สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้น้ำสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอีในการหมักน้ำบีทรูท

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

โดย

นางสาวผกามาศ จันทวงศ์

นางสาวรัตนา ปานแก้ว

ปพ.
ผ1157
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 81965
วัน,เดือน,ปี 2 0 ก.ย. 2551

b 11942617
i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2550

ชื่อเรื่อง การใช้น้ำสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอีในการหมักน้ำบีทรูท

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

ชื่อ-สกุล นางสาวผกามาศ จันทวงศ์

นางสาวรัตนา ปานแก้ว

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. ปิ่นมณี ขวัญเมือง

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้น้ำสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอีในการหมักน้ำบีทรูท มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของน้ำกระชายต่อการยับยั้งเชื้อแแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอีในการหมักน้ำบีทรูท โดยศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และจำนวนเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างการหมัก เก็บตัวอย่างที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง จากการศึกษาพบว่า การใช้น้ำกระชายในการหมักน้ำบีรูทโดยใช้เชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอี ค่าพีเอชในการหมักมีค่าคงที่เท่ากับ 4 เปอร์เซ็นต์บริกซ์มีค่าลดลงเพียงล็กน้อย จำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามระยะเวลาของการหมัก ส่วนจำนวนเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอี ในชั่วโมงการหมักที่ 0 6 และ 12 จำนวนเชื้อมีอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้น แต่เมื่อถึงชั่วโมงที่ 18 และ 24 จำนวนเชื้อมีอัตราการเจริญคงที่ จากการศึกษาดังกล่าวทำให้เห็นได้ว่าน้ำสกัดจากกระชายมีผลในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสทำให้กระบวนการหมักเกิดเร็วขึ้น ส่วนเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอีถึงแม้ว่าจะไม่สามารถยับยั้งการเจริญได้อย่างชัดเจน แต่ก็ส่งผลให้การเจริญเติบโตหยุดชะงักหรือมีการเจริญในอัตราที่คงที่ ซึ่งจากการศึกษาดังกล่าวมีข้อเสนอแนะคือ ในการนำน้ำสกัดจากกระชายไปใช้ประโยชน์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ควรเพิ่มความเข้มข้นเพื่อทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ผลการทดลองชัดเจนยิ่งขึ้น หากนำผลการทดลองไปศึกษาต่อควรหมักในน้ำผลไม้ชนิดอื่นเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น และในการศึกษาควรศึกษาควบคู่ไปกับพืชชนิดอื่นเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับพืชดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษเรื่อง การใช้น้ำสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสแพนโตซัสและแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอีในการหมักน้ำบีทรูท สำเร็จลุล่วงด้วยดี โดยได้รับการสนับสนุนจาก ผศ.ดร.ปิ่นมณี ขวัญเมือง ที่ท่านได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำในการวางแผนการทดลอง การเก็บและบันทึกข้อมูล การเรียบเรียงเนื้อหา การจัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ ตลอดจนช่วยแก้ไขความบกพร่องของเนื้อหาเพื่อให้เนื้อหามีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะและสิ่งเตือนใจต่างๆ ตลอดในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องสมุดทุกท่านที่ให้ความสะดวกในการค้นเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำปัญหาพิเศษเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์และเจ้าหน้าที่ในภาควิชาครุศาสตร์เกษตรทุกท่านที่ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือ ซึ่งไม่ได้กล่าวนามในที่นี้ และขอขอบคุณรุ่นพี่และเพื่อน ๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจและช่วยเหลือในครั้งนี้จนทำให้ปัญหาพิเศษลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงใคร่ขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

สุดท้ายนี้ความดีและประโยชน์จากการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ขอมอบให้ บิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวทุกคนที่เป็นกำลังใจมาโดยตลอด และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือจนปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวผกามาศ จันทวงศ์
นางสาวรัตนา ปานแก้ว
กุมภาพันธ์ 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....ก
กิตติกรรมประกาศ.....ค
สารบัญ.....ง
สารบัญตาราง.....ฉ
สารบัญภาพ.....ช
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 ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการหมัก.....4
2.3 ปฏิกิริยาที่เกิดจากการหมัก.....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 บีทรูท.....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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 การศึกษาผลของการใช้น้ำขิงและกระชายในการหมักน้ำบีทรูทโดยใช้เชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอี....34
4.2 การศึกษาผลของน้ำสกัดจากกระชายที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส ในการหมักน้ำบีทรูท....40
4.3 การศึกษาผลของน้ำสกัดจากกระชายที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอีในการหมักน้ำบีทรูท....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 การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ....54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อาหารหมักจากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ ที่พบทั่วโลก	5
2	แสดงการแบ่งพวกของ Lactobacilli ตามชนิดของผลผลิต และอุณหภูมิที่เหมาะสม	8
3	คุณค่าทางโภชนาการของบีทรูทต่อส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม	22
	ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซนต์กรดแลคติก และจำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส ในการใช้สารสกัดจากขิง และกระชายในการยับยั้งการเจริญที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง	34
4	จำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส ในการใช้สารสกัดจากสมุนไพรในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง	37
5	ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และจำนวนเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซีอีในการใช้สารสกัดจากสมุนไพรในการยับยั้งการเจริญที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง	37
7	จำนวนเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซีอีในการใช้สารสกัดจากสมุนไพรในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง	39
8	ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซนต์กรดแลคติก และจำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส ในการใช้สารสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญ ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง	40
9	จำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสในการใช้สารสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง	42
10	ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซนต์กรดแลคติก และจำนวนเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซีอี ในการใช้สารสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

11 จำนวนเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอีในการใช้สารสกัดจากกระชาย ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง.....44

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส	9
2	วิถีการสร้างกรดแลคติกแบบ Homofermentation และ Heterofermentation	14
3	ยีสต์	16
4	การขยายพันธุ์ของยีสต์	16
5	กระบวนการหมักแอลกอฮอล์	20
6	บีทรูท	21
7	กระชาย	24
8	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในระหว่างการหมักโดยการใช้น้ำสกัดจากสมุนไพรในการยับยั้งเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง	35
9	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกในระหว่างการหมักโดยการใช้น้ำสกัดจากสมุนไพรในการยับยั้ง เชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง	36
10	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในระหว่างการหมักโดยการใช้น้ำสกัดจากสมุนไพรใน การยับยั้งเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอรีวิซีอีที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24	38
11	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกในระหว่างการหมักโดยการใช้น้ำสกัดจากสมุนไพรในการยับยั้งเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอรีวิซีอีที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24	39
12	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในระหว่างการหมักโดยการใช้น้ำสกัดจากกระชายในการยับยั้งเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24	41
13	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในระหว่างการหมักโดยการใช้น้ำสกัดจากกระชายในการยับยั้งเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอรีวิซีอีที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

กระชายมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae และมีชื่ออื่นว่า กระแอน จิ๊ป ซีฟู เป๊าซอเร๊าะ ว่านพระอาทิตย์ (สมสุข มัจฉาชีพ, 2542 : 4) เป็นพรรณไม้ล้มลุก ลำต้นมีความสูงประมาณ 9 เซนติเมตร ส่วนกลางของลำต้นเป็นแกนแข็งมีกาบหรือโคนใบหุ้ม ใบมีกลิ่นหอม ดอกมีสีม่วง ออกดอกเป็นช่อ ส่วนที่ใช้ประโยชน์คือ รากเหง้า หรือส่วนหัวที่อยู่ในดิน มีสรรพคุณเป็นยาบำรุงหัวใจ บำรุงกำลัง ใจสั่นหวิว ขับปัสสาวะ พิการ แก้บิดมูกเลือดแก้ ปวดมวนในท้อง ท้องเดิน (http//www.samunpri.com/modules. php?name =Herbs& file=gor_page8) นอกจากนี้สามารถยับยั้งการหดเกร็งตัวของกล้ามเนื้อเรียบ คลายกล้ามเนื้อเรียบ ต้านเชื้อรา ต้านเชื้อแบคทีเรีย ยับยั้งเนื้องอก แก้ไข้ลดการอักเสบ และละลายนิ่ว (นันทวัน บุณยะประภัศร และ อรนุช 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 น้ำมันหอมระเหยจากเฒ่าหนังแห้งมีองค์ประกอบหลักทางเคมีคือ 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 น้ำมันหอมระเหยจากเปราะหอมกระชายดำและเฒ่าหนังแห้งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. aureus* ได้ดี ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากกระชายและเฒ่าหนังแห้ง 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 ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนเมแทบอลิซึมของแบคทีเรียกลุ่มนี้ได้จากการใช้น้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลกาแลคโตสเป็นแหล่งคาร์บอนได้ผลิตภัณฑ์หลักเป็นกรดแลคติก (ปิ่นมณี ขวัญเมือง, 2549 : 62-69) พบมากในอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมักหลายประเภทและยังพบในร่างกายคนและสัตว์ ประโยชน์ที่ได้รับจากการหมักจะช่วยในการถนอมอาหารให้เก็บได้นาน การผลิตอาหารหมักจากผลผลิตทางการเกษตร ได้แก่ ผลิตภัณฑ์นม ผักดอง กิมจิ ปลาร้า แหนม ไส้กรอกเปรี้ยว เป็นต้น ส่วนเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* คือ รากลุ่มหนึ่งที่ส่วนใหญ่เป็นเซลล์เดี่ยว มีรูปร่างหลายแบบ เช่น รูปร่างกลม รี สามเหลี่ยม รูปร่างแบบมะนาว ฝรั่ง เป็นต้น ส่วนใหญ่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยวิธีการแตกหน่อ พบทั่วไปในธรรมชาติในดิน ในน้ำ ในส่วนต่างๆ ของพืช ยีสต์บางชนิดพบอยู่กับแมลง และในกระเพาะของสัตว์บางชนิด แต่แหล่งที่พบยีสต์อยู่บ่อยๆ คือแหล่งที่มีน้ำตาลความเข้มข้นสูง เช่น น้ำผลไม้ที่มีรสหวาน (http://th.wikipedia. org/wiki/) *S. cerevisiae* มีบทบาทในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น ขนมปัง ไวน์ กลีเซอรอล และอินเวอเทส เป็นเฟอร์เมนต์ที่แอ็คทีฟมาก และเจริญได้อย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เกิดการรวมกลุ่มของเซลล์และปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาอย่างรวดเร็ว (สุมาลี เหลืองสกุล, 2527 : 51)

คุณสมบัติที่สำคัญของกระชายประการหนึ่ง คือมีกลิ่นที่มีคุณสมบัติเฉพาะ จึงมีการนำกระชายมาใช้ในการตกแต่งกลิ่นในอาหารหลายชนิด รวมทั้งอาหารหมัก แต่เนื่องจากการหมักต้องใช้กล้าเชื้อซึ่งกระชายมีผลต่อการยับยั้งแบคทีเรียบางชนิด จากแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการนำกระชายมาใช้ประโยชน์ในการหมักน้ำบีทรูท โดยศึกษาถึงผลของน้ำกระชายต่อการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นกล้าเชื้อ

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของน้ำกระชายต่อการยับยั้งเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอีในการหมักน้ำบีทรูท
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และจำนวนเชื้อระหว่างการหมัก
3. ศึกษาความเข้มข้นของน้ำกระชายที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอี

1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. หมักน้ำบีทรูทโดยใช้ส่วนผสมน้ำบีทรูท : น้ำสับปะรด : น้ำกลั่น เท่ากับ 25 : 25 : 50 ปรับความเข้มข้นของน้ำตาลเท่ากับ 10 องศาบริกซ์ ใช้ความเข้มข้นของน้ำสกัดจากขิง 3 เปอร์เซ็นต์ น้ำสกัดจากกระชาย 3 เปอร์เซ็นต์ และน้ำสกัดจากขิง 1.5 เปอร์เซ็นต์และกระชาย 1.5 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

3. ตรวจนับการเจริญเติบโตของเชื้อระหว่างการหมัก

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. ตรวจนับการเจริญเติบโตของเชื้อในสูตรการหมักที่เติมน้ำกระชาย 0 1 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงประโยชน์ของน้ำกระชายต่อการการยับยั้งกล้าเชื้อในการหมักน้ำบีทรูท

2. สามารถนำกระชายไปใช้ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นในการทำการทดลองที่มีลักษณะเดียวกัน

3. เป็นข้อมูลสำหรับนำพืชตระกูลขิงไปใช้ในการทำการวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของการหมัก

การหมัก (Fermentation) ในทางเมแทบลิซึม หมายถึงกระบวนการสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน แต่การหมักในทางจุลชีววิทยาหมายถึง การเลี้ยงเซลล์ในเครื่องปฏิบัติการชีวภาพในอาหารแข็งและอาหารเหลวเพื่อเปลี่ยนสารอินทรีย์เป็นชีวมวลหรือผลิตภัณฑ์อื่น (ช่อฟ้า ทองไทย และคณะ, 2549 : 35) ส่วนด้านการถนอมอาหาร การหมักเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นโดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์เพื่อก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอาหาร เช่น พืช เนื้อสัตว์และน้ำนม ผลของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ทำให้อาหารมีลักษณะเฉพาะ สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลานาน ดังนั้นจึงสามารถจัดการหมักดองว่าเป็นกรรมวิธีการหนึ่งในการถนอมรักษาแปรรูปอาหารได้เช่นเดียวกัน (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2539 : 65)

