรียกรดแลคติกว่า แบคทีเรียแลคติกมีความสามารถในการสร้างสารที่มีผลในการต่อต้านจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ หลายชนิดและมนุษย์ได้ใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติข้อดีของแบคทีเรียแลคติกตั้งแต่ยุคประวัติศาสตร์ จากการค้นคว้าพบว่าชาวซูเมเรีย ได้ใช้แบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์นมมาตั้งแต่ 6000 ปีก่อนพุทธกาล ปัจจุบันมีการนำแบคทีเรียแลคติกมาใช้เป็นโพรไบโอติก เพื่อส่งเสริมให้แบคทีเรียประจำถิ่นในลำไส้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและช่วยรักษาสมดุลของปริมาณ

จุลินทรีย์ ในกระบวนการหมักคาร์โบไฮเดรตของแบคทีเรียแลคติกทำให้เกิดกรดอินทรีย์ที่ขนาดโมเลกุลเล็ก ซึ่งสามารถต่อต้านหรือยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ได้ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็นกลุ่มใหญ่ได้ 2 กลุ่ม คือ

1. Non-peptide Inhibitor สารยับยั้งในกลุ่มนี้ไม่มีองค์ประกอบที่เป็นสารประเภทโปรตีน ได้แก่ กรดอินทรีย์ (Organic Acid) กรดแลคติก กรดอะเซติก กรดโพรพิโอนิก ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ไดอะซีทิล (Diacetyl) และรูทีริน (Reuterin)

2. Peptide Inhibitor สารยับยั้งในกลุ่มนี้ประกอบด้วยสารประเภทโปรตีนเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ แบคเทอริโอซิน

2.6.2 ยีสต์ (Yeast)

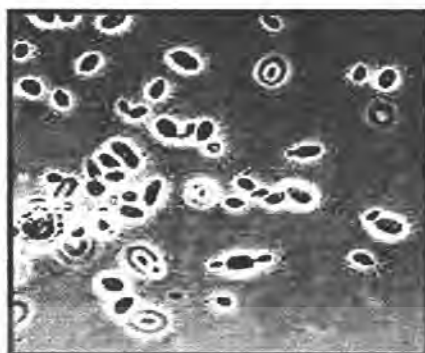
ยีสต์ เป็นจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในกระบวนการหมัก ข้อมูลจาก <http://www.consumerthai.org/howto/board/view.php?id=60> ได้กล่าวเกี่ยวกับยีสต์ไว้ดังนี้

ยีสต์ หรือ สำเหหล้า (อังกฤษ: yeast) คือ รากกลุ่มหนึ่งก่อให้เกิดประโยชน์และโทษต่ออาหาร ในแง่ของประโยชน์ของยีสต์ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้ เบียร์ ไวน์ ผลิตภัณฑ์ที่มีแอลกอฮอล์เป็นองค์ประกอบผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ และยังใช้ในการผลิตโปรตีน ไขมัน วิตามิน เอนไซม์ รวมถึงตัวเซลล์ยีสต์เองเพื่อใช้เป็นอาหารของคนและสัตว์ ในทางตรงกันข้าม ยีสต์ก็ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหาร

สุมาลี เหลืองสกุล (2527 : 42-53) ได้กล่าวถึงลักษณะรูปร่างของยีสต์ การสืบพันธุ์ ลักษณะการเจริญของยีสต์ ยีสต์ที่มีความสำคัญทางด้านอุตสาหกรรม ยีสต์ที่มีความสำคัญทางด้านอุตสาหกรรมหมักไว้ดังนี้

ลักษณะรูปร่างของยีสต์

ลักษณะรูปร่างของยีสต์ศึกษาได้จากกล้องจุลทรรศน์มีรูปร่างกลมถึงรูปไข่ มะนาว ลูกแพร์ ทรงกระบอก สามเหลี่ยม หรือมีเซลล์เรียงกันเป็นเส้นสายคล้ายไมซีเลียม ยีสต์มีขนาดแตกต่างกัน โครงสร้างที่มองเห็น ได้แก่ ผนังเซลล์ ไซโตพลาสซึม แวคิวโอล เม็ดไขมัน และเกล็ดอื่น ๆ เช่น เมทาโครมาติกเกล็ด เม็ดไขขาว และเม็ดแป้ง ถ้าต้องการดูนิวเคลียสจะต้องใช้วิธีย้อมสี

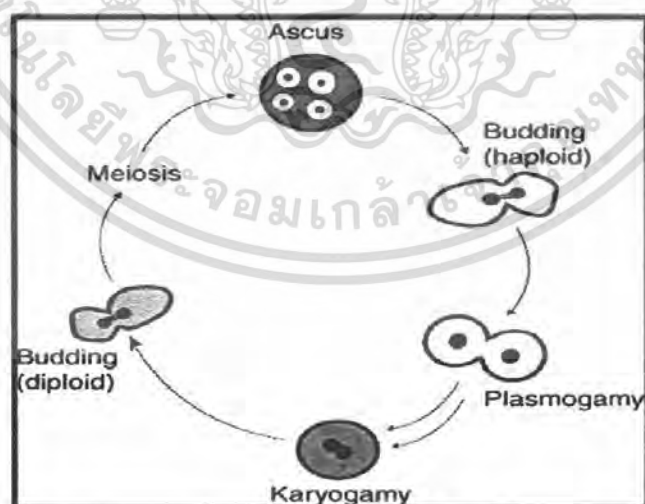


ภาพที่ 3 : ยีสต์

ที่มา : www.rmutphysics.com

การสืบพันธุ์

ส่วนใหญ่อยีสต์จะสืบพันธุ์แบบไม่ใช้เพศโดยการแตกหน่อ ซึ่งการแตกหน่ออาจเกิดขึ้นได้ที่ทุกส่วนของเซลล์ หรือเกิดได้เฉพาะที่ขั้วของเซลล์เท่านั้น กระบวนการเกิดขึ้นโดยโปรโทพลาสซึมจะดันผนังเซลล์ให้โป่งออกไปกลายเป็นหน่อซึ่งจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ จนมีขนาดเท่าเซลล์แม่ ในยีสต์บางชนิด เช่น ฟิมยีสต์ หน่อจะมีลักษณะคล้ายท่อยื่นออกมาจากเซลล์แม่ มีการเพิ่มจำนวนนิวเคลียสแล้วแบ่งกันในเซลล์แม่และลูก ยีสต์ไม่ก็สปีชีส์ที่สืบพันธุ์โดยวิธีฟิชชัน และวิธีฟิชชันผสมกับการแตกหน่อ



ภาพที่ 4 : การขยายพันธุ์ของยีสต์

ที่มา : www.sparknotes.com/biology/microorganisms/fungi/section2.rhtml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสืบพันธุ์แบบใช้เพศของยีสต์แท้ นั้นจะมีการสร้างแอสโคสปอร์โดยเซลล์ของยีสต์เปรียบเสมือนแอสคัส การเกิดแอสโคสปอร์ของยีสต์แท้ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นภายหลังการเกิดการคอนจูเกตของเซลล์ 2 เซลล์ แต่ในยีสต์บางชนิดอาจเกิดแอสโคสปอร์ได้โดยไม่ต้องมีการคอนจูเกต หลังจากนั้นจะมีการคอนจูเกตของแอสโคสปอร์ จำนวนของแอสโคสปอร์ และลักษณะของแอสโคสปอร์จะเป็นตัวบอกลักษณะของยีสต์ สี ผิว และรูปร่างของแอสโคสปอร์จะแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของยีสต์ส่วนยีสต์เทียม หมายถึงยีสต์ไม่สร้างแอสโคสปอร์ หรือไม่มีการสืบพันธุ์แบบใช้เพศจัดเป็นพวกฟังไจไม่สมบูรณ์ ยีสต์พวกนี้มักจะสร้างคลาไมโดสปอร์

ลักษณะการเจริญของยีสต์

การเจริญของยีสต์บนอาหาร ไม่มีประโยชน์ในการวิเคราะห์ชนิดยีสต์มากนักแม้ว่าการเจริญของยีสต์บนผิวหน้าของอาหารเหลว จะบอกได้ว่าเป็นออกซิเดทีฟ หรือฟิล์มยีสต์ก็ตาม การสร้างพวกกลาโรทีนของยีสต์ในสกุล *Rhodotorula* จะทำให้เกิดจุดสีบนอาหาร เป็นการยากที่จะแยกลักษณะโคโลนีของยีสต์กับแบคทีเรียบนอาหารเลี้ยงเชื้อออกจากกันด้วยตาเปล่าได้ จึงจำเป็นต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ตรวจดูเท่านั้น โคโลนีของยีสต์ที่มีอายุน้อยจะขึ้นมากหรือเป็นเมือกส่วนใหญ่จะมีสีขาว ครีมชมพู บางโคโลนีเมื่ออายุมากขึ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ในขณะที่บางโคโลนีจะเริ่มแห้งและขุ่น

ยีสต์เป็นทั้งพวกออกซิเดทีฟ เฟอร์เมนเททีฟ หรือทั้ง 2 อย่าง พวกออกซิเดทีฟจะเจริญอยู่เฉพาะที่ผิวของอาหารเหลวจึงเรียกว่าฟิล์มยีสต์ แต่พวกเฟอร์เมนเททีฟจะเจริญอยู่ในทุกส่วนของอาหารเหลว

ยีสต์ที่มีความสำคัญทางด้านอุตสาหกรรม

ยีสต์มีความสำคัญทางอุตสาหกรรมหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นการผลิตไวน์ เหล้า หรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อีกมากมาย โดยได้กล่าวเกี่ยวกับยีสต์ที่ใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่จะเป็นพวก *Hemiascomycetes* และมักจะอยู่ในสกุล *Saccharomyces* เซลล์ของยีสต์พวกนี้จะเป็นรูปกลม รูปไข่ หรือค่อนข้างยาว อาจมีการสร้างไมซีเลียมเทียม การสืบพันธุ์จะเป็นแบบแตกหน่อชนิดที่เกิดได้ที่ขั้วของเซลล์ และโดยการสร้างแอสโคสปอร์ซึ่งเกิดขึ้นภายหลังการคอนจูเกตชั้น หรืออาจพัฒนาจากเซลล์ดิพลอยด์ (*Diploid Cell*) ที่อยู่ในระยะเวเจเตทีฟ แอสโคสปอร์มักมีรูปกลมหรือไข่ มีจำนวน 1 ถึง 4 ค่อแอสคัส สปีชีส์ที่สำคัญคือ *Saccharomyces cerevisiae* ซึ่งมีบทบาทในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น ขนบปัง ไวน์ กลีเซอรอล และอินเวอเรส มีทั้งที่อบยีสต์ที่เป็นเฟอร์เมนเทอร์ที่แอคทีฟมาก และเจริญได้รวดเร็วที่ 20 องศาเซลเซียส เกิดการรวมกลุ่มของเซลล์และปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาอย่างรวดเร็ว ทำให้เซลล์ลอยขึ้นไปอยู่บนผิวหน้าของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหาร จึงเรียกว่าทอปยีสต์ ส่วนบอดทอมยีสต์นั้นเซลล์จะเจริญอย่างช้าเป็นเฟอร์เมนเทอร์ที่ดีใน อุณหภูมิต่ำ (10-15 องศาเซลเซียส) เนื่องจากไม่มีการรวมกลุ่มของเซลล์และการเจริญเป็นไปอย่าง ช้าๆ ทำให้เกิดการบอบนโคออกไซด์น้อย เซลล์จึงค่อยๆ ตกตะกอนอยู่ที่ก้นภาชนะ จึงเรียกว่าบอด ทอมยีสต์ *S. cerevisiae* var. *ellipsoideus* เป็นพวกที่ให้แอลกอฮอล์สูง จึงนำไปใช้ในอุตสาหกรรม การผลิตแอลกอฮอล์ ไวน์ และสุรา

ยีสต์ที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมหมัก

1. จินัส *Saccharomyces* ยีสต์ในจินสนี้มีความสามารถในการหมักน้ำตาล กลูโคส แมนโนส และน้ำตาลชนิดอื่น ๆ ได้แก่

S. cerevisiae เป็นสายพันธุ์ที่เรียกว่า top yeast ที่ใช้ในการหมักเบียร์ และทำขนมปัง เนื่องจากสามารถผลิตแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ด้วย ยีสต์สายพันธุ์นี้สามารถใช้น้ำตาลอื่น ๆ อีก เช่น กาแลคโตส แซคคาไรส มอลโทส ส่วนน้ำตาล ราฟไฟโนสจะใช้ได้เพียง 1/3 เท่านั้น

S. cerevisiae var. *ellipsoideus* เป็นยีสต์ที่ใช้ผลิตไวน์ มักจะพบในองุ่น หรือดิน ในสวนองุ่น

S. carlsbergensis ยีสต์สายพันธุ์จัดเป็น bottom yeast ใช้ในการหมักเบียร์ ยีสต์ ชนิดนี้แตกต่างไปจาก *S. cerevisiae* คือสามารถที่จะใช้น้ำตาลราฟไฟโรสได้สมบูรณ์

