



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์ของเศษกล้วยในจังหวัดพิษณุโลก :
การผลิตน้ำส้มสายชูจากเศษกล้วย การออกแบบโรงงานต้นแบบ
และการตลาดของผลิตภัณฑ์ (ปีที่ 1)

โดย รองศาสตราจารย์ จิราภรณ์ สอดจิตร์ และ ดร. กนกกานต์ วีระกุล

มิถุนายน ปี พ.ศ. 2555

๖๐๐๒๕๖๑๘๖

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



250779



สัญญา เลขที่ R2554B811

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

คณะผู้วิจัย

1. รองศาสตราจารย์ จิราภรณ์ สอดจิตร์
2. ดร. กนกกานต์ วีระกุล

สนับสนุนโดยงบประมาณแผ่นดินมหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

กิตติกรรมประกาศ

การผลิตน้ำส้มสายชูจากวัสดุเหลือทิ้งจากกล้วย เป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อมให้กับอำเภอบางระกำ โครงการนี้เป็นความร่วมมือระหว่าง อบต. บางระกำ และมหาวิทยาลัยนเรศวร

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยนเรศวรที่สนับสนุนงบประมาณแผ่นดินในการวิจัย ปี 2554 และ อบต. บางระกำที่ช่วยประสานงานด้านบุคลากร ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

มิถุนายน 2555

คณะผู้วิจัย

การผลิตน้ำส้มสายชูหมักแบบธรรมชาติจากเศษกล้วยน้ำว้า โดยศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการหมัก พบว่าอัตราส่วนเนื้อกล้วยต่อน้ำ 1: 2 และปริมาณกล้าเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR5049 15% ระยะเวลาในการหมัก 15 วัน มีปริมาณแอลกอฮอล์ 10.45% และกล้าเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter acetii* TISTR 103 ปริมาณเชื้อ 15% ระยะเวลาในการหมัก 15 วัน มีปริมาณกรดอะซิติก 3.65% เมื่อทำการหมักไวน์โดยใช้ลูกแบ่งยีสต์ พบว่าการเติมลูกแบ่งยีสต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาในการหมัก 15 วัน มีปริมาณแอลกอฮอล์ 13.30% หลังจากนั้นทำการหมักน้ำส้มสายชูโดยใช้ลูกแบ่งแบคทีเรีย พบว่าการเติมลูกแบ่ง 0.5 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาในการหมัก 18 วัน มีปริมาณกรดอะซิติก 6.34% การศึกษาอายุการเก็บรักษาของลูกแบ่งที่ยังให้กิจกรรมการหมักสูง พบว่าลูกแบ่งยีสต์และลูกแบ่งแบคทีเรียมีอายุการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ และ 2 สัปดาห์ตามลำดับ

คำสำคัญ น้ำส้มสายชู กกล้วย ลูกแบ่งยีสต์ ลูกแบ่งแบคทีเรีย

Abstract

250779

Banana was employed to produce natural fermented vinegar. The banana was prepared for the vinegar fermentation by adding 2 : 1 water : banana. The mixer was first produced 10.45% alcohol by fermentation with the yeast *Saccharomyces cerevisiae* (15%) for 15 days then alcohol was used as a substrate for acetic acid fermentation. The bacteria starter used for the acetic acid production process was 15% *Acetobacter aceti*. To produce the vinegar, in this experiment, yeast and bacteria koji were produced and employed as starter cultures under the previous conditions. Yeast koji (0.5%) was used in the first step to produce 13.30% alcohol within 15 days after that 0.5% bacteria koji was added in order to transformed alcohol into acetic acid. The fermentation of the second step was 18 days. The final product was 6.34% acetic acid. The investigation of the activity of yeast and bacteria koji during storage found that after 8 and 2 weeks, respectively, high activity of both koji were obtained.

สารบัญ

	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	1
เนื้อหางานวิจัย	
1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา	4
2. วัตถุประสงค์	5
3. ระเบียบวิธีวิจัย	5
4. ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	6
5. การทบทวนวรรณกรรม	6
6. แผนการดำเนินงานวิจัย	17
7. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	20
8. สรุปผลการทดลอง	44
9. เอกสารอ้างอิง	46
10. Output ที่ได้จากโครงการ	48
11.ภาคผนวก	51

