

ผลของอายุมะพร้าว การคั้นน้ำเชื้อ และความเข้มข้นของกะทิต่อการผลิตฐานสวรรค์
จากน้ำกะทิโดยเชื้อ *Acetobacter xylinum* 2 สายพันธุ์

Effects of Coconut's Age, Pasteurization and Concentrations
of Coconut Milk on Nata de Coco Production from Coconut Milk
by Two Strains of *Acetobacter xylinum*

นางสาววิฐ นันทิชัยฤทธา

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มีนาคม 2540

ลิขสิทธิ์นี้เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

**ผลของอายุมะพร้าว การต้มฆ่าเชื้อ และความเข้มข้นของกะทิต่อการผลิตวุ้นสวรรค์
จากน้ำกะทิโดยเชื้อ *Acetobacter xylinum* 2 สายพันธุ์**

**Effects of Coconut's Age, Pasteurization and Concentrations
of Coconut Milk on Nata de Coco Production from Coconut Milk
by Two Strains of *Acetobacter xylinum***

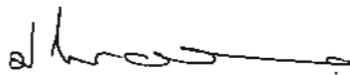
นางสาววิฐ นันทิธัญญธาดา

**ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มีนาคม 2540**

ลิขสิทธิ์นี้เป็นของภาควิชาจุลชีววิทยา

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปัญหาพิเศษฉบับนี้
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

 ประธาน

(อาจารย์ ปราโมทย์ ธรรมรัตน์)

 กรรมการ

(อาจารย์ จาตุรนต์ ศิริพรรณพร)

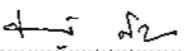
 กรรมการ

(อาจารย์ ศิริพร เอื้อยังกูร)

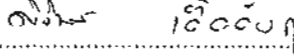
คณะกรรมการสอบ

 ประธาน

(อาจารย์ ปราโมทย์ ธรรมรัตน์)

 กรรมการ

(อาจารย์ จาตุรนต์ ศิริพรรณพร)

 กรรมการ

(อาจารย์ ศิริพร เอื้อยังกูร)

 กรรมการ

(อาจารย์ ศิริโฉม เหลืองอ่อน)

ภาควิชาจุลชีววิทยาอนุมัติให้รับเป็นปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยบูรพา

 หัวหน้าภาควิชาจุลชีววิทยา

(อาจารย์ อภิรดี ปิณฑนาศย์)

วันที่ 14 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2540

ประกาศคุณูปการ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ปราวโมทย์ ธรรมรัตน์, อาจารย์จ้าววรรณ ศิริพรรณพร และอาจารย์ศิริพร เอื้ออังกูร ที่ได้กรุณาเป็นที่ปรึกษา ให้ความช่วยเหลือในแนวคิด กำลังใจ และความเข้าใจอันมีค่ายิ่งตลอดเวลาในการทำปัญหาพิเศษ

ขอกราบขอบพระคุณ ดร. สายพิน มณีพันธ์ ผู้อำนวยการสถาบันคั้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ และขอขอบคุณอาจารย์สมคิด ธรรมรัตน์ และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา กองเกษตรเคมีที่ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการใช้เชื้อแบคทีเรีย

ขอขอบพระคุณท่านคณาจารย์ทุกท่าน เจ้าหน้าที่ของภาควิชาจุลชีววิทยา รวมทั้งเพื่อนๆ และน้องทุกคนที่ได้มีส่วนช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าตลอดการทำปัญหาพิเศษนี้

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานโครงการวิจัยพัฒนามลิตภัณฑ์จากมะพร้าวซึ่งได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (ส.ก.ว)

ท้ายที่สุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ตลอดจนสมาชิกในครอบครัวของข้าพเจ้าที่ให้ความช่วยเหลือทั้งกำลังใจ กำลังใจ และกำลังทรัพย์ในการทำปัญหาพิเศษนี้

วิฐ นันทิธัญญธาดา

มีนาคม 2540

หัวข้อปัญหาพิเศษ ผลของอายุมะพร้าว การต้มฆ่าเชื้อ และความเข้มข้นของกะทิต่อการผลิต
วันสวรรคต จากน้ำกะทิโดยเชื้อ *Acetobacter xylinum* 2 สายพันธุ์