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

2.2 ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการหมัก

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

2.2.1 การหมักเพื่อผลิตเซลล์จุลินทรีย์ โดยเรียกผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ว่า microbial cells หรือ biomass ให้ผลผลิตเป็นตัวเซลล์ หรือมวลชีวภาพ เช่น ยีสต์ขนมปัง และ single cell protein ตลอดจนโพรไบโอติกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การหมักเพื่อผลิตเอนไซม์จากจุลินทรีย์ (Microbial enzyme)

2.2.3 การหมักเพื่อผลิตสารเมแทบอไลท์ (Microbial metabolites) โดยเมแทบอไลท์จากจุลินทรีย์แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ สารเมแทบอไลท์ปฐมภูมิ (Primary metabolites) ได้แก่เอทธานอล กรดแลคติก กรดซิตริก กรดอะมิโน เมแทบอไลท์ทุติยภูมิ (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	กล้าเชื้อ
เบียร์	ธัญพืช	ยีสต์
ไวน์	น้ำองุ่น	ยีสต์, แบคทีเรียกรดแลคติก
ขนมปัง	เมล็ดธัญพืช	ยีสต์
ซอส	ถั่วเหลือง	รา (*Aspergillus*), 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 ปฏิกิริยาที่เกิดจากการหมัก

ในกระบวนการหมักเพื่อผลิตสารเมแทบอไลท์ ชนิดต่างๆ ข้อมูลจาก http://southnfe.go.th/LearnSquare/courses/31/keepcook2_03.htm ได้แบ่งปฏิกิริยาที่เกิดจากการหมักไว้ 2 กลุ่มดังนี้

2.3.1 การหมักให้เกิดแอลกอฮอล์ ได้แก่ การหมักเหล้าไวน์ แป้งข้าวหมาก เบียร์ ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นโดยเอนไซม์ของยีสต์ เมื่อเกิดแอลกอฮอล์ขึ้นแล้วถ้ามีออกซิเจน และแบคทีเรียน้ำส้มอยู่ด้วย แบคทีเรียจะเผาผลาญแอลกอฮอล์จนได้กรดน้ำส้ม ปฏิกิริยาช่วงหลังนี้ไม่ถือว่าเป็นการหมัก เพราะมีออกซิเจนอยู่ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การหมักให้เกิดกรดแลคติก ได้แก่ การดองผัก ดองผลไม้ การทำนมเปรี้ยว ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นโดยแบคทีเรียกลุ่มแลคติค (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 เพราะค่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมในการเจริญของจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะต่างกัน โดยยีสต์และรา จะทนความเป็นกรดได้ดีกว่าแบคทีเรีย

2.4.2 สารอาหารที่จุลินทรีย์ใช้เป็นแหล่งพลังงาน จุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการสารอาหารต่างกัน เช่น ในน้ำนมมีน้ำตาลแลคโตส ซึ่งมีจุลินทรีย์บางชนิดที่เจริญได้ ถ้าสับสเตรทเป็นเซลลูโลสจะมีเฉพาะจุลินทรีย์ที่สร้างเอนไซม์เซลลูเลสเท่านั้นที่เจริญได้ ปริมาณของสับสเตรท ยังเป็นตัวควบคุมการหมักได้ เช่น เมื่อคาร์โบไฮเดรตสูงกว่า 1.5 เปอร์เซนต์ 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกลือเป็นตัวควบคุมปริมาณและชนิดของจุลินทรีย์ได้ การทำผักดองจะใช้เกลือเพื่อช่วงดึงน้ำออกจากผัก 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 มีกลิ่นและรสต่างออกไป เช่น ผักและผลไม้ดอง เป็นต้น

2.5.3 ทำให้เกิดอาหารชนิดใหม่หลายอย่าง เช่น แอลกอฮอล์ และน้ำส้มสายชู ซึ่งเกิดจากการหมักสารอาหารประเภทแป้งและน้ำตาล

2.5.4 เปลี่ยนอาหารเป็นพิษ หรือบริโภคไม่ได้ให้บริโภคได้ เช่น ลูกตำลึงดิบมีรสขมกินไม่ได้ แต่ถ้าดองแล้วความขมจะหายไป ลูกท้อดิบกินไม่ได้ แต่ถ้าดองแล้วจะกินได้ เป็นต้น

2.5.5 เสริมคุณค่าทางโภชนาการ เช่น การหมักน้ำผลไม้ให้เป็นไวน์ จะได้ประโยชน์ทางโภชนาการสูงกว่าน้ำผลไม้สด เต้าเจี้ยวและเต้าหู้ยี้จะมีประโยชน์สูงกว่าถั่วสุกธรรมดาในปริมาณเท่ากันเพราะมีราซึ่งประกอบด้วยโปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุผสมอยู่ด้วย

2.6 ชนิดของจุลินทรีย์ที่นำมาใช้ในการหมัก

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าจุลินทรีย์ที่สำคัญที่นำมาใช้ในการหมักอาหารส่วนใหญ่มี อยู่ 3 ชนิด คือ แบคทีเรียกรดแลคติก ยีสต์ และรา เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาการทำวิจัยจึงกล่าวถึงจุลินทรีย์เพียง 2 ชนิด คือ แบคทีเรียกรดแลคติก และยีสต์

2.6.1 แบคทีเรียกรดแลคติก

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

1. สกุล *Lactobacillus* เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีรูปร่างเป็นท่อนหรือทรงรี พบได้ทั่วไปในแหล่งที่มีคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นสารอาหารหลักที่เชื้อต้องการ เช่น น้ำนม รวมถึงในแหล่งธรรมชาติต่าง ๆ เช่น ในเยื่อเมือกของมนุษย์ สัตว์ พืช แหล่งน้ำทิ้ง และในผลิตภัณฑ์อาหารหมัก หรืออาหารที่กำลังจะเน่า นอกจากนี้ยังเป็นพวกต้องการออกซิเจนเพียงเล็กน้อยในการเจริญ (Microaerophilic) แต่มีบางชนิดเป็นพวกแอนแอโรบิค ไม่สร้างเอนไซม์คะตาเลส สลายน้ำตาลแล้วให้กรดแลคติกเป็นส่วนใหญ่ ถ้าเป็นพวกโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ (Homofermentative) จะสลายน้ำตาลแล้วให้กรดแลคติกเกือบทั้งหมด มีกรดอะซิติก คาร์บอนไดออกไซด์ และอื่นๆ บ้างเล็กน้อย แต่ถ้าเป็นพวกเฮตเทอร์โรฟอร์เมนเททีฟ (Heterofementative) จะสลายน้ำตาลแล้วให้สารระเหยได้ รวมทั้งแอลกอฮอล์ในปริมาณมากพอๆ กับกรดแลคติก ตัวอย่างของสายพันธุ์ที่เป็นโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ และเฮตเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการแบ่งพวกของ Lactobacilli ตามชนิดของผลผลิต และอุณหภูมิที่เหมาะสม

อุณหภูมิ	พวกโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ	พวกเฮตเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ
อุณหภูมิที่เหมาะสมไม่ต่ำกว่า 37 องศาเซลเซียส	*L. bulgaricus L. helveticus L. lactixs L. acidophilus L. thermophilus L. delbrueckii*	*L. fermentum*
อุณหภูมิที่เหมาะสมต่ำกว่า 37 องศาเซลเซียส	*L. casei L. plantarum L. leichmanii*	*L. brevis L. bruchneri L. pastorianus L. hilgardii L. trichodes*

ที่มา : สุมาลี เหลืองสกุล (2541 : 46)

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

1. ความสามารถในการใช้น้ำตาลแล้วให้กรดแลคติกปริมาณพอสมควร ทำให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการหมักพืชและน้ำนมได้ผลผลิตออกมา หรือนำไปผลิตกรดแลคติกออกมาโดยเฉพาะเพื่อนำกรดแลคติกไปใช้กับผลิตภัณฑ์บางชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความสามารถในการให้แก๊สและสารระเหยบางอย่างออกมา พวกเฮตเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ 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 ยาว 2.0 - 5.0 ไมครอน พบอยู่เป็นเซลล์เดียว เป็นคู่ หรือโซ่สายสั้น ๆ เจริญได้ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จะผลิตกลีเซอรอลในการหมัก เป็นแบคทีเรียที่ได้จากข้าวโพดหมัก มะกอกหมักและมูลสัตว์ (Wood and Holzapfel, 1995 : 43 - 44) แบคทีเรียสายพันธุ์นี้เป็นสายพันธุ์ที่สามารถผลิตแบคเทอริโอซิน เจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส พีเอชเป็นกลาง และสภาวะที่ไม่มีโซเดียมคลอไรด์ อย่างไรก็ตามสภาวะที่กระตุ้นให้เกิดแบคเทอริโอซินเจริญได้ที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส และสภาวะที่ทนโซเดียมคลอไรด์ได้ปานกลาง (http://www.cababstractsplus.org/google/abstract.asp?AcNo=20053107655)

ภาพที่ 1 : แลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 . สกุล *Leuconostoc* สุรีรัตน์ เงินดวง (2545 : 18-19) ได้กล่าวถึงแบคทีเรียสกุล *Leuconostoc* ว่าเชื้อในสกุลนี้มีความสัมพันธ์กับเชื้อในสกุล *Lactobacilllus* และสกุล *Pediococcus* ในแง่ของสรีระวิทยา รูปร่างของเซลล์ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสภาวะในการเจริญ แต่เมื่อเจริญในน้ำนม เซลล์จะมีรูปร่างกลมและการจัดเรียงตัวแบบเดี่ยว อยู่เป็นคู่หรือสายโซ่สั้นถึงปานกลาง ผลิตกรดแลคติก ชนิด D(-) เอธานอล คาร์บอนไดออกไซด์และสารหอมระเหยจากหมักกลูโคส (Glucose Fermentation) จึงช่วยสร้างกลิ่นรสในอาหารหมักดอง สามารถสร้างเมือกเด็กแทรน (Dextran) ออกมารอบๆ ผนังเซลล์ได้ จากการศึกษาของเบสได้ 16s rRNA แสดงให้เห็นว่าเชื้อนี้มีความสัมพันธ์กับ *Lb. contusus, Lb. kandleri, Lb. viridescens* และ *Leuconostoc mesenteroides* แบคทีเรียสกุลนี้พบที่ผิวของพืช ได้แก่ *L. dextranicum* และ *L. cremoris* ที่มีความสามารถในการสลายกรดซิตริกของน้ำนมและผลิตสารปรุงแต่งรสไดอะเซทิลขึ้น และไปกระตุ้น *Streptococci* ให้กรดแลคติก แบคทีเรียทั้ง 2 ชนิดนี้รวมกันเป็นชื่อเริ่มต้นแลคติก (Lactic Starter) ในการผลิตเนยและเนยแข็ง

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

1. การผลิตไดอะเซทิล และสารชนิดอื่นที่ให้กลิ่นรสแก่อาหาร

2. ทนต่อความเข้มข้นของเกลือได้ เช่น ในกะหล่ำปลีดอง และอาหารหมักดองต่างๆ จะมี *L. mesenteroides* เป็นตัวทำกิจกรรมตัวแรกในการผลิตกรดแลคติก

3. มีความสามารถกระตุ้นกระบวนการหมักดองในผักได้เร็วกว่าจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติกตัวอื่น ๆ และให้กรดปริมาณเพียงพอในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ไม่ได้ผลิตกรดแลคติก

4. ทนต่อความเข้มข้นของน้ำตาลได้สูง (ร้อยละ 55–60 สำหรับ *L. mesenleroides*) ทำให้สามารถเจริญในน้ำเชื่อม เค้ก ไอศครีมได้

5. เนื่องจากการสลายน้ำตาลให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาปริมาณพอสมควรจึงทำให้เกิดลักษณะที่เรียกว่า โอเพนเนส (Openness) ในเนยแข็ง และทำให้ใยอาหารที่มีน้ำตาลเข้มข้นเสียและทำให้ขนมปังบางชนิดฟู

6. ในอาหารที่มีน้ำตาลซูโครสมากจะมีการผลิตสารเมือกขึ้นมากซึ่งเป็นลักษณะที่ต้องการในการผลิตเด็กซ์เทรน แต่เป็นอันตรายอย่างยิ่งในการผลิตน้ำตาลทรายเพราะจะทำให้ได้ปริมาณน้ำตาลทรายลดลง

3. สกุล *Streptococcus* สุรีรัตน์ เงินดวง (2545 : 18) ได้กล่าวถึงแบคทีเรียกรดแลคติก สกุล *Streptococcus* ว่า เป็นเซลล์ที่มีรูปร่างกลมหรือรูปไข่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 –1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมครอน มักพบอยู่เป็นสายหรือคู่ ไม่สร้างสปอร์และต้องการสารอาหารที่ซับซ้อนในการเจริญพบทั้งที่ปรสิตในมนุษย์หรือสัตว์ และมีบทบาทสำคัญในการผลิตภัณฑ์นม เช่น การทำนมเปรี้ยวและโยเกิร์ต ได้แก่ *Streptococcus thermophilus* และ *S. lactis*

