สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตสาโทสมุนไพร
PRODUCTION OF HERBAL SATO

โดย

นางสาวศรีสุรางค์ ส่งศรี

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ส.ง.
ศ2777
ล546
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51235
วัน,เดือน,ปี - 7 ก.ค. 2547

b.....
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2546

ชื่อเรื่อง การผลิตสาโทสมุนไพร

Production of Herbal SATO

ชื่อ - สกุล นางสาวศรีสุรางค์ ส่งศรี

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. ปิ่นมณี ขวัญเมือง

บทคัดย่อ

จากการทดลองผลิตสาโทสมุนไพร โดยใช้ระยะเวลาการหมักที่อายุ 0 3 6 9 12 และ15 วัน นำมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ พีเอช เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ จำนวนเซลล์ยีสต์ ผลการศึกษา พบว่า การเปลี่ยนแปลง เปอร์เซ็นต์บริกซ์ลดลงไปในทางเดียวกันมาตลอดระยะเวลาการหมัก โดยเริ่มต้นเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออายุการหมัก 15 วัน เท่ากับ 11.6 9.0 10.0 และ 9.2 ในทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ ค่าพีเอชจะลดลงไปในทางเดียวกันตลอดเวลาการหมัก โดยเริ่มต้นเท่ากับ 4.58 4.37 4.61 และ 4.55 เมื่ออายุการหมักที่ 15 วันค่าพีเอช 3.59 3.78 3.78 และ 3.73 ในทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเพิ่มขึ้นไปในทางเดียวกันตลอดระยะเวลาการหมัก โดยที่อายุการหมักเริ่มต้นเท่ากับ 0.12 0.10 0.11 และ 0.11 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออายุการหมัก 15 วัน เปอร์เซ็นต์กรด แลคติก เท่ากับ 0.85 0.63 0.68 และ 0.68 เปอร์เซ็นต์ ในทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นไปในทางเดียวกันตลอดระยะเวลาการหมัก โดยที่อายุการหมัก 15 วัน เท่ากับ 6.83 8.16 7.65 และ 8.06 ตามลำดับ ส่วนการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเซลล์เริ่มต้นที่ 10^5 เซลล์/มิลลิลิตร ในทรีทเมนต์ที่ 1 3 และ 4 โดยทุกทรีทเมนต์จำนวนเซลล์เมื่อสิ้นสุดการทดลอง เท่ากับ 10^6 เซลล์/มิลลิลิตร การทดสอบทางประสาทสัมผัสของสาโทสมุนไพร ในทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 โดยได้ผู้ทดสอบชิม 20 คน พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางประสาทด้านสี กลิ่น รสชาติ การยอมรับรวม ในแต่ละทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$) โดยลักษณะด้านสี รสชาติ และการยอมรับรวม ในทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าทรีทเมนต์อื่นๆ ส่วนด้านกลิ่น ในทรีทเมนต์ที่ 1 เฉลี่ยสูงที่สุด และจากการศึกษาการหมักสาโทสมุนไพรควรใช้ลูกแป้งที่ผลิตสาโทโดยตรงและควรเป็นลูกแป้งที่ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่าย ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ดร. ปิ่นมณี ขวัญเมือง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำเพื่อมาแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยดี ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ และขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ปิยะนารถ จันทร์เล็ก ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังได้รับการอำนวยความสะดวกต่าง ๆ จากเจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร รวมทั้งความช่วยเหลือจากเพื่อน ๆ ในการทำการทดลอง ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดความสมบูรณ์ของปัญหาพิเศษในเรื่องนี้ และบุคคลที่ขาดไม่ได้ คือ ผู้ทดสอบชิมทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ จึงขอขอบคุณท่านที่กล่าวมา ณ โอกาสนี้

ความดีและประโยชน์จากปัญหาพิเศษเล่มนี้ ขอมอบให้ บิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวทุกคน ที่ได้ให้การสนับสนุน ในด้านทุนทรัพย์ และกำลังใจตลอดมา รวมทั้งอาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน

ศรีสุรางค์ ส่งศรี

มีนาคม 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	
2.1 สาโท	4
2.2 กระบวนการผลิตสาโท	4
2.3 สมุนไพร	18
3 อุปกรณ์และวิธีการ	
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	28
3.2 วิธีการ	29
3.3 สถานที่ทำการวิจัย	30
3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

4.1 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมักสาโทสมุนไพร..... 32

4.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อสาโทสมุนไพร..... 37

5 สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง..... 39

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 40

บรรณานุกรม..... 40

ภาคผนวก..... 41

ภาคผนวก ก..... 42

ภาคผนวก ข..... 43

ภาคผนวก ค..... 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอะมิโลส.....	9
2	ตัวอย่างของเชื้อจุลินทรีย์ในลูกแป้งชนิดต่างๆ.....	10
3	แสดงคุณค่าทางโภชนาการส่วนที่กินได้ในตะไคร้ น้ำหนัก 100 กรัม.....	22
4	แสดงคุณค่าทางโภชนาการส่วนที่กินได้ในสะระแหน่ น้ำหนัก 100 กรัม.....	25
5	แสดงคุณค่าทางโภชนาการส่วนที่กินได้ในขมิ้นชันและขมิ้นขาว น้ำหนัก 100 กรัม.....	27
6	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์แลคติก เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ จำนวนเซลล์ยีสต์ในระหว่างการหมักสาโทสมุนไพรที่อายุการหมัก 0 3 6 9 12 และ 15 วัน	34
7	แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสาโทสมุนไพร.....	37
8	ส่วนผสมการผลิตสาโทสมุนไพรในสูตรต่างๆ.....	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนภูมิการหมักข้าวหมาก.....	5
2	แผนภูมิการหมักกระแช่หรือน้ำขาว.....	6
3	ตัวอย่างลูกแป้งที่ใช้ทำสาโท.....	9
4	การเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์บริกซ์และเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ ในระหว่างการหมักสาโทที่อายุการหมัก 0 - 15 วัน.....	35
5	การเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอชและเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกในระหว่างการหมักสาโทที่อายุการหมัก 0 - 15 วัน.....	36
6	ภาพข้าวเหนียวนึ่งคลุกลูกแป้งพร้อมบรรจุ.....	43
7	ภาพแสดงการผลิตสาโทสมุนไพร.....	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

สาโทจัดเป็นไวน์ข้าว (Rice wine) ซึ่งเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์พื้นบ้านดั้งเดิมของไทย ผลิตโดยการหมักข้าวเหนียวนึ่งผสมด้วยลูกแป้ง จัดเป็นสุราแช่ประเภทที่ไม่มีการกลั่นและมีแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15% โดยปริมาตร (จริยา เดชกุญชร และ ดวงฤทัย ธำรงโชติ, 2546 : 14) การหมักสาโทใช้วิธีดั้งเดิมที่สืบทอดต่อกันมาลักษณะของสาโทจะใสมีกลิ่นและรสชาติเฉพาะ ปัจจุบันมีการผลิตสาโทกลิ่นรสต่างๆ มากมายเช่น สาโทเสาวรส สาโทมะตูม สาโทลูกเดือย สาโทสมหวัง (แห้ว) ซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากสาโทชนิดที่กล่าวมาแล้วยังมีการนำเอาน้ำสกัดจากสมุนไพรมาเติมในขั้นตอนการหมักได้เป็นสาโทสมุนไพร เช่น สาโทสะระแหน่ สาโทฟ้าทะลายโจร สาโทบัวบก ซึ่งสมุนไพรเหล่านี้มีประโยชน์มากมายและมีคุณค่าทางโภชนาการ เป็นที่ทราบกันว่าสมุนไพรมีคุณค่าทางยามากมายซึ่งเป็นทั้งยาบำรุงสุขภาพและเป็นยารักษาโรค โดยเชื่อกันว่าการนำสมุนไพรมาใช้ประโยชน์เป็น "ภูมิปัญญาชาวบ้าน" ที่สมควรแก่การอนุรักษ์

สมุนไพรหลายชนิด เช่น ตะไคร้ (*Citronellec citratus*) ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิดคือ ตะไคร้บ้านและตะไคร้หอม ตะไคร้ 2 ชนิดนี้มีลักษณะที่คล้ายกัน (http://bmnet.bencham.ac.th/agri/takai.html) โดยตะไคร้บ้านเป็นไม้ล้มลุกขึ้นเป็นกอใหญ่สูงประมาณ 1 เมตร ลักษณะของลำต้นตั้งตรง แข็ง เกลี้ยง ตามปล้องจะมีขนปกคลุมความสูงวัดจากโคลนต้นถึงกาบใบประมาณ 30 เซนติเมตร ส่วนตะไคร้หอมมีความสูงประมาณ 2 เมตร กาบใบประมาณ 60-75 เซนติเมตร ขอบใบมีขนปกคลุม ตะไคร้มีสรรพคุณพิเศษมากมายใช้เป็นยารักษาโรค เช่นแก้ปวดท้อง ขับปัสสาวะ และยังใช้ร่วมกับสมุนไพรชนิดอื่นรักษาโรคได้ (http://www.mahidol.ac.th/mahidol/py/mpcenter/html/cymbopo.html) นอกจากตะไคร้แล้วยังมีพืชสมุนไพรที่น่าสนใจคือ สะระแหน่ (*Mentha arversi*) เป็นพืชเลื้อยตามพื้นดิน ลำต้นสีแดงเข้ม ใบกลมขนาดหัวแม่มือ ใบค่อนข้างหนา ริมใบหยักโดยรอบและมีกลิ่นหอม นิยมใช้รับประทาน หรือจะใช้เป็นยารักษาโรค สะระแหน่เป็นพืชที่มีรากสั้น นิยมปลูกไว้ตามรั้วบ้าน หรือปลูกเป็นพืชผักสวนครัวเพื่อใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารจำพวก ลาบ น้ำตก ซุป ซึ่งจะทำให้อาหารมีรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชาติดีขึ้นและเพิ่มกลิ่นให้ยิ่งน่ารับประทาน สะระแหน่มีสรรพคุณแก้อาการอาหารไม่ย่อยแก้หวัด ขับเหงื่อลดความร้อนในร่างกาย อาการปวดศีรษะในฤดูร้อนอากาศอบอ้าวทำให้มีอาการร้อนในเป็นแผลในปากหรือบางรายมีเลือดกำเดาไหล ใช้ใบสะระแหน่ต้มใส่เกลือเล็กน้อยดื่ม อาการเจ็บตาในช่วงฤดูหนาว (http://www.waiwai.th.com/health/health28.htm) และสมุนไพรอีกชนิดที่น่าสนใจคือ ขมิ้น *(Curcuma longa* Linn*)* มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปเอเชีย ประเทศอินเดีย จีน และหมู่เกาะอินเดียตะวันออก ปัจจุบันมีการปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจอย่างแพร่หลายในเขตร้อน ขมิ้นเป็นพืชที่มีอายุยืน มีลำต้นใต้ดินเรียกว่า เหง้า ใบมีขนาดใหญ่ เรียวยาว เกิดมาจากเง้า ใบจะแห้งเมื่อถึงฤดูแล้ง เหง้าของขมิ้นมีน้ำมันหอมระเหยประมาณร้อยละ 2-6 เป็นน้ำมันสีเหลือง มีสารหลายชนิด คือ Turmerone, Zingiberene, Borneol เป็นต้น และมีสารมีเหลืองส้ม คือ เคอร์คิวมิน (Curcumin) ประมาณร้อยละ 1.8-5.4 (http://www.waiwai.th.com/ health/ health 28.htm)

จากความรู้เกี่ยวกับการผลิตสาโทและประโยชน์ของสมุนไพร สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางการพัฒนาการผลิตสาโทสมุนไพร ทั้งสาโทตะไคร้ สาโทสะระแหน่ และสาโทขมิ้น แต่อย่างไรก็ตามการจะพัฒนาการผลิต ได้ต้องมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักตลอดจนอายุการหมักที่เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อให้ได้สาโทอันเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเพราะ ปัจจุบันสาโทกำลังเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์พื้นบ้านของไทยที่ได้รับการส่งเสริมและเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั่วไปและสาโทที่ผลิตในท้องตลาดมีการคิดค้นปรับปรุงรสชาติสาโทใหม่ ๆ ขึ้นมาเพื่อสนองความต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นการผลิตสาโทโดยใช้สมุนไพรจาก ตะไคร้ สะระแหน่ ขมิ้น จึงเป็นแนวทางในการนำเอาสมุนไพรมาใช้ประโยชน์มากขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการผลิตสาโทสมุนไพร
2. เพื่อนำสมุนไพรที่ใช้ประโยชน์ในครัวเรือนมาใช้ประโยชน์ในการหมักสาโท

ขอบเขตและปัญหา

1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างเวลาการหมักสาโทสมุนไพรที่มีอายุการหมักต่างๆ
2. ศึกษาลักษณะทางกายภาพและการยอมรับสาโทสมุนไพรของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักสาโทสมุนไพรจาก ตะไคร้ สะระแหน่ และ ขมิ้น
2. ได้ผลิตภัณฑ์สาโทสมุนไพรชนิดใหม่
3. นำความรู้ในการผลิตสาโทสมุนไพรประยุกต์ใช้ในไปผลิตสาโทชนิดอื่นๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 สาโท