S. pastorianus เป็นยีสต์ที่รู้จักกันดีที่ทำให้รส กลิ่นของเบียร์ผิดแปลกออกไป

S. fragilis เป็นยีสต์ที่สามารถใช้น้ำตาลแลคโตส และใช้ในการเตรียมผลิตภัณฑ์ หมักจากนม

S. rouxii และ *S. mellis* บางทีเรียกว่า osmophilic yeast สามารถเจริญและใช้น้ำตาลที่มีความเข้มข้นสูง โดยที่จุลินทรีย์ชนิดอื่นเจริญไม่ได้ ยีสต์ทั้งสองแตกต่างในด้านการหมัก น้ำตาล คือ *S. mellis* สามารถใช้น้ำตาลกลูโคส แมนโทส ส่วน *S. rouxii* สามารถใช้น้ำตาล มอลโทสเพิ่มขึ้นอีก ยีสต์เหล่านี้มักจะทำให้น้ำผึ้งหรือแยมเสื่อมเสีย

2. จินัส *Pichia* และ *Hansenula* ยีสต์ในสองจินสนี้เป็นที่รู้กันว่าทำให้ alcoholic liquors เสื่อมเสีย จะเห็นเจริญอยู่บนพื้นผิวของสารละลายแอลกอฮอล์ และเมตาบอลิซึมของน้ำตาล โดยยีสต์เหล่านี้จะเกิดทางค่าน oxidative มากกว่า fermentative ทำให้เกิดเอสเทอร์ในกระบวนการหมักแทนที่จะเกิดการผลิตแอลกอฮอล์ นอกจากนี้ยังสามารถใช้แอลกอฮอล์เป็นแหล่งอาหาร คาร์บอนเพื่อการเจริญได้อีกด้วย ยีสต์ในจินัส *Pichia* ไม่สามารถใช้ในเตรท และส่วนใหญ่จะเป็น oxidative metabolism ส่วนยีสต์จินัส *Hansenula* นั้นสามารถใช้สารในเตรท และมีประสิทธิภาพ ในการหมักได้สูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จีส Candida ยีสต์ในจีสนี้ที่สำคัญต่ออุตสาหกรรมหมัก คือ *Candida utilis* เป็นที่รู้จักกันว่าเป็น food yeast เป็นยีสต์ที่มีส่วนประกอบโปรตีนอยู่สูง และวิตามินบี มีความสามารถในการใช้น้ำตาลกลูโคส แซคคาไรส ราฟไฟโนส และยังใช้ในเตรพได้ด้วย *C. lipolytica* เป็นยีสต์ที่ไม่สามารถใช้น้ำตาล แต่สามารถใช้เจลาตินได้รวดเร็วและสมบูรณ์ และยังสามารถย่อยสลายและเจริญไขมัน จึงมักจะพบยีสต์พวกนี้บนเนย

กระบวนการหมักแอลกอฮอล์ (alcohol fermentation)

จะเกิดผลิตภัณฑ์ที่เป็นเอทานอลหรือเอทิลแอลกอฮอล์ ซึ่งเป็นการสลายกลูโคส โดยไม่ใช้ออกซิเจน เริ่มต้นด้วยไกลโคไลซิสเช่นเดียวกับการสลายอาหารแบบใช้ออกซิเจน คือ กลูโคส 1 โมเลกุลสลายได้กรดไพรูวิก 2 โมเลกุล แล้วปล่อย ATP 2 โมเลกุล และไฮโดรเจน 4 อะตอม อะตอม NAD จะมารับไฮโดรเจนเป็น NADH^+H^- และจะถ่ายทอดอะตอมของไฮโดรเจนให้กับแอซิดัลดีไฮด์ ซึ่งมีคาร์บอน 2 อะตอม จึงไม่สามารถนำเอาพลังงานอิเล็กตรอนที่มีอยู่ในอะตอมของไฮโดรเจนมาสร้าง ATP ได้อีก ดังนั้นการสลายกลูโคส 1 โมเลกุล จึงได้ ATP เพียง 2 โมเลกุลเท่านั้น เอทานอลที่ได้จากการสลายกลูโคสดำมีปริมาณมากจะเป็นอันตรายต่อเซลล์ ร่างกายจะมีกระบวนการเปลี่ยนเอทานอลให้เป็นสารอื่นที่ไม่เป็นอันตรายแก่เซลล์ และขับออกจากร่างกาย โดยระบบขับถ่าย

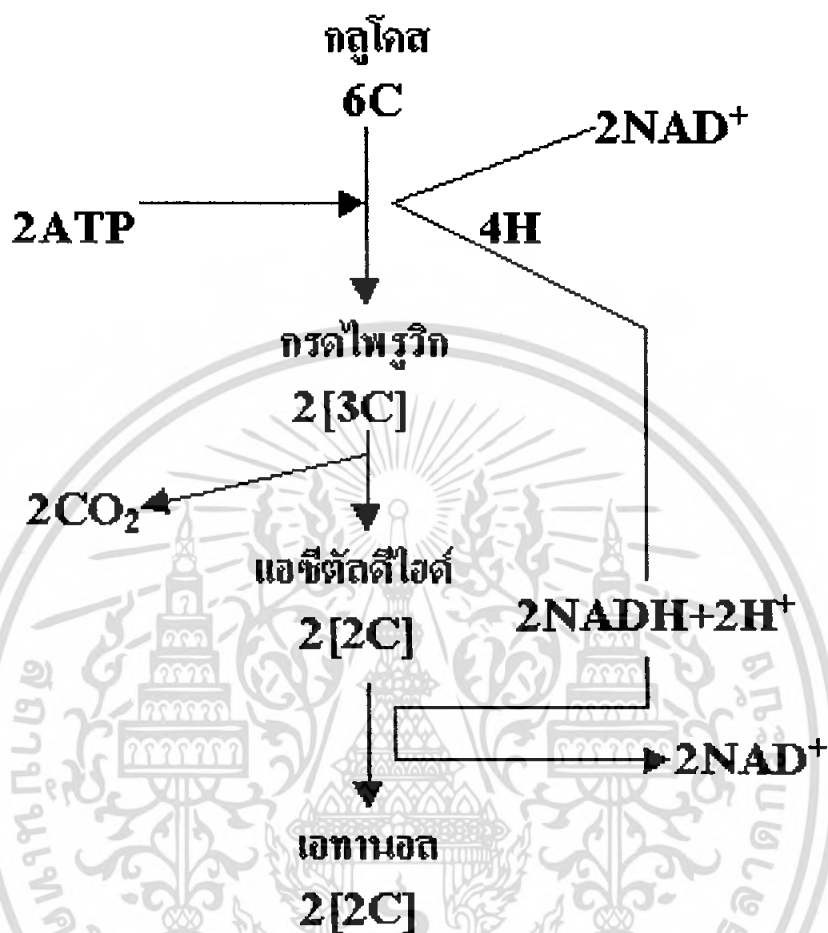
เมื่อนำยีสต์มาเลี้ยงในน้ำตาลจะได้เอทานอล ถึงแม้เอทานอลจะเป็นพิษต่อยีสต์ก็ตาม การหมักนั้นจะไม่ให้อากาศเข้าสู่ภาชนะที่ใช้หมักและให้อาหารยีสต์อย่างเพียงพอจะเกิดสมการดังนี้



แต่ถ้าอากาศเข้าสู่ภาชนะที่ใช้หมักจะทำให้ยีสต์หายใจแบบใช้ออกซิเจน เกิดสมการดังนี้



เอทานอลที่ได้จะมีพลังงานศักย์สะสมอยู่เพราะสามารถติดไฟได้ จึงกล่าวได้ว่าเป็นการสลายของอาหารที่ไม่สมบูรณ์ ส่วนสมการที่ใช้ O_2 ไม่เหลือพลังงานอยู่ในส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 : กระบวนการหมักแอลกอฮอล์

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

2.7 บีทรูท (Beet root)

บีทรูทเป็นพืชชนิดหนึ่ง ที่มีการนำไปใช้ประโยชน์หลายชนิด ข้อมูลจาก <http://www.pop.co.th/food/coffee.phtml?status=coffee.1665,TH&page=8> ได้กล่าวถึงบีทรูทไว้ดังนี้

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Beta vulgaris* Linn

วงศ์ : *Chenopodiaceae*

ชื่ออื่น : ผักกาดฝรั่ง และผักกาดแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บีทรูทเป็นหัวผักกาดที่อยู่ใต้ดินชนิดหนึ่ง มีต้นกำเนิดอยู่ในแถบเมดิเตอร์เรเนียนของยุโรป และบริเวณเอเชียตะวันตก ปัจจุบันนี้บีทรูทสามารถปลูกได้ในแถบภาคเหนือของไทย ซึ่งมีการใช้หัวบีทรูทเป็นผักเมื่อ 2000 ปีมาแล้ว ตั้งแต่สมัยกรีกและโรมันตอนต้น ต้นบีทรูทเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตอย่างแพร่หลาย ในแถบเมืองร้อน และปลูกในแถบแคริบเบียน มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ แอฟริกากลาง แอฟริกาตะวันออก และแอฟริกาตะวันออก และแอฟริกาตะวันตก มีทั้ง white beet และ red beet

ต้นแรดบีทรูท เป็นที่รู้จักกันทั่วไปว่าเป็นพืชสวน น้ำหัวบีทรูทจะมีรสชาติเฉพาะตัว และมีสีมากกว่าพืชหัวชนิดอื่น ๆ ต้นบีทรูทมีหลายสายพันธุ์ ซึ่งจำแนกตามรูปร่าง เช่น กลมจนถึงรูปไข่ หรือบางชนิดเป็นหัวยาวแหลม แต่มี 2 สายพันธุ์ที่นิยมปลูกมาก คือ พันธุ์ Crimson Glode และ Detroit Red

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้น : อยู่ใต้ดิน รากอวบน้ำ มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 4-5 ซม.

ใบ : เป็นใบเดี่ยวเรียงตัวสลับ ก้านยาว ใบรูปหัวใจรี

ดอก : เป็นดอกเดี่ยว ออกเป็นช่อ มีสีเขียวอ่อนขนาดเล็ก

ผล : มีขนาดเล็ก ทรงกลมป้อม เปลือกดำ เนื้อสีแดงเลือดหมู หรือม่วงแดง



ภาพที่ 6 : บีทรูท

ที่มา : www.doikham.com

การเลือกและเก็บรักษาบีทรูท

ควรเลือกหัวขนาดเล็ก เพราะมีเนื้อละเอียดและให้รสหวานกว่าหัวขนาดใหญ่ แต่ถ้ามีใบติดอยู่ ให้เลือกหัวที่ใบยังสด แล้วตัดใบให้เหลือก้าน 2-3 ซม. จากนั้นก็นำไปล้างให้สะอาด เก็บในถุงคาข่ายวางไว้ในที่ร่ม หรือในช่องแช่ผักเก็บไว้ได้นานกว่า 14 วัน

คุณค่าทางโภชนาการ

ผักชนิดนี้เป็นอาหารที่ดี ซึ่งประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต ซึ่งอยู่ในรูปของน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ มีโปรตีนและไขมันอยู่ปริมาณน้อย มีการนำบีทรูทมาใช้บริโภคได้หลายวิธี เช่น สลัด และผัดทอง เป็นต้น คุณค่าทางโภชนาการของบีทรูทแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการของบีทรูทต่อส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณเป็นร้อยละ	เกลือแร่และวิตามิน	น้ำหนักเป็นมิลลิกรัม
ความชื้น	87.7	แคลเซียม	18
โปรตีน	1.7	ฟอสฟอรัส	55
ไขมัน	0.1	เหล็ก	1.0
เกลือแร่	0.8	วิตามิน C	10
		มีปริมาณวิตามิน A และ B สูง มีปริมาณวิตามินบีรวมเล็กน้อย	
ไฟเบอร์	0.9		
คาร์โบไฮเดรต	8.8		
รวม	100		

ที่มา : www.indiangyan.com/books/healthbooks/food_that_hael/beetroot.shtml

การนำบีทรูทไปใช้ประโยชน์

บีทรูทนิยมใส่ในสลัดต่างๆ โดยเฉพาะสลัดผักสุกหรือนำไปคองสามารถไว้รับประทานคู่กับอาหารจานหลัก เช่น สลัด พาสต้า นำมาคั้นน้ำใช้เป็นสีกสมอาหารและผสมกับน้ำผลไม้ชนิดอื่นดื่มเพื่อสุขภาพ

น้ำบิทรูท

น้ำบิทรูท หมายถึง เครื่องดื่มชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำหัวบิทรูทสด ที่ไม่เน่าเสีย ล้างให้สะอาด ปอกเปลือกแล้วตัดแต่งและหั่นเป็นชิ้น อาจนำมาผสมน้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 2 โดยน้ำหนัก ตีปั่นและกรองแยกกากได้น้ำบิทรูท อาจปรุงแต่งรสด้วยน้ำตาล กรดซิตริก และอาจเติมสเตบิลไลเซอร์ หรือน้ำผลไม้ชนิดอื่น