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

1. กลุ่มไพโอเจนิก (pyogenic Group) จะรวมสปีชีส์ทั้งหมดของ *Streptocci* ที่เป็นเชื้อโรคเช่น *S. agalactiae* เป็นสาเหตุของโรคเต้านมอักเสบในโคนม และ *S . pyogenes* เป็นสาเหตุของโรคคอเจ็บ ไข้อีดำอีแดง ฝี เป็นต้น ซึ่งเคยพบในน้ำนมดิบ แต่พวกนี้เจริญไม่ได้ในอุณหภูมิ 10 หรือ 45 องศาเซลเซียส

2. กลุ่มวิริแดนส์ (Viridans Group) ได้แก่ *S. thermophilus* ซึ่งมีความสำคัญในการผลิตเนยแข็งและโยเกิร์ต และ *S. bovis* ซึ่งได้จากปุ๋ยและในน้ำลาย มีความทนทานต่อ ความร้อนเช่นเดียวกับ *S. thermophilus* จึงไม่พบได้ในนมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์แล้ว สปีชีส์เหล่านี้เจริญได้ที่อุณหภูมิ 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 แบคทีเรียเหล่านี้สามารถทนความเข้มข้นของเกลือให้ได้ไม่เกินร้อยละ 2 – 4 ฉะนั้นการเกิดกรดแลคติกในผักดองจึงไม่มีความสัมพันธ์กัน ที่มาของแบคทีเรียกรดเหล่านี้คือ พืชสีเขียว อาหารสัตว์ ฟาง และเครื่องใช้

4. กลุ่มแอนเทอโรคอคคัส (Enterococcus Group) ประกอบด้วย *S . faecalis* และ *S. faecuum* ทั้ง 2 สปีชีส์คล้ายกันมากแตกต่างกันทางด้านสรีรวิทยาเท่านั้น *S. faeculis* มักจะทนต่อความร้อนได้มากกว่าและแยกได้จากคน ส่วน *S. faecium* แยกได้จากพืช *S. faeclis* subsp. *liguefaciens* เป็นพวกที่ผลิตกรดและย่อยโปรตีนได้ *S. faecahs* subsp. *zymogens* เป็นพวกที่สลายเซลล์เม็ดเลือดแดงแบบ เบต้า *S. faecalis* และ *S. faecium* มักจะอยู่ในอาหารดิบเสมอ แบคทีเรียในกลุ่มนี้สามารถเจริญได้ที่ 10 และ 45 องศาเซลเซียส พวก *Enterococci* มีลักษณะบางประการที่ไม่เหมือนกับ *Streptococci* อื่น ๆ คือ เป็นพวกที่ทนความร้อนได้ดี สามารถทนต่อความเข้มข้นของเกลือได้ถึงร้อยละ 6.5 หรือมากกว่า เจริญในอาหารที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ 9.6 อุณหภูมิที่สามารถเจริญได้ดีช่วงกว้างมาก คือ ตั้งแต่ 5 – 50 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงอาจพบ *S. faecatis* ได้ในเบคอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการหมักกรดแลคติก (Lactic Acid Fermentation)

การหมักเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์กรดแลคติกต้องมีกระบวนการหมักและขั้นตอนต่าง ๆ เกิดขึ้นโดย สุรีรัตน์ เงินดวง (2545 : 21-23) กล่าวถึงกระบวนการหมักกรดแลคติกว่า อาหารเป็นแหล่งที่จุลินทรีย์สามารถใช้ในการเจริญได้อย่างดี ซึ่งในการผลิตอาหารหมักดองนั้นเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารอาหาร เนื่องมาจากการกระทำของเอนไซม์จากจุลินทรีย์ที่เกี่ยวกับกระบวนการหมักหรือเอนไซม์ที่มีอยู่แล้วในอาหารนั้นๆ โดยทั่วไปในกระบวนการหมักชนิดของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องมักจะเป็นจุลินทรีย์จากธรรมชาติ แต่ในบางครั้งผู้ผลิตมีการคัดเลือกชนิดของจุลินทรีย์เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรส กลิ่น และเนื้อสัมผัสตามต้องการ สำหรับกระบวนการหมักที่เกิดกรดแลคติกจะมีค่าพีเอช และปริมาณออกซิเจนต่ำจนถึงไร้ออกซิเจนทำให้ประสิทธิภาพการเกิดปฏิกิริยา Oxidation – Reduction ต่ำทำให้สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์อื่น ๆ ที่ไม่ต้องการในกระบวนการหมัก กระบวนการหมักกรดแลคติกโดยแบคทีเรียแลคติกเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอาหารหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมการหมักผักและผลไม้ รวมถึงธัญพืชมักจะพบ *Lactobacillus plantarum, Lactobacillus fermenti, Leuconostoc mesenteroides* ในอุตสาหกรรมนมและผลิตภัณฑ์นมมักจะพบ *Lactobacillus dulgaricus, Lactobacillus thermophilus* และ *Lactobacillus casei* โดยรูปแบบของกระบวนการหมักแบ่งได้ดังนี้

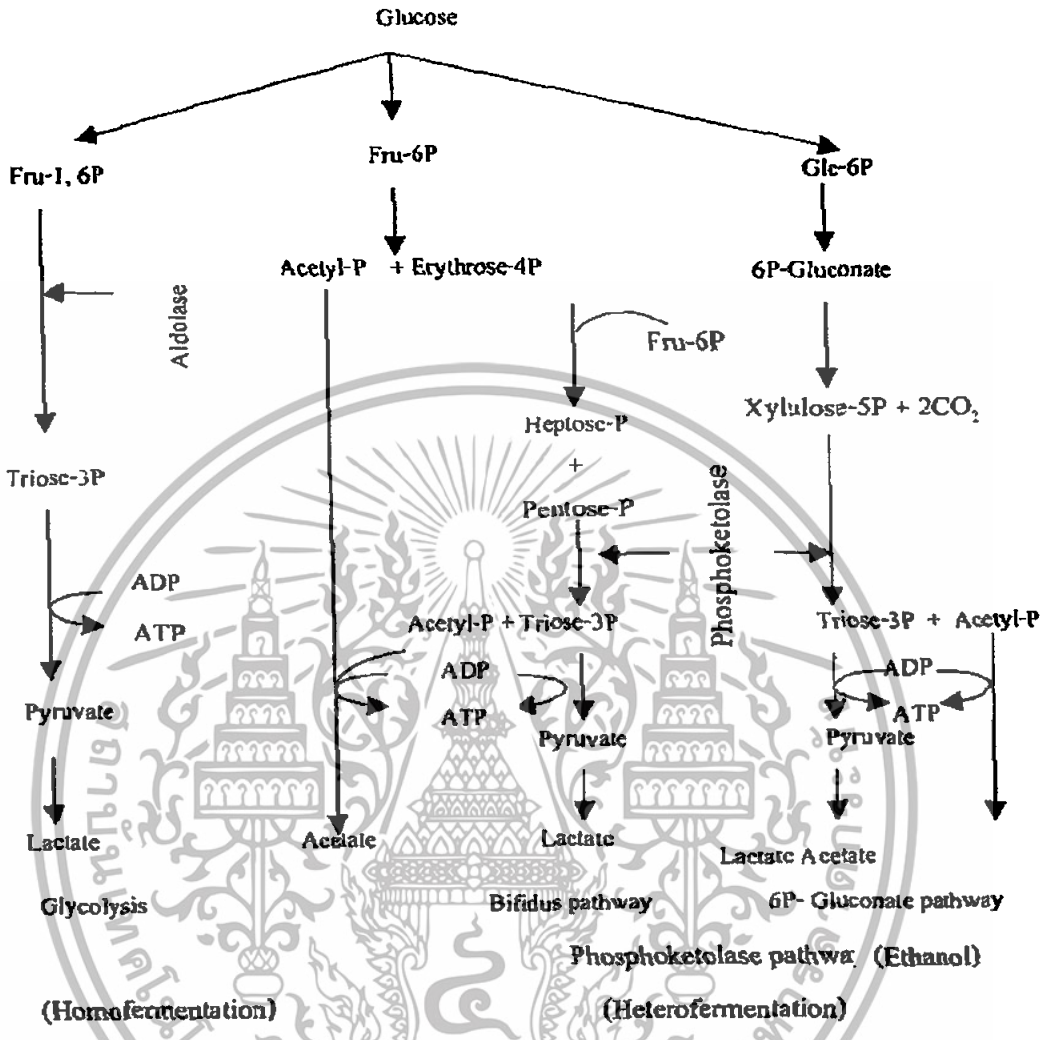
1. Homofermentation เป็นกระบวนการหมักที่เกิดกรดแลคติก โดยจุลินทรีย์กลุ่ม Homofermentative Lactic Acid Bacteria สามารถผลิตได้ประมาณร้อยละ 90 ซึ่งขั้นตอนของการสร้างกรดแลคติกที่พบได้ง่าย เช่น แบคทีเรียในสกุล *Lactococcus* จะเริ่มจากการนำน้ำตาลแลคโตสผ่านเข้าสู่เซลล์ของแบคทีเรียแลคติก โดยอาศัยเอนไซม์ที่อยู่บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าเยื่อหุ้มเซลล์ได้เลยหลังจากถูกเติมหมู่ฟอสเฟต 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 กรดอะซิตริก เอธานอลและคาร์บอนไดออกไซด์ 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 Decardoxylation ได้เป็น Pentose-phosphate กับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่ง Pentose-phosphate จะแตกตัวเป็น Triose-phosphate และ Acetyl-phosphate โดยเอนไซม์ Phosphoketolase โดยที่ Triose-phosphate จะเปลี่ยนเป็นแลคเตทได้ ส่วน Acetyl-phosphate จะเปลี่ยนเป็น อะซีตัลดีไฮด์ และเอธานอล นอกจากนี้แบคทีเรียแลคติกอาจจะใช้กระบวนการอื่น ๆ ในการสร้างผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น กรดอะซิติก กรดฟอร์มิก และ กลีเซอรอล เป็นต้น แบคทีเรียแลคติกที่มีกระบวนการหมักแบบนี้มีหลายสกุลมากวิถีการหมัก ดังแสดงในภาพที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 : วิถีการสร้างกรดแลคติกแบบ Homofermentation และ Heterofermentation

ที่มา : Wood and Holzapfel (1995 : 3)

การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่นของแบคทีเรียแลคติก

สุรีรัตน์ เงินดวง (2545 : 24) ได้กล่าวถึงการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่น โดยแบคทีเรียกรดแลคติกว่า แบคทีเรียแลคติกมีความสามารถในการสร้างสารที่มีผลในการต่อต้านจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ หลายชนิดและมนุษย์ได้ใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติข้อดีของแบคทีเรียแลคติกตั้งแต่ยุคประวัติศาสตร์ จากการค้นคว้าพบว่าชาวสุเมเรีย ได้ใช้แบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์นมมาตั้งแต่ 6000 ปีก่อนพุทธกาล ปัจจุบันมีการนำแบคทีเรียแลคติกมาใช้เป็นโพรไบโอติก เพื่อส่งเสริมให้แบคทีเรียประจำถิ่นในลำไส้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและช่วยรักษาสมดุลของปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์ ในกระบวนการหมักคาร์โบไฮเดรตของแบคทีเรียแลคติกทำให้เกิดกรดอินทรีย์ที่ขนาดโมเลกุลเล็ก ซึ่งสามารถต่อต้านหรือยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ได้ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็นกลุ่มใหญ่ได้ 2 กลุ่ม คือ

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

2. Peptide Inhibitor สารยับยั้งในกลุ่มนี้ประกอบด้วยสารประเภทโปรตีนเป็นส่วนใหญ่ได้แก่ แบคเทอริโอซิน

2.6.2 ยีสต์ (Yeast)

ยีสต์ เป็นจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในกระบวนการหมัก ข้อมูลจาก http://www.consumerthai.org /howtoboard/view.php?id=60 ได้กล่าวเกี่ยวกับยีสต์ไว้ดังนี้

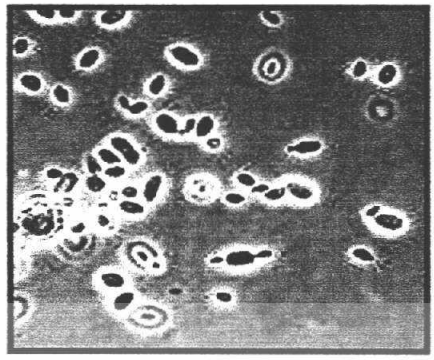
ยีสต์ หรือ ส่าเหล้า (อังกฤษ: yeast) คือ รากลุ่มหนึ่งก่อให้เกิดประโยชน์และโทษต่ออาหาร ในแง่ของประโยชน์ของยีสต์ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้ เบียร์ ไวน์ ผลิตภัณฑ์ที่มีแอลกอฮอล์เป็นองค์ประกอบผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ และยังใช้ในการผลิตโปรตีน ไขมัน วิตามิน เอนไซม์ รวมถึงตัวเซลล์ยีสต์เองเพื่อใช้เป็นอาหารของคนและสัตว์ 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 และแกลนูลอื่น ๆ เช่น เมทาโครมาทิกแกลนูล เม็ดไข่ขาว และเม็ดแป้ง ถ้าต้องการดูนิวเคลียสจะต้องใช้วิธีย้อมสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