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 7.1	เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ในการหมักไวน์ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้นและอัตราส่วนของกล้วยต่อน้ำแตกต่างกัน	23
ตารางที่ 7.2	ค่า pH ในการหมักไวน์ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้นและอัตราส่วนของกล้วยต่อน้ำแตกต่างกัน	24
ตารางที่ 7.3	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในการหมักไวน์ ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้นและอัตราส่วนของกล้วยต่อน้ำแตกต่างกัน	25
ตารางที่ 7.4	ค่าปริกซ์ แอลกอฮอล์ และกรดอะซิติก ในการหมักน้ำส้มสายชูที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้นแตกต่างกัน	26
ตารางที่ 7.5	ค่าความหวาน ค่า pH ค่าเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ ในการหมักไวน์กล้วย	34
ตารางที่ 7.6	ค่าความหวาน (^o Brix) ในการหมักน้ำส้มสายชู	35
ตารางที่ 7.7	ค่า pH ในการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์กล้วย	36
ตารางที่ 7.8	ปริมาณแอลกอฮอล์ ในการหมักน้ำส้มสายชูจากกล้วย	37
ตารางที่ 7.9	ปริมาณกรดอะซิติก ในการหมักน้ำส้มสายชูจากกล้วย	38
ตารางที่ 7.10	ปริมาณเชื้อในลูกแป้งยีสต์ และแบคทีเรีย	40
ตารางที่ 7.11	ต้นทุนการผลิตลูกแป้งยีสต์โดยแบ่งต้นทุนเป็น 100 ส่วน	42
ตารางที่ 7.12	ต้นทุนการผลิตลูกแป้งแบคทีเรีย โดยแบ่งต้นทุนเป็น 100 ส่วน	43

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 7.1	20
ไวน์กล้วยที่หมักด้วยอัตราส่วนกล้วยต่อน้ำ 1:1 และ กล้าเชื้อ <i>Saccharomyces cerevisiae</i> 15%	
รูปที่ 7.2	22
ปริมาณกล้าเชื้อ <i>A. aceti</i> ในการหมักน้ำส้มสายชู A กล้าเชื้อ 5% B กล้าเชื้อ 10% และ C กล้าเชื้อ 15%	
รูปที่ 7.3	28
ขั้นตอนการผลิตลูกแป้งยีสต์	
รูปที่ 7.4	29
ลูกแป้งยีสต์	
รูปที่ 7.5	30
การหมักไวน์กล้วยด้วยลูกแป้งยีสต์	
รูปที่ 7.6	32
ขั้นตอนการทำลูกแป้งแบคทีเรีย	
รูปที่ 7.7	32
ลูกแป้งแบคทีเรีย	
รูปที่ 7.8	32
ขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อแบคทีเรียสำหรับหมักน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์กล้วย	
รูปที่ 7.9	33
ขั้นตอนการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกล้วยด้วยเชื้อจากลูกแป้งแบคทีเรีย	
รูปที่ 7.10	39
น้ำส้มสายชูที่ได้จากการหมักโดยใช้ลูกแป้งเทียบกับการหมักแบบใช้หัวเชื้อ	

บทสรุปผู้บริหาร

(Executive Summary)

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

1.1 ชื่อเรื่อง

(ภาษาไทย) การผลิตน้ำส้มสายชูจากวัสดุเหลือทิ้งจากกล้วย

(Production of vinegar from banana waste product)

1.2 ชื่อคณะผู้วิจัย

รองศาสตราจารย์ จิราภรณ์ สอดจิตร์ ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย

หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ฯ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

หมายเลขโทรศัพท์ 055-9692742 โทรสาร 055-962703

ดร. กนกกานต์ วีระกุล โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

หมายเลขเบอร์โทรศัพท์ 02-4239435-6 โทรสาร 02-2445000 ต่อ 6408

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษากรรมวิธีการผลิตในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักแบบธรรมชาติ จากเศษ
กล้วยน้ำว้า

2.2 เพื่อศึกษากรรมวิธีการผลิตลูกแป้งในการผลิตน้ำส้มสายชูจากกล้วยน้ำว้า

2.3 ประเมินคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของผลิตภัณฑ์

2.4 เปรียบเทียบคุณภาพของน้ำส้มสายชูที่ผลิตได้ กับน้ำส้มสายชูหมักทางการค้า

2.5 ถ่ายทอดเทคโนโลยีองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

3. ขอบเขต

3.1 ศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตไวน์จากน้ำเศษกล้วย โดยศึกษาอัตราส่วนของเนื้อมีกล้วยต่อน้ำ 4 อัตราส่วน และปริมาณกล้ายี่ฮีสต์ 3 ระดับ