ชื่อนิสิต นางสาววิฐ นันทิธัญญธาดา

ภาควิชา จุลชีววิทยา

ปีการศึกษา 2539

บทคัดย่อ

การศึกษาถึงการใช้น้ำกะทิจากมะพร้าวทึนทึกและมะพร้าวห้าวแทนน้ำมะพร้าวเพื่อผลิตวุ้นสวรรค์ โดยหมักเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter xylinum* สายพันธุ์ Agr.60 และ T₂ ในน้ำกะทิที่เจือจาง 1:30 และ 1:50 ที่มีการเติมแอมโมเนียมซัลเฟต 0.5 เปอร์เซ็นต์, น้ำตาลทราย 5 เปอร์เซ็นต์ และกรดอะซิติก 1.2 เปอร์เซ็นต์ แผ่นวุ้นสวรรค์ที่ได้มีลักษณะเป็นเยื่อเหนียว สีขาวหรือครีม จากการทดลองพบว่าที่น้ำกะทิที่เจือจาง 1:30 แผ่นวุ้นที่ได้จากการหมักน้ำกะทิมะพร้าวทึนทึก และผ่านการต้มก่อนหมักด้วยเชื้อ *A. xylinum* สายพันธุ์ Agr.60 จะผลิตแผ่นวุ้นที่มีน้ำหนักและความหนามากกว่าแผ่นวุ้นที่ได้จากการหมักน้ำกะทิมะพร้าวห้าว และไม่ผ่านการต้มก่อนหมักด้วยเชื้อ *A. xylinum* สายพันธุ์ T₂ ส่วนน้ำกะทิที่เจือจาง 1:50 พบว่าแผ่นวุ้นที่ได้จากการหมักน้ำกะทิมะพร้าวทึนทึกและไม่ผ่านการต้มก่อนหมักด้วยเชื้อ *A. xylinum* สายพันธุ์ Agr.60 จะมีน้ำหนักและความหนามากกว่าแผ่นวุ้นที่ได้จากการหมักน้ำกะทิมะพร้าวห้าวและผ่านการต้มก่อนหมักด้วยเชื้อ *A. xylinum* สายพันธุ์ T₂ นอกจากนี้ยังได้นำแผ่นวุ้นที่ได้จากน้ำกะทิของมะพร้าวทึนทึกและมะพร้าวห้าวที่เจือจาง 1:30 มาแปรรูปเป็นอาหารหวานและอาหารขาว เพื่อเปรียบเทียบกับแผ่นวุ้นที่ได้จากน้ำมะพร้าวที่ผลิตโดยวิธีปกติ โดยวิธีการให้อัตราความชอบ (Hedonic scale method: 1-9 points) ปรากฏว่า วุ้นสวรรค์ที่ได้จากน้ำมะพร้าวได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากกว่าวุ้นสวรรค์ที่ได้จากน้ำกะทิเมื่อแปรรูปเป็นอาหารหวานและขาว โดยคะแนนการยอมรับของรสชาติและเนื้อสัมผัสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

Title Effect of Coconut's Age, Pasteurization and Concentrations of Coconut Milk on Nata de Coco Production from Coconut Milk by Two Strains of *Acetobacter xylinum*

Name Ms. Withu Nuntithunyathada

Department Microbiology

Academic year 1996

Abstract

The purpose of this study was to use coconut milk for the production of bacterial cellulose (nata de coco). The coconut milk used in the study was prepared from half-mature and mature coconut and was diluted with water to 1:30 or 1:50 (v/v) concentration. Two strains of cellulose-producing *Acetobacter xylinum*, Agr.60 and T₂, were used as the starter. The coconut milk used for the fermentation was added with 0.5% (w/v) ammonium sulphate, 5% (w/v) sucrose and 1.2% (v/v) acetic acid. During the fermentation, the white or cream cellulose layer was formed on the top of the medium. With 1:30 diluted coconut milk, the maximum productivity (in terms of weight and thickness of the product) using strain Agr.60 was obtained from the coconut milk prepared from boiled half-mature coconut, while this was obtained using strain T₂ from the unboiled, mature coconut milk. However, the productivity using strain T₂ was less than that using strain Agr.60. For 1:50 diluted coconut milk, the maximum productivity was obtained using Agr.60 when the unboiled coconut milk prepared from the half-mature coconut was used. Similarly, strain T₂ produced less cellulose at this dilution than that of strain Agr.60. Thus, the maximum productivity using this strain was obtained from the boiled coconut milk prepared from the mature coconut. In addition, test for acceptance of the food products prepared from the cellulose produced from both types of coconut milk (1:30 dilution) using Hedonic scale method revealed a significant less acceptance, in terms of taste and texture, to the conventional cellulose obtained from coconut water fermentation.