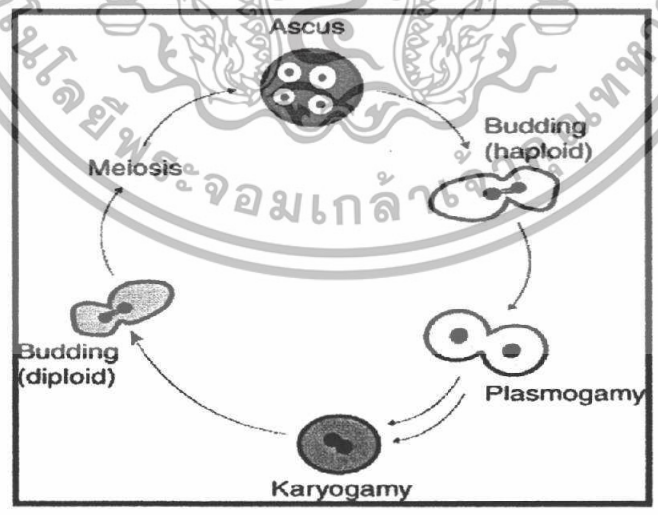


ภาพที่ 3 : ยีสต์

ที่มา : www.rmutphysics.com

การสืบพันธุ์

ส่วนใหญ่ยีสต์จะสืบพันธุ์แบบไม่ใช้เพศโดยการแตกหน่อ ซึ่งการแตกหน่ออาจจะเกิดขึ้นได้ที่ทุกส่วนของเซลล์ หรือเกิดได้เฉพาะที่ขั้วของเซลล์เท่านั้น กระบวนการเกิดขึ้นโดยโปรโทพลาสซึมจะดันผนังเซลล์ให้โป่งออกไปกลายเป็นหน่อซึ่งจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ จนมีขนาดเท่าเซลล์แม่ ในยีสต์บางชนิด เช่น ฟิมยีสต์ หน่อจะมีลักษณะคล้ายท่อยื่นออกมาจากเซลล์แม่ มีการเพิ่มจำนวนนิวเคลียสแล้วแบ่งกันในเซลล์แม่และลูก มียีสต์ไม่กี่สปีชีส์ที่สืบพันธุ์โดยวิธีฟิชชันและวิธีฟิชชันผสมกับการแตกหน่อ



ภาพที่ 4 : การขยายพันธุ์ของยีสต์

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การสืบพันธุ์แบบใช้เพศของยีสต์แท้ นั้นจะมีการสร้างแอสโคสปอร์โดยเซลล์ของยีสต์เปรียบเสมือนแอสคัส การเกิดแอสโคสปอร์ของยีสต์แท้ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นภายหลังการเกิดการคอนจูเกตของเซลล์ 2 เซลล์ แต่ในยีสต์บางชนิดอาจเกิดแอสโคสปอร์ได้โดยไม่ต้องมีการคอนจูเกต หลังจากนี้จะมีการคอนจูเกตของแอสโคสปอร์ จำนวนของแอสโคสปอร์ และลักษณะของแอสโคสปอร์จะเป็นตัวบอกชนิดของยีสต์ สี ผิว และรูปร่างของแอสโคสปอร์จะแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของยีสต์ส่วนยีสต์เทียม หมายถึงยีสต์ไม่สร้างแอสโคสปอร์ หรือไม่มีการสืบพันธุ์แบบใช้เพศจัดเป็นพวกฟังไจไม่สมบูรณ์ ยีสต์พวกนี้มักจะสร้างคลาไมโดสปอร์

ลักษณะการเจริญของยีสต์

การเจริญของยีสต์บนอาหารไม่มีประโยชน์ในการวิเคราะห์ชนิดยีสต์มากนักแม้ว่าการเจริญของยีสต์บนผิวหน้าของอาหารเหลว จะบอกได้ว่าเป็นออกซิเดทีฟ หรือฟิล์มยีสต์ก็ตาม การสร้างพวกคาโรทีนอยด์ของยีสต์ในสกุล Rhodotorula จะทำให้เกิดจุดสีบนอาหาร เป็นการยากที่จะแยกลักษณะโคโลนีของยีสต์กับแบคทีเรียบนอาหารเลี้ยงเชื้อออกจากกันด้วยตาเปล่าได้ จึงจำเป็นต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ตรวจดูเท่านั้น โคโลนีของยีสต์ที่มีอายุน้อยจะชื้นมากหรือเป็นเมือก ส่วนใหญ่จะมีสีขาว ครีมชมพู บางโคโลนีเมื่ออายุมากขึ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ในขณะที่บางโคโลนีจะเริ่มแห้งและย่น

ยีสต์เป็นทั้งพวกออกซิเดทีฟ เฟอร์เมนเททีฟ หรือทั้ง 2 อย่าง พวกออกซิเดทีฟจะเจริญอยู่เฉพาะที่ผิวของอาหารเหลวจึงเรียกว่าฟิล์มยีสต์ แต่พวกเฟอร์เมนเททีฟจะเจริญอยู่ในทุกส่วนของอาหารเหลว

ยีสต์ที่มีความสำคัญทางด้านอุตสาหกรรม

ยีสต์มีความสำคัญทางอุตสาหกรรมหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นการผลิตไวน์ เหล้า หรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อีกมากมาย โดยได้กล่าวเกี่ยวกับยีสต์ที่ใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่จะเป็นพวก Hemiascomycetes และมักจะอยู่ในสกุล *Saccharomyces* เซลล์ของยีสต์พวกนี้จะเป็นรูปกลม รูปไข่ หรือค่อนข้างยาว อาจมีการสร้างไมซีเลียมเทียม การสืบพันธุ์จะเป็นแบบแตกหน่อชนิดที่เกิดได้ที่ขั้วของเซลล์ และโดยการสร้างแอสโคสปอร์ซึ่งเกิดขึ้นภายหลังจาก คอนจูเกตชัน หรืออาจพัฒนาจากเซลล์ดิพลอย (Diploid Cell) ที่อยู่ในระยะเวเจตเททีฟ แอสโคสปอมักมีรูปกลมหรือไข่ มีจำนวน 1 ถึง 4 ต่อแอสคัส สปีชีส์ที่สำคัญคือ *Saccharomyces cerevisiae* ซึ่งมีบทบาทในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น ขนมปัง ไวน์ กลีเซอรอล และอินเวอเทส มีทั้งท็อปยีสต์ที่เป็นเฟอร์เมนเทอร์ที่แอคทีฟมาก และเจริญได้รวดเร็วที่ 20 องศาเซลเซียส เกิดการรวมกลุ่มของเซลล์และปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาอย่างรวดเร็ว ทำให้เซลล์ลอยขึ้นไปอยู่บนผิวหน้าของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
81965

อาหาร จึงเรียกว่าทอปยีสต์ ส่วนบอดทอมยีสต์นั้นเซลล์จะเจริญอย่างช้าเป็นเฟอร์เมนเทอร์ที่ดีในอุณหภูมิต่ำ (10-15 องศาเซลเซียส) เนื่องจากไม่มีการรวมกลุ่มของเซลล์และการเจริญเป็นไปอย่างช้าๆ ทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์น้อย เซลล์จึงค่อยๆ ตกตะกอนอยู่ที่ก้นภาชนะ จึงเรียกว่าบอดทอมยีสต์ *S. cerevisiae var. ellipsoideus* เป็นพวกที่ให้แอลกอฮอล์สูง จึงนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตแอลกอฮอล์ ไวน์ และสุรา

ยีสต์ที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมหมัก

1. จีนัส Saccharomyces ยีสต์ในจีนัสนี้มักมีความสามารถในการหมักน้ำตาลกลูโคส แมนโนส และน้ำตาลชนิดอื่น ๆ ได้แก่

S. cerevisiae เป็นสายพันธุ์ที่เรียกว่า top yeast ที่ใช้ในการหมักเบียร์ และทำขนมปัง เนื่องจากสามารถผลิตแก๊ซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ด้วย ยีสต์สายพันธุ์นี้สามารถใช้น้ำตาลอื่น ๆ อีก เช่น กาแลคโตส แซคคาโรส มอลโทส ส่วนน้ำตาล ราฟฟิโนสจะใช้ได้เพียง 1/3 เท่านั้น

S. cerevisiae var. ellipsoideus เป็นยีสต์ที่ใช้ผลิตไวน์ มักจะพบในองุ่น หรือดินในสวนองุ่น

S. carlbergensis ยีสต์สายพันธุ์จัดเป็น bottom yeast ใช้ในการหมักเบียร์ ยีสต์ชนิดนี้แตกต่างไปจาก *S. cerevisiae* คือสามารถที่จะใช้น้ำตาลราฟฟิโนสได้สมบูรณ์

S. pastorians เป็นยีสต์ที่รู้จักกันดีที่ทำให้รส กลิ่นของเบียร์ผิดเปลกออกไป

S. fragilis เป็นยีสต์ที่สามารถใช้น้ำตาลแลคโตส และใช้ในการเตรียมผลิตภัณฑ์หมักจากน้ำนม

S. rouxii และ *S. mellis* บางทีเรียกว่า osmophilic yeast สามารถเจริญและใช้น้ำตาลที่มีความเข้มข้นสูง โดยที่จุลินทรีย์ชนิดอื่นเจริญไม่ได้ ยีสต์ทั้งสองแตกต่างในด้านการหมักน้ำตาล คือ *S. mellis* สามารถใช้น้ำตาลกลูโคส แมนโทส ส่วน *S. rouxii* สามารถใช้น้ำตาลมอลโทสเพิ่มขึ้นอีก ยีสต์เหล่านี้มักจะทำให้น้ำผึ้งหรือแยมเสื่อมเสีย

2. จีนัส Pichia และ Hansenula ยีสต์ในสองจีนัสนี้เป็นที่รู้กันว่าทำให้ alcoholic liquors เสื่อมเสีย จะเห็นเจริญอยู่บนพื้นผิวของสารละลายแอลกอฮอล์ และเมตาบอลิซึมของน้ำตาลโดยยีสต์เหล่านี้จะเกิดทางด้าน oxidative มากกว่า fermentative ทำให้เกิดเอสเทอร์ในกระบวนการหมักแทนที่จะเกิดการผลิตแอลกอฮอล์ นอกจากนี้ยังสามารถใช้แอลกอฮอล์เป็นแหล่งอาหารคาร์บอนเพื่อการเจริญได้อีกด้วย ยีสต์ในจีนัส Pichia ไม่สามารถใช้ไนเตรท และส่วนใหญ่จะเป็น oxidative metabolism ส่วนยีสต์จีนัส Homsenula นั้นสามารถใช้สารไนเตรท และมีประสิทธิภาพในการหมักได้สูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จีนัส Candida ยีสต์ในจีนัสนี้ที่สำคัญต่ออุตสาหกรรมหมัก คือ *Candida utilis* เป็นที่รู้จักกันว่าเป็น food yeast เป็นยีสต์ที่มีส่วนประกอบโปรตีนอยู่สูง และวิตามินบี มีความสามารถในการใช้น้ำตาลกลูโคส แซคคาโรส ราฟฟีโนส และยังใช้ไนเตรทได้ด้วย *C. lipolytica* เป็นยีสต์ที่ไม่สามารถใช้น้ำตาล แต่สามารถใช้เจลาตินได้รวดเร็วและสมบูรณ์ และยังสามารถย่อยสลายและเจริญไขมัน จึงมักจะพบยีสต์พวกนี้บนเนย

กระบวนการหมักแอลกอฮอล์ (alcohol fermentation)

จะเกิดผลิตภัณฑ์ที่เป็นเอธานอลหรือเอทิลแอลกอฮอล์ ซึ่งเป็นการสลายกลูโคสโดยไม่ใช้ออกซิเจน เริ่มต้นด้วยไกลโคไลซิสเช่นเดียวกับการสลายอาหารแบบใช้ออกซิเจน คือ กลูโคส 1 โมเลกุลสลายได้กรดไพรูวิก 2 โมเลกุล แล้วปล่อย ATP 2 โมเลกุล และไฮโดรเจน 4 อะตอม อะตอม NAD จะมารับไฮโดรเจนเป็น $NADH^{+}H^{+}$ และจะถ่ายทอดอะตอมของไฮโดรเจนให้กับแอซิตัลดีไฮด์ ซึ่งมีคาร์บอน 2 อะตอม จึงไม่สามารถนำเอาพลังงานอิเล็กตรอนที่มีอยู่ในอะตอมของไฮโดรเจนมาสร้าง ATP ได้อีก ดังนั้นการสลายกลูโคส 1 โมเลกุล จึงได้ ATP เพียง 2 โมเลกุลเท่านั้น เอทานอลที่ได้จากการสลายกลูโคสถ้ามีปริมาณมากจะเป็นอันตรายต่อเซลล์ ร่างกายจะมีกระบวนการเปลี่ยนเอทานอลให้เป็นสารอื่นที่ไม่เป็นอันตรายแก่เซลล์ และขับออกจากร่างกายโดยระบบขับถ่าย