น้ำบิทรูทจัดเป็นน้ำผักที่ดีที่สุดชนิดหนึ่ง ซึ่งอุดมด้วยแหล่งน้ำตาลธรรมชาติ ที่ประกอบด้วย โซเดียม ฟอสฟอรัส แคลเซียม ซัลเฟอร์ คลอรีน ไอโอดีน เหล็ก ทองแดง วิตามินบี 1 บี 2 ไนอะซิน วิตามินบี 6 วิตามินซี นอกจากนี้ น้ำบิทรูทยังอุดมด้วยคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย แต่มีแคลอรีต่ำ และมีโปรตีนหรือกรดอะมิโนที่มีปริมาณสูงและคุณภาพดี

ประโยชน์และคุณสมบัติในการบำบัดโรค

น้ำบิทรูทมีคุณค่าทางอายุรเวทอย่างมาก ซึ่งจะมีคุณสมบัติในการทำให้ไตและถุงน้ำดีสะอาด ซึ่งน้ำบิทรูทอุดมด้วยแร่ธาตุหลายชนิดที่มีคุณสมบัติเป็นด่าง ได้แก่ โพแทสเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก ซึ่งมีประโยชน์ในการต่อต้านความเป็นกรดของเลือด และช่วยในกระบวนการกำจัดของเสียตามธรรมชาติของร่างกาย น้ำบิทรูทแดง มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับการสร้างเลือดให้มีคุณภาพ เนื่องจากน้ำบิทรูทมีองค์ประกอบของเหล็กปริมาณสูง ซึ่งกระตุ้นให้เม็ดเลือดแดงนำออกซิเจนเข้าสู่ร่างกาย และช่วยในการทำหน้าที่ของระบบหายใจ คือ ทำให้มีเสียงลมหายใจปกติ ซึ่งมีประโยชน์ในด้านการบำบัดภาวะโลหิตจาง ยังมีประโยชน์ในการบำบัดโรคดีซ่าน ตับอักเสบ ท้องร่วง และคลื่นไส้ อาเจียนเนื่องมาจากอาการท้องอืดท้องเฟ้อนอกจากนั้น น้ำบิทรูทยังมีคุณสมบัติในการบำบัดโรคท้องผูก โรคกรดสีดวงทวาร โรคเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนโลหิต โรคไต โรคถุงน้ำดี โรคผิวหนัง และโรครังแค

สารสีแดงในหัวบิทรูท คือ เบทานิน (betanin) เป็นกรดอะมิโนที่มีสรรพคุณยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอกและมะเร็ง น้ำบิทรูทจึงมีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักในฐานะรักษามะเร็ง นอกจากนั้นยังช่วยทำให้เลือดลมดี และการไหลเวียนของโลหิตไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ดีขึ้น

2.8 กระชาย (Boesenbergia pundurata)

2.8.1 ลักษณะของกระชาย

กระชายเป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่ง ที่มีการนำไปใช้ประโยชน์หลายชนิด ข้อมูลจาก

http://www.samunpri.com/modules.php?name=Herbs&file=gor_page8 ได้กล่าวถึงกระชายไว้

ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf

วงศ์ : Zingiberaceae

ชื่ออื่น : กระแอน จี๊ป จีฟู เป้าชอเร๊ะ วานพระอาทิตย์ อาทิตย์

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

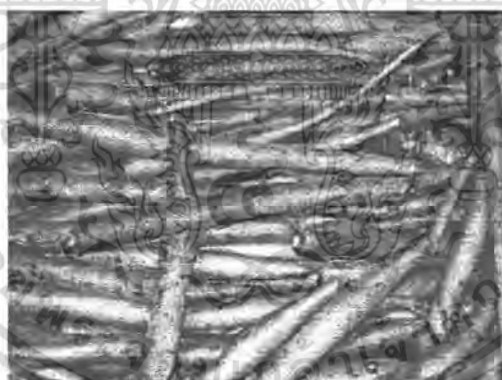
ต้น เป็นไม้ล้มลุกมีเหง้าใต้ดิน มีรากสะสมอาหารจำนวนมาก ลักษณะอวนน้ำตรงกลางพองกว่าส่วนหัวท้าย ในช่วงท้ายฤดูฝน จะแตกยอดอ่อนชูขึ้นมาเหนือพื้นดิน มีกาบใบสีน้ำตาลแดงห่อซ้อนกัน

ใบ เป็นใบเดี่ยวสลับในระนาบเดียวกันรูปขอบแกมรูปไข่ กว้าง 4.5-10 ซม. ยาว 15-30 ซม. เส้นกลางใบเป็นร่องลึก แผ่นใบเรียบมีสีเขียวเข้มเป็นมัน

ดอก ดอกช่อออกแทรกอยู่ระหว่างกาบใบที่โคนต้น กลีบดอกมีสีขาวหรือชมพูอ่อน ใบประดับรูปใบหอกมีสีม่วงแดง ดอกย่อยบานครั้งละ 1 ดอก

ผล ผลแก่จะแตกเองได้มี 3 พู เมล็ดค่อนข้างใหญ่

หัว มีรากสะสมอาหาร ลักษณะเป็นแท่งกลม อวนน้ำ มีสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นรุนแรง



ภาพที่ 7 : กระชาย

ที่มา : [www.bloggang.com/viewdiary.php?id=all4u&month=03-](http://www.bloggang.com/viewdiary.php?id=all4u&month=03-2006&date=24&group=6&blog=1)

[2006&date=24&group=6&blog=1](http://www.bloggang.com/viewdiary.php?id=all4u&month=03-2006&date=24&group=6&blog=1)

2.8.2 ประโยชน์และคุณสมบัติในการบำบัดโรคของกระชาย

เพ็ญภา ยอดยิ่ง (http://yalor.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082) ได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประโยชน์ของกระชายซึ่งพอจะกล่าวรายละเอียดได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ทางด้านอาหาร

เนื่องจากว่ากระชายนั้นมีรสเผ็ดร้อน ช่วยในการดับกลิ่นคาวในอาหารได้ (สถาบันการแพทย์แผนไทย กรมการแพทย์, กระทรวงสาธารณสุข, 2542 อ้างใน http://yalar.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082) จึงทำให้กระชายเป็นส่วน ประกอบหลักในจานอาหารและนิยมใช้ในการแต่งรสอาหารคาวหลายชนิดเช่น แกงป่าปลาตุ๋น ผัดเผ็ดปลาไหล และเป็นส่วนประกอบหลักของน้ำยาขมนมจีน ไม่ว่าจะเป็นภาคไหน นอกจากนี้ยังใส่ในกะปิคั่ว ห่อหมกปลาตุ๋น และเป็นเคล็ดลับในการทำเครื่องแกงส้มให้อร่อยโดยไม่ต้องใส่กระเทียมแต่จะใส่กระชายประมาณ 4-5 หัว (คณะทำงานรวบรวมความรู้เกี่ยวกับผักในโครงการอนุรักษ์ผักพื้นบ้าน, 2545 อ้างใน http://yalar.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082) ส่วนลำต้นและใบนิยมนำมารับประทานเป็นผักจิ้มหรือนำมาหั่นฝอยใช้ทำยำกระชายได้ (อบเชย วงทอง, 2544 อ้างใน http://yalar.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082) และที่สำคัญก็คือในอาหารสดจัดหรืออาหารที่มีปลาเป็นส่วนประกอบจะต้องเพิ่มรสชาติ เพิ่มกลิ่นด้วยกระชาย (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2545 อ้างใน http://yalar.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

ประโยชน์ทางยาสมุนไพร

บรรเทาอาการจุกเสียด นำเหง้าแห้งประมาณครึ่งกำมือต้มเอาน้ำดื่ม (ประเวศ วะสี, 2537 อ้างใน http://yalar.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

บรรเทาอาการแผลในปาก บ้วนปากกระชายทั้งเปลือก 2 แก้วกับน้ำสะอาด 1 แก้วในโถปั่นน้ำ เติมน้ำเกลือครึ่งช้อนกาแฟโบราณ กรองด้วยผ้าขาวบาง ใช้กลั้วปากวันละ 3 เวลาจนกว่าแผลจะหาย ถ้าเพื่อนกินไปให้เติมน้ำสุกได้อีก ส่วนที่ยังไม่ได้แบ่งใช้เก็บในตู้เย็นได้ 1 วัน (ศูนย์วัฒนธรรมจังหวัดปัตตานี, 2539 อ้างใน http://yalar.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

แก้ฝ้าขาวในปาก บดรากกระชายที่ล้างสะอาด ไม่ต้องปอกเปลือก ในโถปั่นพอหยาบ ใส่ขวดปิดฝาแช่ไว้ในตู้เย็น กินก่อนอาหารครั้งละ 1 ช้อนกาแฟเล็ก (เหมือนที่เขาใช้คนกาแฟโบราณ) วันละ 3 มื้อก่อนอาหาร 15 นาที สัก 7 วัน (สุชาติพ กมรประวัติ อ้างใน http://yalar.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

แก้กลากเกลื้อน น้ำกัดเท้า คันศีรษะจากเชื้อรา นำรากกระชายทั้งเปลือกมาล้างผึ่งให้แห้ง ผานเป็นแว่น แล้วบดให้เป็นผงหยาบ เอาน้ำมันพืช (อาจใช้น้ำมันมะกอกหรือน้ำมันมะพร้าวก็ได้) เกลี่ยใส่ในจานหรือถ้วย แล้วใส่ผงกระชายลงไป ใช้มือถูให้ทั่วบริเวณที่คันหรือมีกลากเกลื้อน แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาด ทำซ้ำวันละ 2-3 ครั้ง (ข้อมูลจากศูนย์วิจัยสมุนไพร มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์บุรีรัมย์) นอกจากนี้ยังพบว่ากระชายมีฤทธิ์ต้านเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียได้ (ข้อมูลจากศูนย์วิจัยสมุนไพร มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์บุรีรัมย์) ไม่ควรรับประทานกระชายในปริมาณที่มากเกินไป เพราะอาจทำให้เกิดอาการท้องเสียได้ (ข้อมูลจากศูนย์วิจัยสมุนไพร มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์บุรีรัมย์) ไม่ควรรับประทานกระชายในปริมาณที่มากเกินไป เพราะอาจทำให้เกิดอาการท้องเสียได้ (ข้อมูลจากศูนย์วิจัยสมุนไพร มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์บุรีรัมย์)

มาอ่อนในหม้อใบเล็กๆ เติมน้ำจนท่วมข้าว ใช้ไฟอ่อน 3 เท่าของปริมาณข้าว หุง (สุรชาติพ กมรประวัติ อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolab/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

แก้ปวดมวนในท้อง แก้ท้องอืดเฟ้อ แก้ลมจุกเสียด น้ำมันหอมระเหยของกระชายมีฤทธิ์บรรเทาอาการหดตัวของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้ามเนื้อของระบบทางเดินอาหาร สารสกัดกระชายมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *E.coli* ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของการแน่นจุกเสียด นอกจากนั้นสาร cineole มีฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้ จึงลดอาการปวดเกร็ง (ภานุทรศ, 2543 อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolab/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

เป็นยาอายุวัฒนะ ผงกระชายทั้งเปลือกบดตากแห้งปั่นลูกกลอนกับน้ำผึ้ง กินวันละ 3 ลูก ก่อนเข้านอน ตำรับนี้เคยมีผู้รายงานว่าใช้ลดน้ำตาลในเลือดได้ หรือใช้กระชายตากแห้งบดผงบรรจุแคปซูล แคปซูลละ 250 มิลลิกรัม กินวันละ 1 แคปซูลตอนเช้าก่อนอาหารเช้าในสัปดาห์แรก วันละ 2 แคปซูลตอนเช้าในสัปดาห์ที่ 2 เนื่องจากรากกระชายมีสาร pinostrobin และ ๕, ๗-dimethoxyflavone ที่มีรายงานว่ามียุทธศาสตร์ด้านการอักเสบ การบริโภคกระชายเป็นประจำอาจได้ผลคล้ายการบริโภคแอสไพริน และอาจป้องกันการเกิดโรคที่มีสาเหตุจากการอักเสบเรื้อรังในร่างกายได้ (กระยาทิพย์ เรือนใจ, 2537 อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolab/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

บำบัดโรคทางเพศไม่แข็ง หรือโรคอีดี้ (Erectile Dysfunctional หรือ ED)