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง.....	ค
สารบัญภาพ.....	จ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา.....	3
แบบทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา.....	3
ลักษณะทางกายภาพของหุ่นสวรรค์.....	5
อาหารที่ใช้เลี้ยงหุ่นสวรรค์.....	5
วิธีการผลิตหุ่นสวรรค์โดยทั่วไป.....	7
ปัจจัยที่ทำให้การผลิตหุ่นสวรรค์มีคุณภาพดี.....	11
การแปรรูปหุ่นน้ำมะพร้าว.....	18
ประโยชน์ของหุ่นน้ำมะพร้าว.....	19
การเก็บรักษาหุ่นน้ำมะพร้าว.....	20
การทดสอบการให้อัตราความชอบ.....	20
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา.....	24
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	28
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	33
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผลการทดลอง.....	51
เอกสารอ้างอิง.....	54
ภาคผนวก.....	57
ภาคผนวก ก.....	58
ภาคผนวก ข.....	61

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 ผลผลิตรูนน้ำมะพร้าวเมื่อใช้ปริมาณเชื้อ (inoculum) ต่าง ๆ กัน หลังจากหมักเป็นเวลา 2 สัปดาห์.....	11
2 ผลของความเข้มข้นของหัวเชื้อต่อความหนาของน้ำหมักของรูน ภายหลังการหมักเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส.....	12
3 ผลผลิตของรูนน้ำมะพร้าวเมื่อใช้น้ำมะพร้าวที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ภายหลังการหมัก เป็นเวลา 2 สัปดาห์.....	13
4 ผลของภาระต่อความหนาและน้ำหมักของรูนที่ได้หลังการหมัก เป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส.....	14
5 ผลของกรคน้ำส้มที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ต่อความหนาและน้ำหมักของรูน หลังจากการหมักเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส.....	15
6 ผลผลิตรูนน้ำมะพร้าวเมื่อเติมกรคน้ำส้มปริมาณต่าง ๆ กัน หลังการหมักเป็นเวลา 2 สัปดาห์.....	15
7 ผลผลิตรูนน้ำมะพร้าว เมื่อใช้น้ำตาลความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ภายหลังการหมักเป็นเวลา 2 สัปดาห์.....	16
8 ผลของความเข้มข้นของน้ำตาลต่อความหนาและน้ำหมักของรูน ที่ได้หลังการหมักเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส.....	17
9 เปรียบเทียบน้ำหนักและความหนาของรูนสวรรค์จากการหมัก <i>A. xylinum</i> สายพันธุ์ T ₂ และ Agr.60 ในน้ำกะทิมะพร้าวห้าวและมะพร้าวทึนทึก ที่เจือจาง 1 : 30 ในภาวะคัมและไม่คัม.....	33
10 เปรียบเทียบน้ำหนักและความหนาของรูนสวรรค์จากการหมัก <i>A. xylinum</i> สายพันธุ์ T ₂ และ Agr.60 ในน้ำกะทิมะพร้าวห้าวและมะพร้าวทึนทึก ที่เจือจาง 1 : 50 ในภาวะคัมและไม่คัม.....	34
11 เปรียบเทียบคะแนนความชอบของยารูนสวรรค์ที่ปรุงจากแผ่นรูนที่ได้ จากการหมักเชื้อ <i>A. xylinum</i> สายพันธุ์ T ₂ และ Agr.60 ในน้ำกะทิมะพร้าวห้าว และมะพร้าวทึนทึกที่เจือจาง 1 : 30 ในภาวะคัมและไม่คัม.....	35

สารบัญตาราง

ตาราง

หน้า

- 12 เปรียบเทียบคะแนนความชอบของรุ่นสวรงค์เชื่อมที่ปรุงจากแผ่นวุ้น
ที่ได้จากการหมักเชื้อ *A. xylinum* สายพันธุ์ T₂ และ Agr.60 ใน
น้ำกะทิมะพร้าวห้าวและมะพร้าวทึนทึกที่เจือจาง 1 : 30 ในภาวะคัมและไม่คัม..... 36