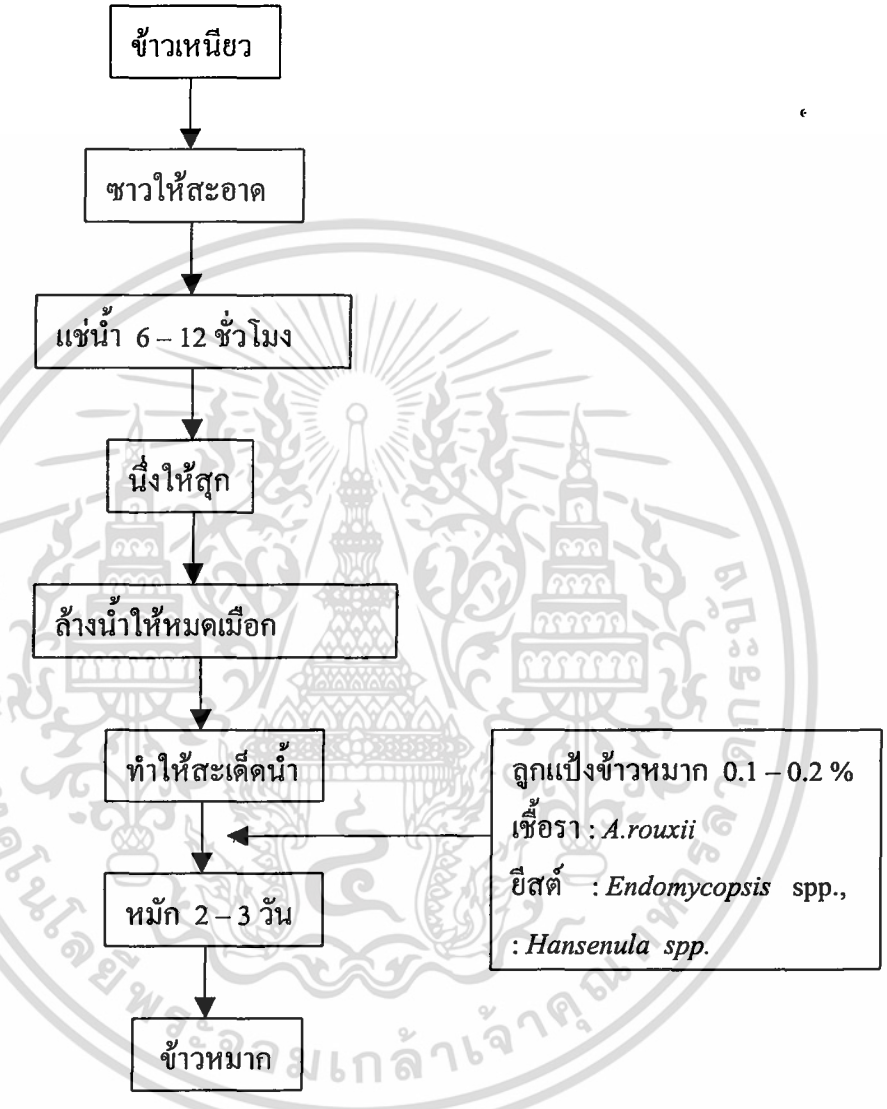
สาโท เป็นเครื่องดื่มที่จัดอยู่ในประเภทของสุราแช่ เนื่องจากเป็นเครื่องดื่มที่ยังไม่กลั่น และมีแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15 ดีกรี สาโททำมาจากข้าวเหนียว มีอยู่ในภาคเหนือ ภาคอีสานและภาคกลาง โดยการหมักข้าวเหนียวที่นึ่งสุกแล้วกับลูกแป้งเหล้า ซึ่งลูกแป้งที่ใช้ทำสาโทจะมีส่วนผสมของเชื้อราและยีสต์ หลังจากการหมัก 3 วัน จะได้กล้าเชื้อที่เรียกว่า น้ำต้อย (จริยา เดชากุญชร และ ดวงฤทัย ธำรงโชติ, 2546 : 14) วิธีการหมักหรือวิธีการผลิตยังใช้วิธีการแบบดั้งเดิมโดยใช้ลูกแป้งทำให้เกิดการหมักจนผลสุดท้ายเปลี่ยนสภาพไปเป็นเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เพราะใช้ลูกแป้งมีจุลินทรีย์หลายชนิดอยู่ในสภาพของเซลล์ที่พักตัวและสปอร์ ซึ่งเมื่อเซลล์และสปอร์เหล่านี้เจริญขึ้นในสภาวะที่เหมาะสมก็จะทำให้เกิดการหมัก แต่มักมีปัญหาเกิดขึ้นโดยเฉพาะเกี่ยวกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่สม่ำเสมอ มีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ไม่แน่นอน มีกลิ่นรสไม่ชวนดื่ม ไม่สม่ำเสมอ (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, 2538 : 38) ปัจจุบันจึงยังไม่มีอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ผลิตสาโทคุณภาพมาตรฐานในประเทศ ส่วนหนึ่งของปัญหาเกิดขึ้นเนื่องจากจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในลูกแป้งโดยพบจุลินทรีย์ที่จำเป็นและไม่จำเป็นต่อการหมัก พวกที่จำเป็นต่อการหมักอาจจะมีปัญหาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ ส่วนพวกที่ไม่จำเป็นนอกจากจะทำให้เกิดการสูญเสียวัตถุดิบโดยเปล่าประโยชน์ บางชนิดยังทำให้คุณภาพของสาโทเสื่อมลงอีกด้วย (นภา โล่ห์ทอง, 2535 : 21) น้ำสาโท มีความแตกต่างจากไวน์ผลไม้ทั่วไป เนื่องจากมีเศษตะกอนข้าว และเชื้อยีสต์ปะปนจนทำให้สาโทมีลักษณะขุ่นขาว และเนื่องจากการผ่านน้ำ แต่งน้ำตาล ทำให้สาโทมีรสหวาน มีปริมาณน้ำตาลมาก ซึ่งจะเป็นอาหารของจุลินทรีย์ ทำให้สาโทมีโอกาสเกิดการหมักครั้งที่สองขึ้นใหม่ในขวดอันเป็นเหตุให้ขวดระเบิดได้

2.2 กระบวนการผลิตสาโท

กระบวนการหมักสาโทโดยทั่วไปมีการหมัก 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกเป็นการย่อยแป้งในข้าวเหนียวให้เป็นน้ำตาลโดยกิจกรรมของเอนไซม์จากเชื้อราและขั้นตอนที่สองเกิดจากการเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์หรือการหมัก เกิดโดยยีสต์ส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะของขั้นตอน

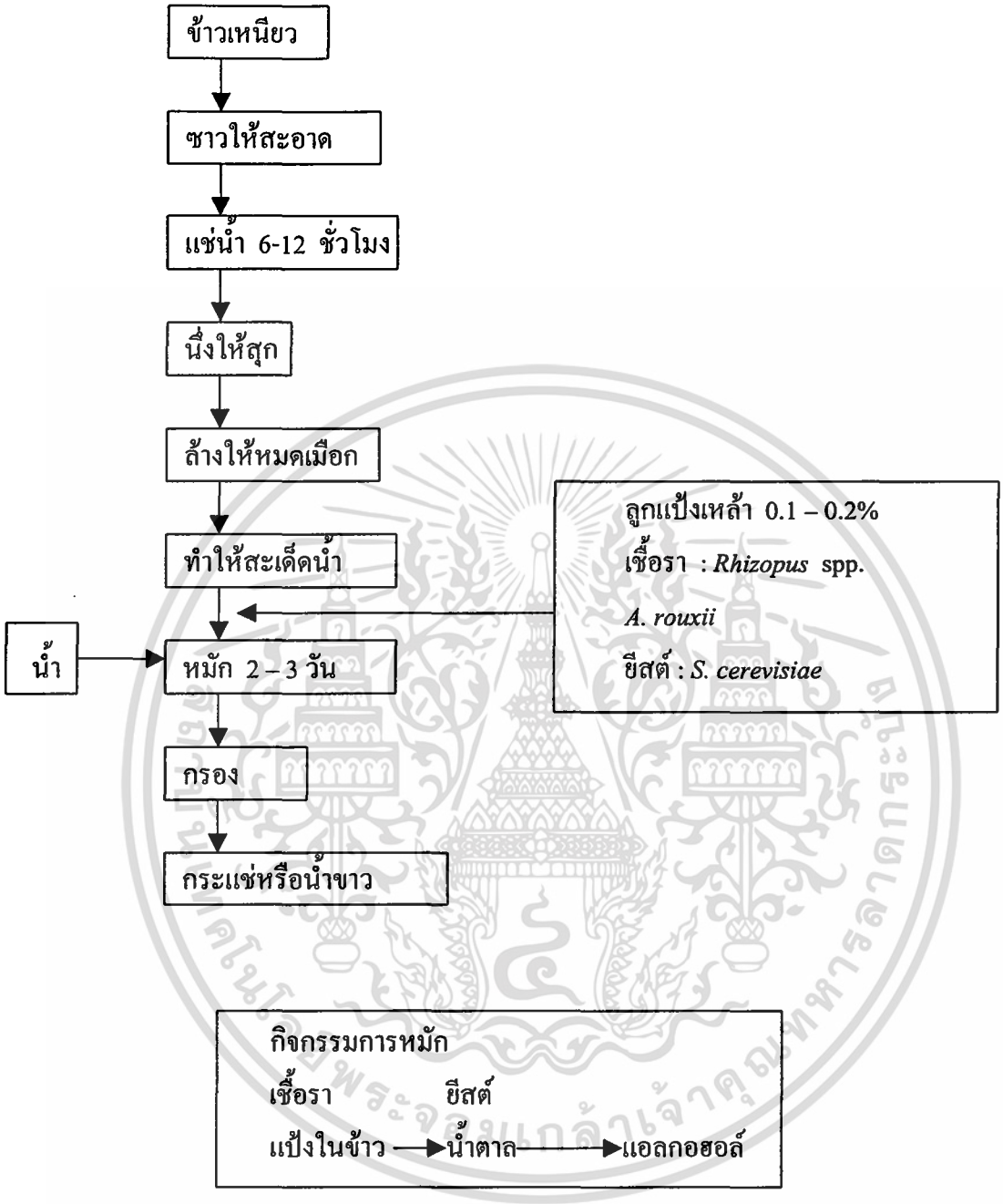
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตคล้ายกัน ได้แก่ การผลิตข้าวหมาก (ภาพที่ 1) โดยการผลิตข้าวหมากเป็นขั้นตอนแรกของการผลิตสาโทและการหมักกระแช่ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 1 แผนภูมิการหมักข้าวหมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แผนภูมิการหมักกระแช่หรือน้ำขาว

2.2.1 วัตถุดิบในการผลิตสาโท

สาโท ผลิตจากข้าวเหนียว โดยข้าวเหนียวที่ใช้ทำสาโท มี 2 ชนิด คือ ข้าวเหนียวขาว เมื่อนำไปหมักเป็นสาโทจะได้สาโทที่มีสีขาวอมเหลืองจางๆ และข้าวเหนียวดำ ซึ่งเมื่อนำมาหมักเป็นสาโทจะได้สาโทสีแดงเข้ม (จริยา เดชากุญชร และ ดวงฤทัย ธำรงโชติ, 2546 : 14) มีรายงานว่าถ้าใช้ข้าวเจ้าในการผลิตจะได้ผลไม่ดีเท่าข้าวเหนียว คือได้ปริมาณแอลกอฮอล์น้อยกว่า สาโทที่ได้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะขุ่นทำให้ตกตะกอนยากแต่มีปริมาณกรดมากกว่าและอาจมีรสเปรี้ยวได้แต่ยังไม่มีผลการวิจัยที่ชัดเจน แต่ทั้งนี้อาจเป็นเพราะองค์ประกอบทางเคมีของข้าวแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน การขัดสีข้าวก็อาจมีผลต่อคุณภาพของการหมักสาโท หากใช้ข้าวที่รำข้าวเหลืออยู่บ้างอาจช่วยให้การหมักดีขึ้น เนื่องจากว่ามีอาหารให้จุลินทรีย์มากกว่าข้าวขัดขาว

2.2.2 ข้าวเหนียว

โครงสร้างของข้าวประกอบด้วยโครงสร้าง 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนแรกเป็นเปลือกซึ่งประกอบด้วยเปลือกแข็งและเปลือกหุ้มเมล็ด ส่วนที่สองเป็นเนื้อเมล็ด และส่วนที่สาม คือ คัพภะ ในแต่ละส่วนจะมีสารอาหารเป็นองค์ประกอบแตกต่างกัน ส่วนแรกที่เป็นเปลือกแข็งประกอบด้วยเซลลูโลสซึ่งร่างกายไม่สามารถย่อยได้จึงต้องแยกออกก่อนบริโภค แต่ส่วนเปลือกหุ้มเมล็ดจะมีสารอาหารพวกวิตามินและแร่ธาตุอยู่มาก ส่วนที่สองซึ่งเป็นเนื้อเมล็ดจะมีคาร์โบไฮเดรต คือ สตาร์ชเป็นองค์ประกอบหลัก นอกจากนี้ก็ยังมีน้ำ โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุและวิตามินอยู่ด้วยส่วนที่สาม คือ คัพภะ ซึ่งเป็นส่วนที่จะเจริญเป็นต้นอ่อน จึงมีสารอาหารอยู่อย่างอุดมสมบูรณ์ครบถ้วนมากกว่าส่วนอื่นของข้าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งไขมันมีมากกว่าในส่วนอื่นแต่อย่างไรก็ตาม เมื่อรวมคุณค่าทางอาหารของข้าวทั้งหมดแล้วก็ยังมีไม่มากพอที่จะเป็นอาหารสมบูรณ์เพียงอย่างเดียว เพื่อการบริโภคของมนุษย์ที่จะใช้ในการเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย มนุษย์จึงบริโภคเป็นอาหารหลักร่วมกับอาหารจากแหล่งอื่น เช่น เนื้อสัตว์ต่าง ๆ ผักและผลไม้

คุณสมบัติของข้าวเหนียวพันธุ์เขี้ยวงู

อายุเก็บเกี่ยว	ประมาณ	21	พฤศจิกายน
ระยะฟักตัวของเมล็ด	ประมาณ	36	วัน
เมล็ดข้าวกล้อง	ยาว	7.23	มม.
	กว้าง	2.28	มม.
	หนา	1.77	มม.
	ความสูง	154	ซม.
ผลผลิต	ประมาณ	666	กก./ไร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติเด่น

ทนแล้งได้ดีพอสมควร ทำให้ผลผลิตไม่ลดในฤดูการทำนาที่ฝนทิ้งช่วง คุณภาพของการขัดสีดีและคุณภาพในการหุงต้มดีมากได้ข้าวสุกอ่อนนิ่มและมีกลิ่นหอม ลำต้นแข็ง ไม่ล้มง่ายปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ลักษณะต้นสูงเหมาะกับสภาพนาลุ่ม การแตกกออยู่ในเกณฑ์ดี รวงยาวลักษณะเมล็ดยาว ให้ผลผลิตสูง ต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล เก็บเกี่ยวง่าย นวดง่าย

คุณสมบัติด้อย

เป็นพันธุ์ที่ปลูกได้เฉพาะในฤดูนาปี เนื่องจากข้าวพันธุ์นี้มีกำเนิดมาจากข้าวเจ้าเมื่อปลูกไปนานๆ จะเกิดการกลายพันธุ์เป็นข้าวเจ้าได้ง่าย ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง ไม่ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและแมลงบั่ว

คุณภาพทางเคมีของเมล็ดข้าวเหนียว

คุณภาพเมล็ดข้าวทางเคมี หมายถึง สัดส่วนและองค์ประกอบทางเคมีที่มีผลต่อคุณภาพข้าวสุกโดยมีผลทำให้ข้าวสุกนั้นนุ่ม เหนียว หรือร่วนขึ้นหม้อ ซึ่งคุณภาพข้าวสุกนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพเมล็ดทางเคมี คือ สัดส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพคติน ความคงตัวของแป้งสุก อุณหภูมิแป้งสุก การยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก โปรตีน กลิ่นหอม ความชื้น และการเก็บรักษา