เมื่อนำยีสต์มาเลี้ยงในน้ำตาลจะได้เอทานอล ถึงแม้เอทานอลจะเป็นพิษต่อยีสต์ก็ตาม การหมักนั้นจะไม่ให้อากาศเข้าสู่ภาชนะที่ใช้หมักและให้อาหารยีสต์อย่างเพียงพอจะเกิดสมการดังนี้

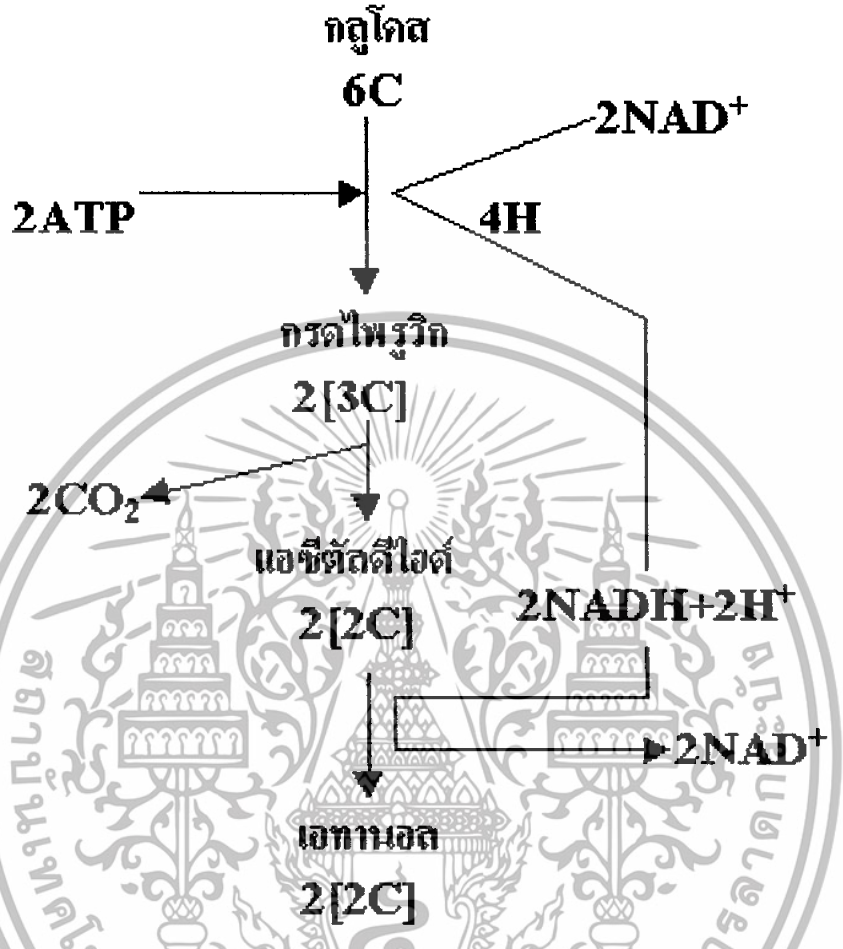
$$C_6H_{12}O_6 \Rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + \text{พลังงาน}$$

แต่ถ้าอากาศเข้าสู่ภาชนะที่ใช้หมักจะทำให้ยีสต์หายใจแบบใช้ออกซิเจน เกิดสมการดังนี้

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

เอทานอลที่ได้จะมีพลังงานศักย์สะสมอยู่เพราะสามารถติดไฟได้ จึงกล่าวได้ว่าเป็นการสลายของอาหารที่ไม่สมบูรณ์ ส่วนสมการที่ใช้ O_2 ไม่เหลือพลังงานอยู่ในส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์ ดังภาพที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ต้นแรดบีท เป็นที่รู้จักกันทั่วไปว่าเป็นพืชสวน น้ำหัวบีทจะมีรสชาติเฉพาะตัว และมีสีมากกว่าพืชหัวชนิดอื่น ๆ ต้นบีทมีหลายสายพันธุ์ ซึ่งจำแนกตามรูปร่าง เช่น กลมจนถึงรูปไข่ หรือบางชนิดเป็นหัวยาวแหลม แต่มี 2 สายพันธุ์ที่นิยมปลูกมาก คือ พันธุ์ Crimson Glode และ Detroit Red

ลักษณะทางพฤษศาสตร์

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกและเก็บรักษาบีทรูท

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

คุณค่าทางโภชนาการ

ผักชนิดนี้เป็นอาหารที่ดี ซึ่งประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต ซึ่งอยู่ในรูปของน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ มีโปรตีนและไขมันอยู่ปริมาณน้อย มีการนำบีทรูทมาใช้บริโภคได้หลายวิธี เช่น สลัด และผักดอง 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/beet root.shtml

การนำบีทรูทไปใช้ประโยชน์

บีทรูทนิยมใส่ในสลัดต่างๆ โดยเฉพาะสลัดผักสุกหรือนำไปดองสามรสไว้รับประทานคู่กับอาหารจานหลัก เช่น สเต็ก พาสต้า นำมาคั้นน้ำใช้เป็นสีผสมอาหารและผสมกับน้ำผลไม้ชนิดอื่นดื่มเพื่อสุขภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำบีทรูท

น้ำบีทรูท หมายถึง เครื่องดื่มชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำหัวบีทรูทสด ที่ไม่เน่าเสีย ล้างให้สะอาด ปอกเปลือกแล้วตัดแต่งและหั่นเป็นชิ้น อาจนำมาผสมน้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 2 โดยน้ำหนัก ตีป่นและกรองแยกกากได้น้ำบีทรูท อาจปรุงแต่งรสด้วยน้ำตาล กรดซิทริก และอาจเติมสเตบิไลเซอร์ หรือน้ำผลไม้ชนิดอื่น

น้ำบีทรูทจัดเป็นน้ำผักที่ดีที่สุดชนิดหนึ่ง ซึ่งอุดมด้วยแหล่งน้ำตาลธรรมชาติ ที่ประกอบด้วย โซเดียม ฟอสฟอรัส แคลเซียม ซัลเฟอร์ คลอรีน ไอโอดีน เหล็ก ทองแดง วิตามินบี 1 บี 2 ไนอะซิน วิตามินบี 6 วิตามินซี นอกจากนั้นน้ำบีทรูทยังอุดมด้วยคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย แต่มีแคลอรี่ต่ำ และมีโปรตีนหรือกรดอะมิโนที่มีปริมาณสูงและคุณภาพดี

ประโยชน์และคุณสมบัติในการบำบัดโรค

น้ำบีทรูทมีคุณค่าทางอายุรเวทอย่างมาก ซึ่งจะมีคุณสมบัติในการทำให้ไตและถุงน้ำดีสะอาด ซึ่งน้ำบีทรูทอุดมด้วยแร่ธาตุหลายชนิดที่มีคุณสมบัติเป็นด่าง ได้แก่ โพแทสเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก ซึ่งมีประโยชน์ในการต่อต้านความเป็นกรดของเลือด และช่วยในกระบวนการกำจัดของเสียตามธรรมชาติของร่างกาย น้ำบีทรูทแดง มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับการสร้างเลือดให้มีคุณภาพ เนื่องจากน้ำบีทรูทมีองค์ประกอบของเหล็กปริมาณสูง ซึ่งกระตุ้นให้เม็ดเลือดแดงนำออกซิเจนเข้าสู่ร่างกาย และช่วยในการทำหน้าที่ของระบบหายใจ คือ ทำให้มีเสียงลมหายใจปกติ ซึ่งมีประโยชน์ในด้านการบำบัดภาวะโลหิตจาง ยังมีประโยชน์ในการบำบัดโรคดีซ่าน ตับอักเสบ ท้องร่วง และคลื่นไส้ อาเจียนเนื่องมาจากอาการท้องอืดท้องเฟ้อนอกจากนั้น น้ำบีทรูทยังมีคุณสมบัติในการบำบัดโรคท้องผูก โรคริดสีดวงทวาร โรคเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนโลหิตโรคไต โรคถุงน้ำดี โรคผิวหนัง และโรครังแค

สารสีแดงในหัวบีทรูท คือ เบทานิน (betanin) เป็นกรดอะมิโนที่มีสรรพคุณยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอกและมะเร็ง น้ำบีทรูทจึงมีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักในฐานะรักษามะเร็ง 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 ได้กล่าวถึงกระชายไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf

วงศ์ : Zingiberaceae

ชื่ออื่น : กระแอน จิ๊ป ซีฟู เป๊าซอเร๊าะ ว่านพระอาทิตย์ อาทิตย์

ลักษณะทางพฤษศาสตร์

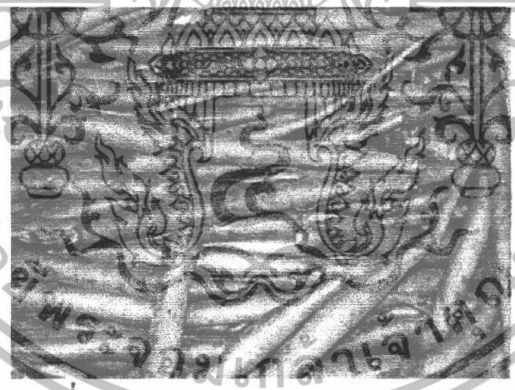
ต้น เป็นไม้ล้มลุกมีเหง้าใต้ดิน มีรากสะสมอาหารจำนวนมาก ลักษณะอวบน้ำตรงกลางพองกว่าส่วนหัวท้าย ในช่วงท้ายฤดูฝน จะแตกยอดอ่อนชูขึ้นมาเหนือพื้นดิน มีกาบใบสีน้ำตาลแดงห่อซ้อนกัน

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 ลักษณะเป็นแง่งกลม อวบน้ำ มีสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นรุนแรง



ภาพที่ 7 : กระชาย

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

2.8.2 ประโยชน์และคุณสมบัติในการบำบัดโรคของกระชาย

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ทางด้านอาหาร

เนื่องจากว่ากระชายนั้นมีรสเผ็ดร้อน ช่วยในการดับกลิ่นคาวในอาหารได้ (สถาบันการแพทย์แผนไทย กรมการแพทย์, กระทรวงสาธารณสุข, 2542 อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/ ~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082) จึงทำให้กระชายเป็นส่วน ประกอบหลักในจานอาหารและนิยมใช้ในการแต่งรสอาหารคาวหลายชนิดเช่น แกงป่าปลาดุก ผัดเผ็ดปลาไหล และเป็นส่วนประกอบหลักของน้ำยาขนมจีน ไม่ว่าจะเป็นภาคไหน นอกจากนี้ยังใส่ในกะปิคั่ว ห่อหมกปลาดุก และเป็นเคล็ดลับในการทำเครื่องแกงส้มให้อร่อยโดยไม่ต้องใส่กระเทียมแต่จะใส่กระชายประมาณ 4-5 หัว (คณะทำงานรวบรวมความรู้เกี่ยวกับผักในโครงการหนูรักผักสีเขียว, 2545 อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_ 404652082) ส่วนลำต้นและใบนิยมนำมารับประทานเป็นผักจิ้มหรือนำมาหั่นฝอยใช้ทำยำกระชายได้ (อบเชย วงทอง , 2544 อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/ Sb_404652082) และที่สำคัญก็คือในอาหารรสจัดหรืออาหารที่มีปลาเป็นส่วนประกอบจะต้องเพิ่มรสชาติ เพิ่มกลิ่นด้วยกระชาย (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2545 อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

ประโยชน์ทางยาสมุนไพร

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

บรรเทาอาการแผลในปาก ปั่นรากกระชายทั้งเปลือก 2 แง่งกับน้ำสะอาด 1 แก้วในโถปั่นน้ำ เติมเกลือครึ่งช้อนกาแฟโบราณ กรองด้วยผ้าขาวบาง ใช้กลั้วปากวันละ 3 เวลาจนกว่าแผลจะหาย ถ้าเผื่อนเกินไปให้เติมน้ำสุกได้อีก ส่วนที่ยังไม่ได้แบ่งใช้เก็บในตู้เย็นได้ 1 วัน (ศูนย์วัฒนธรรมจังหวัดปัตตานี, 2539 อ้างใน http://yalor.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 (สุธาทิพ กมรประวัติ อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

แก้กลาก เกลื้อน น้ำกัดเท้า คันศีรษะจากเชื้อรา นำรากกระชายทั้งเปลือกมาล้างผึ่งให้แห้งฝานเป็นแว่น แล้วบดให้เป็นผงหยาบ เอาน้ำมันพืช (อาจใช้น้ำมันมะกอกหรือน้ำมันมะพร้าวก็ได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาอุ่นในหม้อใบเล็กๆ เติมผงกระชายใช้น้ำมัน 3 เท่าของปริมาณกระชาย หุง (สุธาทิพ กมรประวัติ อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

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

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

บำบัดโรคนกเขาไม่ขัน หรือโรคอีดี (Erectile Dysfuntional หรือ ED)