วิธีที่ 1 ใช้ตำราแก้ฝ้าขาวในปาก อาการจะเริ่มเปลี่ยนแปลงหลังวันที่ 3-4

วิธีที่ 2 รากกระชายตากแห้งบดผงบรรจุแคปซูล แคปซูลละ 250 มิลลิกรัม กินวันละ 1 แคปซูลตอนเช้าก่อนอาหารเช้าในสัปดาห์แรก วันละ 2 แคปซูลตอนเช้าในสัปดาห์ที่ 2 ถ้าไม่เห็นผล กินอีก 2 แคปซูลก่อนอาหารเช้า หรือกลับไปใช้วิธีที่ 1 จะเริ่มกินบอกรกรยาด้วย ถ้าได้ผลแล้ว รับประทานให้กรรยา กินด้วยเหมือน ๆ กัน

วิธีที่ 3 เพิ่มกระชายในอาหาร ทำเป็นกับข้าวธรรมดาก็ได้ ไม่ว่าจะเป็นต้มยำ (ทูบแบบหัวข่า) แกงเผ็ด (หันเป็นฝอย) กินทุกวัน พร้อมทั้งออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ เห็นผลในหนึ่งเดือน (สุรชาติพ กมรประวัติ อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolab/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

บำบัดโรคกระเพาะ กินรากสดแงะเท่านั้นไม่ต้องปอกเปลือก วันละ 3 มื้อ ก่อนอาหาร 15 นาที สัก 3 วัน ถ้ากินได้ให้กินจนครบ 2 สัปดาห์ ถ้าเผ็ดร้อนเกินไปหลังวันที่ 3 ให้กินขมิ้นสด ปอกเปลือกขนาดเท่ากับ 2 ข้อนี้น้ำก็ยจนครบ 2 สัปดาห์ (คณะเภสัชศาสตร์ มหาลัยมหิดล, 2533 อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolab/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บำรุงหัวใจ นำเหง้าและรากกระชายปอกเปลือกล้างน้ำให้สะอาด หั่นตากแห้ง บดเป็นผง ใช้ผงแห้ง 1 ช้อนชาชงน้ำดื่มครั้งด้วยชา (สมพร หิรัญรามเดช, 2525 อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

บำรุงกำลัง เอาหัวกระชายแก่ประมาณ 3 หัว ทูบให้แตกแล้วห่อด้วยผ้าขาวบางแช่น้ำผึ้งให้กินครั้งละ 1 ถ้วยชา ก่อนอาหารเย็นหรือก่อนนอน (ประเวศ วะสี, 2537 อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

แก้ปวดข้อ เอาหัวกระชายแก่มาปอกเปลือกออก หั่นเป็นชิ้นเล็กๆตากให้แห้ง แล้วนำมาบดเป็นผง ใช้ชงกินกับน้ำร้อน ครั้งละ 1 ช้อนกาแฟ วันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็นแก้ปวดข้อ (ประเวศ วะสี, 2537 อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

แก้วิงเวียน แน่นหน้าอก เอาหัวกระชายแก่มาปอกเปลือกออก หั่นเป็นชิ้นเล็กๆตากให้แห้ง แล้วนำมาบดเป็นผง เก็บใส่ขวดไว้ใช้กินกับน้ำร้อน แก้โรคลมตื้นขึ้นนำรากกระชายฝนน้ำชาขาว ประมาณ 1/2 ถ้วยชา กินแก้อาการแน่นหน้าอก (สุทธิชัย ปทุมล่องทอง, 2545 อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

แก้ฝี เอาหัวกระชายมาตำให้ละเอียดทาตรงหัวฝีที่พองบวมอยู่จะทำให้ลดอาการบวมลงและหายเร็วขึ้น (สุทธิชัย ปทุมล่องทอง, 2545 อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

แก้บิด จะนำเอาหัวกระชายแก่ ๆ มาล้างให้สะอาดแล้วนำมาเผาไฟให้สุก แล้วนำมาตำให้ละเอียดผสมน้ำปูนใสคนให้เข้ากันคั้นเอาแต่น้ำ กินครั้งละ 3-5 ช้อนแกง ทุกครั้งที่ถ่ายเมื่ออาการหายแล้วก็กินต่อเพื่อที่จะให้เชื้อหายขาด (โครงการสมุนไพรเพื่อการพึ่งตนเอง, 2539 อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

2.8.3 การนำกระชายไปใช้ประโยชน์

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์พบว่า ในเหง้ากระชายมีน้ำมันหอมระเหยแต่พบในปริมาณน้อย (ราวร้อยละ 1-3) น้ำมันหอมระเหยของกระชายประกอบด้วยสารเคมีหลายชนิด เช่น 1,8-cineol, camphor, d-borneol และ methyl cinnamate น้ำมันหอมระเหยที่พบส่วนน้อย ได้แก่ d-pinene, zingiberene, zingiberone, curcumin และ zedoarin นอกจากนี้ ยังพบสารอื่น ได้แก่ กลุ่มไดไฮโดรชาลโคน boesenbergin A กลุ่ม ฟลาโวน ฟลาโวนอน และฟลาโวนอยด์ (ได้แก่ alpinetin,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pinostrobin) และ pincocembrin และกลุ่มชาโลน (ได้แก่ ๒, ๔, ๖-trihydroxy chalcone และ cardamomin) (ฉัตรยา ษณะศิริวัฒนา และคณะ, 2540 อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolab/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

ผลการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

1. ฤทธิ์ต้านอักเสบ

สาร 5,7 -ไดเมธอกซีฟลาโวน (5,7-DMF) ที่แยกได้จากเหง้ากระชายดำ มีฤทธิ์ด้านการอักเสบเทียบได้กับยามาตรฐานหลายชนิด คือ แอสไพริน, อินโดเมธาซิน, ไฮโดรคอร์ติโซน และเพรดนิโซโลน จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอักเสบของสารนี้ในสัตว์ทดลองด้วยวิธีการต่าง ๆ พบว่าสาร 5,7-DMF สามารถต้านการอักเสบแบบเฉียบพลันได้ดีกว่าแบบเรื้อรัง โดยแสดงฤทธิ์ยับยั้งการบวมของอุ้งเท้าหนูขาวจากสารคาราจีแนนและเคโอลินได้ดีกว่าฤทธิ์ยับยั้งการสร้าง granuloma จากการฝังสำลีสัตว์ฟันแทะ นอกจากนี้ พบว่า สาร 5,7-DMF มีฤทธิ์ยับยั้งการเกิด exudation และการสร้างสาร prostaglandin อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อศึกษาฤทธิ์ต้านการอักเสบในช่องปอดของหนูขาว (rat pleurisy) (วงศ์วิวัฒน์ ทศนียกุลและอำไพ ปั่นทอง, 2528 อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolab/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

2. ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์

สาร 5,7,4'-trimethoxyflavone และ 5,7,3',4'-tetramethoxyflavone แสดงฤทธิ์ต้านเชื้อ Plasmodium falciparum ที่เป็นสาเหตุของโรคมาลาเรีย ส่วนสาร 3,5,7,4'-tetramethoxyflavone และ 5,7,4'-trimethoxyflavone แสดงฤทธิ์ต้านเชื้อ Candida albicans และแสดงฤทธิ์ต้านเชื้อ Mycobacterium อย่างอ่อน (Wattanapitayakul S, Nawinprasert A, Herunsalee A, et al, 2003 อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolab/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

3. พิษต่อเซลล์มะเร็ง (cytotoxic activity)

จากการทดสอบผลของฟลาโวนอยด์ 9 ชนิดของกระชายดำต่อเซลล์มะเร็ง เช่น KB , BC หรือ NCI-H187 ไม่พบว่ามีสารใดทำให้เกิดพิษต่อเซลล์มะเร็งที่ทดสอบ (วงศ์วิวัฒน์ ทศนียกุลและอำไพ ปั่นทอง, 2528 อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolab/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

4. ฤทธิ์ขยายหลอดเลือดแดง

มีรายงานการวิจัยว่า สารสกัดด้วยเอธานอลของกระชายดำมีฤทธิ์ขยายหลอดเลือดแดงใหญ่ (aorta) ลดการหดเกร็งของลำไส้เล็กส่วนปลาย (ileum) ของหนูขาว และยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดของคน. (Yenchai C, Prasanphen K, Doodee S, et al, 2004 อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolab/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาทางพิษวิทยา

ทรงพล ชีวะพัฒน์ (2547 อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082) ได้กล่าวถึงการศึกษาทางพิษวิทยาของกระชายไว้ว่า การศึกษาพิษเรื้อรังระยะเวลา 6 เดือน ของผงกระชายดำในหนูขาว ในขนาด 20 , 200 , 1000 และ 2000 มก./กก./วัน เทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับน้ำ พบว่า หนูที่ได้รับกระชายดำทุกกลุ่มมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อาการและสุขภาพไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมหนูที่ได้รับกระชายดำขนาด 2000 มก./กก. มีน้ำหนักสัมพัทธ์ของตับสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องจากมีน้ำหนักตัวที่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และมีเม็ดเลือดขาวอีโอซิโนฟิลต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แต่ยังคงอยู่ในช่วงค่าปกติ ในหนูเพศเมียที่ได้รับกระชายดำขนาด 2000 มก./กก. มีระดับโคเลสเตอรอลสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ หนูทั้งสองเพศที่ได้รับกระชายดำ 2000 มก./กก. มีระดับซีรั่มโซเดียมสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แต่ยังอยู่ในช่วงค่าปกติ ผลการตรวจอวัยวะทางจุลพยาธิวิทยานั้น ไม่พบการเปลี่ยนแปลงที่บ่งชี้ว่าเกิดจากความเป็นพิษของกระชายดำ

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อุดมลักษณ์ สุขอัสตะ และคณะ (2548 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรบางชนิดในการยับยั้งเชื้อราที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียในผลิตภัณฑ์ขนมอบ โดยมีผลการทดลองดังนี้ การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจาก กานพลู จิง และอบเชย ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่พบในผลิตภัณฑ์ขนมอบ การสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ พบว่า ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูสูงสุดคือ 4.50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ น้ำมันอบเชย 0.60 เปอร์เซ็นต์ และน้ำมันจิง 0.16 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus*, *Eurotium* sp., *Penicillium chrysogenum* และเชื้อ *Rhizopus stolonifer* ของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู จิง และอบเชย ด้วยวิธี discagar diffusion พบว่าน้ำมันอบเชยออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Eurotium* sp., *P. chrysogenum* และ *A. flavus* ได้ดีกว่าน้ำมันกานพลูและน้ำมันจิงในระดับความเข้มข้นที่เท่ากัน ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันอบเชยในการยับยั้งเชื้อราทั้ง 3 ชนิดนี้คือ 12,500 พีพีเอ็ม, 12,500 พีพีเอ็ม และ 50,000 พีพีเอ็ม ตามลำดับ น้ำมันอบเชยและน้ำมันจิงไม่ออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *R. stolonifer* ในขณะที่น้ำมันกานพลูออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดนี้ได้ ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันกานพลูในการยับยั้งเชื้อราชนิดนี้ คือ 100,000 พีพีเอ็ม

เอกรินทร์ ภัทรธนวิ (2549 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาประสิทธิภาพสารต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดเครื่องเทศต่อจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย โดยมีผลการทดลองดังนี้ สาร

สกัดขิง ข่า ขมิ้น และกระชาย ถูกนำมาทดสอบความสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ 3 กลุ่ม ได้แก่ แบคทีเรียก่อโรค แบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสีย และรา ด้วยวิธี agar dilution สำหรับ แบคทีเรียก่อโรคพบว่า *Salmonella Typhimurium* และ *Eschericia coli* O157:H7 ค่าความเข้มข้นต่ำสุด (MICs) ของสารสกัดเครื่องเทศทั้ง 4 ชนิด อยู่ระหว่าง 8–10 เปอร์เซ็นต์ (v/v) สารสกัดกระชายมีความสามารถยับยั้ง *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* และ *Staphylococcus aureus* ได้ดีกว่าสารสกัดขิง ขมิ้น และข่า ค่า MICs อยู่ระหว่าง 0.2–0.4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ขณะที่แบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสีย ประกอบด้วย *Lactobacillus plantarum* และ *L. cellobiosus* ค่า MICs ต่อสารสกัดข่า มีค่าเท่ากับ 4% (v/v) ในส่วนของเชื้อรา ซึ่งประกอบด้วย *Aspergillus flavus*, *A.niger*, *A. parasiticus* และ *Fusarium oxysporum* พบว่า สารสกัดกระชายและขิงมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ดีโดยมีค่า MICs อยู่ในช่วง 8-10 เปอร์เซ็นต์ และมากกว่าหรือเท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ตามลำดับ



บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

ก. วัตถุดิบ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการหมักน้ำปืทรูท

เครื่องมือ

1. รีแฟรคโตมิเตอร์ (Protoble รุ่น RHB-32 ATC)
2. ตู้บ่มเชื้อ (Memert รุ่น Schutzart DIN 40050-IP 20)
3. ซอทเพลท (E.G.O)
4. Vortex Mixer (Vision รุ่น KMC-1300V)
5. ตู้ปลอดเชื้อ (Clean v5-v6)
6. ตู้แช่เย็น (SIC Songserm Inter Cool)
7. เครื่องชั่งละเอียด (Precisa xt 220 A)
8. ถังกรองจุลทรรศน์ (HIRAYAMA)
9. เทอร์โมมิเตอร์