ปริมาณของอะมิโลสและอะมิโลเพคติน (amylose and amylopectin content)

เมล็ดข้าวสารโดยทั่วไปมีองค์ประกอบส่วนใหญ่คือ เม็ดสตาร์ช (starch granule) ซึ่งภายในโครงสร้างจะประกอบไปด้วยอะมิโลเพคตินเป็นองค์ประกอบหลัก และมีอะมิโลสเป็นองค์ประกอบรอง อัตราส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพคตินที่ทำให้ข้าวสุกนั้นมีคุณสมบัติแตกต่างกันโดยข้าวที่มีอะไมโลสสูงจะดูดน้ำและขยายปริมาตรในระหว่างการหุงต้มได้มากกว่าข้าว อะไมโลสต่ำทำให้ข้าวสุกมีลักษณะทึบแสงไม่ร่วน และข้าวสุกขยายตัวตามปริมาตรได้มากกว่าหรือที่เรียกกันว่าหุงขึ้นหม้อ ส่วนความนุ่มความเหนียวของข้าวสุกจะขึ้นกับสัดส่วนของอะไมโลเพคตินในสตาร์ช ข้าวเหนียวจะมีอะไมโลเพคตินเกือบทั้งหมดทำให้ดูดน้ำและขยายตัวน้อยกว่าข้าวเจ้าที่หุงสุกที่ได้จะมีลักษณะเหนียวและนุ่มกว่า สำหรับข้าวเจ้าในประเทศไทยมีส่วนของสตาร์ชที่มีอะมิโลสอยู่ระหว่างละ 12-31 เปอร์เซ็นต์ โดยข้าวที่มีความอ่อนนุ่ม เช่น ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีอะมิโลส ร้อยละ 12-16 จัดเป็นข้าวอะมิโลสต่ำ งามชื่น คงเสรี(2531:58) ได้แบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอะมิโลสโดยข้อมูลแสดงตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 การแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอะมิโลส

ประเภทข้าว	ปริมาณอะมิโลส (ร้อยละ)	ลักษณะข้าวสุก
ข้าวเหนียว	1-2	เหนียวมาก
ข้าวเจ้าอะมิโลสต่ำมาก	2-9	เหนียวนุ่ม
ปริมาณอะมิโลสต่ำ	9-20	เหนียวนุ่ม
ปริมาณอะมิโลสปานกลาง	20-25	นุ่มค่อนข้างเหนียว
ปริมาณอะมิโลสสูง	25-33	ร่วนแข็ง

ที่มา : งามชื่น คงเสรี, 2531: 97

2.2.2 ลูกแป้ง

ลูกแป้ง คือ กล้าเชื้อจุลินทรีย์ที่เก็บในรูปเชื้อแห้ง เพื่อใช้ในการผลิตอาหารหมักหลายชนิดในประเทศไทยได้มีการผลิตลูกแป้งมาแต่โบราณเพื่อใช้ในการทำขนม เช่น ขนมถ้วยฟู ขนมตาล หรือเครื่องดื่มเมรัย เช่น อุ กระแช่ สาโท เป็นต้น ลูกแป้งที่มีคุณภาพดีต้องแห้ง โปร่งเบา สีขาวนวล ไม่มีรอยแตกร้าว ก้อนแป้งมีรูพรุนเมื่อใช้มือบี้จะยุ่ยเป็นผงละเอียดได้ง่าย ลูกแป้งที่นิยมใช้ทำสาโท คือ ลูกแป้งสุรา ซึ่งมีลักษณะเป็นก้อนครึ่งวงกลม ตรงฐานครึ่งวงกลมด้านล่างจะเว้าเข้ามีขนาดประมาณ 1 ½ นิ้ว มีสีออกเหลืองนวล ตัวอย่างลูกแป้งสาโทแสดงในภาพที่ 3 ขณะที่ลูกแป้งข้าวหมากจะมีขนาดเล็กลงกว่าเล็กน้อยแต่มีสีขาวนวล ลูกแป้งสำหรับการหมักสาโทมักจะมีเชื้อราและเชื้อยีสต์ผสมอยู่ ทำหน้าที่ในการหมักข้าวให้เป็นน้ำตาลและเกิดแอลกอฮอล์ขึ้นตามลำดับ

ภาพที่ 3 ตัวอย่างลูกแป้งที่ใช้ทำสาโท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ตัวอย่างของเชื้อจุลินทรีย์ในลูกแป้งชนิดต่างๆ

แหล่งและชนิดของลูกแป้ง	เชื้อรา	เชื้อยีสต์
ลูกแป้งข้าวหมากไทย	*Amylomyces rouxii*	*Endomycopsis fibuligera*
	Rhizopus spp.	*Endomycopsis* spp.
	Mucor spp.	*Hansenula malanga*
	Aspergillus niger	*Candida tropicalis*
	Aspergillus spp.	*Torulopsis glabrata*
	Penicillium spp.	
	Hyalodendron spp.	
ลูกแป้งเหล้าไทย	*Rhizopus* spp.	*Saccharomyces cerevisiae*
	A. Rouxii	*Endomycopsis fibuligera*
	Mucor spp.	*Endomycopsis* spp.
	Aspergillus spp.	
	Penicillium spp.	
ลูกแป้งเหล้าอินโดนีเซีย	*A. rouxii Mucor dubius*	*Torula indica,*
	M. javanicus	*Hansenula anomala,*
	Rhizopus oryzae	*S.cerevisiae*
	A. niger	*Endomycopsis chodati*
	R. stolonifer	*Endomycopsis fibuligera*
	A. rouxii	*H. subpelliculosa*
	R. cohnii,	*H. malanga*
	Zygorrhynchus moelleri	*Candida guilliermondii,*
	A. oryzae	*C. humicola*
	A. flavus	*C. ntermedia,*
	R. oligosporus	*C. pelliculosa*
	R. arrhizus	*C. japonica*
	Fusarium spp.	

ที่มา : นภา โล่ทอง, 2537:14-16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตลูกแป้ง

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตลูกแป้งมีหลายชนิด โดยองค์ประกอบหลักของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตลูกแป้งได้แก่

1. แป้ง ข้อมูลที่ได้จากผู้ผลิตระบุว่าใช้ได้ทั้งแป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวเจ้า แต่ผลจากการศึกษาพบว่าลูกแป้งที่ผลิตโดยแป้งข้าวเจ้าล้วนๆ จะมีคุณภาพดีกว่าลูกแป้งที่ผลิตด้วยแป้งข้าวเหนียว หรือแป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งข้าวเหนียว ในประเทศจีนมีลูกแป้งหลายชนิดที่ผลิตจากแป้งสาลี เช่น ลูกแป้งสำหรับหมักเหล้าเกาเหลียง ตามตำรับเดิมผู้ผลิตจะบดแป้งเป็นคราวๆ ไปไม่สามารถใช้แป้งสำเร็จ ทั้งนี้เพื่อลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ซึ่งอาจมีอยู่ในแป้งที่ผลิตและเก็บโดยขาดความระมัดระวัง อนึ่งการผลิตแป้งสำเร็จเป็นการค้าส่วนใหญ่จะมีการเติมสารยับยั้งการเจริญของเชื้อรา เช่น กรดโปรปิโอนิก สารเหล่านี้จะมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ลูกแป้งทั้งเชื้อราและยีสต์

2. สมุนไพร เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการผลิตลูกแป้งซึ่งแต่ละประเทศจะมีสูตรการผลิตที่ต่างกันหลายตำรา ลูกแป้งเหล้าของไทยที่ปรากฏเป็นเอกสารและมีการทดลองผลิตได้เป็นที่พอใจ สำหรับลูกแป้งของประเทศอินโดนีเซียและประเทศฟิลิปปินส์มีองค์ประกอบของสมุนไพรคล้ายคลึงกัน ได้แก่ ขิง ข่า กระเทียม พริกไทย และพริกชี้ฟ้าแห้ง เป็นหลัก เมื่อเปรียบเทียบชนิดของสมุนไพรที่ใช้ในตำรับของแต่ละประเทศ จะเห็นว่าสมุนไพรที่ใช้เป็นองค์ประกอบพื้นฐานร่วมกันในหลายๆ ตำรับ ได้แก่ กระเทียม พริกไทย ขิงและข่า ส่วนชะเอมและดีปลีเป็นองค์ประกอบของลูกแป้งข้าวหมากและลูกแป้งเหล้าไทยเกือบทุกตำรับ

3. น้ำ มีความสำคัญมากในการควบคุมความชื้นของลูกแป้ง ต้องให้เหมาะ ไม่แฉะจนเกินไปซึ่งจะทำให้ลูกแป้งเหม็นเปรี้ยวและเสียได้ หรือแห้งจนเกินไปจนลูกแป้งจะแตกและเชื้อราเจริญในลูกแป้งได้ไม่ดี นอกจากนี้ความชื้นที่เหมาะสมยังมีผลต่อการเก็บรักษาจุลินทรีย์ในลูกแป้งให้อยู่นานและมีประสิทธิภาพอีกด้วย ความชื้นที่เหมาะสมสำหรับลูกแป้งอยู่ประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ (เหล้าพื้นบ้านภูมิปัญญาสุราไทย : 2545)

สูตรการทำลูกแป้งจะมีหลายสูตรด้วยกันแต่ได้มีผู้พิมพ์สูตรลูกแป้งไว้ใน หนังสือกล้าเชื้ออาหารหมัก ดังตัวอย่างสูตรลูกแป้งต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แป้งข้าวเจ้า	400	กรัม
กระเทียม	6	กรัม
ขิง	6	กรัม
ข่า	6	กรัม
ชะเอม	6	กรัม
พริกไทย	6	กรัม
ดีปลี	6	กรัม

ลูกแป้ง 5 กรัม ต่อแป้ง 1 กิโลกรัม

การเตรียมวัตถุดิบและการปั้นลูกแป้ง

1. เตรียมแป้งโดยซาวข้าวให้สะอาดแช่น้ำไว้ประมาณ 2 - 3 ชั่วโมง นำไปโม่แล้วทับน้ำให้แห้ง หรือทำให้ข้าวสะเด็ดน้ำเสียก่อน จากนั้นจึงนำไปบดหรือปั่นด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้าให้ละเอียดด้วยแร่ง การแช่ข้าวนานเกินไปโดยไม่เปลี่ยนน้ำ จะมีผลให้แบคทีเรียแลคติกและ *Bacillus* spp. เจริญเพิ่มจำนวนในปริมาณที่มากขึ้น ทำให้ลูกแป้งที่ได้ด้อยคุณภาพ
2. บดสมุนไพรชนิดแห้งให้ละเอียด สมุนไพรสดอาจจะนำไปบดพร้อมกับข้าว
3. ผสมแป้งและสมุนไพรกับลูกแป้ง (ลูกแป้ง 5 กรัม ต่อแป้ง 1 กิโลกรัม) ที่บดละเอียดให้เข้ากันโดยการร่อนด้วยแร่งหรือปั่นด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้าความเร็วต่ำๆ เติมน้ำหรือน้ำต้มชะเอม ในปริมาณที่เมื่อนวดแล้วปั้นเป็นก้อนได้
4. เมื่อนวดแป้งจนเหนียวแล้วจึงปั้นเป็นก้อนกลมๆ ขนาดต่างๆ กันตามชนิดของลูกแป้ง ในการผลิตลูกแป้งเหล้านั้น พบว่าการหมักแป้งที่นวดไว้ 6-12 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาปั้นจะได้ลูกแป้งที่มีคุณภาพดีกว่าที่ปั้นโดยไม่หมักแป้ง
5. จัดเรียงลูกแป้งในกระด้งหรือภาชนะโปร่งอื่นๆ ให้แต่ละลูกห่างกันเล็กน้อย เนื่องจากเมื่อจุลินทรีย์เจริญจะทำให้ลูกแป้งฟูขึ้น ส่วนด้านที่ติดกับภาชนะจะแบนราบตามผิวสัมผัส โดยด้านบนยังคงรูปร่างโค้งเป็นครึ่งวงกลม
6. เมื่อจัดเรียงลูกแป้งเต็มภาชนะแล้ว โรยผงลูกแป้งที่เตรียมไว้ลงบนผิวของลูกแป้งที่ปั้นใหม่ๆ โดยใช้ผงลูกแป้งประมาณ 15 กรัม ต่อสูตรที่ใช้แป้ง 1 กิโลกรัม คลุมภาชนะด้วยผ้าหนาๆ โดยไม่ให้ผ้าสัมผัสกับลูกแป้ง บ่มประมาณ 48 ชั่วโมงนำไปตากแดดให้แห้งแล้วเก็บไว้

สมุนไพรที่ใช้ทำลูกแป้งเหล่านี้ สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้แป้งบูดเสียได้ แต่ไม่ทำลายยีสต์และราที่ใช้ในการหมัก สมุนไพรในสูตรนี้เพียงพอในการยับยั้งแบคทีเรีย ไม่จำเป็นต้องใช้สูตรที่มีสมุนไพรหลายชนิดเกินไป

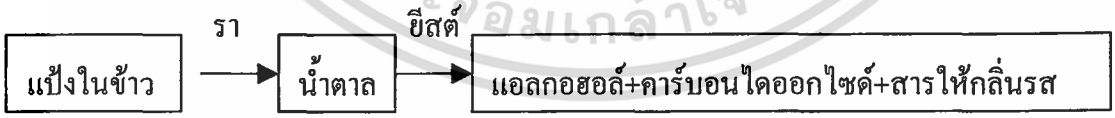
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำกล้าเชื้อบริสุทธิ์

ในการผลิตสาโทในระดับอุตสาหกรรม จำเป็นต้องมีการใช้กล้าเชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความสม่ำเสมอ ลดการสูญเสียจากการปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการและช่วยให้สามารถผลิตในปริมาณมาก ปัจจุบันยังไม่มีผู้ผลิตเกล้าเชื้อจำหน่ายแต่เราสามารถเตรียมเกล้าเชื้อเชื้อบริสุทธิ์ได้จากเชื้อราและยีสต์ได้ที่แยกได้จากลูกแป้ง นำมาทำเป็นเชื้อบริสุทธิ์และเพาะเลี้ยงตามหลักการเลี้ยงยีสต์และราแล้วเติมลงในข้าวเพื่อให้เกิดการหมักได้และในขณะนี้ห้องปฏิบัติการวิจัยสุราพื้นบ้านของคณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตรกำลังดำเนินการวิจัย เพื่อพัฒนากล้าสาโทสำเร็จเพื่อใช้แทนลูกแป้ง ซึ่งจะสามารถตอบสนองอุตสาหกรรมได้ในอนาคต