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 แผนผังการผลิตและการแปรรูปกุ้งมะพร้าวโดยทั่วไป.....	9
2 ขบวนการผลิตกุ้งสวรรค์ผสมน้ำตื้นจี่.....	10
3 เปรียบเทียบน้ำหนักของแผ่นกุ้งสวรรค์ที่ได้จากการหมักเชื้อ <i>A. xylinum</i> สายพันธุ์ T ₂ และ Agr.60 โดยใช้น้ำกะทิมะพร้าวห้าว และน้ำกะทิมะพร้าวทึนทิกที่ผ่านการคั้นและไม่คั้น ความเข้มข้น 1 : 30 หลังการหมักนาน 8 วัน.....	37
4 เปรียบเทียบน้ำหนักของแผ่นกุ้งสวรรค์ที่ได้จากการหมักเชื้อ <i>A. xylinum</i> สายพันธุ์ T ₂ และ Agr.60 โดยใช้น้ำกะทิมะพร้าวห้าว และน้ำกะทิมะพร้าวทึนทิกที่ผ่านการคั้นและไม่คั้น ความเข้มข้น 1 : 50 หลังการหมักนาน 8 วัน.....	38
5 เปรียบเทียบน้ำหนักของแผ่นกุ้งสวรรค์ที่ได้จากการหมักเชื้อ <i>A. xylinum</i> สายพันธุ์ T ₂ และ Agr.60 โดยใช้น้ำกะทิมะพร้าวห้าว และน้ำกะทิมะพร้าวทึนทิกที่ผ่านการคั้นและไม่คั้น ความเข้มข้น 1 : 30 หลังการหมักนาน 14 วัน.....	39
6 เปรียบเทียบน้ำหนักของแผ่นกุ้งสวรรค์ที่ได้จากการหมักเชื้อ <i>A. xylinum</i> สายพันธุ์ T ₂ และ Agr.60 โดยใช้น้ำกะทิมะพร้าวห้าว และน้ำกะทิมะพร้าวทึนทิกที่ผ่านการคั้นและไม่คั้น ความเข้มข้น 1 : 50 หลังการหมักนาน 14 วัน.....	40
7 เปรียบเทียบความหนาของแผ่นกุ้งสวรรค์ที่ได้จากการหมักเชื้อ <i>A. xylinum</i> สายพันธุ์ T ₂ และ Agr.60 โดยใช้น้ำกะทิมะพร้าวห้าว และน้ำกะทิมะพร้าวทึนทิกที่ผ่านการคั้นและไม่คั้น ความเข้มข้น 1 : 30 หลังการหมักนาน 8 วัน.....	41

สารบัญภาพ

ภาพ

หน้า

- 8 เปรียบเทียบความหนาของแผ่นวุ้นสวรรค์ที่ได้จากการหมักเชื้อ
A. xylinum สายพันธุ์ T₂ และ Agr.60 โดยใช้น้ำกะทิและพรวัวห้าว
 และน้ำกะทิและพรวัวตีนตีกที่ผ่านการต้มและไม่ต้ม ความเข้มข้น 1 : 50
 หลังการหมักนาน 8 วัน..... 42
- 9 เปรียบเทียบความหนาของแผ่นวุ้นสวรรค์ที่ได้จากการหมักเชื้อ
A. xylinum สายพันธุ์ T₂ และ Agr.60 โดยใช้น้ำกะทิและพรวัวห้าว
 และน้ำกะทิและพรวัวตีนตีกที่ผ่านการต้มและไม่ต้ม ความเข้มข้น 1 : 30
 หลังการหมักนาน 14 วัน..... 43
- 10 เปรียบเทียบความหนาของแผ่นวุ้นสวรรค์ที่ได้จากการหมักเชื้อ
A. xylinum สายพันธุ์ T₂ และ Agr.60 โดยใช้น้ำกะทิและพรวัวห้าว
 และน้ำกะทิและพรวัวตีนตีกที่ผ่านการต้มและไม่ต้ม ความเข้มข้น 1 : 50
 หลังการหมักนาน 14 วัน..... 44
- 11 เปรียบเทียบคะแนนความชอบของอำวุ้นสวรรค์ที่ปรุงจากแผ่นวุ้น
 ที่ได้จากการหมักเชื้อ *A. xylinum* สายพันธุ์ T₂ และ Agr.60 โดยใช้น้ำ
 กะทิและพรวัวห้าวและน้ำกะทิและพรวัวตีนตีกที่ผ่านการต้มและไม่ต้ม
 หลังการหมักนาน 8 วัน..... 45
- 12 เปรียบเทียบคะแนนความชอบของอำวุ้นสวรรค์ที่ปรุงจากแผ่นวุ้น
 ที่ได้จากการหมักเชื้อ *A. xylinum* สายพันธุ์ T₂ โดยใช้น้ำกะทิและพรวัวห้าว
 ที่ผ่านการต้มและไม่ต้ม หลังการหมักนาน 8 วัน..... 46
- 13 เปรียบเทียบคะแนนความชอบของอำวุ้นสวรรค์ที่ปรุงจากแผ่นวุ้น
 ที่ได้จากการหมักเชื้อ *A. xylinum* สายพันธุ์ T₂ โดยใช้น้ำกะทิและพรวัว
 ตีนตีกที่ผ่านการต้มและไม่ต้ม หลังการหมักนาน 8 วัน..... 47