อุปกรณ์

1. ขวดคูลแลน
2. กระบอกลดวง
3. ถ้วยพลาสติก
4. กระดาษทิชชู
5. กระดาษสติกเกอร์
6. หลอดทดลอง
7. ถาดอูมินิยม
8. ปีกเกอร์

9. ฟลาสก์

32

10. บิวเรต

11. ปิเปต

12. กระดาษวัดพีเอช

14. หม้อ

วัตถุดิบและส่วนผสม

1. น้ำปืทรูท

2. น้ำสับประค

3. น้ำตาลทราย

4. น้ำกระชาย

ข. อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. อาหารแข็งสูตร MRS

2. อาหารแข็งสูตร PDA

ค. จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง

1. แบคทีเรียกรดแลคติก คือ *Lactobacillus pentosus*

2. ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*

ง. สารเคมี

1. ฟีนอล์ฟทาลีน

2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

3. น้ำกลั่น

3.2 วิธีการ

1. การเตรียมน้ำปืทรูท

การเตรียมน้ำปืทรูท โดยใช้ น้ำปืทรูทกล่องตราทิปโก้ (Tipco) 25 เปอร์เซ็นต์ น้ำสับประค 25 เปอร์เซ็นต์ และน้ำกลั่น 50 เปอร์เซ็นต์ ผสมให้เข้ากัน แบ่งเป็น 4 สูตร เติมน้ำกระชาย 0 1 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ปรับความเข้มข้นของน้ำตาลทรายให้ได้ 10 องศาบริกซ์ ใส่ในหลอดทดลองหลอดละ 10 นมามาพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

2. การหมักน้ำปืทรูท

33

2.1 วิธีการเตรียมกล้าเชื้อ

2.1.1 การเตรียมกล้าเชื้อ *Lactobacillus pentosus*

ใช้ลูปจิ้มเชื้อ *Lactobacillus pentosus* มาสตรีกบนอาหารแข็ง MRS ในจานเลี้ยงเชื้อนำไปบ่มในตู้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใช้ลูปจิ้มเชื้อมาละลายในน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วจะได้สารละลายเชื้อแบคทีเรีย

2.1.2 การเตรียมกล้าเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae*

ใช้ลูปจิ้มเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* มาสตรีกบนอาหารแข็ง PDA ในหลอดที่เตรียมไว้แล้วบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ใช้ลูปจิ้มเชื้อมาละลายในน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วจะได้สารละลายยีสต์

2.2 การหมักน้ำปืทรูท

2.2.1 นำน้ำปืทรูทที่เตรียมไว้ตามข้อที่ 1 นำมาเติมกล้าเชื้อตามข้อ 2.1.1 (5 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร) และนำไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง และเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ผลที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง

2.2.1 นำน้ำปืทรูทที่เตรียมไว้ตามข้อที่ 1 นำมาเติมกล้าเชื้อตามข้อ 2.1.2 (5 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร) และนำไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง และเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ผลที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง

3. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

3.1 วิเคราะห์ปริมาณบริกซ์โดยใช้เครื่องรีแฟรกโตมิเตอร์

3.2 วิเคราะห์ค่าพีเอชโดยใช้กระดาษวัดพีเอช

3.3 วิเคราะห์ค่าปริมาณกรดแลกติกโดยใช้วิธีการไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล

3.4 ตรวจสอบจำนวนเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี Viable plate count

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการ ค 140 และ ค 141 ของภาควิชา วิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2551

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาการใช้การใช้น้ำสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเฟน โดซัสและแซคคาโรมายซิสเซอริวิซิอในการหมักน้ำบีทรูท ผลการศึกษาการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ค่าพีเอช และ จำนวนเซลล์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การศึกษาผลของการใช้น้ำจิงและกระชายในการหมักน้ำบีทรูทโดยใช้เชื้อแลคโตบาซิลลัสเฟน โดซัสและแซคคาโรมายซิสเซอริวิซิอ

ขั้นตอนแรกของการทดลอง เริ่มต้นด้วยการศึกษาการใช้น้ำที่สกัดจาก จิง และกระชาย ในการหมักน้ำบีทรูท โดยหมักที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ระหว่างการหมักเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ ที่อายุการหมัก 0-24 ชั่วโมง ผลการทดสอบเบื้องต้นแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และจำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสเฟน โดซัส ในการใช้สารสกัดจากจิง และกระชายในการยับยั้งการเจริญที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง

ทริทเมนต์	การวิเคราะห์	อายุการหมักชั่วโมง				
		0	6	12	18	24
1	พีเอช	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	บริกซ์ (%)	10	9	9	9	9
	กรดแลคติก (%)	0.38	0.43	0.43	0.48	0.48
	จำนวนเซลล์	3.70×10^5	5.6×10^5	1.61×10^6	6.10×10^7	3.78×10^9
2	พีเอช	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	บริกซ์ (%)	8.5	8.5	8.75	9	9.25
	กรดแลคติก (%)	0.38	0.43	0.38	0.43	0.43
	จำนวนเซลล์	1.20×10^4	1.10×10^6	3.80×10^6	7.40×10^7	5.00×10^7

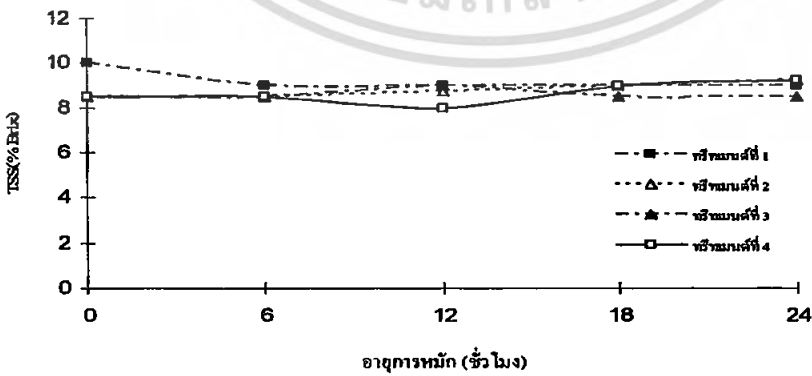
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 (ต่อ)

พรีทเมนต์	การวิเคราะห์	อายุการหมักชั่วโมง				
		0	6	12	18	24
3	พีเอช	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	บริกซ์ (%)	8.5	8.5	9	8.5	8.5
	กรดแลกติก (%)	0.34	0.43	0.38	0.43	0.43
	จำนวนเซลล์	2.10×10^5	5.6×10^5	1.61×10^6	6.10×10^7	3.78×10^9
4	พีเอช	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	บริกซ์ (%)	8.5	8.5	8	9	9.25
	กรดแลกติก (%)	0.38	0.43	0.43	0.43	0.43
	จำนวนเซลล์	3.50×10^4	1.50×10^5	3.81×10^7	5.65×10^7	1.60×10^9

หมายเหตุ : พรีทเมนต์ที่ 1 ไม่ใช้น้ำสกัดจากสมุนไพร
พรีทเมนต์ที่ 2 ใช้น้ำสกัดจากขิง 3 เปอร์เซ็นต์
พรีทเมนต์ที่ 3 ใช้น้ำสกัดจากกระชาย 3 เปอร์เซ็นต์
พรีทเมนต์ที่ 4 ใช้น้ำสกัดจากขิงและกระชาย อย่างละ 1.5 เปอร์เซ็นต์
จำนวนเซลล์ = โคโลนี/มิลลิลิตร

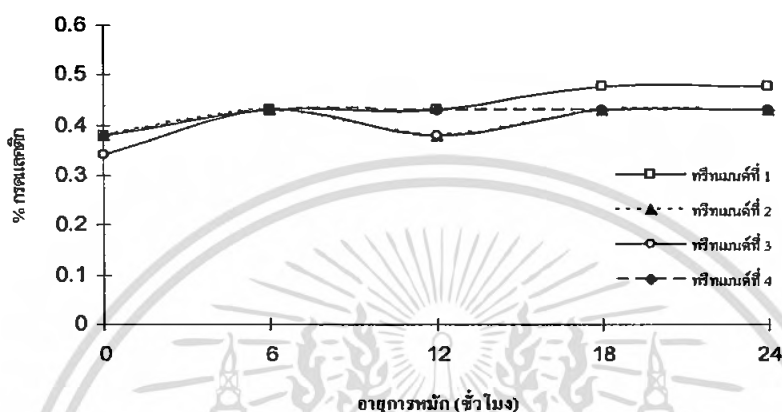
จากตารางที่ 4 พบว่า ในระยะแรกของการหมักน้ำบีทรูท ทุกพรีทเมนต์ค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 4 เมื่อเพิ่มระยะเวลาการหมักทุกพรีทเมนต์มีค่าพีเอชคงที่โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากพีเอชเริ่มต้น โดยค่าพีเอชคงที่อยู่ที่ 4



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในระหว่างการหมักโดยการใช้ น้ำสกัดจากสมุนไพร

ในการขั้บยั้งเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4 และภาพที่ 8 พบว่าเปอร์เซ็นต์ปริมาตรเริ่มต้นของการหมักน้ำปืทุพทั้ง 4 ทรีทเมนต์มีค่าเริ่มต้นเท่ากันคือ 10 เปอร์เซ็นต์ปริมาตร เมื่ออายุการหมักที่ 24 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ปริมาตรของทุกทรีทเมนต์ลดลงเท่ากับ 9 9.25 8.5 และ 9.25 ในทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกในระหว่างการหมักโดยการใช้สารถักจากสมุนไพรในการยับยั้ง เชื้อแบคทีเรียโอบาซิลลัสเพนโตซิส ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง

จากตารางที่ 4 และภาพที่ 9 พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเริ่มต้นในทรีทเมนต์ที่ 1 2 และ 4 เท่ากับ 0.38 ส่วนทรีทเมนต์ที่ 3 เท่ากับ 0.34 เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเป็น 6 ชั่วโมงเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมักแต่ก็ไม่มากนัก เมื่ออายุการหมักที่ 24 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก มีค่าเท่ากับ 0.48 0.43 0.43 และ 0.43 ในทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ

จากตารางที่ 5 พบว่าจำนวนเชื้อแบคทีเรียโอบาซิลลัสเพนโตซิสในการหมักเมื่อใช้สารถักจากพืชและกระชาย ในการยับยั้งการเจริญ ที่อายุการหมักที่ 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง จำนวนเชื้อแบคทีเรียโอบาซิลลัสเพนโตซิส มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยอัตราการเพิ่มของจำนวนเชื้อนั้นจะเพิ่มขึ้นตามอายุการหมักที่เพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 5 จำนวนเชื้อแลกโตบาซิลลัสเฟนโตซิส ในการใช้สารสกัดจากสมุนไพรในการ
ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง

อายุการหมัก	0	6	12	18	24
ทรีทเมนต์ที่ 1	3.70×10^5	5.6×10^5	1.61×10^6	6.10×10^7	3.78×10^9
ทรีทเมนต์ที่ 2	1.20×10^4	1.10×10^6	3.80×10^6	7.40×10^7	5.00×10^7
ทรีทเมนต์ที่ 3	2.10×10^5	5.6×10^5	1.61×10^6	6.10×10^7	3.78×10^9
ทรีทเมนต์ที่ 4	3.50×10^4	1.50×10^5	3.81×10^7	5.65×10^7	1.60×10^9

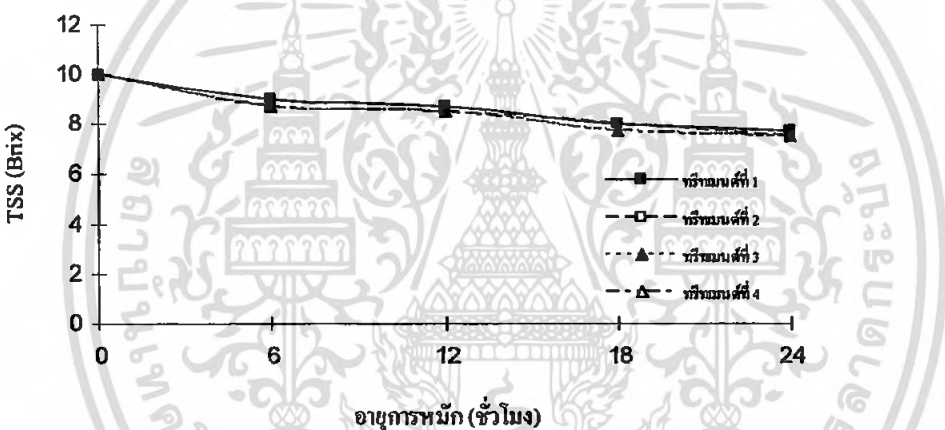
ตารางที่ 6 ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรดแลกติก และจำนวนเชื้อแซลคาโรมัยซิส
เซอร์วิซิอในการใช้สารสกัดจากสมุนไพรในการยับยั้งการเจริญที่อายุการหมัก 0 6
12 18 และ 24 ชั่วโมง