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักสาโท

ลูกแป้งที่ใช้ในการหมักสาโทนั้นมีเชื้อจุลินทรีย์อยู่ และมีจุลินทรีย์เฉพาะบางชนิดเท่านั้นทั้งนี้เนื่องจากการใช้เครื่องเทศและสมุนไพรในลูกแป้งซึ่งมีฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ที่ไม่ต้องการ จุลินทรีย์ที่พบในลูกแป้งได้แก่ รา และยีสต์ ราเป็นสิ่งมีชีวิตที่ต้องการอากาศหายใจและจะผลิตน้ำย่อยออกมาย่อยแป้งในเมล็ดข้าวให้กลายเป็นน้ำตาล ส่วนยีสต์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กเซลล์เดียวที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ซึ่งจะสร้างน้ำย่อยเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ นอกจากนั้นยังผลิตกลิ่นรสในเครื่องดื่ม การเจริญของยีสต์ไม่จำเป็นต้องใช้อากาศในการหายใจดังนั้นจึงสามารถใช้หมักในขั้นนี้ได้ในภาชนะปิดแต่ต้องมีช่องระบายก๊าซออก เพราะในการผลิตแอลกอฮอล์นั้นจะมีผลพลอยได้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



ราที่พบในลูกแป้ง ได้แก่ อะไมโลไมซิส รอกซิไอ (*Amylomyces rouxii*) และไรโซปัส โอไลซี (*Rhizopus oryzae*) ซึ่งเป็นราสีขาว ในการหมักช่วงแรกราจะสร้างเส้นใย ชอนไชไปทั้งข้าวและย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล แต่เนื่องจากเป็นราสีขาวจึงไม่ทำให้ข้าวเปลี่ยนสี เนื่องจากมองไม่เห็นเส้นใยชัดเจนต่างจากการหมักซีอิ๊ว เต้าเจี้ยว ที่ใช้ราสีเขียว เมื่อแป้งในข้าวถูกย่อยกลายเป็นน้ำตาลจึงไม่สามารถอุ้มน้ำไว้ได้น้ำที่มีอยู่จึงซึมออกมาเป็นน้ำเชื้อข้าว ในช่วงนี้ราจะสร้างกรดทำให้ข้าวมีความเป็นกรด คือมีค่าพีเอชต่ำลงทำให้เหมาะกับสภาพที่เหมาะสมกับการเจริญของยีสต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และยับยั้งแบคทีเรียที่ทำให้ข้าวบูดเน่า ยีสต์หลักที่พบในลูกแป้งคือ แซคคาโรไมคอปซิส ฟิบูลิเจอร่า (*Saccharomycopsis fibuligera*) สายพันธุ์ที่มีความสามารถผลิตน้ำย่อย ย่อยแป้งได้ด้วย แต่ในลูกแป้งจะไม่พบยีสต์ แซคคาโรไมซิส ซิริวิซีอี (*Saccharomyces cerevisiae*) ซึ่งเป็นยีสต์ที่ใช้ในการทำไวน์ ซึ่งขัดกับความเชื่อเดิมที่ว่า ลูกแป้งเป็นแหล่งของยีสต์นี้ซึ่งทำให้เกิดการหมัก

เชื้อราและเชื้อยีสต์มีปฏิกิริยาในการหมักสาโทที่เป็นกระบวนการหมักที่หลายปฏิกิริยาเกิดขึ้นพร้อมกันแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เป็นกระบวนการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล (Saccharification) โดยราสร้างเอนไซม์ amylase และ glucoamylase ย่อยโครงสร้างของเม็ดแป้งให้เป็นน้ำตาล ราจีนัสที่สำคัญคือ *Rhizopus* sp., *Mucor* sp., *Amylomyces* sp. และโดยเฉพาะ *Aspergillus* sp. มีคุณสมบัติที่สร้างเอนไซม์ที่มีกิจกรรมสูงและไม่สร้างกรดอินทรีย์เป็นกรดฟูมาลิค กรดซิตริค และกรดแลคติค ที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยวในสาโท นอกจากนี้การไฮโดรไลซ์เกิดขึ้นอย่างสมบรูณ์ให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์มากกว่า (www.agro.cmu.ac.th/e_books/Phisit/Alcohol%20Inoculum.pdf) สำหรับยีสต์ในระยะแรกที่มีอากาศจะยังไม่เกิดกระบวนการหมักได้แอลกอฮอล์แต่จะมีการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วจนมีปริมาณมากพอ

ขั้นตอนที่ 2 เป็นกระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลรีดิวส์ให้เป็นแอลกอฮอล์โดยยีสต์ในจีนัสที่สำคัญคือ *Saccharomyces* sp., *Endomycopsis* sp., *Hensenula* sp. และ *Torulopsis* sp. ซึ่งมีคุณสมบัติทนต่อความเป็นกรด ทนต่อความเข้มข้นของน้ำตาล และทนต่อระดับแอลกอฮอล์ได้ดี นอกจากนี้ยังพบกิจกรรมของเอนไซม์อื่นๆ เช่น Protease , lipase เป็นต้น โดยเอนไซม์เหล่านี้จะเปลี่ยนโปรตีนให้เกิดกรดอะมิโนและเปลี่ยนไขมันเป็นกรดไขมันและกลีเซอรอลทำให้เกิดกลิ่นรสหลายมิติ เช่น กรดอะมิโนลิวซีนเป็นสารตั้งต้นของ Ethylleucinate ที่เป็นสารให้กลิ่นหอมเฉพาะ (ประดิษฐ์ ครุวัณณา , 2543) และยังมีการสร้างสารให้กลิ่นรส (Flavor compound) และสารประกอบหอมละเหย (volatile compound) ได้แก่ isoamyl acetate, ethyl caproate, acetaldehyde, diacetyl, acetone และ acetoin เป็นต้น

การที่ในลูกแป้งมียีสต์แซคคาโรไมคอปซิสซึ่งสามารถย่อยแป้งได้นั้น อาจเป็นเพราะน้ำย่อยของเชื้อราไม่สามารถย่อยแป้งได้หมด เพราะราจะตายไปภายหลังการหมักเพียง 3 วัน ดังนั้นจึงต้องอาศัยน้ำย่อยของยีสต์ช่วยย่อยแป้งที่เหลือให้เกิดเป็นน้ำตาลเพื่อยีสต์จะได้ใช้ในการผลิตแอลกอฮอล์ต่อไป ในการพัฒนาการผลิตสาโทจำเป็นต้องใช้กล้าเชื้อบริสุทธิ์เนื่องจากการอาศัยยีสต์จากธรรมชาติจะทำให้ได้การเจริญของยีสต์ที่ไม่แน่นอน ในการหมักอาจเกิดยีสต์ที่มีคุณสมบัติที่ไม่ต้องการและการหมักจะเกิดขึ้นช้าหรือเกิดรสเปรี้ยวได้ ดังนั้นจึงควรพัฒนากล้าเชื้อยีสต์ขึ้นเพื่อใช้ในการหมักสุราพื้นบ้านโดยเฉพาะ ในอุตสาหกรรมไวน์องุ่นได้มีการคัดเลือกพันธุ์ยีสต์ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสมในการหมักสุรา คือผลิตแอลกอฮอล์และสารให้กลิ่นรสที่ดี มีคุณสมบัติในการตกตะกอน และสามารถฆ่ายีสต์พันธุ์อื่นได้ ดังนั้นยีสต์ที่ใช้ทำไวน์จึงไม่เหมือนยีสต์ที่ใช้ทำเบียร์ หรือยีสต์ที่ใช้ทำขนมปัง ซึ่งเน้นการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ทำให้ขนมปังขึ้นฟู ยีสต์ที่ใช้ในการทำไวน์ เบียร์ หรือทำขนมปัง แม้จะมีคุณสมบัติแตกต่างกันมาก แต่ก็จัดเป็นยีสต์ชนิดเดียวกัน คือ ยีสต์แซคคาโรไมซิส ซิริวิซีอี (*Saccharomyces cerevisiae*) เพียงแต่ต่างสายพันธุ์กัน ยีสต์ที่ทำสุรามีสายพันธุ์ต่างๆ กันเป็นจำนวนมากตามคุณสมบัติและแหล่งที่แยกได้ ดังตัวอย่างยีสต์ที่จำหน่ายในทางการค้า การเลือกใช้ยีสต์ในการทำสุราควรใช้ยีสต์ที่มีแหล่งที่มามีชื่อรหัสชัดเจนทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบและการพัฒนาคัดเลือกยีสต์ที่เหมาะสมกับสุราแต่ละชนิดต่อไป ไม่ควรใช้ยีสต์ที่ขอต่อๆ กันมา เพราะจะไม่ทราบสายพันธุ์และคุณสมบัติของยีสต์ที่แน่นอน

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของยีสต์

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

การเติม (SO_2) ลงในน้ำหมัก (เช่น เติมลงในรูปของ KMS) เป็นขั้นตอนที่ปฏิบัติมาเป็นปกติแล้ว ทั้งนี้เพื่อควบคุมปฏิกิริยาออกซิเดชั่นและยับยั้งการเจริญของ จุลินทรีย์ธรรมชาติ โดยจะลดปริมาณยีสต์เริ่มต้นในน้ำหมักลงประมาณ 10 เท่า และทำให้เกิดระยะฟักตัว (Lag phase) ประมาณ 1-2 วัน ก่อนจะเริ่มเกิดการหมัก อย่างไรก็ตาม ความเชื่อเดิมที่ว่า SO_2 จะยับยั้งยีสต์ ธรรมชาติ แต่ปล่อยให้ *Saccharomyces cerevisiae* เจริญต่อไปนั้นไม่เป็นความจริง เนื่องจากแม้จะใช้ SO_2 ในปริมาณ 50-100 กรัมต่อลิตร แต่ยีสต์ *Kloeckera* และ *Candida* ก็ยังสามารถเจริญได้

อุณหภูมิ

อุณหภูมิของการหมักมีผลต่ออัตราการเจริญของยีสต์และระยะเวลาการหมัก ปริมาณของยีสต์สปีชีส์ต่างๆ ที่มีผลต่อการหมัก และปฏิกิริยาชีวเคมีของยีสต์ที่มีผลต่อองค์ประกอบทางด้านเคมีและรสชาติของสุรา

อัตราการเจริญของยีสต์จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจาก 10-25 °C สุราขาวมักจะหมักที่อุณหภูมิ 10-20 °C และสุราแดงจะหมักที่อุณหภูมิ 20-30 °C ปัจจุบันผู้ผลิตมักหมักสุราขาวที่อุณหภูมิต่ำเพื่อรักษาสารระเหยให้กลิ่นรสไว้ให้ได้มากที่สุด และมีการพัฒนายีสต์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ

การหมักที่อุณหภูมิต่างๆ มีผลต่อปฏิกิริยาชีวเคมีของยีสต์ด้วย ในการหมักที่อุณหภูมิต่ำจะมีการผลิตแอลกอฮอล์โมเลกุลสูงในปริมาณลดลง แต่จะมีการผลิตสารพวกเอสเทอร์ในปริมาณมากขึ้น ได้แก่ isoamy acetate, isobutyl acetate และ ethyl acetate เป็นต้น ดังนั้นไวน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาวที่ต้องการกลิ่นรสจากการหมักจึงนิยมหมักที่อุณหภูมิต่ำ ส่วนไวน์แดงหมักที่อุณหภูมิสูงกว่าไวน์ขาว เพื่อทำให้เกิดการสกัดสีจากเปลือกองุ่น แต่ไม่ใช้อุณหภูมิสูงเกินไป ซึ่งจะทำให้เกิดการผลิตสารแอลกอฮอล์โมเลกุลสูงที่ทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ และอุณหภูมิสูงเกินไปอาจทำให้ยีสต์ชะงักการเจริญได้

ปริมาณน้ำตาล

ในระหว่างการผลิตสาโท น้ำตาลจะค่อยๆ ปล่อยออกมาจากข้าว ทำให้น้ำตาลในระหว่างการหมักไม่สูงเกินไป อัตราการหมักของ *Saccharomyces cerevisiae* จะลดลง เมื่อความเข้มข้นของน้ำตาลสูงเกิน 200 กรัมต่อลิตร (ประมาณ 20 บริกซ์) ดังนั้นการผ่าน้ำจึงไม่ควรเติมน้ำตาลลงไปมากเกินไป

ไนโตรเจน

กรดอะมิโนอิสระและอิออนของแอมโมเนียม เป็นแหล่งไนโตรเจนหลักที่ยีสต์ใช้ในระหว่างการหมักแอลกอฮอล์ ในน้ำหวานจากข้าวมีไนโตรเจนเหล่านี้เพียงพอ แต่ในการใช้วัตถุดิบทางการเกษตรเพื่อผลิตสุราบางชนิดอาจมีไนโตรเจนไม่เพียงพอ นอกจากนี้ยีสต์ยังต้องการไนโตรเจนมากขึ้นเมื่อน้ำหมักนั้นมีปริมาณน้ำตาลสูง จึงอาจมีการเติมสารไนโตรเจนลงในน้ำหมัก เช่น ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต เพื่อให้แน่ใจว่าไนโตรเจนจะไม่เป็นตัวจำกัดการหมัก

ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

เมื่อราเจริญในข้าวจะทำให้เกิดกรด ทำให้ความเป็นกรด-ด่าง หรือ พีเอช มีค่าอยู่ในช่วง 3.0-4.0 อัตราการเจริญของ *Saccharomyces cerevisiae* จะลดลงเมื่อ pH ลดลงจาก 3.5 เป็น 3.0 และยีสต์ชนิดอื่นๆ ก็มีแนวโน้มเดียวเช่นกัน

คุณสมบัติอื่นๆ ของยีสต์ที่เกี่ยวข้องกับการหมัก

การหมักหยุดชะงัก (Stuck fermentating)

ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้จากการหมักสุรา คือการหมักหยุดชะงักก่อนที่ควรจะเป็น ทำให้มีน้ำตาลเหลือและได้แอลกอฮอล์ไม่เพียงพอ สาเหตุการหยุดชะงักได้แก่ การเจือจางน้ำในช่วงผ่าน้ำมากเกินไป การหมักที่อุณหภูมิสูงมากเกินไปหรือวัตถุดิบในการหมักกะแช่มีสารอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของยีสต์ การใส่ KMS ลงในน้ำหมัก การปนเปื้อนของแบคทีเรียที่ผลิตกรดอะซิติค การควบคุมการหมักให้อาหารในน้ำหมัก การเติมสารไนโตรเจน และการเติมผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เซลล์ของยีสต์ เพื่อดูดซับกรดไขมันที่สร้างขึ้นโดยยีสต์ในระหว่างการหมัก ซึ่งอาจเป็นพิษต่อยีสต์ และเป็นการเพิ่มสารสเตอรอลที่จำเป็นต่อยีสต์ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน

ยีสต์เพชรฆาต (Killer yeasts)

ยีสต์บางสายพันธุ์สามารถผลิตโปรตีนที่เป็นพิษต่อยีสต์สปีชีส์เดียวกัน หรือคนละสปีชีส์ ยีสต์ธรรมชาติบางชนิดสามารถผลิตสารพิษ (Killer toxin) ได้ และอาจทำให้การหมักหยุดชะงักได้ ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ที่ผลิตเพื่อการหมักไวน์หลายสายพันธุ์เป็นยีสต์ที่มีคุณสมบัตินี้ เพื่อควบคุมยีสต์ที่ไม่พึงประสงค์ และเพื่อไม่ให้ถูกทำลายด้วยสารพิษจากยีสต์ธรรมชาติ

การย่อยสลายตัวเอง (Autolysis)

เมื่อสิ้นสุดการหมัก ยีสต์ที่ตกตะกอนอยู่จะเกิดการย่อยสลายตัวเองอย่างช้าๆ อวัยวะภายในเซลล์ต่างๆ จะถูกย่อยสลาย โปรตีน ไขมัน กรดนิวคลีอิก และโพลีแซคคาไรด์ จะถูกย่อยด้วยเอนไซม์ และปลดปล่อยผลิตภัณฑ์ต่างๆ ออกมาสู่ภายนอกเซลล์ ได้แก่ เปปไทด์ กรดอะมิโน กรดไขมัน และนิวคลีโอไทด์ต่างๆ ซึ่งจะมีผลต่อรสชาติของสุรา และอาจเป็นสารอาหารสำหรับจุลินทรีย์ปนเปื้อนต่างๆ ได้ การย่อยสลายตัวเองจะมีผลมากที่สุดกับสุราที่มีการบ่มกับตะกอนยีสต์ รสชาติของแชมเปญที่ผลิตโดยวิธีดั้งเดิมของเมืองแชมเปญในประเทศฝรั่งเศสที่เรียกว่า Methode Champenoise เกิดจากการบ่มแชมเปญในขวดกับตะกอนยีสต์ เป็นเวลาอย่างน้อย 6 เดือน ทำให้เกิดการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ เกิดเป็นกลิ่นรสรสเฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์ กลิ่นรสเฉพาะตัวของสาโทก็อาจจะมีส่วนมาจากส่วนนี้ด้วย เพราะสาโทแบบดั้งเดิมจะปล่อยให้น้ำสุราแช่อยู่กับยีสต์ โดยไม่แยกตะกอนยีสต์ออก

แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับสาโท

แบคทีเรียสำคัญต่อการหมักสุราเนื่องจากสาเหตุสองประการ คือแบคทีเรียเหล่านี้มีส่วนทำให้สุราเสื่อมเสีย และทำให้เกิดกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ แบคทีเรียที่พบได้แก่

แบคทีเรียกรดอะซิติค เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปร่างเป็นแท่ง (rod-shaped) ที่สามารถออกซิไดซ์เอธานอลให้เป็นกรดซิติค (กรดน้ำส้มสายชู) แบ่งเป็นสองเจเนรา คือ อะซิโตแบคเตอร์ (Acetobacter) และ กูลโคโนแบคเตอร์ (Gluconobater) ซึ่งทำให้เกิดการเสื่อมเสียของสุราแบบเกิดรสน้ำส้มสายชู นอกจากนั้นการเกิดแบคทีเรียอะซิติคในระหว่างการหมักสุรายังอาจมีผลต่อการเจริญของยีสต์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

51235

แบคทีเรียกรดแลคติคซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ *Pediococcus pentosaceus* โดยพบถึงประมาณ 10^4 - 10^7 เซลล์ต่อกรัม ขึ้นกับที่มาของลูกแป้ง นอกจาก *P. pentosoaceus* แล้วในลูกแป้งข้าวหมากและลูกแป้งเหล่าของไทยจากบางท้องถิ่นยังตรวจพบ *Lactobacillus* spp. และเชื้อน้ำสมสายชู (*Acetobacter* spp., *Gluconobacter* spp.) ซึ่งมีมากในส่าน้ำส้ม *Bacillus* spp. เป็นแบคทีเรียอีกกลุ่มหนึ่งที่พบในลูกแป้ง เนื่องจากจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในปริมาณมากมากับวัตถุดิบเช่นแป้งและสมุนไพรแต่หากส่วนผสมของสมุนไพรที่ใช้เหมาะสมจะลดปริมาณจุลินทรีย์นี้ไปได้มาก เช่นขิง ชะเอม อบเชย ดอกจันทร์ และลูกจันทร์ สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.4 น้ำ

น้ำที่ใช้ในการทำสาโทไม่ควรเป็นน้ำประปา เพราะในน้ำประปามีคลอรีน ซึ่งเป็นสารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์อาจทำให้ไม่เกิดการหมักข้าวเหนียวเป็นสาโทได้

2.2.5 น้ำตาล

น้ำตาลที่ใช้ในการทำสาโทเพื่อเป็นอาหารยีสต์ที่อยู่ในลูกแป้งและเพื่อเพิ่มความหวานให้กับสาโทควรเป็นน้ำตาลทราย ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายแดง แต่การใช้น้ำตาลทรายแดงจะทำให้สาโทมีสีเข้มขึ้น และมีต้นทุนการผลิตสูงกว่าสาโทที่ใช้น้ำตาลทรายขาว เพราะน้ำตาลทรายแดงมีราคาสูงกว่าน้ำตาลทรายขาว

2.3 สมุนไพร (herbs)

พืชสมุนไพร หมายถึง พืชที่ใช้ทำเป็นเครื่องยาซึ่งหาได้ตามพื้นเมือง ไม่ใช่เครื่องเทศ (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2540 : 19-20)

ปัจจุบันสมุนไพรกำลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศ ซึ่งตลาดต่างประเทศมีความต้องการสูงมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกาและประเทศต่าง ๆ ในทวีปยุโรป สมุนไพรส่วนมากไม่สามารถทำการผลิตได้ในประเทศเหล่านี้ อีกทั้งคนส่วนใหญ่นิยมใช้สมุนไพรกันมากในลักษณะการผลิตเป็นอาหารเสริมสุขภาพ ใช้สมุนไพรเป็นวัตถุดิบเบื้องต้นในการสกัดสารเคมีต่างๆ เพื่อใช้ในการผลิตยาแผนปัจจุบันต่อไป ฉะนั้นปัจจุบันจึงมีการสนับสนุนส่งเสริมให้มีการปลูกพืชสมุนไพรทั้งชนิดที่มีการรับรองจากทางวิทยาศาสตร์มาแล้วและชนิดที่ยังไม่ได้ผ่านการทดลองแต่เคยใช้ได้ผลกันมาแต่โบราณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับในประเทศไทยมีสมุนไพรที่สำคัญหลายชนิดที่ตลาดต่างประเทศต้องการ สมุนไพรไทยจึงเป็นสินค้าออกที่สำคัญกลุ่มหนึ่ง อย่างไรก็ดีการผลิตสมุนไพรของไทยส่วนใหญ่ใช้วิธีเก็บหามาจากป่าธรรมชาติมากกว่าจะทำการเพาะปลูกเป็นการค้า แต่ก็มีบางชนิดที่เพาะปลูกกันมากและเป็นที่รู้จักกันดีในทางการค้า ขณะที่พืชบางชนิดมีการเพาะปลูกในประเทศไทยมาเป็นเวลาช้านานแล้วจนสามารถเจริญเติบโตได้ดี แต่ยังมีปริมาณไม่มากนักและยังไม่แพร่หลายทางการค้า ดังนั้นปริมาณการผลิตและการควบคุมคุณภาพจึงกระทำได้ยาก ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการส่งออกและการขยายตลาดการค้าต่างประเทศ ตลอดจนตลาดภายในประเทศ อย่างไรก็ดีแนวโน้มความต้องการของตลาดภายในประเทศและต่างประเทศมีสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจุบันมูลค่าการค้าพืชสมุนไพรของโลกมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ในลักษณะของอาหารเสริมและเครื่องสำอางมากขึ้น ทำให้ศักยภาพการตลาดพืชสมุนไพรมีความสำคัญทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นนั้นจะต้องใช้เวลาอีกนานพอสมควร เพื่อให้มีข้อมูลเพียงพอทางด้านวิทยาศาสตร์ พฤกษศาสตร์ สารเคมีในสมุนไพรแต่ละชนิด สรรพคุณทางด้านเภสัชวิทยา ตลอดจนต้องมีการ คัดเลือกสมุนไพรที่ถูกต้องตามความต้องการของตลาดด้วย

2.3.2 องค์ประกอบทางเคมีของพืชสมุนไพร

พืชสมุนไพรแต่ละชนิดมีสารสำคัญที่มีฤทธิ์ทางยาแตกต่างกัน โดยสารเคมีที่มีอยู่ในเซลล์หรือในเนื้อเยื่อพืชทุกชนิดเป็นผลมาจากการสังเคราะห์แสงของพืชทั้งสิ้น ตามความเป็นจริงจากการรับประทานอาหารประจำวัน เราได้รับยาจากสมุนไพรเข้าไปด้วยทุกวันโดยที่เราไม่รู้สึกว่าเป็นยา พืชสมุนไพรบางชนิดใช้เป็นเครื่องเทศด้วย เช่น กระเทียม หอม ผักชี พริก ขมิ้น และกระชาย เป็นต้น สารสำคัญมีฤทธิ์ยาของสมุนไพรเป็นสารเคมีที่มีผลต่อสรีรวิทยาของร่างกาย มีดังนี้

2.3.2.1 Alkaloid เป็นสารที่มีรสขม มีไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบ มีคุณสมบัติเป็นด่าง เมื่ออยู่ในรูปของเกลือ จะละลายน้ำได้ แต่ถ้าอยู่ในรูปของด่างจะละลายในตัวทำละลายซึ่งละลายไขมันได้ดี เช่น คลอโรฟอร์ม อีเทอร์ เป็นต้น ตัวอย่างของแอลคาลอยด์ ได้แก่ Atropine จากต้นลำโพงมีฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้ จึงใช้เป็นยาแก้ปวดท้อง

2.3.2.2 Glycoside เป็นสารประกอบซึ่งมี 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นน้ำตาล และส่วนที่ไม่ใช่น้ำตาล การมีน้ำตาลมาเกาะทำให้สารนั้นสามารถละลายน้ำได้ดีขึ้น ส่วนที่ไม่ใช่น้ำตาลเป็นสารพวกอินทรีย์เคมี ซึ่งมีสูตรโครงสร้างและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาแตกต่างกันออกไปเช่น ถ้าเป็น anthraquinone จะมีฤทธิ์เป็นยาถ่าย ถ้าเป็น steroid หรือ triterpene จะมีฤทธิ์ลดการอักเสบหรือขยายหลอดลม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.3 Essential oil เป็นสารที่มีอยู่ในพืช โดยทั่วไปมีกลิ่นหอม เป็นส่วนผสมของสารเคมีหลายชนิดประเภท terpene มักจะมีฤทธิ์ขับลม สารเหล่านี้หลายชนิดใช้ปรุงแต่งกลิ่นยา ใช้เป็นน้ำหอม ใช้แต่งกลิ่นอาหาร บางชนิดมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย

2.3.2.4 Tannin เป็นสารประกอบที่พบในพืชทั่วไป มีรสฝาด มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน สามารถตกตะกอนโปรตีนเมื่อถูกกับเกลือคลอไรด์ของเหลวจะให้สีเขียว น้ำเงินหรือดำ เนื่องจากมีฤทธิ์ฝาด จึงใช้บรรเทาอาการท้องร่วงและยังมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียด้วย

2.3.2.5 Gum เป็นของเหนียวที่พบในพืชบางชนิด จะพบเมื่อเรากรีดหรือทำให้พืชนั้นเป็นแผล ซึ่งบางชนิดใช้ในทางเป็นยา

2.3.2.6 Latex เป็นยางสีขาวเหมือนน้ำมัน ประกอบด้วยแป้ง กัม (gum) เรซิน (resin)และสารอื่น บางชนิดมีสารเคมีซึ่งเมื่อรวมกับสารบางอย่างจะทำให้เกิดมะเร็ง (co-carcinogen) ที่เรียกว่า Phorbol

2.3.2.7 Steroid เป็นสารประกอบในพืชที่ละลายได้ดีในไขมันหรือตัวทำละลายที่ละลายไขมันได้ สารในกลุ่มนี้บางตัวใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ยาต้านการอักเสบ

2.3.2.8 Saponin เป็นสารประเภทไกลโคไซด์ (glycoside) อาจเป็น steroid หรือ triterpene ซึ่ง saponin มีคุณสมบัติทำให้เม็ดเลือดแดงแตก เป็นพิษต่อสัตว์เลือดเย็น

2.3.2.9 Flavonoid เป็นสารประกอบของคาร์บอนและออกซิเจน มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาต่างๆ กัน เช่น ลดการอักเสบ ขยายหลอดลม ทำให้มดลูกคลายตัว ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย

2.3.2.10 Cyanogenic glycoside เป็นสารเคมีที่มีอยู่ในพืช เมื่อถูกย่อยด้วยเอนไซม์เกิดปฏิกิริยาทางเคมีจะให้ไซยาไนด์ซึ่งเป็นพิษต่อร่างกาย เนื่องจากไปแย่งจับเม็ดเลือดแดง ทำให้เม็ดเลือดแดงไม่สามารถจับกับออกซิเจน สารพวกนี้ถูกทำลายได้ง่ายโดยใช้ความร้อน มีอยู่ในพืชบางชนิด เช่น มันสำปะหลัง จึงไม่ควรรับประทาน (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2540 :20-21)

2.3.3 ความสำคัญของพืชสมุนไพร

1. ใช้ในการทำยา

2. ใช้เป็นวัตถุดิบเบื้องต้นในการสกัดสารเคมีต่างๆ เพื่อใช้ในการผลิตยาแผนโบราณต่อไป

3. ใช้ในการปรุงแต่งรส กลิ่น สี ของอาหาร

4. ใช้เป็นอาหาร

5. ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น เครื่องดื่ม เครื่องสำอางและอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 ตะไคร้ (lemon grass)

ปัจจุบันนี้มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับสมุนไพรพื้นบ้านไทยหลากหลายชนิด โดยเฉพาะพันธุ์พืชที่อยู่ใกล้ชิดกับครัวเรือน เช่น ขิง ข่า ตะไคร้ เป็นต้น อย่างไรก็ตามพืชในตระกูลตะไคร้ขณะนี้ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการเป็นพืชสมุนไพรที่มีคุณค่าและประโยชน์มากมาย โดยสามารถนำไปผลิตเป็นเครื่องสำอาง น้ำหอม เครื่องดื่ม และสามารถสกัดวิตามินเอ รวมทั้งรักษาโรคได้หลายชนิด เป็นต้น ตะไคร้เป็นพืชในวงศ์ Gramineae เช่นเดียวกับหญ้าคา หญ้าแพรก หญ้าแฝก ฯลฯ ชาวไทยเมื่อร้อยกว่าปีมาแล้วจัดให้ตะไคร้อยู่ในพืชจำพวกผักและอธิบายไว้ว่า "ตะไคร้" คือต้นผักอย่างหนึ่งต้นเท่านิ้วมือเป็นกอใหญ่กลิ่นหอม สำหรับใช้เป็นเครื่องแกงถิ่นกำเนิดดั้งเดิมของตะไคร้นั้นอยู่ในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนแถบทวีปเอเชีย แอฟริกา และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และจากนั้นได้กลายเป็นพืชสมุนไพรพื้นบ้านที่กลมกลืนไปกับวัฒนธรรมด้านต่าง ๆ ของคนไทย โดยเฉพาะด้านปรุงอาหารและใช้รักษาโรค (อุดม แก้วสุวรรณ์, 2543 : 15)

พืชตระกูลตะไคร้ *(Cymbopogon* spp.*)* เป็นพืชในวงศ์ Gramineae มีสายพันธุ์ที่สำคัญ ได้แก่ ตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอม

รายละเอียดเกี่ยวกับตะไคร้

ตะไคร้ เป็นได้ทั้งพืชเครื่องเทศและสมุนไพร

ชื่อท้องถิ่น : คาหอม (ฉาน,เงี้ยว-แม่ฮ่องสอน) ไคร (ใต้,มาเลย์) จะไคร (ภาคเหนือ) เชิดเกย, เสลอะเกรย (เขมร-สุรินทร์) ห่อวอดะโป (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน) หัวสิงโต (เขมร-ปราจีนบุรี)

ชื่อสามัญ : Lemon grass

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Cymbopogon citratus* (DC. EX. Ness) Stapf.