สารบัญภาพ

ภาพ

หน้า

- 14 เปรียบเทียบคะแนนความชอบของยาสูบที่ปรุงจากแผ่นวุ้น
ที่ได้จากการหมักเชื้อ *A. xylinum* สายพันธุ์ Agr.60 โดยใช้ น้ำกะทิ
มะพร้าวห้าวที่ผ่านการต้มและไม่ต้ม หลังการหมักนาน 8 วัน.....48
- 15 เปรียบเทียบคะแนนความชอบของยาสูบที่ปรุงจากแผ่นวุ้น
ที่ได้จากการหมักเชื้อ *A. xylinum* สายพันธุ์ Agr.60 โดยใช้ น้ำกะทิ
มะพร้าวทึนทึกที่ผ่านการต้มและไม่ต้ม หลังการหมักนาน 8 วัน.....49
- 16 เปรียบเทียบคะแนนความชอบของวุ้นสวรรค์เชื่อมที่ปรุงจากแผ่นวุ้น
ที่ได้จากการหมักในน้ำกะทิและน้ำมะพร้าว หลังการหมักนาน 8 วัน.....50

บทที่ 1

บทนำ

วุ้นน้ำมะพร้าวมีชื่อเรียกหลายอย่างด้วยกัน อาจเรียกว่า วุ้นสวรรค์ วุ้นน้ำส้ม เหย็ดรตชัย หรือลูกพร้าว (สมคิด, 2531) ซึ่งเป็นที่รู้จักกันอย่างดีในประเทศฟิลิปปินส์ โดยเรียกกันว่า "nata de coco" (Sanchez, 1991) ส่วนในประเทศไทยนั้นกำลังเป็นที่รู้จักและแพร่หลายมากขึ้นเพราะสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ ได้หลายรูปแบบ วุ้นน้ำมะพร้าวเป็นโพลีแซคคาไรด์(polysaccharide) ชนิดหนึ่งได้จากการหมักน้ำมะพร้าวด้วยเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มที่สามารถสร้างกรดอะซิติกได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *Acetobacter xylinum* เนื้อวุ้นที่ได้จะมีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อเหนียว หนา มีสีขาว หรือสีครีม มีกลิ่นตามวัตถุดิบที่ใช้ในการเลี้ยงเชื้อ (Lacadin and Millan, 1980 และสมคิด, 2531) ในยุคแรกน้ำมะพร้าวที่นำมาใช้หมักวุ้นนั้นมักเป็นน้ำมะพร้าวแก่ที่เหลือทิ้งในครัวเรือน ในอุตสาหกรรมมะพร้าวตากแห้ง หรือโรงงานอุตสาหกรรมกะทิ แต่ในปัจจุบัน บางจังหวัดของประเทศได้มีการผลิตวุ้นน้ำมะพร้าวเป็นอาชีพหลักกันแล้ว เช่น จังหวัดสมุทรสงคราม เป็นต้น ทำให้ผู้บริโภครู้จักวุ้นน้ำมะพร้าวกันอย่างแพร่หลาย โดยวิธีการนำวุ้นน้ำมะพร้าวมาใช้ทำเป็นอาหารนั้นจะต้องนำวุ้นไปผ่านกรรมวิธีทำให้วุ้นสะอาดและลดความเป็นกรดโดยการแช่ในน้ำเปล่าหรือต้มให้เดือด 2 - 3 ครั้งก่อนนำไปแปรรูปเป็นอาหารหวานชนิดต่างๆ ในประเทศไทยการนำวุ้นน้ำมะพร้าวมารับประทานเริ่มแพร่หลายใน 2 - 3 ปีที่ผ่านมา ส่วนใหญ่จะรับประทานในรูปของอาหารหวาน เช่น ตักวุ้นออกเป็นสี่เหลี่ยมลูกเต๋าแล้วเชื่อมในน้ำเชื่อมเข้มข้น การบรรจุขวดของผลิตภัณฑ์นี้มักจะเป็นอุตสาหกรรมในครอบครัว ซึ่งถ้าหากมีการวิจัยการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากวุ้นน้ำมะพร้าวให้ได้หลายรูปแบบ ตลาดและอุตสาหกรรมน้ำมะพร้าวอาจจะขยายใหญ่ขึ้นได้ และจะเป็นแหล่งรองรับการใช้ประโยชน์จากน้ำมะพร้าวที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมน้ำมันมะพร้าว น้ำมะพร้าวอ่อนบรรจุกระป๋อง และ กะทิสำเร็จรูปเป็นต้น แต่ต่อไปในอนาคตอาจจะเกิดภาวะขาดแคลนน้ำมะพร้าวขึ้น จึงควรมองหาสิ่งที่สามารถทดแทนน้ำมะพร้าวได้ น้ำกะทิจะเป็นวัตถุดิบอย่างหนึ่งที่น่าสนใจในการนำมา ทดลองผลิตวุ้นน้ำมะพร้าว โดยน้ำกะทิจะประกอบด้วยส่วนประกอบ 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ หัวกะทิและหางกะทิซึ่งในแต่ละส่วน จะมีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ดังนี้ (จารุวรรณ, 2537)