วิธีที่ 1 ใช้ตำราแก้ฝ้าขาวในปาก อาการจะเริ่มเปลี่ยนแปลงหลังวันที่ 3-4

วิธีที่ 2 รากกระชายตากแห้งบดผงบรรจุแคปซูล แคปซูลละ 250 มิลลิกรัม กินวันละ 1 แคปซูลตอนเช้าก่อนอาหารเช้าในสัปดาห์แรก วันละ 2 แคปซูลตอนเช้าในสัปดาห์ที่ 2 ถ้าไม่เห็นผลกินอีก 2 แคปซูลก่อนอาหารเย็น หรือกลับไปใช้วิธีที่ 1 จะเริ่มกินบอกภรรยาด้วย ถ้าได้ผลแล้วภรรยาบ่นให้ภรรยากินด้วยเหมือน ๆ กัน

วิธีที่ 3 เพิ่มกระชายในอาหร ทำเป็นกับข้าวธรรมดาก็ได้ ไม่ว่าจะเป็นต้มยำ (ทุบแบบหัวข่า) แกงเผ็ด (หั่นเป็นฝอย) กินทุกวัน พร้อมทั้งออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ เห็นผลในหนึ่งเดือน (สุธาทิพ กมรประวัติ อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

แก้ปวดข้อ เอาหัวกระชายแก่ๆมาปอกเปลือกออก หั่นเป็นชิ้นเล็กๆตากให้แห้ง แล้วนำมาบดเป็นผง ใช้ชงกินกับน้ำร้อน ครั้งละ1 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 เอาหัวกระชายแก่ๆมาปอกเปลือกออก หั่นเป็นชิ้นเล็กๆตากให้แห้ง แล้วนำมาบดเป็นผง เก็บใส่ขวดไว้ใช้กินกับน้ำร้อน แก้โรคลมตีขึ้นนำรากกระชายฝนน้ำซาวข้าว 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 แล้วนำมาตำให้ละเอียดผสมน้ำปูนใสคนให้เข้ากันตั้นเอาแต่น้ำ 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 ฟลาวาโนน และฟลาโวนอยด์ (ได้แก่ alpinetin,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pinostrobin) และ pincocembrin และกลุ่มชาลโคน (ได้แก่ ๒, ๔, ๖-trihydroxy chalcone และ cardamonin) (ณาตยา ธนะศิริวัฒนา และคณะ, 2540 อ้างใน http://yalor.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

ผลการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

1. ฤทธิ์ต้านอักเสบ

สาร 5,7 –ไดเมธอกซีฟลาโวน (5,7-DMF) ที่แยกได้จากเหง้ากระชายดำ มีฤทธิ์ต้านการอักเสบเทียบได้กับยามาตรฐานหลายชนิด คือ แอสไพริน, อินโดเมธาซิน, ไฮโดรคอร์ติโซน และเพรดนิโซโลน จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอักเสบของสารนี้ในสัตว์ทดลองด้วยวิธีการต่าง ๆ พบว่าสาร 5,7-DMF สามารถต้านการอักเสบแบบเฉียบพลันได้ดีกว่าแบบเรื้อรัง โดยแสดงฤทธิ์ยับยั้งการบวมของอุ้งเท้าหนูขาวจากสารคาราจีนแนนและเคโอลินได้ดีกว่าฤทธิ์ยับยั้งการสร้าง granuloma จากการฝังสำลีใต้ผิวหนัง นอกจากนี้ พบว่า สาร 5,7-DMF มีฤทธิ์ยับยั้งการเกิด exudation และการสร้างสาร prostaglandin อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อศึกษาฤทธิ์ต้านการอักเสบในช่องปอดของหนูขาว (rat pleurisy) (วงศ์วิวัฒน์ ทัศนียกุลและอำไพ ปิ้นทอง, 2528 อ้างใน http://yalor. yru.ac.th/~dolah/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/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082)

3. พิษต่อเซลล์มะเร็ง (cytotoxic activity)

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

4. ฤทธิ์ขยายหลอดเลือดแดง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 อาการและสุขภาพไม่แตกต่างจากลุ่มควบคุมหนูที่ได้รับกรายดำขนาด 2000 มก./กก. มีน้ำหนักสัมพันธ์ของตับสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องจากมีน้ำหนักตัวที่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และมีเม็ดเลือดขาวอิโอสิโนฟิสต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แต่ยังคงอยู่ในช่วงค่าปกติ ในหนูเพศเมียที่ได้รับกระชายดำขนาด 2000 มก./กก. มีระดับโคเลสเตอรอลสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ หนูทั้งสองเพศที่ได้รับกระชายดำ 2000 มก./กก. มีระดับซีรั่มโซเดียมสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญแต่ยังอยู่ในช่วงค่าปกติ ผลการตรวจอวัยวะทางจุลพยาธิวิทยานั้นไม่พบการเปลี่ยนแปลงที่บ่งชี้ว่าเกิดจากความเป็นพิษของกระชายดำ

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อุดมลักษณ์ สุขอัตตะ และคณะ (2548 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรบางชนิดในการยับยั้งเชื้อราที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียในผลิตภัณฑ์ขนมอบ โดยมีผลการทดลองดังนี้ 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 discagar 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

เอกรินทร์ ภัทรธนวดี (2549 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาประสิทธิภาพสารต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดเครื่องเทศต่อจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย โดยมีผลการทดลองดังนี้ สาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สกัดขิง ข่า ขมิ้น และกระชาย ถูกนำมาทดสอบความสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ 3 กลุ่ม ได้แก่ แบคทีเรียก่อโรค แบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสีย และรา ด้วยวิธี agar dilution 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% (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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

ก. วัตถุดิบ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการหมักน้ำบีทรูท

เครื่องมือ

1. รีแฟรคโตมิเตอร์ (Protable รุ่น RHB-32 ATC)
2. ตู้บ่มเชื้อ (Memert รุ่น Schutzart DIN 40050-IP 20)
3. ฮอทเพลท (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. กล้องจุลทรรศ (HIRAYAMA)
9. เทอร์โมมิเตอร์

อุปกรณ์

1. ขวดดูแลน
2. กระบอกตวง
3. ถ้วยพลาสติก
4. กระดาษทิชชู
5. กระดาษสติ๊กเกอร์
6. หลอดทดลอง
7. ถาดอลูมิเนียม
8. บีกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ฟลาสก์

10. บิวเรต

11. ปิเปต

12. กระดาษวัดพีเอช

14. หม้อ

วัตถุดิบและส่วนผสม

1. น้ำบีทรูท

2. น้ำสับปะรด

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. การเตรียมน้ำบีทรูท

การเตรียมน้ำบีทรูท โดยใช้น้ำบีทรูทกล่องตราทิปโก้ (Tipco) 25 เปอร์เซ็นต์ น้ำสับปะรดคั้น 25 เปอร์เซ็นต์ และน้ำกลั่น 50 เปอร์เซ็นต์ ผสมให้เข้ากัน แบ่งเป็น 4 สูตร เติมน้ำกระชาย 0 1 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ปรับความเข้มข้นของน้ำตาลทรายให้ได้ 10 องศาบริกซ์ ใส่ในหลอดทดลองหลอดละ 10 นำมาพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การหมักน้ำบีทรูท

2.1 วิธีการเตรียมกล้าเชื้อ

2.1.1 การเตรียมกล้าเชื้อ *Lactobacillus pentosus*

ใช้ลูปเขี่ยเชื้อ *Lactobacillus pentosus* มาสตรีกบนอาหารแข็ง MRS ในจานเลี้ยงเชื้อ นำไปบ่มในตู้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใช้ลูปเขี่ยเชื้อมาละลายในน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วจะได้สารละลายเชื้อแบคทีเรีย

2.1.2 การเตรียมกล้าเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae*

ใช้ลูปเขี่ยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* มาสตรีกบนอาหารแข็ง PDA ในหลอดที่เตรียมไว้แล้วบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ใช้ลูปเขี่ยเชื้อมาละลายในน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วจะได้สารละลายยีสต์

2.2 การหมักน้ำบีทรูท

2.2.1 นำน้ำบีทรูทที่เตรียมไว้ตามข้อที่ 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 นำน้ำบีทรูทที่เตรียมไว้ตามข้อที่ 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 วิเคราะห์ค่าปริมาณกรดแลคติกโดยใช้วิธีการไตรเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล

3.4 ตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี Vaible plate count

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการ ค 140 และ ค 141 ของภาควิชา ครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาการใช้การใช้น้ำสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอีในการหมักน้ำบีทรูท ผลการศึกษาการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ค่าพีเอช และ จำนวนเซลล์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การศึกษาผลของการใช้น้ำขิงและกระชายในการหมักน้ำบีทรูทโดยใช้เชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอี

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

ตารางที่ 4 ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซนต์กรดแลคติก และจำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส ในการใช้สารสกัดจากขิง และกระชายในการยับยั้งการเจริญที่อายุการหมัก 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	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}

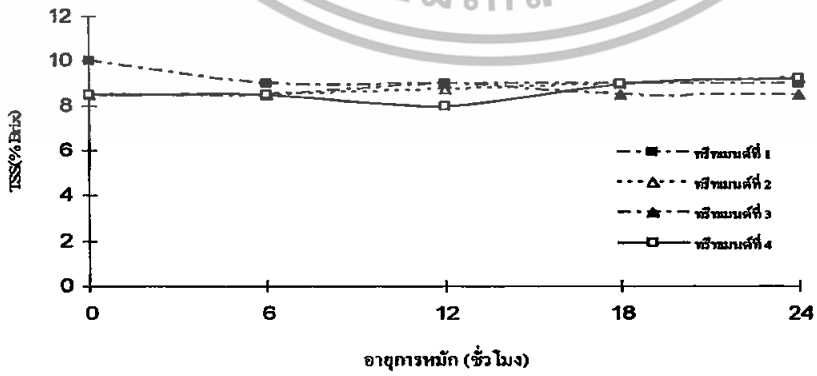
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ทรีทเมนต์	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
	กรดแลคติก (%)	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
	กรดแลคติก (%)	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 : ทรีทเมนต์ที่ 1 ไม่ใช้น้ำสกัดจากสมุนไพร
ทรีทเมนต์ที่ 2 ใช้น้ำสกัดจากขิง 3 เปอร์เซ็นต์
ทรีทเมนต์ที่ 3 ใช้น้ำสกัดจากกระชาย 3 เปอร์เซ็นต์
ทรีทเมนต์ที่ 4 ใช้น้ำสกัดจากขิงและกระชาย อย่างละ 1.5 เปอร์เซ็นต์
จำนวนเซลล์ = โคโลนี/มิลลิลิตร

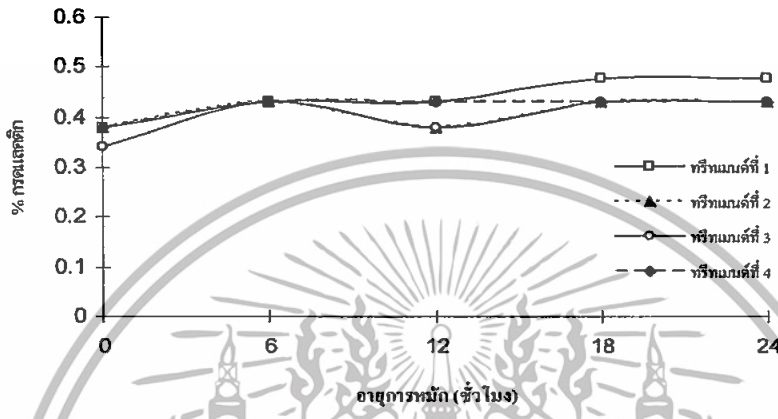
จากตารางที่ 4 พบว่า ในระยะแรกของการหมักน้ำบีทรูท ทุกทรีทเมนต์ค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 4 เมื่อเพิ่มระยะเวลาการหมักทุกทรีทเมนต์มีค่าพีเอชคงที่โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากพีเอชเริ่มต้น โดยค่าพีเอชคงที่อยู่ที่ 4



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในระหว่างการหมักโดยการใช้น้ำสกัดจากสมุนไพรในการยับยั้งเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4 และภาพที่ 8 พบว่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์เริ่มต้นของการหมักน้ำบีทรูททั้ง 4 ทรีทเมนต์มีค่าเริ่มต้นเท่ากันคือ 10 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เมื่ออายุการหมักที่ 24 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์บริกซ์ของทุกทรีทเมนต์ลดลงเท่ากับ 9 9.25 8.5 และ 9.25 ในทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกในระหว่างการหมักโดยการใช้น้ำสกัดจากสมุนไพรในการยับยั้ง เชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง

จากตารางที่ 4 และภาพที่ 9 พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์กรดแลกติกเริ่มต้นในทรีทเมนต์ที่ 1 2 และ 4 เท่ากับ 0.38 ส่วนทรีทเมนต์ที่ 3 เท่ากับ 0.34 เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเป็น 6 ชั่วโมงเปอร์เซ็นต์กรดแลกติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมักแต่ก็ไม่มากนัก เมื่ออายุการหมักที่ 24 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์กรดแลกติก มีค่าเท่ากับ 0.48 0.43 0.43 และ 0.43 ในทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ

จากตารางที่ 5 พบว่าจำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสในการหมักเมื่อใช้สารสกัดจากขิงและกระชาย ในการยับยั้งการเจริญ ที่อายุการหมักที่ 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง จำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสแพนโตซัส มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยอัตราการเพิ่มของจำนวนเชื้อนั้นจะเพิ่มขึ้นตามอายุการหมักที่เพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 จำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส ในการใช้สารสกัดจากสมุนไพรในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ 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 เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และจำนวนเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซีอีในการใช้สารสกัดจากสมุนไพรในการยับยั้งการเจริญที่อายุการหมัก 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
	กรดแลคติก (%)	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
	กรดแลคติก (%)	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
	กรดแลคติก (%)	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
	กรดแลคติก (%)	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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : ทรีทเมนต์ที่ 1 ไม่ใช้น้ำสกัดจากสมุนไพร

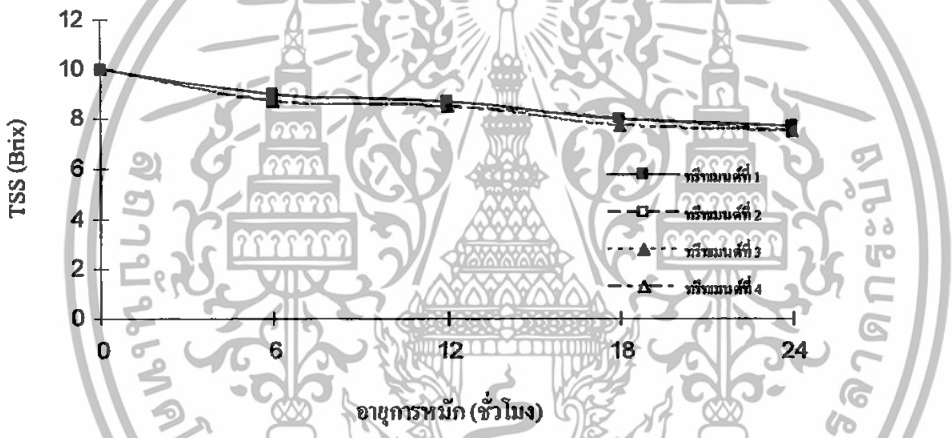
ทรีทเมนต์ที่ 2 ใช้น้ำสกัดจากขิง 3 เปอร์เซ็นต์

ทรีทเมนต์ที่ 3 ใช้น้ำสกัดจากกระชาย 3 เปอร์เซ็นต์

ทรีทเมนต์ที่ 4 ใช้น้ำสกัดจากขิงและกระชายอย่างละ 1.5 เปอร์เซ็นต์

จำนวนเซลล์ = โคโลนี/มิลลิลิตร

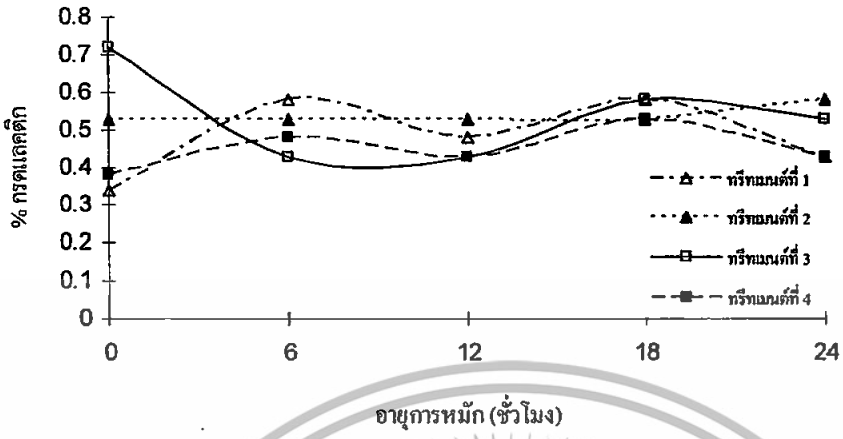
จากตารางที่ 6 พบว่า ในระยะแรกของการหมักน้ำบีทรูท ทุกทรีทเมนต์ค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 4 เมื่อเพิ่มระยะเวลาการหมักทุกทรีทเมนต์มีค่าพีเอชคงที่โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากพีเอชเริ่มต้น โดยค่าพีเอชคงที่อยู่ที่ 4



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในระหว่างการหมักโดยการใช้น้ำสกัดจากสมุนไพรใน การยับยั้งเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอรีวิซีอีที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24

จากตารางที่ 6 และภาพที่ 10 พบว่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์เริ่มต้นของการหมักน้ำบีทรูททั้ง 4 ทรีทเมนต์มีค่าเริ่มต้นเท่ากันคือ 10 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ที่อายุการหมัก 0 6 และ 12 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์บริกซ์มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เมื่ออายุการหมักที่ 24 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์บริกซ์ของทุกทรีทเมนต์ลดลงเท่ากับ 8.25 8 8 และ 7.75 ในทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกในระหว่างการหมักโดยการใช้น้ำสกัดจากสมุนไพรในการยับยั้งเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอีที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24

จากตารางที่ 6 และภาพที่ 11 พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์กรดแลกติกเริ่มต้นในทรีทเมนต์ที่ 1 เท่ากับ 0.34 ทรีทเนต์ที่ 2 เท่ากับ 0.53 ทรีทเมนต์ที่ 3 เท่ากับ 0.72 และทรีทเมนต์ที่ 4 เท่ากับ 0.38 เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเป็น 6 ชั่วโมงเปอร์เซ็นต์กรดแลกติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมักแต่ก็ไม่มากนัก เมื่ออายุการหมักที่ 24 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์กรดแลกติก มีค่าเท่ากับ 0.43 0.58 0.53 และ 0.43 ในทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 7 จำนวนเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอีในการใช้สารสกัดจากสมุนไพรในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง

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

จากตารางที่ 7 พบว่าจำนวนเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอีในการใช้สารสกัดจากสมุนไพรในการยับยั้งการเจริญ ในระยะเวลาการหมักที่ 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง พบว่าจำนวนเชื้อในชั่วโมงที่ 0 6 และ 12 จำนวนเชื้อมีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นทั้ง 4 ทรีทเมนต์ แต่เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงชั่วโมงที่ 18 และ 24 จำนวนเชื้อมีอัตราการเจริญเติบโตที่คงที่ หรือมีการเจริญที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเท่านั้น โดยจะเห็นได้จากชั่วโมงที่ 18

จากการทดลองการศึกษาการใช้น้ำสกัดจากขิงและกระชายในการหมักน้ำบีทรูท จากการศึกษาข้างต้นจะเห็นได้ว่า ตัวอย่างที่ใช้น้ำสกัดจากขิงและน้ำสกัดจากขิงผสมกระชายมีผลในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอี ส่วนกระชายมีผลในการทำให้จุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดมีปฏิกิริยาที่ช้าลง จึงได้นำน้ำสกัดจากกระชายมาศึกษาในการหมักน้ำบีทรูทโดยผสมน้ำสกัดจากกระชายที่ความเข้มข้นของน้ำสกัดจากกระชายที่ 1 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ มีการศึกษาการวิเคราะห์ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และจำนวนเซลล์ ตามรายละเอียดในหัวข้อ 4.2

4.2 การศึกษาผลของน้ำสกัดจากกระชายที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส ในการหมักน้ำบีทรูท

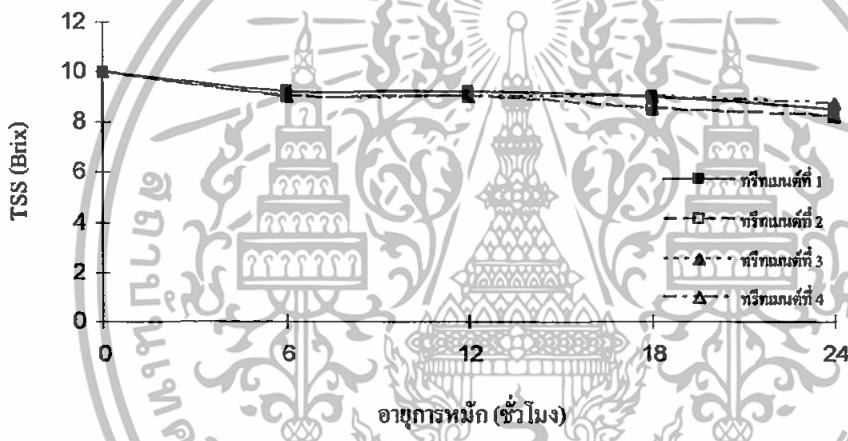
ตารางที่ 8 ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซนต์กรดแลคติก และจำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสแพนโตซัส ในการใช้สารสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญ ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง

ทรีทเมนต์	การวิเคราะห์	อายุการหมักชั่วโมง				
		0	6	12	18	24
1	พีเอช	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	บริกซ์ (%)	10	9	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}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

จากตารางที่ 8 พบว่า ในระยะแรกของการหมักน้ำบีทรูท ทุกทรีทเมนต์จะมีค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 4 เมื่อเพิ่มระยะเวลาการหมักทุกทรีทเมนต์มีค่าพีเอชคงที่โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากพีเอชเริ่มต้น โดยมีพีเอชคงที่อยู่ที่ 4



ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในระหว่างการหมักโดยการใช้น้ำสกัดจากกระชายในการยับยั้งเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24

จากตารางที่ 8 และภาพที่ 12 พบว่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์เริ่มต้นของการหมักน้ำบีทรูททั้ง 4 ทรีทเมนต์มีค่าเริ่มต้นเท่ากันคือ 10 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เมื่ออายุการหมักที่ 24 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์บริกซ์ของทรีทเมนต์มีค่าเท่ากับ 9 8.25 8.25 และ 8.25 ในทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ

จากตารางที่ 9 พบว่าจำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสในการใช้สารสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญ ในระยะเวลาการหมักที่ 24 ชั่วโมง พบว่าจำนวนเชื้อในการหมักแต่ละชั่วโมงและแต่ทรีทเมนต์มีอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อที่เพิ่มมากขึ้น โดยในชั่วโมงแรกไม่สามารถทำการนับเชื้อได้ แต่ในชั่วโมงถัด ๆไปจะเห็นได้ว่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งในชั่วโมงที่ 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ตารางที่ 9 จำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสในการใช้สารสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง

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

จากการศึกษาการหมักน้ำบีทรูทที่เติมน้ำสกัดจากกระชายพบว่า น้ำสกัดจากกระชายมีผลต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสในกระบวนการหมัก ทำให้จำนวนเชื้อมีการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้น จากการศึกษาดังกล่าวเราสามารถนำน้ำสกัดจากกระชายไปใช้ในกระบวนการหมักอื่น ๆ ที่มีเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสเป็นเชื้อตั้งต้นในการหมัก จะทำให้กระบวนการหมักมีผลที่ดียิ่งขึ้น

4.3 การศึกษาผลของน้ำสกัดจากกระชายที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอีในการหมักน้ำบีทรูท

ตารางที่ 10 ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซนต์กรดแลคติก และจำนวนเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอี ในการใช้สารสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญที่อายุการหมัก 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	9	8	8
	จำนวนเซลล์	3.6×10^{4}	1.03×10^{5}	5.70×10^{5}	8.30×10^{5}	1.36×10^{6}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

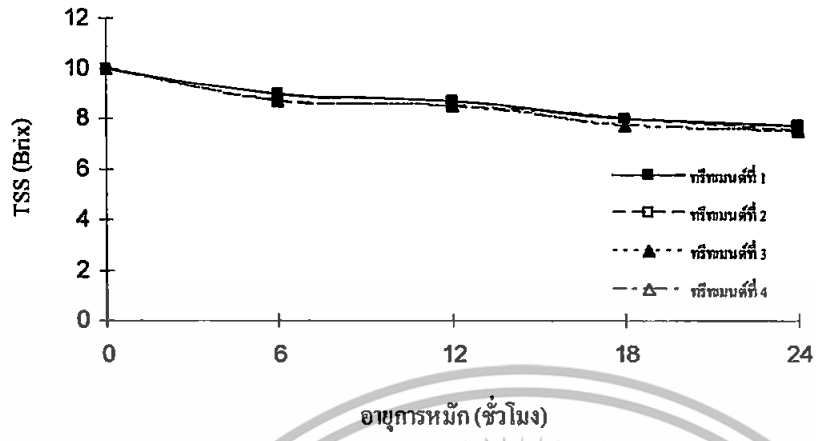
ตารางที่ 10 (ต่อ)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในระหว่างการหมักโดยการใช้น้ำสกัดจากกระชายในการยับยั้งเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอีที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง

จากตารางที่ 10 และภาพที่ 13 พบว่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์เริ่มต้นของการหมักน้ำบีทรูททั้ง 4 ทรีทเมนต์มีค่าเริ่มต้นเท่ากันคือ 10 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เมื่ออายุการหมักที่ 24 ชั่วโมง ลดลงเท่ากับ 8 ในทุกทรีทเมนต์