ทรีทเมนต์	การวิเคราะห์	อายุการหมักชั่วโมง				
		0	6	12	18	24
1	พีเอช	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	บริกซ์ (%)	10	9.5	9.5	9.5	8.25
	กรดแลกติก (%)	0.34	0.58	0.48	0.58	0.43
	จำนวนเซลล์	5.05×10^4	1.35×10^5	4.94×10^5	4.01×10^6	4.29×10^6
2	พีเอช	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	บริกซ์ (%)	10	9.5	9.5	8.5	8
	กรดแลกติก (%)	0.53	0.53	0.53	0.53	0.58
	จำนวนเซลล์	3.85×10^4	9.55×10^4	5.35×10^5	1.08×10^6	1.61×10^6
3	พีเอช	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	บริกซ์ (%)	8.5	8.5	9	8.5	8.5
	กรดแลกติก (%)	0.34	0.43	0.38	0.43	0.43
	จำนวนเซลล์	2.10×10^5	5.6×10^5	1.61×10^6	6.10×10^7	3.78×10^9
4	พีเอช	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	บริกซ์ (%)	8.5	8.5	8	9	9.25
	กรดแลกติก (%)	0.38	0.43	0.43	0.43	0.43
	จำนวนเซลล์	3.50×10^4	1.50×10^5	3.81×10^7	5.65×10^7	1.60×10^9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

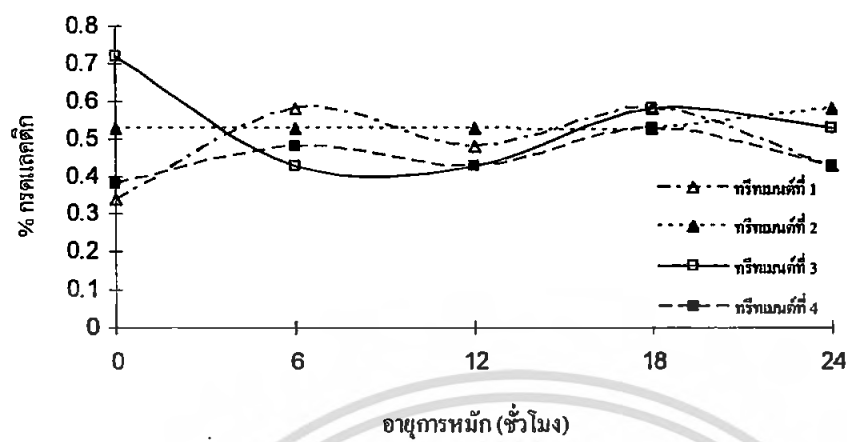
หมายเหตุ : ทรีทเมนต์ที่ 1 ไม่ใช้น้ำสกัดจากสมุนไพร
ทรีทเมนต์ที่ 2 ใช้น้ำสกัดจากขิง 3 เปอร์เซ็นต์
ทรีทเมนต์ที่ 3 ใช้น้ำสกัดจากกระชาย 3 เปอร์เซ็นต์
ทรีทเมนต์ที่ 4 ใช้น้ำสกัดจากขิงและกระชายอย่างละ 1.5 เปอร์เซ็นต์
จำนวนเซลล์ = โคโลนี/มิลลิลิตร

จากตารางที่ 6 พบว่า ในระยะแรกของการหมักน้ำบีทรูท ทุกทรีทเมนต์ค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 4 เมื่อเพิ่มระยะเวลาการหมักทุกทรีทเมนต์มีค่าพีเอชคงที่โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากพีเอชเริ่มต้น โดยค่าพีเอชคงที่อยู่ที่ 4



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บrixในช่วงการหมักโดยการใช้ น้ำสกัดจากสมุนไพรในการยับยั้งเชื้อแซลโมเนลลาโรยซ์สเซอร์ิซอีที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24

จากตารางที่ 6 และภาพที่ 10 พบว่าเปอร์เซ็นต์บrixเริ่มต้นของการหมักน้ำบีทรูททั้ง 4 ทรีทเมนต์มีค่าเริ่มต้นเท่ากันคือ 10 เปอร์เซ็นต์บrix ที่อายุการหมัก 0 6 และ 12 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์บrixมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เมื่ออายุการหมักที่ 24 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์บrixของทุกทรีทเมนต์ลดลงเท่ากับ 8.25 8 8 และ 7.5 ในทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กระตแลคติกในระหว่างการหมักโดยการใช้น้ำสกัดจากสมุนไพรในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียในตัวอย่างเนื้อเยื่อพืชที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24

จากตารางที่ 6 และภาพที่ 11 พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์กระตแลคติกเริ่มต้นในทริทเมนต์ที่ 1 เท่ากับ 0.34 ทริทเมนต์ที่ 2 เท่ากับ 0.53 ทริทเมนต์ที่ 3 เท่ากับ 0.72 และทริทเมนต์ที่ 4 เท่ากับ 0.38 เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเป็น 6 ชั่วโมงเปอร์เซ็นต์กระตแลคติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมักแต่ก็ไม่มากนัก เมื่ออายุการหมักที่ 24 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์กระตแลคติก มีค่าเท่ากับ 0.43 0.58 0.53 และ 0.43 ในทริทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 7 จำนวนเชื้อแบคทีเรียในตัวอย่างเนื้อเยื่อพืชในการใช้สารสกัดจากสมุนไพรในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง

อายุการหมัก	0	6	12	18	24
ทริทเมนต์ที่ 1	5.05×10^4	1.35×10^5	4.94×10^5	4.01×10^6	4.29×10^6
ทริทเมนต์ที่ 2	3.85×10^4	9.55×10^4	5.35×10^5	1.08×10^6	1.61×10^6
ทริทเมนต์ที่ 3	3.95×10^4	6.30×10^4	1.99×10^5	1.02×10^6	1.40×10^6
ทริทเมนต์ที่ 4	4.90×10^4	7.90×10^4	3.99×10^5	1.36×10^6	1.50×10^6

จากตารางที่ 7 พบว่าจำนวนเชื้อแบคทีเรียในตัวอย่างเนื้อเยื่อพืชในการใช้สารสกัดจากสมุนไพรในการยับยั้งการเจริญ ในระยะเวลาการหมักที่ 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง พบว่าจำนวนเชื้อในชั่วโมงที่ 0 6 และ 12 จำนวนเชื้อมีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นทั้ง 4 ทริทเมนต์ แต่เมื่อ

ถึงชั่วโมงที่ 18 และ 24 จำนวนเชื้อมีอัตราการเจริญเติบโตที่คงที่ หรือมีการเจริญที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเท่านั้น โดยจะเห็นได้จากชั่วโมงที่ 18

จากการทดลองการศึกษาการใช้น้ำสกัดจากขิงและกระชายในการหมักน้ำปืทรูท จากการศึกษาข้างต้นจะเห็นได้ว่า ตัวอย่างที่ใช้น้ำสกัดจากขิงและน้ำสกัดจากขิงผสมกระชายมีผลในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมายชีสเซอร์วิชีอี ส่วนกระชายมีผลในการทำให้จุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดมีปฏิกิริยาที่ช้าลง จึงได้นำน้ำสกัดจากกระชายมาศึกษาในการหมักน้ำปืทรูทโดยผสมน้ำสกัดจากกระชายที่ความเข้มข้นของน้ำสกัดจากกระชายที่ 1 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ มีการศึกษาการวิเคราะห์ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และจำนวนเซลล์ ตามรายละเอียดในหัวข้อ 4.2

4.2 การศึกษาผลของน้ำสกัดจากกระชายที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสในการหมักน้ำปืทรูท

ตารางที่ 8 ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และจำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส ในการใช้สารสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญ ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง

ทริทเมนต์	การวิเคราะห์	อายุการหมักชั่วโมง				
		0	6	12	18	24
1	พีเอช	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	บริกซ์ (%)	10	9	9	9	9
	จำนวนเซลล์	-	2.6×10^7	3.72×10^8	-	3.78×10^{10}
2	พีเอช	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	บริกซ์ (%)	10	9	9	9	8.5
	จำนวนเซลล์	-	2.00×10^7	1.26×10^8	2.40×10^9	1.03×10^{10}
3	พีเอช	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	บริกซ์ (%)	10	9	9	9	8.5
	จำนวนเซลล์	-	8.00×10^8	1.00×10^9	1.36×10^9	8.2×10^9
4	พีเอช	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	บริกซ์ (%)	10	9	9	9	8.5
	จำนวนเซลล์	-	4.40×10^6	6.60×10^7	1.6×10^8	2.00×10^8

หมายเหตุ : ทริทเมนต์ที่ 1 ไม่ใช้น้ำสกัดจากสมุนไพร

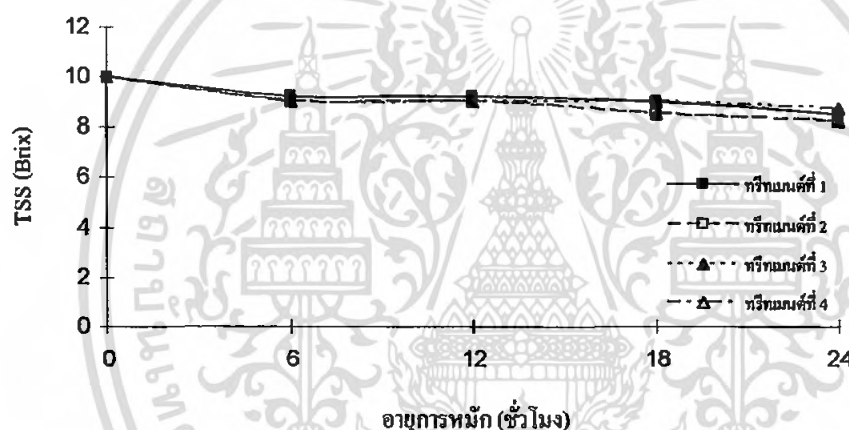
ทริทเมนต์ที่ 2 ใช้น้ำสกัดจากกระชาย 1 เปอร์เซ็นต์

ทริทเมนต์ที่ 3 ใช้น้ำสกัดจากกระชาย 2 เปอร์เซ็นต์

ทริทเมนต์ที่ 4 ใช้น้ำสกัดจากกระชาย 3 เปอร์เซ็นต์

จำนวนเซลล์ = โคโลนี/มิลลิลิตร

จากตารางที่ 8 พบว่า ในระยะแรกของการหมักน้ำปีทูท ทุกทริทเมนต์จะมีค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 4 เมื่อเพิ่มระยะเวลาการหมักทุกทริทเมนต์มีค่าพีเอชคงที่โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากพีเอชเริ่มต้น โดยมีพีเอชคงที่อยู่ที่ 4



ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในระหว่างการหมักโดยการใช้ น้ำสกัดจากกระชาย ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียในอาหารหมักที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24

จากตารางที่ 8 และภาพที่ 12 พบว่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์เริ่มต้นของการหมักน้ำปีทูททั้ง 4 ทริทเมนต์มีค่าเริ่มต้นเท่ากันคือ 10 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เมื่ออายุการหมักที่ 24 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์บริกซ์ของทริทเมนต์มีค่าเท่ากับ 9 8.25 8.25 และ 8.25 ในทริทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ

จากตารางที่ 9 พบว่าจำนวนเชื้อแบคทีเรียในอาหารหมักที่ใช้สารสกัดจากกระชาย ในการยับยั้งการเจริญ ในระยะเวลาการหมักที่ 24 ชั่วโมง พบว่าจำนวนเชื้อในการหมักแต่ละ ชั่วโมงและแต่ละทริทเมนต์มีอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อที่เพิ่มมากขึ้น โดยในชั่วโมงแรกไม่สามารถทำการนับเชื้อได้ แต่ในชั่วโมงถัด ๆ ไปจะเห็นได้ว่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งในชั่วโมงที่ 24

มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 3.78×10^{10} 1.03×10^{10} 8.2×10^9 2.00×10^8 ในทริทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 9 จำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสในการใช้สารสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง

อายุการหมัก	0	6	12	18	24
ทริทเมนต์ที่ 1	-	2.6×10^7	3.72×10^8	-	3.78×10^{10}
ทริทเมนต์ที่ 2	-	2.00×10^7	1.26×10^8	2.40×10^9	1.03×10^{10}
ทริทเมนต์ที่ 3	-	8.00×10^8	1.00×10^9	1.36×10^9	8.2×10^9
ทริทเมนต์ที่ 4	-	4.40×10^6	6.60×10^7	1.6×10^8	2.00×10^8