1. ปริมาณไขมัน ในส่วนหัวกะทิจะมีมากกว่าหางกะทิ คือ ในหัวกะทิมีไขมัน 60 - 75 เปอร์เซ็นต์ และในหางกะทิมีไขมัน 3 - 7 เปอร์เซ็นต์

2. ปริมาณโปรตีน ในส่วนหางกะทิมีมากกว่าหัวกะทิ คือ ในหางกะทิมีโปรตีน 2.0 - 4.0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหัวกะทิมีโปรตีน 1.2 - 1.5 เปอร์เซ็นต์ โดยปกติกะทิจะมีโปรตีนประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งโปรตีนนี้จะละลายในน้ำได้ดีกว่าในไขมัน จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้โปรตีนมีมากในส่วนหางกะทิ

3. ปริมาณความชื้น ในหางกะทิจะมีมากกว่าหัวกะทิ คือ ในหางกะทิมีความชื้นถึง 58 - 64 เปอร์เซ็นต์ แต่ในหัวกะทิมีเพียง 4 - 7 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น

ฉะนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความเป็นไปได้ในการผลิตรูนน้ำมะพร้าวจากน้ำกะทิแทนน้ำมะพร้าว พร้อมทั้งสามารถแปรรูปเป็นอาหารคาวหวานได้

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. ศึกษาการสร้างแผ่นรูนจากน้ำกะทิโดย *Acetobacter xylinum* 2 สายพันธุ์
2. ศึกษาลักษณะของแผ่นรูนที่ได้และสภาวะต่างๆ ในการสร้างแผ่นรูนที่ดี
3. เปรียบเทียบรูนที่ได้จากน้ำกะทิและน้ำมะพร้าว โดยการแปรรูปเป็นอาหารคาวหวาน แล้วใช้การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบวิธีการให้อัศวราความชอบ (Hedonic scale method)

ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาการสร้างแผ่นรูนจากน้ำกะทิ
2. ศึกษาลักษณะแผ่นรูนที่ได้และสภาวะต่าง ๆ ในการสร้างแผ่นรูนที่ดี
3. แปรรูปรูนที่ได้จากน้ำกะทิและน้ำมะพร้าวพร้อมทั้งเปรียบเทียบผลที่ได้โดยวิธี

Hedonic scale method

ปัญหาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันรูนน้ำมะพร้าวเริ่มเป็นที่รู้จักกันแพร่หลายโดยมีบางจังหวัด เช่น จังหวัดสมุทรสาคร ได้ผลิตรูนน้ำมะพร้าวเป็นอาชีพหลักกันบ้างแล้ว จึงควรมองหาวัตถุดิบอื่น ๆ ที่จะมาทดแทน น้ำกะทิจึงเป็นวัตถุดิบอย่างหนึ่งที่น่าสนใจ อีกทั้งยังเป็นการใช้ประโยชน์จากผลผลิตทางการเกษตรได้ในอีกรูปแบบหนึ่งด้วย

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

รุ่นสวรรค์จากน้ำมะพร้าว ภาษาฟิลิปปินส์เรียก “Nata de coco” จะประกอบด้วย เซลลูโลสที่มีโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสต่อกัน คุณสมบัติเป็นเจลาตินัสเซลลูโลส เมื่อต้มที่ 100 องศาเซลเซียส ยังคงมีลักษณะเดิม รุ่นสวรรค์นี้เกิดจากการเจริญบนผิวของอาหารเหลวของ แบคทีเรียที่ให้อกรน้ำส้ม (Acetic acid forming bacteria) ที่มีสารอาหารที่เหมาะสม เช่น น้ำผลไม้ หรือน้ำที่สกัดจากพืช สามารถเกิดได้ง่ายในธรรมชาติ ทำให้น้ำผักหรือผลไม้เกิดรสเปรี้ยว และสร้างแผ่นรุ่นขึ้นบนผิวของอาหาร

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา แบ่งได้ดังนี้

1. แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับการทำรุ่นสวรรค์
2. ลักษณะทางกายภาพของรุ่นสวรรค์
3. อาหารที่ใช้เลี้ยงรุ่นสวรรค์
4. วิธีการผลิตรุ่นสวรรค์โดยทั่วไป
5. ปัจจัยที่ทำให้การผลิตรุ่นสวรรค์มีคุณภาพดี
6. การแปรรูปรุ่นน้ำมะพร้าว
7. ประโยชน์ของรุ่นน้ำมะพร้าว
8. การเก็บรักษารุ่นน้ำมะพร้าว
9. การทดสอบการให้อัศจรรย์ความชอบ
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

1. แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับการทำรุ่นสวรรค์

ในการผลิตรุ่นสวรรค์ จะต้องใช้วัตถุดิบในการผลิตที่สำคัญหลายประการ เช่น น้ำมะพร้าว และสิ่งที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการผลิตรุ่นสวรรค์ก็คือ เชื้อแบคทีเรียในสกุล *Acetobacter* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ชนิดที่ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต สามารถเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ 5 - 42 องศาเซลเซียส ที่ pH 5.4 - 6.3 แบคทีเรียพวก *Acetobacter* ที่สามารถผลิตรุ่นสวรรค์ได้ มีดังต่อไปนี้

Acetobacter xylinum

Acetobacter aceti

Acetobacter pasteurianum

Acetobacter knetzingianum

ในการทำวุ้นสวรรค์นิยมใช้ *Acetobacter xylinum* มากกว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่น เหตุที่นิยมใช้เชื่อนี้ เป็นเพราะ

1. สามารถสร้างวุ้นสวรรค์ได้เป็นจำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น
2. เลี้ยงง่าย
3. ใช้น้ำตาลซูโครส (น้ำตาลทราย) ได้ดีกว่าน้ำตาลตัวอื่น
4. สามารถเริ่มสร้างวุ้นได้เร็วกว่าตัวอื่น

1.1 อนุกรมวิธานของเชื้อแบคทีเรีย

เชื้อแบคทีเรียที่นิยมใช้ในการผลิตวุ้นสวรรค์มีการจัดจำแนกดังนี้ (Cowan และคณะ, 1978)

Division	Protophyta
Class	Schizmycetes
Order	Pseudomonadales
Suborder	Pseudomonadineae
Family	Pseudomonadaceae
Genus	Acetobacter
Species	Xylinum

1.2 ลักษณะเซลล์

ลักษณะเซลล์ของเชื้อ *Acetobacter xylinum* ที่สามารถสร้างสารพอลิแซ็กคาไรด์ได้ มีการจัดเรียงตัวแบบโซ่ (chain) และเดี่ยว (single) ไม่มีการเคลื่อนที่ สร้างแคปซูลเป็นเมือกห่อหุ้ม ขนาด 2×0.6 ถึง 0.8 ไมครอน มี G - C content ของ DNA 55 - 64 โมลเปอร์เซ็นต์ โคโตนินบนอาหารวุ้น มีลักษณะกลมมน ทึบแสง สีน้ำตาลอ่อน ผิวเรียบมันขนาด 1 - 2 มิลลิเมตร จะสามารถสร้างวุ้นได้ดีที่ อุณหภูมิ 28 - 32 องศาเซลเซียส พบได้ทั่วไปในไวน์ ผัก หรือผลไม้ที่เปรี้ยว

2. ลักษณะทางกายภาพของวุ้นสวรรค์

วุ้นสวรรค์หรือวุ้นน้ำส้ม จะมีลักษณะที่เห็นจากภายนอกเป็นแผ่นวุ้นสีขาว สีเหลืองหรือสีครีมเกิดขึ้นอยู่บนผิวหน้าของอาหารเหลวที่มีสารอาหารที่เหมาะสม เช่น น้ำผลไม้ น้ำตาล น้ำชา และ “แผ่นวุ้นที่ได้จะมีลักษณะเป็นเยื่อเหนียว (Cartilaginous substance) มีรูปร่างเป็นไปตามภาชนะที่ใส่” (อุดมศักดิ์, 2519 : 20) เมื่อมีการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่าเซลล์ของแบคทีเรียเข้าไปพันในเส้นใยที่ถูกสร้างขึ้นเป็นเยื่อวุ้นสวรรค์ รสชาติของวุ้นสวรรค์เหมือนลูกตาล หรือลูกชิด รสมัน มีกลิ่นกรด และรสเปรี้ยว (แสนนัค, 2520) วุ้นน้ำมะพร้าวนี้จะประกอบด้วยเซลลูโลสที่มีน้ำตาลกลูโคสมาต่อกันเป็นแบบ beta 1,4 - glucan polymer และส่วนประกอบ 99 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมดจะเป็น dietary fiber (dwb) และมักจะนำไปใช้เป็น ส่วนประกอบของอาหารแคลลอรีต่ำ (Ang, 1991)

3. อาหารที่ใช้เลี้ยงวุ้นสวรรค์

โดยทั่วไปนิยมใช้น้ำมะพร้าว ซึ่งจะมีส่วนประกอบส่วนใหญ่เหมาะกับการเจริญของเชื้อวุ้นสวรรค์อยู่แล้ว ส่วนในการทดลองนี้ได้ทดลองเลี้ยงเชื้อวุ้นสวรรค์จากน้ำกะทิเจือจาง เพื่อศึกษาลักษณะวุ้นที่ได้และนำไปแปรรูปเปรียบเทียบกับวุ้นที่ได้จากน้ำมะพร้าว ส่วนประกอบที่เติมลงไปในน้ำกะทิก็คือเช่นเดียวกับน้ำมะพร้าว คือเติมน้ำตาลทราย แอมโมเนียมซัลเฟต ($(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$)