วงศ์ Gramineae

ส่วนที่ใช้ ราก ลำต้น ใบ เหง้า

สารที่พบ น้ำมันหอมระเหย มีประมาณ 0.16 เปอร์เซ็นต์ น้ำหอมระเหย เช่น citral eugenol, geraniol, linalool, camphor (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2540 : 33)

คุณค่าทางอาหารของตะไคร้

ตะไคร้ทั้งต้น มีน้ำมันหอมระเหย โดยเฉพาะลำต้นใต้ดินและบนดิน ถ้ากลั่นด้วยไอน้ำจะให้น้ำมันหอมระเหย ชื่อ Lemongrass oil น้ำมันนี้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ มีเมนทอล แคลเซียม และยังมีสารอาหารหลายชนิดโดยมีตัวอย่างดังที่แสดงในตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่3 แสดงคุณค่าทางโภชนาการส่วนที่กินได้ในตะไคร้ น้ำหนัก 100 กรัม

ชนิดของอาหาร	ประมาณน้ำหนัก	
น้ำ	56.6	กรัม
พลังงาน	126	แคลอรี
ไขมัน	21.6	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	25.6	กรัม
โปรตีน	1.2	กรัม
แคลเซียม	35	มิลลิกรัม
เหล็ก	2.6	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	427	มิลลิกรัม
วิตามินบี 1	0.05	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.02	มิลลิกรัม
วิตามินซี	1	มิลลิกรัม
ไนอะซีน	2.20	มิลลิกรัม

ที่มา : สุรภี ภู่พงศศักดิ์, หน้า 136-146

สรรพคุณทางสมุนไพร

แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ แน่นจุกเสียด ขับลม แก้อาการเกร็งและขับเหงื่อ เป็นยาขับปัสสาวะ แก้นิ่ว แก้ปัสสาวะพิการ แก้ปัสสาวะเป็นเลือด ความดันโลหิตสูง ใช้ปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร ใช้ดับกลิ่นคาวของอาหาร ใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องแกงต่างๆ สรรพคุณในทางยา (อุดม แก้วสุวรรณ์, 2543 : 16)

ตะไคร้บ้าน

ทั้งต้น รักษาโรคหืด แก้ปวดท้อง ขับปัสสาวะและแก้อหิวาตกโรค ขับเหงื่อเมื่อมีอาการไข้

ใบ ใบสด ช่วยลดความดันสูง แก้ไข้

ราก แก้ไข้เหนือ ปวดท้อง และท้องเสีย

ต้น แก้เลือดลมไม่ปกติ แก้ลมพานไส้ แก้ธาตุเสียให้คลื่นเหียนอาเจียน

น้ำมันหอมละเหย

ใช้ทาป้องกันยุง มีฤทธิ์ไล่แมลง ไล่ยุงได้นาน 4 ชั่วโมง และใช้รักษาโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็บสุนัข ฆ่าเห็บตัวอ่อนบนตัวโค ปลวกบ้าน และต้นไม้

ตะไคร้หอม

ทั้งต้น แก้ริดสีดวงในปาก แก้ปากแตกระแหง ขับโลหิต ระดู ขับลมในลำไส้ แก้แน่นจุเสียด ทำให้กล้ามเนื้อบีบตัว ข้อควรระวัง หญิงมีครรภ์รับประทานเข้าไปอาจทำให้แท้งได้

ใบ ใช้เป็นยาคุมกำเนิด ชำระลำไส้มิให้เกิดซาง

ราก แก้ลมจิตรวาต หัวใจกระวนกระวาย ฟุ้งซ่าน

ต้น ใช้เป็นยาขับลม เบื่ออาหาร ผมแตกปลาย โรคทางเดินปัสสาวะ นิ่ว

น้ำมันหอมละเหย

มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อรา ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคพืชหลายชนิดและยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *E. coli* (อุดม แก้วสุวรรณ์, 2543 : 16)

สารเคมีที่ในพืชตระกูลตะไคร้

สารเคมีที่พบในใบของตะไคร้บ้านมีดังนี้คือ สารพวก Citral, Methylheptenone, Eugenol, Iso-orientin, Methylheptenol, Furfural, Luteolin, phenolic, substances, Cymbopogonol, Cymbopogone, Citral A, Citral B, Essential oil, Waxes, Nerol, Myrcene, Myrcene, L - Menthol, Linalool, Geraniol , Dipenyene, d - Citronellic acid, Cymbopol, 1,4-Cineole เป็นต้น

สารเคมีที่พบในใบของตะไคร้หอมสกุล *Cymbogon nardus* (Linn.) Rendle มี สารต่างๆ ดังนี้ Lactone, L – Camphene (Terecamphene), d – Camphor, Citronellal, Geraniol (Geranyl alcohcl, Lemonol, Rhodinol), Linalool, L - Menthol, Nerol, Nerolidol เป็นต้น และในตระกูล *Cymbogon winterianus Jowitt.* มีน้ำมันหอมระเหยหลายๆ ชนิด เช่น Gernaiol, Citronellal, Citronellyl, Citronellyl acetate, Geranyl acetate, Limonene, (-) – Brneol, Bourbonene, β - Caryophyllene, Citronelly butyrate, Elemol, Eugenol methyl ether, Iso- eugenol methyl ether, Farnesol, Geranyl formate, Methylheptenone, Linalool, Linalyl acetate, Nerol, Terpinen-4-ol เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 สะระแหน่

ชื่อสามัญ : Kitchen Mint

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Mentha cordifolia* Opiz

ชื่อวงศ์ : Labiatae

ชื่ออื่นๆ : หอมด่วน สะแหน่ มักเงาะ สะระแหน่ส่วน

สะระแหน่เป็นพืชประเภทไม้เลื้อยคลุม ดิน ใบมีลักษณะป้อม ๆ สีเขียว ขอบใบ ย่น ยักเป็นฟันเลื่อย มีรูปขอบขนานแกมรูปไข่ หรือรูปคล้ายโล่ กว้าง 0.5 – 4.5 เซนติเมตร ยาว 0.75 – 7.5 เซนติเมตร ชอบดินร่วนซุย ปลูกง่าย สูง 10 – 30 เซนติเมตร ลำต้นรูปสี่เหลี่ยมสีเขียวแกมม่วงน้ำตาลแตกกิ่งก้านมาก ดอกช่อออกเป็นกระจุกที่ซอกใบ ดอกย่อยจำนวนมากออกเรียงตัวหนาแน่น ดอกสีม่วงอ่อนมีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ เชื่อมติดกันเป็นรูประฆัง กลีบดอกสีขาวเชื่อม 4 ดอกติดกัน ปลายแยกเป็น 2 ปาก ขนาดไม่เท่ากัน เกสรตัวผู้ 4 อัน เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ผลเป็นผลแห้งรูปกระสวย ผิวเกลี้ยงเป็นมัน

สรรพคุณทางสมุนไพร

โภชนาการบำบัดตำรับจีนสะระแหน่มีพลังเย็น มีฤทธิ์ต่อปอดและตับ รักษาโรคบิด บรรเทาอาการปวดในดวงตา ตามัว น้ำตาไหล และรักษาอาการหวัดคัดจมูก ในใบสะระแหน่มีน้ำมันหอมระเหย เมนธอล (Menthal) ใช้ขับลม ฆ่าเชื้อโรค แก้ปวดท้อง ระงับอาการเกร็ง ของกระเพาะอาหารและลำไส้

คุณค่าทางโภชนาการของสะระแหน่

คุณค่าทางโภชนาการประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน แคลเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัส วิตามินซี ไธอามิน ไนอาซิน และไรโบฟลาวิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงคุณค่าทางโภชนาการส่วนที่กินได้ในสะระแหน่ 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณอาหารส่วนที่กินได้ 100 กรัม
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	47
โปรตีน (กรัม)	3.7
ไขมัน (กรัม)	0.6
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	6.8
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	40
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	7
เหล็ก (มิลลิกรัม)	4.8
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	0.13
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	0.29
ไนอาซีน (มิลลิกรัม)	0.7
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	88
เบต้า – แคโรทีน (RE)	538.35
ใยอาหาร (กรัม)	-

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2535

หมายเหตุ

วิเคราะห์ โดยสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

RE ไมโครกรัมเทียบหน่วยเรตินัล

2.3.6 ขมิ้น

ชื่อสามัญ Turmeric

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Curcuma domestica* Veleton

ชื่อวงศ์ Zingiberaceae

ชื่ออื่นๆ ขมิ้น ขมิ้นแกง ขมิ้นหยอก ขมิ้นหัว ขี้มิ้น หมิ้น

ขมิ้นเป็นพืชที่มีลำต้นใต้ดินเช่นเดียวกับขิงและไพล โดยมากเรียกส่วนที่เป็นลำต้นนี้ว่าเหง้า ลำต้นส่วนที่เหนือดินมีความสูงประมาณ 30 - 90 เซนติเมตร ใบมีขนาดยาว 30 –40 เซนติเมตร กว้าง 12 – 15 เซนติเมตร ปลายใบมน ใบมีสีเขียว ดอกมีสีขาวแกมเหลือง แทงออกจากเหง้า แทรกขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างก้านใบ รูปทรงกระบอก ใบประดับสีเขียวอ่อนหรือสีนวล บานครั้งละ 3 – 4 ผลรูปกลมมี 3 พู ขมิ้นมักขึ้นรวมกันอยู่เป็นกอๆ ส่วนเหง้ามีเนื้อ สีเหลืองจัด ถ้าเจริญในดินปนทรายจะให้เหง้ามากกว่าปลูกในดินธรรมดา เจริญได้ดีในฤดูฝน ขมิ้นเป็นพืชพื้นเมืองของประเทศในแถบเอเชีย ตะวันออกเฉียงใต้ และแพร่กระจายไปสู่แถบต่างๆ

สรรพคุณทางสมุนไพร

ขมิ้นเป็นเครื่องเทศที่ใช้กันมานาน โดยนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ มากมาย เช่น เป็นยาลดกรด ขับลมแก้ปวดท้อง แก้อาการเกร็งของกล้ามเนื้อทำให้การบีบตัวของลำไส้ลดลง ใช้เป็นยาเจริญอาหาร ขับน้ำเหลือง ใช้รักษารอบเดือนไม่ปกติ น้ำที่ได้จากขมิ้นนำมารักษาโรคผิวหนัง หรือนำมาพอกแก้ปวดตามข้อได้ แก้โรคตา แก้บิดปวดท้อง แก้ดีซ่าน แก้ท้องร่วง นำส่วนเหง้าไปต้มให้สุกแล้วบดให้ละเอียด นำไปทาแก้โรคผิวหนัง ทาตามซอกอับในร่างกายเพื่อบำบัดกลิ่นที่ไม่พึงปรารถนา เหง้าขมิ้นกินแก้โรคภายในทั้งปวง แก้เสมหะ นำขมิ้นไปต้มกับน้ำนมและน้ำตาลใช้รับประทาน เพื่อป้องกันและรักษาไข้หวัด ยังนำไปใช้รักษาแผลสดและทำลายพยาธิได้

คุณค่าทางโภชนาการของขมิ้น

คุณค่าทางโภชนาการประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน แคลเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัส วิตามินซี ไธอามิน ไนอาซิน และไรโบฟลาวิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงคุณค่าทางโภชนาการส่วนที่กินได้ในขมิ้นชันและขมิ้นขาว 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณอาหารส่วนที่กินได้ 100 กรัม	
	ขมิ้นชัน	ขมิ้นขาว
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	65	22
โปรตีน (กรัม)	1.7	0.5
ไขมัน (กรัม)	1.4	0.5
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	11.4	3.8
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	9	-
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	41	158
เหล็ก (มิลลิกรัม)	2.3	26
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	0.02	0.03
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	0.03	0.01
ไนอาซีน (มิลลิกรัม)	1.3	0.5
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	12	16
เบต้า – แคโรทีน (RE)	-	-
ใยอาหาร (กรัม)	-	-

ที่มา :กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2535

หมายเหตุ

วิเคราะห์ โดยสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

RE ไมโครกรัมเทียบหน่วยเรตินัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 เครื่องมือ อุปกรณ์ วัตถุดิบ และสารเคมี

เครื่องมือ

1. Hand Retractometer
2. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) Memmert รุ่น W 8540
3. เครื่องวัด pH meter Precisa รุ่น PN 3900 – 01 D
4. ตู้ปลอดเชื้อ Cleam รุ่น V5 – V6
5. เตาแก๊ส Electrlux รุ่น EK 9720
6. Hot plate
7. กล้องจุลทรรศน์ Hurnd Wetzlar