จากการศึกษาการหมักน้ำปืทรูที่เติมน้ำสกัดจากกระชายพบว่า น้ำสกัดจากกระชายมีผลต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสในกระบวนการหมัก ทำให้จำนวนเชื้อมีการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้น จากการศึกษาดังกล่าวเราสามารถนำน้ำสกัดจากกระชายไปใช้ในกระบวนการหมักอื่นๆ ที่มีเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสเป็นเชื้อตั้งต้นในการหมัก จะทำให้กระบวนการหมักมีผลที่ดียิ่งขึ้น

4.3 การศึกษาผลของน้ำสกัดจากกระชายที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแซคคาโรมายีซิส เซอร์วิซิอีในการหมักน้ำปืทรู

ตารางที่ 10 ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และจำนวนเชื้อแซคคาโรมายีซิส เซอร์วิซิอี ในการใช้สารสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง

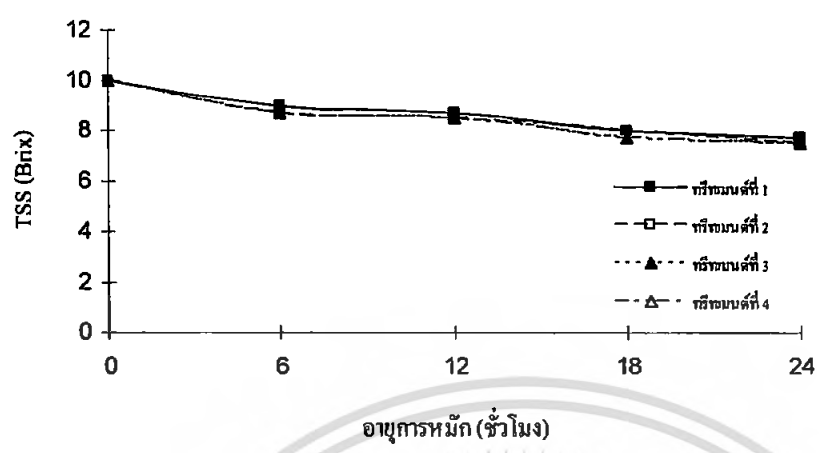
ทริทเมนต์	การวิเคราะห์	อายุการหมักชั่วโมง				
		0	6	12	18	24
1	พีเอช	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	บริกซ์ (%)	10	9	9	8	8
	จำนวนเซลล์	3.6×10^4	1.03×10^5	5.70×10^5	8.30×10^5	1.36×10^6

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ทรีทเมนต์	การวิเคราะห์	อายุการหมักชั่วโมง				
		0	6	12	18	24
1	พีเอช	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	บริกซ์ (%)	10	9	9	8	8
	จำนวนเซลล์	3.6×10^4	1.03×10^5	5.70×10^5	8.30×10^5	1.36×10^6
2	พีเอช	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	บริกซ์ (%)	10	9	9	8	8
	จำนวนเซลล์	2.8×10^4	5.5×10^4	2.60×10^5	6.00×10^5	8.70×10^5
3	พีเอช	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	บริกซ์ (%)	10	9	9	8	8
	จำนวนเซลล์	3.1×10^4	4.0×10^4	3.70×10^5	6.30×10^5	8.00×10^5
4	พีเอช	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	บริกซ์ (%)	10	9	9	9	8.5
	จำนวนเซลล์	2.7×10^4	6.9×10^4	5.10×10^5	6.90×10^5	7.10×10^5

หมายเหตุ : ทรีทเมนต์ที่ 1 ไม่ใช้น้ำสกัดจากสมุนไพร
ทรีทเมนต์ที่ 2 ใช้น้ำสกัดจากกระชาย 1 เปอร์เซ็นต์
ทรีทเมนต์ที่ 3 ใช้น้ำสกัดจากกระชาย 2 เปอร์เซ็นต์
ทรีทเมนต์ที่ 4 ใช้น้ำสกัดจากกระชาย 3 เปอร์เซ็นต์
จำนวนเซลล์ = โคโลนี/มิลลิลิตร

จากตารางที่ 10 พบว่า ในระยะแรกของการหมักน้ำบีทรูท ทุกทรีทเมนต์ค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 4 เมื่อเพิ่มระยะเวลาการหมักทุกทรีทเมนต์มีค่าพีเอชคงที่โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากพีเอชเริ่มต้น โดยค่าพีเอชคงที่อยู่ที่ 4



ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในระหว่างการหมักโดยการใช้ น้ำสกัดจากกระชาย ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียในตัวอย่างเนื้อสัตว์ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง

จากตารางที่ 10 และภาพที่ 13 พบว่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์เริ่มต้นของการหมักน้ำที่ทรูททั้ง 4 ทริทเมนต์มีค่าเริ่มต้นเท่ากันคือ 10 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เมื่ออายุการหมักที่ 24 ชั่วโมง ลดลงเท่ากับ 8 ในทุกทริทเมนต์

ตารางที่ 11 จำนวนเชื้อแบคทีเรียในตัวอย่างเนื้อสัตว์ในการใช้สารสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง

อายุการหมัก	0	6	12	18	24
ทริทเมนต์ที่ 1	3.6×10^4	1.03×10^5	5.70×10^5	8.30×10^5	1.36×10^6
ทริทเมนต์ที่ 2	2.8×10^4	5.5×10^4	2.60×10^5	6.00×10^5	8.70×10^5
ทริทเมนต์ที่ 3	3.1×10^4	4.0×10^4	3.70×10^5	6.30×10^5	8.00×10^5
ทริทเมนต์ที่ 4	2.7×10^4	6.9×10^4	5.10×10^5	6.90×10^5	7.10×10^5

จากตารางที่ 11 พบว่าจำนวนเชื้อแบคทีเรียในตัวอย่างเนื้อสัตว์ในการใช้สารสกัดจากกระชาย ในการยับยั้งการเจริญ ในระยะเวลาการหมักที่ 24 ชั่วโมง พบว่าในทริทเมนต์ที่ 1 จำนวนเชื้อมีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก โดยในชั่วโมงที่ 0 มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 3.6×10^4 และในชั่วโมงที่ 24 มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 1.36×10^6 ส่วนในทริทเมนต์ที่ 2 3 และ 4 ในชั่วโมงที่ 0 6 และ 12 จำนวนเชื้อมีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก แต่เมื่อถึงชั่วโมงที่ 18 และ 24 จำนวนเชื้อมีอัตราการเจริญเติบโตที่คงที่อาจมีการเพิ่มบ้างก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

จากการศึกษาดังกล่าวจะเห็นได้ว่าน้ำสกัดจากกระชายมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย *โรคมัยซีสเซอร์วิซ* ซึ่งอาจจะไม่ได้ทำให้เชื้อตายหรือหยุดชะงักทีเดียว แต่จะเป็นการทำให้เชื้อหยุดการเจริญเติบโตหรือเจริญเติบโตได้ช้าลง ดังจะเห็นได้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรบางชนิดในการยับยั้งเชื้อราที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียในผลิตภัณฑ์ขนมอบ โดยจะมีการนำน้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลขิงมาใช้ในการยับยั้งเชื้อราทำให้การเสื่อมเสียเกิดน้อยลง กระชายเป็นพืชชนิดหนึ่งในตระกูลขิง ผลการศึกษาได้ผลดังนี้ การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจาก กานพลู ขิง และอบเชย ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่พบในผลิตภัณฑ์ขนมอบ การสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ พบว่า ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูสูงสุดคือ 4.50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ น้ำมันอบเชย 0.60 เปอร์เซ็นต์ และน้ำมันขิง 0.16 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus*, *Eurotium* sp., *Penicillium chrysogenum* และเชื้อ *Rhizopus stolonifer* ของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ขิง และอบเชย ด้วยวิธี disc agar diffusion พบว่าน้ำมันอบเชยออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Eurotium* sp., *P. chrysogenum* และ *A. flavus* ได้ดีกว่าน้ำมันกานพลูและน้ำมันขิงในระดับความเข้มข้นที่เท่ากัน ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันอบเชยในการยับยั้งเชื้อราทั้ง 3 ชนิดนี้คือ 12,500 พีพีเอ็ม, 12,500 พีพีเอ็ม และ 50,000 พีพีเอ็ม ตามลำดับ น้ำมันอบเชยและน้ำมันขิงไม่ออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *R. stolonifer* ในขณะที่น้ำมันกานพลูออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดนี้ได้ ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันกานพลูในการยับยั้งเชื้อราชนิดนี้ คือ 100,000 พีพีเอ็ม (อุดมลักษณ์ สุขอิตตะ และคณะ : 2548)

งานวิจัยที่นำเอาสารสกัดขิง ข่า ขมิ้น และกระชายมาใช้ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ 3 กลุ่ม ได้แก่ แบคทีเรียก่อโรค แบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสีย และรา ด้วยวิธี agar dilution ดังนี้ สำหรับแบคทีเรียก่อโรคพบว่า *Salmonella typhimurium* และ *Eschericia coli* O157:H7 ค่าความเข้มข้นต่ำสุด (MICs) ของสารสกัดเครื่องเทศทั้ง 4 ชนิด อยู่ระหว่าง 8–10 เปอร์เซ็นต์ (v/v) สารสกัดกระชายมีความสามารถยับยั้ง *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* และ *Staphylococcus aureus* ได้ดีกว่าสารสกัดขิง ขมิ้น และข่า ค่า MICs อยู่ระหว่าง 0.2–0.4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ขณะที่แบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสีย ประกอบด้วย *Lactobacillus plantarum* และ *L. cellobiosus* ค่า MICs ต่อสารสกัดข่า มีค่าเท่ากับ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ในส่วนของเชื้อรา ซึ่งประกอบด้วย *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *A. parasiticus* และ *Fusarium oxysporum* พบว่า สารสกัดกระชายและขิงมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ดีโดยมีค่า MICs อยู่ในช่วง 8 - 10 เปอร์เซ็นต์ และ มากกว่าหรือเท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ตามลำดับ (เอกรินทร์ ภัทรธนวิ : 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจากการศึกษาการใช้น้ำสกัดจากกระชายต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย
 มักชีสเชอร์วียิธี จะเห็นได้ว่าน้ำสกัดจากกระชายยังไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้
 อย่างชัดเจนแต่จะทำให้การเจริญเติบโตของเชื้อหยุดชะงัก มีผลทำให้เจริญได้ช้าลงหรือมีการอัตรา
 การเจริญที่คงที่ จากผลการทดลองดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการยับยั้งเชื้อชนิดอื่น โดยจะเห็นได้
 จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำกระชายไปใช้ประโยชน์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการใช้การใช้น้ำสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมายซิสเซอร์วิซิอในการหมักน้ำปีทูท ผลการศึกษาการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ปริกซ์ ค่าพีเอช จำนวนเซลล์ สรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. การศึกษาผลของการใช้น้ำจิงและกระชายในการหมักน้ำปีทูทโดยใช้เชื้อ

แลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมายซิสเซอร์วิซิอ

จากการศึกษาผลของการใช้น้ำจิงและกระชายในการหมักน้ำปีทูทโดยใช้เชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมายซิสเซอร์วิซิอ พบว่า พีเอชของการหมักทุกทริทเมนต์ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกัน เปอร์เซ็นต์ปริกซ์ของการหมัก ลดลงเพียงเล็กน้อย ค่าเปอร์เซ็นต์กรดแลกติก เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์กรดแลกติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมักแต่ก็ไม่มากนัก จำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสในการหมักมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยอัตราการเพิ่มของจำนวนเชื้อนั้นจะเพิ่มขึ้นตามอายุการหมักที่เพิ่มมากขึ้น จำนวนเชื้อแซคคาโรมายซิสเซอร์วิซิอในช่วงเวลาที่ 0 6 และ 12 มีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นทั้ง 4 ทริทเมนต์ แต่เมื่อถึงช่วงเวลาที่ 18 และ 24 มีอัตราการเจริญเติบโตที่คงที่ หรือมีการเจริญที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเท่านั้น

2. การศึกษาผลของน้ำสกัดจากกระชายที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส ในการหมักน้ำปีทูท

จากการศึกษาผลของน้ำสกัดจากกระชายที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส ในการหมักน้ำปีทูท พบว่า ค่าพีเอชในการหมักเท่ากับ 4 เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น ค่าพีเอชยังคงที่โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง เปอร์เซ็นต์ปริกซ์ มีค่าลดลงเพียงเล็กน้อย จำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส มีอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อที่เพิ่มมากขึ้น โดยจะเห็นได้ว่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากการศึกษาดังกล่าวเราสามารถนำน้ำสกัดจากกระชายไปใช้ในกระบวนการหมักอื่น ๆ ที่มีเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสเป็นเชื้อตั้งต้นในการหมัก จะทำให้กระบวนการหมักมีผลที่ดียิ่งขึ้น

3. การศึกษาผลของน้ำสกัดจากกระชายที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแซคคาโรมายซีส เซอร์วิซิอีในการหมักน้ำบีทรูท