ตารางที่ 11 จำนวนเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอีในการใช้สารสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ที่อายุการหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง

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

จากตารางที่ 11 พบว่าจำนวนเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอีในการใช้สารสกัดจากกระชายในการยับยั้งการจริญ ในระยะเวลาการหมักที่ 24 ชั่วโมง พบว่าในทรีทเมนต์ที่ 1 จำนวนเชื้อมีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก โดยในชั่วโมงที่ 0 มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 3.6×10^{4} และในชั่วโมงที่ 24 มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 1.36×10^{6} ส่วนในทรีทเมนต์ที่ 2 3 และ 4 ในชั่วโมงที่ 0 6 และ 12 จำนวนเชื้อมีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก แต่เมื่อถึงชั่วโมงที่ 18 และ 24 จำนวนเชื้อมีอัตราการเจริญเติบโตที่คงที่อาจมีการเพิ่มบ้างก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาดังกล่าวจะเห็นได้ว่าน้ำสกัดจากกระชายมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแซลคาโรมัยซีสเซอริวิซิอี ซึ่งอาจจะไม่ได้ทำให้เชื้อตายหรือหยุดซะทีเดียว 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 สุขอัตตะ 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 ภัทรธนวดี : 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจากการศึกษาการใช้น้ำสกัดจากกระชายต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอี จะเห็นได้ว่าน้ำสกัดจากกระชายยังไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้อย่างชัดเจนแต่จะทำให้การเจริญเติบโตของเชื้อหยุดชะงัก มีผลทำให้เจริญได้ช้าลงหรือมีการอัตราการเจริญที่คงที่ จากผลการทดลองดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการยับยั้งเชื้อชนิดอื่นโดยจะเห็นได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำกระชายไปใช้ประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการใช้การใช้น้ำสกัดจากกระชายในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซีอีในการหมักน้ำบีทรูท ผลการศึกษาการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ค่าพีเอช จำนวนเซลล์ สรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. การศึกษาผลของการใช้น้ำขิงและกระชายในการหมักน้ำบีทรูทโดยใช้เชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซีอี

จากการศึกษาผลของการใช้น้ำขิงและกระชายในการหมักน้ำบีทรูทโดยใช้เชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสและแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซีอี พบว่า พีเอชของการหมักทุกทรีทเมนต์ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกัน เปอร์เซ็นต์บริกซ์ของการหมัก ลดลงเพียงเล็กน้อย ค่าเปอร์เซ็นต์กรดแลกติก เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์กรดแลกติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมักแต่ก็ไม่มากนัก จำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสในการหมักมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยอัตราการเพิ่มของจำนวนเชื้อนั้นจะเพิ่มขึ้นตามอายุการหมักที่เพิ่มมากขึ้น จำนวนเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซีอีในชั่วโมงที่ 0 6 และ 12 มีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นทั้ง 4 ทรีทเมนต์ แต่เมื่อถึงชั่วโมงที่ 18 และ 24 มีอัตราการเจริญเติบโตที่คงที่ หรือมีการเจริญที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเท่านั้น

2. การศึกษาผลของน้ำสกัดจากกระชายที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส ในการหมักน้ำบีทรูท

จากการศึกษาผลของน้ำสกัดจากกระชายที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส ในการหมักน้ำบีทรูท พบว่า ค่าพีเอชในการหมักเท่ากับ 4 เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นค่าพีเอชยังคงที่โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง เปอร์เซ็นต์บริกซ์ มีค่าลดลงเพียงเล็กน้อย จำนวนเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส มีอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อที่เพิ่มมากขึ้น โดยจะเห็นได้ว่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากการศึกษาดังกล่าวเราสามารถนำน้ำสกัดจากกระชายไปใช้ในกระบวนการหมักอื่น ๆ ที่มีเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัสเป็นเชื้อตั้งต้นในการหมัก จะทำให้กระบวนการหมักมีผลที่ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การศึกษาผลของน้ำสกัดจากกระชายที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอีในการหมักน้ำบีทรูท

จากการศึกษาการศึกษาผลของน้ำสกัดจากกระชายที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอีในการหมักน้ำบีทรูท พบว่า ค่าพีเอชเท่ากับ 4 เมื่อเพิ่มระยะเวลาการหมักทุกทรีทเมนต์มีค่าพีเอชคงที่โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง เปอร์เซ็นต์บริกซ์เริ่มต้นมีค่าเริ่มต้นคือ 10 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เมื่ออายุการหมักที่ 24 ชั่วโมง ลดลงเท่ากับ 8 ในทุกทรีทเมนต์ จำนวนเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอี ในทรีทเมนต์ที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก โดยในชั่วโมงที่ 0 มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 3.6×10^{4} และในชั่วโมงที่ 24 มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 1.36×10^{6} ส่วนในทรีทเมนต์ที่ 2 3 และ 4 ส่วนชั่วโมงที่ 0 6 และ 12 จำนวนเชื้อมีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก แต่เมื่อถึงชั่วโมงที่ 18 และ 24 จำนวนเชื้อมีอัตราการเจริญเติบโตที่คงที่อาจมีการเพิ่มบ้างก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

จากการศึกษาดังกล่าวจะเห็นได้ว่าน้ำสกัดจากกระชายมีผลในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อแลคโตบาซิลลัสเพนโตซัส ทำให้กระบวนการหมักมีผลดียิ่งขึ้นซึ่งสามารถนำผลดังกล่าวไปในประโยชน์ในกระบวนการหมักได้ ส่วนเชื้อแซคคาโรมัยซีสเซอริวิซิอี น้ำสกัดจากกระชายส่งผลต่อการเจริญเติบโตถึงแม้ว่าจะไม่สามารถยับยั้งได้อย่างชัดเจน แต่ก็สามารถทำให้เชื้อชะงักการเจริญเติบโตหรือมีการเจริญเติบโตในอัตราที่คงที่ จากผลการทดลองดังกล่าวทำให้เห็นได้ว่าน้ำสกัดจากกระชายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทั้งในทางส่งเสริมและทางการยับยั้งได้ขึ้นอยู่กับว่าจะนำไปใช้กับเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใด

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการนำน้ำสกัดจากกระชายไปใช้ประโยชน์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ควรเพิ่มความเข้มข้นเพื่อทำให้ผลการทดลองชัดเจนยิ่งขึ้น

2. หากนำผลการทดลองไปศึกษาต่อควรหมักในน้ำผลไม้ชนิดอื่นเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น

3. ในการทำการศึกษาควรศึกษาควบคู่ไปกับพืชชนิดอื่นเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับพืชดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ช่อฟ้า ทองไทย และคณะ. 2549. พจนานุกรมเทคโนโลยีชีวภาพอังกฤษ-ไทย. กรุงเทพฯ: สินทวีกิจ พริ้นติ้ง. 107 น.

นัฐญา ธนาศิริวัฒนา และคณะ. บทคัดย่อปริญญานิพนธ์. แหล่งที่มา : http://www.tistr.or.th/pharma/Kaempferia_abs01.htm, 2 พฤศจิกายน 2550.

นันทวัน บุณยะประภัศร 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. บีทรูท. 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. บีทรูท. แหล่งที่มา : http://www.pop.co.th/food/coffee.phtml?status =coffee,1665, TH& page=8, 2 พฤศจิกายน 2550.

นิรนาม. 2550. บีทรูท. แหล่งที่มา : http://www.doikham.com, 2 พฤศจิกายน 2550.

นิรนาม. 2550. คุณค่าทางโภชนาการบีทรูท. แหล่งที่มา : www.indiangyan.com/books/healthbooks/food _that_ hael/beet root.shtml, 5 พฤศจิกายน 2550.

นิรนาม. 2550. น้ำบีทรูท. 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิรนาม. มปป. "ยีสต์" รูปภาพ. แหล่งที่มา : www.rmutphysics.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. การผลิตนมถั่วเหลืองหมักด้วยกล้าเชื้อ Lactobacillus pentosus และ Saccharomyces cerevisiae. แหล่งที่มา : http://kucon.lib.ku.ac.th/Fulltext/ KC4506011.pdf, 25 กุมภาพันธ์ 2551.

เพ็ญนภา ยอดยิ่ง. มปป. กระชาย. แหล่งที่มา : http://yalor.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMREP/Sb_404652082, 1 มกราคม 2551.

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

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

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

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

สุรีรัตน์ เงินดวง. 2545. การศึกษาแบคทีเรียกรดแลคติกที่ผลิตแบคทีเรียเทอริโอซินจากอาหารหมัก. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อมรรัตน์ สีสุกอง นาฏลดา อ่อนวิมล และศรีสุดา หาญภาคภูมิ. 2546. การผลิตไวน์บีทรูท . ปริญญานิพนธ์ วท.บ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

อุดมลักษณ์ สุขอัตตะ และคณะ. 2548. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรบางชนิดในการยับยั้งเชื้อราที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียในผลิตภัณฑ์ขนมอบ. แหล่งที่มา : http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/KC4306038.pdf, 15 มกราคม 2551

เอกรินทร์ ภัทรธนวดี และคณะ. 2549. ประสิทธิภาพสารต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดเครื่องเทศต่อจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย. 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. Joural 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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. Ammouium 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วิธีการเลี้ยงและแยกเชื้อจุลินทรีย์

1. Spread plate technique

ทำการเจือจางโดยใช้ปิเปตดูดตัวอย่างมา 1 ml. เติมลงในน้ำกลั่น 9 ml. เขย่าให้เข้ากันใช้ปิเปตดูดตัวอย่างของค่าเจือจางที่เหมาะสม (Dilution) เช่น 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} อย่างละ 0.1 ml. ใส่ในจานเพาะเชื้อที่เทอาหารแข็งล่วงหน้าไว้ก่อน 1 วัน แล้วใช้แท่งแก้วงอเป็นรูปสามเหลี่ยมจุ่มแอลกอฮอล์ลนไฟฆ่าเชื้อ ทิ้งไว้สักครู่ให้เย็น เกลี่ยตัวอย่างให้แผ่กระจายทั่วผิวหน้าของอาหารแข็ง ซึ่งทำได้โดยใช้มือหนึ่งช่วยหมุนจาน โดยแตะแท่งแก้วไว้บนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อพร้อมทั้งผลักจานหมุนไปรอบๆ ระวังอย่าให้วุ้นแตก หลังจากนั้นวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 20 นาที เพื่อให้สารละลายตัวอย่างแห้งซึมเข้าในวุ้นให้หมด บ่มจานอาหารเลี้ยงเชื้อในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีของเชื้อที่เจริญบนอาหารแข็งทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การใช้เครื่องมือต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ

1. หม้อนึ่งความดัน (Altoclave)

1. ใส่น้ำสะอาดลงในเครื่อง Autoclave พอประมาณอย่าให้ท่วมจานวางตะกร้า

2. เสียบปลั๊กไฟตัวเครื่องให้เรียบร้อย นำของที่ต้องการฆ่าเชื้อใส่ลงไปในตะกร้าและใส่ของลงไปใน Autoclave

3. กดปุ่ม Power ไปที่ On

4. เช็คปุ่ม Exhaust ให้อยู่ที่ Close

5. กดปุ่ม Mode แล้วกดปุ่ม Temp หน้าแป้นโชว์เลข "121" ถ้าต้องการเปลี่ยนอุณหภูมิตัวเลขให้กดลูกศร " ▼ " เมื่อต้องการปรับอุณหภูมิขึ้นและลูกศร " ▲ " เมื่อต้องการปรับอุณหภูมิลง

6. กดปุ่ม "Start Time" เป็นเวลาที่ต้องการฆ่าเชื้อโดยปกติตั้งค่าไว้ที่ 15 นาที แต่ถ้าต้องการแก้ไขสามารถเปลี่ยนค่า ตั้งขึ้นหรือลงได้เช่นเดียวกันกับข้อ 6

7. กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มการใช้งาน

8. ให้ยืนรอดูว่าไม่มีเสียงอะไรผิดปกติและตัวเลขของอุณหภูมิขึ้นจึงเดินออกไปได้

<u>ข้อควรระวังในการใช้งาน</u>

1. ตรวจสอบอุณหภูมิให้ได้ 121 องศาเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

2. เวลาฆ่าเชื้อเสร็จแล้วไม่ควรเปิดฝาออกทันที ควรรอให้สเกลความดันลดลงถึง "0" ก่อนเพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน จึงจะเปิดฝาออกได้

2. ตู้บ่มเชื้อ

1. เสียบปลั๊กเพื่อจ่ายเข้าเครื่อง

2. เปิดสวิทซ์โดยหมุนปุ่ม Power จาก "0" มาที่ "I"

3. กดปุ่ม Set ค้างไว้แล้วหมุนปรับอุณหภูมิ " ↷ " ได้ตามต้องการใช้งาน (ไม่ควรเกิน limit ของเครื่องคือประมาณ 70 องศาเซลเซียส)

4. เมื่อใช้งานเสร็จแล้วหมุนปุ่ม Power มาที่ "O" เพื่อเปิดสวิทซ์ให้เรียบร้อย

5. ถอดปลั๊กออกทุกครั้งเมื่อใช้งานเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้