อุปกรณ์ และเครื่องแก้ว

1. หม้อสแตนเลส
2. อ่างผสมสแตนเลส
3. กระชอน
4. ลังถึง
5. ผ้าขาวบาง
6. ขวดแก้ว
7. ถุงพลาสติก
8. เครื่องชั่ง 1000 กรัม
9. บีกเกอร์
10. ขวดรูปชมพู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. บิวเรต
12. ปิเปต
13. กระดาษทิชชู
14. กระดาษสติ๊กเกอร์
15. กระบอกตวง ขนาด 1000 มล.
16. จานอาหารเลี้ยงเชื้อ

วัตถุดิบ

1. ข้าวเหนียวเขี้ยวงู ตราฉัตรแก้ว
2. สมุนไพรจาก ตะไคร้ สะระแหน่ ขมิ้น
3. ลูกแป้ง
4. น้ำสะอาด
5. น้ำตาล
6. มันฝรั่ง

สารเคมี

1. ฟีนอล์ฟทาลีน (phenolpthalein)
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล
3. Lactophenol Blue Solution
4. แอลกอฮอล์
5. กลูโคส
6. ผงวุ้น

3.2 วิธีการ

3.2.1 การผลิตสาโท

3.2.1.1 ข้าวเหนียวเก่า 1 กิโลกรัม แช่ข้าวเหนียวเก่าไว้ 1 คืน นึ่งให้สุกนำข้าวเหนียวที่นึ่งสุกล้างน้ำจนหมดเมือกปล่อยทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ บดลูกแป้งให้ละเอียดแล้วนำมาคลุกเคล้ากับข้าวเหนียวที่เตรียมไว้

3.2.1.2 บรรจุใส่ขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ขวดละ 100 กรัม นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.3 ตรวจเปอร์เซ็นต์ Total Soluble Solid (% Brix) เติมน้ำสมุนไพรที่มีส่วนผสมของน้ำตาลแล้ว ขวดละ 200 มล. ได้จากการคำนวณความหวานที่ต้องการและเริ่มทำการหมักสาโท จนครบระยะเวลาที่กำหนด คือ 0 3 6 9 12 และ 15 วัน

3.2.1.4 เก็บตัวอย่าง วิเคราะห์ ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ เปอร์เซ็นต์ Total Soluble Solid (% Brix) และจำนวนเซลล์ ที่อายุการหมัก 0 3 6 9 12 และ 15 วัน

3.2.2 การประเมินผล การประเมินผลได้ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของการผลิตสาโทสมุนไพร

3.2.2.1 คุณสมบัติทางเคมีได้แก่

3.2.2.1.1 ความเป็นกรด-ด่าง วัดโดยใช้เครื่องวัด pH meter

3.2.2.1.2 เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกวัดโดยการไตเตรทกับ NaOH 0.1 นอร์มัล

3.2.2.1.3 ค่า Total Soluble Solid (% Brix) วัดโดยใช้ Hand Retractometer

3.2.2.1.4 จำนวนเซลล์หาได้โดยการนับเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อและภายใต้กล้องจุลทรรศน์

3.2.2.1.5 เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์หาได้โดยการคำนวณ Total Soluble Solid (% Brix) ที่หายไป

3.2.3 การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยวิเคราะห์ข้อมูลการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ การยอมรับรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 20 คน โดยทดสอบด้วยวิธี Hedonic Scale วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized complete block design) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการ ค. 140 และ ห้อง ค. 149 ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง แขวงลำประทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ระยะเวลาดำเนินการ

เริ่มการตั้งแต่เดือนเดือน พฤศจิกายน พ.ศ 2546 - มีนาคม พ.ศ 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การศึกษาการผลิตสาโทสมุนไพรโดยใช้สมุนไพร 3 คือ ตะไคร้ สะระแหน่ ขมิ้น ที่อายุการหมัก 0 3 6 9 12 และ15 วัน ในระหว่างการหมักเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และจำนวนเซลล์ จากนั้นนำตัวอย่างทั้งหมด คือ สาโทเติมน้ำต้ม สาโทเติมน้ำตะไคร้ สาโทเติมน้ำสะระแหน่ สาโทเติมน้ำขมิ้น นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการชิม การศึกษาทั้งหมดมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมักสาโทสมุนไพร

การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมักสาโทสมุนไพร ข้อมูลการหมักแสดงในตารางที่ 6 และการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมักแสดงในภาพที่ 4 – 5

จากการผลิตสาโทสมุนไพรตามข้อมูลในตารางที่ 6 ในทรีทเมนต์ที่ 1 ค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์เท่ากับ 25.0 24.6 21.6 18.6 15.0 และ 11.6 เปอร์เซ็นต์ ค่าพีเอชเท่ากับ 4.58 4.05 3.73 3.65 3.56 และ 3.59 เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเท่ากับ 0.12 0.37 0.44 0.64 0.70 และ 0.85 เปอรเซ็นต์ เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เท่ากับ 0 0.20 1.73 3.26 5.10 และ 6.83 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการหมัก 0 3 6 9 12 และ 15 วันตามลำดับ ส่วนจำนวนเซลล์เท่ากับ 15.0×10^5 1.31×10^7 4.35×10^6 9.15×10^6 7.00×10^6 เซลล์/มิลลิลิตร ที่อายุการหมัก 0 6 9 12 และ 15 วันตามลำดับ ในทรีทเมนต์ที่ 2 เปอร์เซ็นต์ บริกซ์เท่ากับ 25.0 22.0 18.0 17.0 12.0 และ 9.0 เปอร์เซ็นต์ ค่าพีเอช เท่ากับ 4.37 3.48 3.42 3.41 3.59 และ 3.78 เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเท่ากับ 0.10 0.40 0.42 0.54 0.66 และ 0.63 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ เท่ากับ 0 1.53 3.57 4.08 6.63 และ 8.16 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการหมัก 0 3 6 9 12 และ 15 วันตามลำดับ ส่วนจำนวนเซลล์ เท่ากับ 2.25×10^5 6.75×10^6 2.55×10^6 5.30×10^6 และ 5.45×10^6 เซลล์/มิลลิลิตร ที่อายุการหมัก 0 6 9 12 และ 15 วัน ตามลำดับ

การผลิตสาโทสมุนไพรทรีทเมนต์ที่ 3 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เท่ากับ 25.0 24.0 22.0 17.0 14.4 และ 10.0 เปอร์เซ็นต์ค่าพีเอช เท่ากับ 4.61 3.65 3.56 3.41 3.63 และ 3.78 เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก เท่ากับ 0.11 0.37 0.40 0.55 0.62 และ 0.68 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ เท่ากับ 0 0.51 1.53 4.08 5.41 และ 7.65 เปอร์เซ็นต์ ส่วนจำนวนเซลล์ เท่ากับ 5.5×10^5 1.35×10^7 5.54×10^6 6.95×10^6 และ 5.45×10^6 เซลล์/มิลลิลิตร ที่อายุการหมัก 0 6 9 12 และ 15 วัน ตามลำดับ ทรีทเมนต์ที่ 4 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เท่ากับ 25.0 23.6 21.6 15.6 12.4 และ 9.2 ค่าพีเอช เท่ากับ 4.55 3.65 3.59 3.45 3.45 และ 3.75 เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก เท่ากับ 0.11 0.37 0.40 0.55 0.62 และ 0.68 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ เท่ากับ 0 0.71 1.73 4.79 6.43 และ8.06 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการหมัก 0 3 6 9 12 และ 15 วัน ส่วนจำนวนเซลล์ เท่ากับ 1.55×10^5 1.10×10^7 3.85×10^6 4.00×10^6 และ 2.80×10^6 เซลล์/มิลลิลิตร ที่อายุการหมัก 0 6 9 12 และ 15 วัน ตามลำดับ

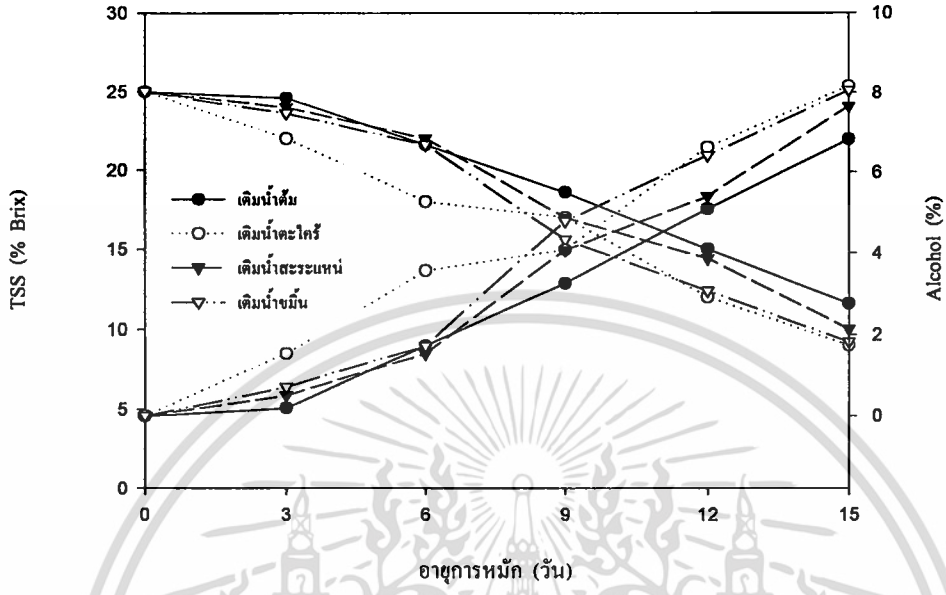
โดยรวมแล้วจะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์ ค่าพีเอช และเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ ลดลงในทุกๆ วัน ส่วนเปอร์เซ็นต์กรดแลคติก เพิ่มขึ้นในทุกๆ วัน จำนวนเซลล์เริ่มต้นที่ 10^5 เซลล์/มิลลิลิตร ในทรีทเมนต์ที่ 1 3 และ 4 และคงที่ ที่ 10^6 เซลล์/มิลลิลิตร จนสิ้นสุดการทดลอง โดยทุกทรีทเมนต์จำนวนเซลล์เมื่อสิ้นสุดการทดลอง เท่ากับ 10^6 เซลล์/มิลลิลิตร โดยการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์บริกซ์ และ เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ แสดงในภาพที่ 4 ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช และ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก แสดงในภาพที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลง เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ จำนวนเซลล์ยีสต์ในระหว่างการหมักสาโทสมุนไพรที่อายุการหมัก 0 3 6 9 12 และ 15 วัน

ทรีทเมนต์	อายุการหมัก (วัน)	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ พีเอช กรดแลคติก แอลกอฮอล์ จำนวนเซลล์ ในระหว่างการหมัก					หมายเหตุ
		บริก (%)	พีเอช	กรดแลคติก (%)	แอลกอฮอล์ (%)	จำนวนเซลล์ (เซลล์/มิลลิลิตร)	
1	0	25.0	4.58	0.12	0	1.50×10^5	ชุดควบคุม เติมน้ำต้ม
	3	24.6	4.05	0.37	0.20	นับไม่ได้	
	6	21.6	3.73	0.44	1.73	1.31×10^7	
	9	18.6	3.65	0.64	3.26	4.35×10^6	
	12	15.0	3.56	0.70	5.10	9.15×10^6	
	15	11.6	3.59	0.85	6.83	7.00×10^6	
2	0	25.0	4.37	0.10	0	2.25×10^5	เติมน้ำ ตะไคร้
	3	22.0	3.48	0.40	1.53	นับไม่ได้	
	6	18.0	3.42	0.42	3.57	6.75×10^6	
	9	17.0	3.41	0.54	4.08	2.55×10^6	
	12	12.0	3.59	0.66	6.63	5.30×10^6	
	15	9.0	3.78	0.63	8.16	5.45×10^6	
3	0	25.0	4.61	0.11	0	5.5×10^5	เติมน้ำ สะระแหน่
	3	24.0	3.65	0.37	0.51	นับไม่ได้	
	6	22.0	3.56	0.40	1.53	1.35×10^7	
	9	17.0	3.41	0.55	4.08	5.54×10^6	
	12	14.0	3.63	0.62	5.41	6.95×10^6	
	15	10.0	3.78	0.68	7.65	5.45×10^6	
4	0	25.0	4.55	0.11	0	1.55×10^5	เติมน้ำขมิ้น
	3	23.6	3.65	0.37	0.71	นับไม่ได้	
	6	21.6	3.59	0.40	1.73	1.10×10^7	
	9	15.6	3.45	0.55	4.79	3.85×10^6	
	12	12.4	3.45	0.62	6.43	4.00×10^6	
	15	9.2	3.73	0.68	8.06	2.80×10^6	

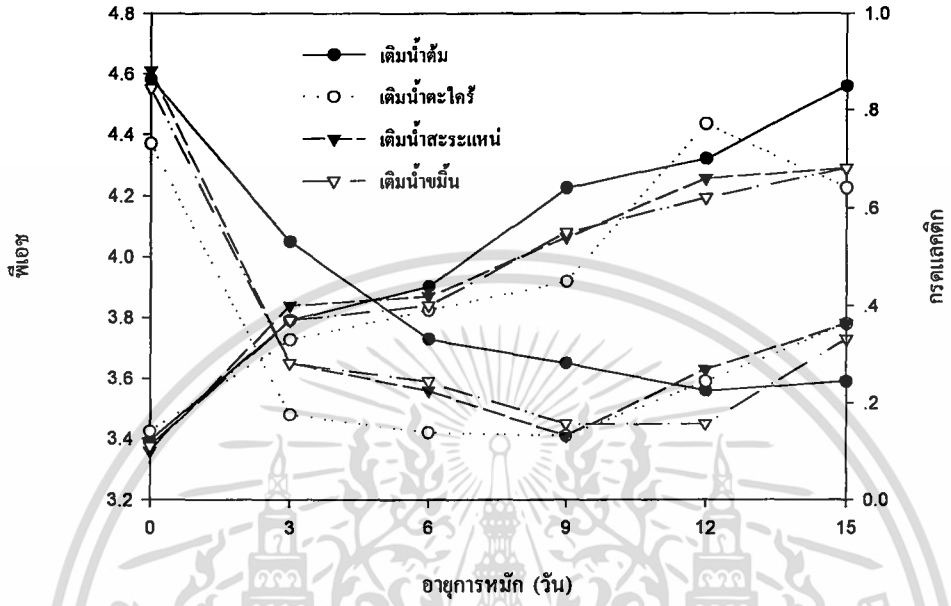
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์บริกซ์ และเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ในระหว่างการหมักสาโทที่อายุการหมัก 0 – 15 วัน