จากการศึกษาการศึกษาผลของน้ำสกัดจากกระชายที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแซคคาโรมายซีสเซอร์วิซิอีในการหมักน้ำบีทรูท พบว่าค่าพีเอชเท่ากับ 4 เมื่อเพิ่มระยะเวลาการหมักทุกทริทเมนต์มีค่าพีเอชคงที่โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง เปอร์เซ็นต์บrixเริ่มต้นมีค่าเริ่มต้นคือ 10 เปอร์เซ็นต์บrix เมื่ออายุการหมักที่ 24 ชั่วโมง ลดลงเท่ากับ 8 ในทุกทริทเมนต์ จำนวนเชื้อแซคคาโรมายซีสเซอร์วิซิอี ในทริทเมนต์ที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก โดยในชั่วโมงที่ 0 มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 3.6×10^4 และในชั่วโมงที่ 24 มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 1.36×10^6 ส่วนในทริทเมนต์ที่ 2 3 และ 4 ส่วนชั่วโมงที่ 0 6 และ 12 จำนวนเชื้อมีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก แต่เมื่อถึงชั่วโมงที่ 18 และ 24 จำนวนเชื้อมีอัตราการเจริญเติบโตที่คงที่อาจมีการเพิ่มบ้างก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

จากการศึกษาดังกล่าวจะเห็นได้ว่าน้ำสกัดจากกระชายมีผลในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส ทำให้กระบวนการหมักมีผลดียิ่งขึ้นซึ่งสามารถนำผลดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการหมักได้ ส่วนเชื้อแซคคาโรมายซีสเซอร์วิซิอี น้ำสกัดจากกระชายส่งผลต่อการเจริญเติบโตถึงแม้ว่าจะไม่สามารถยับยั้งได้อย่างชัดเจน แต่ก็สามารถทำให้เชื้อชะงักการเจริญเติบโตหรือมีการเจริญเติบโตในอัตราที่คงที่ จากผลการทดลองดังกล่าวทำให้เห็นได้ว่าน้ำสกัดจากกระชายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทั้งในทางส่งเสริมและทางกรยับยั้งได้ขึ้นอยู่กับว่าจะนำไปใช้กับเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใด

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการนำน้ำสกัดจากกระชายไปใช้ประโยชน์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ควรเพิ่มความเข้มข้นเพื่อให้ผลการทดลองชัดเจนยิ่งขึ้น
2. หากนำผลการทดลองไปศึกษาต่อควรหมักในน้ำผลไม้ชนิดอื่นเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น
3. ในการทำการศึกษาควรศึกษาควบคู่ไปกับพืชชนิดอื่นเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับพืชดังกล่าว

บรรณานุกรม

- ข้อฟ้า ทองไทย และคณะ. 2549. พจนานุกรมเทคโนโลยีชีวภาพอังกฤษ-ไทย. กรุงเทพฯ: สันทิวิกิจ พรินติ้ง. 107 น.
- นัฐญา ธนาศิริวัฒนา และคณะ. บทคัดย่อปริณยานิพนธ์. แหล่งที่มา : http://www.tistr.or.th/pharma/Kaempferia_abs01.htm, 2 พฤศจิกายน 2550.
- นันทวัน บุญยะประสงค์ และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2539. สมุนไพร: ไม้พื้นบ้าน(1). กรุงเทพฯ: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล : น. 22-23 .
- นิรนาม. 2549. กระชาย. แหล่งที่มา : www.bloggang.com/viewdiary.php?id=all4u&month=03-2006&date=24&group=6&blog=1, 15 กุมภาพันธ์ 2551.
- นิรนาม. 2550. บิทรูท. แหล่งที่มา : <http://naichef.50megs.com/beat.html>, 22 ตุลาคม 2550.
- นิรนาม. 2550. ผักกาดแดง. แหล่งที่มา : http://www.rspg.thaigov.net/plants_data/use/color3-5.htm, 22 ตุลาคม 2550.
- นิรนาม. 2550. กระบวนการหมักแอลกอฮอล์. แหล่งที่มา : http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/st2545/5-5/no21/alcoholic_fermentation.htm, 2 พฤศจิกายน 2550.
- นิรนาม. 2550. บิทรูท. แหล่งที่มา : <http://www.pop.co.th/food/coffee.phtml?status=coffee,1665,TH&page=8>, 2 พฤศจิกายน 2550.
- นิรนาม. 2550. บิทรูท. แหล่งที่มา : <http://www.doikham.com>, 2 พฤศจิกายน 2550.
- นิรนาม. 2550. คุณค่าทางโภชนาการบิทรูท. แหล่งที่มา : www.indiangyan.com/books/healthbooks/food_that_hael/beetroot.shtml, 5 พฤศจิกายน 2550.
- นิรนาม. 2550. น้ำบิทรูท. แหล่งที่มา : www.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps278_47.pdf, 5 มกราคม 2551.
- นิรนาม. “สมุนไพร” กระชาย. แหล่งที่มา : http://www.samunpri.com/modules.php?name=Herbs&file=gor_page8, 26 ตุลาคม 2550.
- นิรนาม. 2550. ปฏิกิริยาที่เกิดจากการหมัก. แหล่งที่มา : http://southnfe.go.th/LearnSquare/courses/31/keepcook2_03.htm, 1 มกราคม 2551.
- นิรนาม. 2548. Lactobacillus pentosus B96. แหล่งที่มา : <http://www.cababstractsplus.org/google/abstract.asp?AcNo=20053107655>, 3 กุมภาพันธ์ 2551.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิรนาม. มปป. “ยีสต์” รูปภาพ. แหล่งที่มา : www.mnutphysics.com, 1 มกราคม 2551.

นิรนาม. มปป. ยีสต์. แหล่งที่มา : www.sparknotes.com/biology/microorganisms/fungi/section2.rhtml, 1 มกราคม 2551.

ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2547. แบคทีเรียกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์อาหารหมักดอง. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม. ปีที่ 3. ฉบับที่ 1. น. 62-69

ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2549. เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีชีวภาพเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 85 น.

ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2549. เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีการหมัก. กรุงเทพฯ: ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 147 น.

ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2550. การผลิตนมถั่วเหลืองหมักด้วยกล้ำเชื้อ *Lactobacillus pentosus* และ *Saccharomyces cerevisiae*. แหล่งที่มา : <http://kucon.lib.ku.ac.th/Fulltext/KC4506011.pdf>, 25 กุมภาพันธ์ 2551.

เพ็ญนภา ขอดยิ่ง. มปป. กระดาษ. แหล่งที่มา : http://yvalor.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082, 1 มกราคม 2551.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช. 2539. เอกสารการสอนชุดวิชาการถนอมอาหารและการแปรรูปอาหาร หน่วย 8-15. กรุงเทพฯ: สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช. 328 น.

สุมาลี เหลืองสกุล. 2527. จุลชีววิทยาทางอาหาร. กรุงเทพฯ. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร : น.51.

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

สุมาลี เหลืองสกุล. 2541. จุลชีววิทยาทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ชัยเจริญ.

สุรรัตน์ เงินดวง. 2545. การศึกษาแบคทีเรียกรดแลคติกที่ผลิตแบคทีเรียเทอร์โมโอฟิลิกจากอาหารหมัก. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมสุข มัจฉาชีพ. 2542. พืชสมุนไพร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา : น.4.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อมรรัตน์ สีสุทอง นาฏกลดา อ่อนวิมล และศรีสุตา หาญภาคภูมิ. 2546. การผลิตไวน์บีทรูท .
 ปริญญาณิพนธ์ วท.บ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
- อุดมลักษณ์ สุขอิตตะ และคณะ. 2548. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืช
สมุนไพรบางชนิดในการยับยั้งเชื้อราที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียในผลิตภัณฑ์ขนมอบ.
 แหล่งที่มา : <http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/KC4306038.pdf>, 15 มกราคม 2551
- เอกรินทร์ ภัทรชนวนดี และคณะ. 2549. ประสิทธิภาพสารต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดเครื่องเทศต่อ
จุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย. แหล่งที่มา : <http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/KC4406036.pdf>, 15 มกราคม 2551
- DEMİR, NİLAY; BAHÇECİ, K. SAVAS; ACAR, JALE. 2006. The effects of different initial
 Lactobacillus plantarum concentration on some properties of fermented carrot juice.
Journal of Food Processing. 36(3): 352-362
- Wood, B.J.B. and Holzapfel, W.H. 1995. The General of Lactic Acid Bacteria. BLACKIE
 ACADEMIC & PROFESSIONNAL. New York. P 43-44.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. สูตรอาหาร *Lactobacillus* MRS Agar (MRS)

	กรัม / ลิตร
1. Proteose peptone	10
2. Beef Extract	10
3. Yeast Extract	5
4. Dextrose	20
5. Polysorbate 80	1
6. Ammonium citrate	2
7. Sodium acetate	5
8. Magnesium sulphate	0.1
9. Manganese sulphate	0.05
10. Dipotassium phosphate	2
11. Agar	1.5%

2. สูตรอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

	กรัม / ลิตร
1. potatoes infusion from	200.00
2. Dextrose	20.00
3. Agar	15.00

ภาคผนวก ข

วิธีการเลี้ยงและแยกเชื้อจุลินทรีย์

1. Spread plate technique

ทำการเจือจางโดยใช้ปิเปตดูดตัวอย่างมา 1 ml. เติมนลงในน้ำกลั่น 9 ml. เขย่าให้เข้ากัน ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างของค่าเจือจางที่เหมาะสม (Dilution) เช่น 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} อย่างละ 0.1 ml. ใส่ในจานเพาะเชื้อที่เทอาหารแข็งล่วงหน้าไว้ก่อน 1 วัน แล้วใช้แท่งแก้วจุ่มเป็นรูปสามเหลี่ยมจุ่มแอลกอฮอล์จนไฟมาเชื้อ ทิ้งไว้สักครู่ให้เย็น กลับตัวอย่างให้แผ่กระจายทั่วผิวหน้าของอาหารแข็ง ซึ่งทำได้โดยใช้มือหนึ่งช่วยหมุนจาน โดยแตะแท่งแก้วไว้บนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อพร้อมทั้งพลิกจานหมุนไปรอบๆ ระวังอย่าให้วุ้นแตก หลังจากนั้นวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 20 นาที เพื่อให้สารละลายตัวอย่างแห้งซึมเข้าในวุ้นให้หมด บ่มจานอาหารเลี้ยงเชื้อในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีของเชื้อที่เจริญบนอาหารแข็งทั้งหมด

ภาคผนวก ก

การใช้เครื่องมือต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ

1. หม้อนึ่งความดัน (Autoclave)

1. ใส่น้ำสะอาดลงในเครื่อง Autoclave พอประมาณอย่าให้ท่วมจานวางตะกร้า
2. เสียบปลั๊กไฟตัวเครื่องให้เรียบร้อย นำของที่ต้องการฆ่าเชื้อใส่ลงไปในตะกร้าและใส่ของลงไปใน Autoclave
3. กดปุ่ม Power ไปที่ On
4. เช็คว่าปุ่ม Exhaust ให้อยู่ที่ Close
5. กดปุ่ม Mode แล้วกดปุ่ม Temp หน้าเป็นตัวเลข “121” ถ้าต้องการเปลี่ยนอุณหภูมิตัวเลขให้กดลูกศร “▼” เมื่อต้องการปรับอุณหภูมิขึ้นและลูกศร “▲” เมื่อต้องการปรับอุณหภูมิลง
6. กดปุ่ม “Start Time” เป็นเวลาที่ต้องการฆ่าเชื้อโดยปกติตั้งค่าไว้ที่ 15 นาที แต่ถ้าต้องการแก้ไขสามารถเปลี่ยนค่า ตั้งขึ้นหรือลงได้เช่นเดียวกันกับข้อ 6
7. กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มการใช้งาน
8. ให้ขึ้นรอดูว่าไม่มีเสียงอะไรผิดปกติและตัวเลขของอุณหภูมิขึ้นจึงเดินออกไปได้
ข้อควรระวังในการใช้งาน
 1. ตรวจสอบอุณหภูมิให้ได้ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
 2. เวลามาเชื้อเสร็จแล้วไม่ควรเปิดฝาทันที ควรรอให้สเกลความดันลดลงถึง “0” ก่อนเพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน จึงจะเปิดฝาทันทีได้

2. ตู้บ่มเชื้อ

1. เสียบปลั๊กเพื่อจ่ายเข้าเครื่อง
2. เปิดสวิทช์โดยหมุนปุ่ม Power จาก “0” มาที่ “I”
3. กดปุ่ม Set ค้างไว้แล้วหมุนปรับอุณหภูมิ “↻” ได้ตามต้องการใช้งาน (ไม่ควรเกิน limit ของเครื่องคือประมาณ 70 องศาเซลเซียส)
4. เมื่อใช้งานเสร็จแล้วหมุนปุ่ม Power มาที่ “0” เพื่อเปิดสวิทช์ให้เรียบร้อย
5. ถอดปลั๊กออกทุกครั้งเมื่อใช้งานเสร็จ