3.2 ศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตกรดอะซิติกจากกล้วย โดยศึกษาปริมาณของกล้ายี่ฮีสต์แบบคทีเรีย 3 ระดับ น้ำส้มสายชู 3 ระดับ

3.3 ศึกษาการผลิตและการเก็บรักษาหัวเชื้อที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชู โดยศึกษาการผลิตลูกแป้งยีสต์ และลูกแป้งแบบคทีเรียมาใช้ในการบวกรวมการผลิต

3.4 การประเมินคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชู ลูกแป้งยีสต์และลูกแป้งแบบคทีเรีย

3.5 เปรียบเทียบคุณภาพของน้ำส้มสายชูที่ผลิตได้กับน้ำส้มสายชูหมักทางการค้า

3.6 ถ่ายทอดเทคโนโลยีองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

4. ผลการวิจัย

4.1 กรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตไวน์จากน้ำเศษกล้วย พบว่าปริมาณเชื้อมีผลต่อการผลิตแอลกอฮอล์ ปริมาณเชื้อสูงในกระบวนการหมักจะให้เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์สูงด้วย การเปลี่ยนแปลง pH ของไวน์ในระหว่างการหมัก พบว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาและปริมาณน้ำในการหมัก pH มีแนวโน้มลดลง ที่อัตราส่วนของกล้วยต่อน้ำน้อย ยีสต์ใช้น้ำตาลได้ดีกว่าอัตราส่วนกล้วยต่อน้ำมาก อัตราส่วนเนื้อมีกล้วยต่อน้ำ 1: 2 และปริมาณกล้ายี่ฮีสต์ 15% ในการหมักไวน์กล้วยให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุด

4.2 กรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตกรดอะซิติก พบว่า ปริมาณแอลกอฮอล์และค่าความหวานลดลงเมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับปริมาณกรดอะซิติกเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเพิ่มขึ้น และปริมาณกล้ายี่ฮีสต์ *A. aceti* ที่เหมาะสมในการผลิตกรดอะซิติกคือ 10%

4.3 การผลิตลูกแป้งยีสต์ พบว่าสูตรลูกแป้งยีสต์ประกอบด้วย แป้งข้าวเจ้า 500 กรัม กระเทียม 8 กรัม ขิง 8 กรัม ข้าว 4 กรัม ชะเอม 8 กรัม พริกไทย 1.2 กรัม ดีปลี 1.2 กรัม และเซลล์

แขวนลอยของเชื้อ *S. cerevisiae* 600 มิลลิลิตร ที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น $8 \log \text{cfu/ml}$ มีกรรมวิธีการผลิต คือ นวดส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน บ่มอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บั่นลูกแป้งเป็นลูกกลม ให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร นำไปอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เมื่อนำลูกแป้งที่ได้มาทำการหมัก พบว่าการใช้ลูกแป้งยีสต์ 0.5% เหมาะสมในการหมัก

4.4 การผลิตลูกแป้งแบคทีเรีย พบว่าสูตรลูกแป้งแบคทีเรียประกอบด้วย แป้งข้าวเจ้า 500 กรัม พริกไทยขาว 15 กรัม ดอกจันทร์ 15 กรัม ลูกจันทร์ 5 กรัม และกลัเชื้อ *A. aceti* ในน้ำมะพร้าว 600 มิลลิลิตรที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น $6 \log \text{cfu/ml}$ และกรดโพธิ์ฟอสฟอริก 0.2 เปอร์เซ็นต์ มีกรรมวิธีการผลิต คือ นวดส่วนผสมเข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นวดอีกครั้งและบ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมง บั่นลูกแป้งเป็นลูกกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร อบลูกแป้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เมื่อนำลูกแป้งแบคทีเรียมาใช้ในการหมัก พบว่าการเติมลูกแป้งแบคทีเรีย 5% เหมาะสมในการหมัก

5.5 อายุในการเก็บรักษาของลูกแป้ง พบว่าปริมาณเชื้อในลูกแป้งยีสต์เก็บที่อุณหภูมิตู้เย็น เป็นเวลา 8 สัปดาห์ 4.20×10^6 เซลล์ต่อกรัม ส่วนลูกแป้งแบคทีเรีย เก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 2 สัปดาห์ 2.10×10^6 เซลล์ต่อกรัม

6.6 ต้นทุนการผลิตลูกแป้งยีสต์ 1 กิโลกรัม เท่ากับ 49.29 และลูกแป้งแบคทีเรีย 1 กิโลกรัม เท่ากับ 102.02 บาท