การเปลี่ยนแปลง เปอร์เซ็นต์บริกซ์และเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ในระหว่างสาโทสมุนไพร ตามภาพที่ 4 จะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์ลงมาตลอดระยะเวลาการหมักโดยเริ่มต้น เท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออายุการหมัก 15 วัน เท่ากับ 11.6 9.0 10.0 และ 9.2 ในทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการหมักโดยที่อายุการหมัก 15 วัน เท่ากับ 6.83 8.16 7.65 และ 8.06 ตามลำดับซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดจากใช้น้ำตาลที่ได้จากการย่อยแป้งของยีสต์ไปสร้างแอลกอฮอล์และเอสเทอร์ (นภา โล่ห์ทอง, 2537 : 17) จึงทำให้เปอร์เซ็นต์บริกซ์ลดลงและเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงของพีเอช และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกในระหว่างการหมักสาโท ที่อายุการหมัก 0 – 15 วัน

ส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอชและเปอร์เซ็นต์กรดแลคติก ตามภาพที่ 5 จะเห็นได้ว่า ค่าพีเอชจะลดลงตลอดเวลาการหมัก โดยเริ่มต้นเท่ากับ 4.58 4.37 4.61 และ 4.55 เมื่ออายุการหมักที่ 15 วันค่าพีเอชเท่ากับ 3.59 3.78 3.78 และ 3.73 ในทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการหมัก โดยที่อายุการหมักเริ่มต้นเท่ากับ 0.12 0.14 0.10 และ 0.11 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสิ้นสุดอายุการหมัก 15 วันเปอร์เซ็นต์กรดแลคติก เท่ากับ 0.85 0.63 0.68 และ 0.68 เปอร์เซ็นต์ ในทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจากเชื้อราเจริญในข้าวแล้วทำให้เกิดกรดทำให้ความเป็นกรด – ด่าง หรือ พีเอช ต่ำลงและสามารถยับยั้งจุลินทร์ได้ ส่วนเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเจริญของแบคทีเรียแลคติกจะให้กรดอินทรีย์ คือ กรดแลคติกและ กรดอะซิติกเป็นสารเมตาบอไลท์ ทำให้สภาพพีเอชต่ำลงความเป็นกรดจะสูงขึ้น (สุมณฑา วัฒนาสินธุ์, 2545 : 286)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อสาโทสมุนไพร

ตารางที่ 7 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสาโทสมุนไพร

ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางประสาทสัมผัส			
	สี	กลิ่น	รสชาติ	การยอมรับ
สาโทเติมน้ำต้ม	5.85[a]	6.55[a]	5.95[a]	5.75[a]
สาโทเติมน้ำตะไคร้	6.60[a]	5.95[a]	5.40[a]	5.60[a]
สาโทเติมน้ำสะระแหน่	6.75[a]	6.25[a]	6.10[a]	6.40[a]
สาโทเติมน้ำขมิ้น	6.40[a]	5.75[a]	5.75[a]	5.95[a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความมมเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของสาโทสมุนไพรโดยตัวแทนผู้บริโภค จำนวน 20 คน การวิเคราะห์ทางด้านสีของสาโทสมุนไพร พบว่า ค่าเฉลี่ยในแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$) โดยค่าเฉลี่ยของสีเท่ากับ 6.75 6.60 6.40 และ 5.85 ใน ทรีทเมนต์ที่ 3 2 4 และ 1 ตามลำดับ เนื่องจากทรีทเมนต์ที่ 3 ให้สีน้ำตาลอ่อนคล้ายสีชาจึงได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดส่วนทรีทเมนต์ชนิดอื่นๆ มีสีค่อนข้างใสจึงได้รับคะแนนการยอมรับน้อย ผลการทดสอบด้านกลิ่น พบว่า ค่าเฉลี่ยของสาโทสมุนไพรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p < 0.05$) โดยค่าเฉลี่ยของกลิ่นเท่ากับ 6.55 6.25 5.95 และ 5.75 ในทรีทเมนต์ที่ 1 3 2 และ 4 ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากทรีทเมนต์ที่ 2 3 และ 4 มีกลิ่นของสมุนไพรผู้บริโภคจึงให้คะแนนน้อยกว่าทรีทเมนต์ที่ 1

ส่วนด้านรสชาติ พบว่า ค่าเฉลี่ยของสาโทสมุนไพรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p < 0.05$) โดยค่าเฉลี่ยของรสชาติเท่ากับ 6.10 5.95 5.75 และ 5.40 ในทรีทเมนต์ที่ 3 1 4 และ 2 ตามลำดับ เนื่องจากในการชิมในครั้งนี้ผู้บริโภคมีวัย และ เพศที่แตกต่างกัน ผู้บริโภคที่เป็นเพศหญิงจะมีความชอบทรีทเมนต์ที่ 1 มากกว่าทรีทเมนต์ที่ 2 3 และ 4 เพราะว่ามีรสเปรี้ยวอมหวานและมีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์น้อยกว่าตัวอย่างอื่นๆ ส่วนผู้บริโภคที่เป็นเพศชายจะมีความชอบทรีทเมนต์ที่ 3 มากที่สุดเพราะว่ามีรสชาติที่ไม่หวานมากและมีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์สูง สุดท้ายค่าเฉลี่ยของสาโทสมุนไพรด้านการยอมรับรวมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$) โดยค่าเฉลี่ยของการยอมรับรวมเท่ากับ 6.40 5.95 5.75 และ 5.60 ในทรีทเมนต์ที่ 3 4 1 และ 2 ตามลำดับ เนื่องจากทรีทเมนต์ที่ 3 มีสีน้ำตาลอ่อนคล้ายสีชาทำให้ดูแล้วน่าดื่มมากกว่าทรีทเมนต์ชนิดอื่นๆ จึงได้รับคะแนนเฉลี่ยจากผู้บริโภคมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการผลิตสาโทสมุนไพร โดยเก็บตัวอย่างที่อายุการหมัก 0 3 6 9 12 และ 15 วัน นำมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์ ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ และ จำนวนเซลล์ยีสต์

จากผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง เปอร์เซ็นต์บริกซ์ลดลงมาตลอดระยะเวลาการหมักโดยเริ่มต้นเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออายุการหมัก 15 วัน เท่ากับ 11.6 9.0 10.0 และ 9.2 ในทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ ค่าพีเอชจะลดลงตลอดเวลาการหมัก โดยเริ่มต้นเท่ากับ 4.58 4.37 4.61 และ 4.55 เมื่ออายุการหมักที่ 15 วันค่าพีเอช 3.59 3.78 3.78 และ 3.73 ในทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการหมัก โดยที่อายุการหมักเริ่มต้นเท่ากับ 0.12 0.10 0.11 และ 0.11 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออายุการหมัก 15 วัน เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก เท่ากับ 0.85 0.63 0.68 และ 0.68 เปอร์เซ็นต์ ในทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการหมัก โดยที่อายุการหมัก 15 วัน เท่ากับ 6.83 8.16 7.65 และ 8.06 ตามลำดับ ส่วนการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเซลล์เริ่มต้นที่ 10^5 เซลล์/มิลลิลิตร ในทรีทเมนต์ที่ 1 3 และ 4 โดยทุกทรีทเมนต์จำนวนเซลล์เมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 10^6 เซลล์/มิลลิลิตร

ด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสาโทสมุนไพร ทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 การวิเคราะห์ทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ การยอมรับรวม พบว่า ค่าเฉลี่ยแต่ละทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$) ด้านสี รสชาติ และการยอมรับรวม ทรีทเมนต์ที่ 3 ได้รับค่าเฉลี่ยสูงกว่าทรีทเมนต์อื่นๆ ส่วนด้านกลิ่น ทรีทเมนต์ที่ 1 ได้ค่าเฉลี่ยสูงที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรใช้ลูกแป้งที่ใหม่และเป็นลูกแป้งที่ใช้ผลิตสาโทโดยตรง
2. ควรนำสาโทสมุนไพรไปศึกษาต่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์สาโทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

งามชื่น คงเสรี. 2531. คุณภาพการหุงต้มรับประทานและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง . กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.กรุงเทพฯ : 101 น.

จริยา เดชากุญชร และ ดวงฤทัย ธำรงโชติ . สาโท . 2546 . บริษัทสยามการพิมพ์จำกัด . กรุงเทพฯ 120 น.

นภา โล่ห์ทอง . 2537 . กล้าเชื้ออาหารหมักและเทคโนโลยีการผลิต . ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . กรุงเทพฯ : 159 น.

ประดิษฐ์ ครุวัฒนา . 2545 . ไวน์ : ศาสตร์และศิลป์ . สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ : 167 น.

ปราโมทย์ ธรรมรัตน์ . 2538 . การควบคุมขบวนการหมักสาขาวและสาแดง . การสัมมนาการควบคุมการหมักและการวิเคราะห์ เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ . กรมสรรพสามิต กระทรวงการคลัง , กรุงเทพฯ : 88 น.

รุ่งรัตน์ เหลียงนทีเทพ. 2540. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร .กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. 200 น.

วีระสิทธิ์ กัลยากฤต และ ทรงศักดิ์ บูรณาเศวตธรรม . การคัดเลือกจุลินทรีย์จากลูกแป้งที่ผลิตเอนไซม์ และแอลกอฮอล์เพื่ออุตสาหกรรมสาโท . เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42 . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . กรุงเทพฯ : 411 น.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์ . 2545 จุลชีววิทยาทางอาหาร . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ . 560 น.

อุดม แก้วสุวรรณ์ . 2543. "ตะไคร้สมุนไพรพื้นบ้านที่มีคุณค่าของไทย" วารสารข่าวศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง . ปีที่ 11 เล่มที่ 1 กรุงเทพฯ : 156 น.

พิสิฐ ศรีสุริยาจันทร์ กล้าเชื้อสุราแช่ http://www.agro.cmu.ac.th/e _books/Phisit/Alcohol% 20 Inoculum.pdf . 2545 : 35 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางที่ 8 ส่วนผสมการผลิตสาโทสมุนไพรในสูตรต่างๆ

ส่วนผสม	สูตรสาโทสมุนไพร			
	เติมน้ำต้ม	เติมน้ำตะไคร้	เติมน้ำสะระแหน่	เติมน้ำขมิ้น
ข้าวเหนียวเขี้ยวงู (กิโลกรัม)	1	1	1	1
ลูกแป้ง (ลูก)	1	1	1	1
สมุนไพร (กรัม)	100	100	100	100

หมายเหตุ คลุกข้าวเหนียวกับลูกแป้งแล้วใส่ขวดแก้วขวดละ 100 กรัม ปล่อยให้เกิดการย่อยข้าวเหนียว 3 วัน แล้วนำมาวัดเปอร์เซ็นต์บริกซ์ได้เท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ นำมาปรับเปอร์เซ็นต์บริกซ์ให้ได้ 25 เปอร์เซ็นต์โดยการคำนวณดังนี้

น้ำเชื่อมข้าววัดความหวานได้ 40 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร

ต้องการเติมน้ำสมุนไพรลงในน้ำเชื่อมข้าว 200 มิลลิลิตร

ดังนั้นปริมาตรของน้ำเชื่อมข้าว + น้ำสมุนไพร = 50 + 200 = 250 มิลลิลิตร

ความหวานของน้ำเชื่อมข้าว + น้ำสมุนไพร 250 มิลลิลิตร $= \frac{40 \times 50}{250}$

$= 8$ เปอร์เซ็นต์

ต้องการความหวานของน้ำเชื่อมข้าว + น้ำสมุนไพร 250 = 25 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้นต้องเติมน้ำตาลเพิ่ม 25 – 8 = 17 เปอร์เซ็นต์

การเติมน้ำตาล

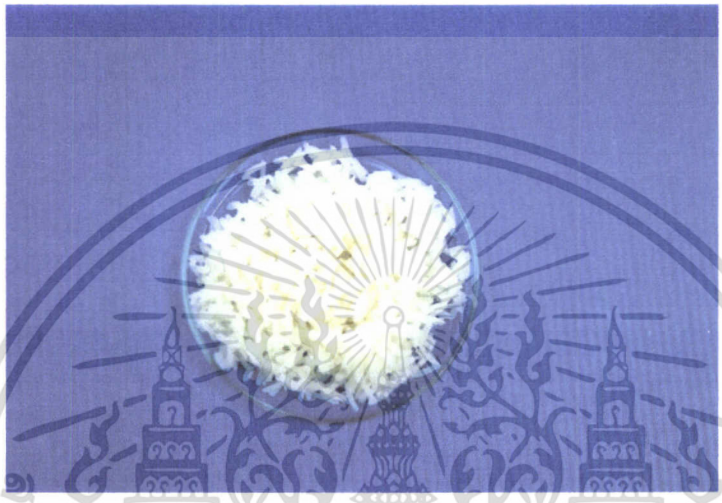
น้ำสมุนไพร 100 มิลลิลิตร เติมน้ำตาล 17 กรัม

น้ำสมุนไพร 250 มิลลิลิตร เติมน้ำตาล $\frac{17 \times 250}{100} = 34$ กรัม

ดังนั้นการผลิตสาโทสมุนไพรครั้งนี้จึงเติมน้ำสมุนไพร 200 มิลลิลิตร ที่มีความเข้มข้นของน้ำตาล 17 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข



ภาพที่ 6 ภาพข้าวเหนียวนึ่งคลุกลูกแป้งพร้อมบรรจุขวด

ภาพที่ 7 แสดงการผลิตสาโทสมุนไพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบด้านประสาทสัมผัส

HEDONIC SCALE SCORING TEST PREGFERENCE

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ สาโทสมุนไพร

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทดสอบผลิตภัณฑ์ดังต่อไปนี้และให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่าง ใช้สเกลที่เหมาะสมเพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านได้อธิบายความรู้สึกชอบในระดับใด

ท่านเป็นผู้ทดสอบผู้หนึ่งท่านสามารถบอกว่าท่านชอบผลิตภัณฑ์ใด ในระดับความชอบอย่างไรการแสดงความรู้สึกของท่านอย่างแท้จริงจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการทดสอบครั้งนี้

ระดับคะแนนความชอบ

9 = ชอบมากที่สุด (Like extremely) 8 = ชอบมาก (Like Very much)

7 = ชอบปานกลาง (Like moderately) 6 = ชอบเล็กน้อย (Like slightly)

5 = เฉยๆ (Nither like nor dislike) 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย (Dislike slightly)

3 = ไม่ชอบปานกลาง (Dislike moderately) 2 = ไม่ชอบมาก (Dislike very much)

1 = ไม่ชอบมากที่สุด (Dislike extremely)

ปัจจัยคุณภาพ	รหัส	รหัส	รหัส	รหัส .....
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
การยอมรับรวม				

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้