หรือ $\text{NH}_4 \text{H}_2 \text{PO}_4$ เพื่อเพิ่มสารอาหาร และปรับสภาพความเป็นกรด - ค่าง ให้เหมาะสมกับการสร้างแผ่นวุ้น

3.1 วัสดุอาหารที่จำเป็น

จากรายงานของสมศรี (2531) กล่าวว่า ในน้ำมะพร้าว 1 ลิตร ควรเติมสารอาหารต่อไปนี้

$\text{NH}_4 \text{H}_2 \text{PO}_4$. 0.5 g.

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.3 g.

เอทานอล 60 ml.

น้ำตาลทราย 50 g.

ปรับความเป็นกรด - ค่างให้เป็น 4.5

นอกจากนี้ ยังมีรายงานอีกว่า แหล่งไนโตรเจนที่สำคัญได้แก่ $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ และน้ำสกัดจากยีสต์ แร่ธาตุที่ต้องการได้แก่ โพแทสเซียม แมกนีเซียม เหล็กและโซเดียมคลอไรด์ วิตามินที่สำคัญต่อการเจริญเติบโต คือ PABA (p - Aminobenzoic acid) ในปริมาณ 10 mg / 10 ml เพราะมีความสำคัญต่อการเจริญและการสร้างกรดของแบคทีเรีย *Acetobacter xylinum*

และจากการทดลองของ Lusk ในปี ค.ศ. 1953 พบว่า แหล่งคาร์บอน ได้แก่ น้ำตาล กลูโคส ลิวโลส (levulose) แมนนิทอล (mannitol), เดกโตรส (dextrose) และน้ำตาลซูโครสที่หาได้ง่ายในห้องทดลอง และราคาถูกจึงเป็นแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมและนิยมมาก (Dolendo and Maniquis, 1967)

3.2 องค์ประกอบของอาหารที่ใช้เลี้ยงวันสวรงค์

น้ำมะพร้าวเป็นวัตถุดิบที่นิยมนำมาผลิตวันสวรงค์ เนื่องจากจัดเป็นวัสดุเหลือใช้ หาได้ง่าย และมีคุณค่าทางโภชนาการ ส่วนประกอบของน้ำมะพร้าวมีดังนี้ (สมศรี, 2531)

โปรตีน	0.23 เปอร์เซ็นต์
คาร์โบไฮเดรต	3.68 เปอร์เซ็นต์
ไขมัน	3.56 เปอร์เซ็นต์
แคลเซียม	0.03 เปอร์เซ็นต์
ฟอสฟอรัส	0.01 เปอร์เซ็นต์

วิตามินต่าง ๆ ที่มีในน้ำมะพร้าว 1 มิลลิลิตร มีดังนี้

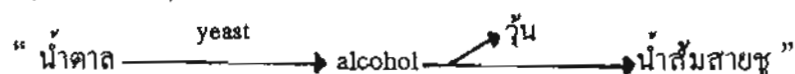
Nicotinic acid	0.01 ไมโครกรัม
Biotin	0.02 ไมโครกรัม
Pantothenic acid	0.52 ไมโครกรัม
Riboflavin	0.01 ไมโครกรัม
Folic acid	0.003 ไมโครกรัม

นอกจากนี้ น้ำเลี้ยงวันสวรงค์ยังมีน้ำตาล กรดอินทรีย์และมีคุณสมบัติเป็นกรด ดังแสดงต่อไปนี (ครุณี, 2528)

pH	2.75 - 3
ชนิดของกรด	acetic acid และ oxalacetic acid
ชนิดของน้ำตาล	น้ำตาลฟรุกโตส กลูโคส ซูโครส
ปริมาณ Total invert sugar	0.17 - 2.68 เปอร์เซ็นต์
ปริมาณน้ำตาลซูโครส	0.07 เปอร์เซ็นต์

4. วิธีการผลิตวันสวรรคโดยทั่วไป

การทำวันสวรรคมีวิธีการทำไม่ยุ่งยากซับซ้อนนัก เพียงนำน้ำมะพร้าวมาแล้วอาจเติมแร่ธาตุเพิ่มลงไปเล็กน้อยแล้วนำไปผ่านการฆ่าเชื้อโรค ทั้งไว้ให้เย็น แล้วจึงใส่เชื้อวันสวรรคลงไป แล้วปล่อยให้ยีสต์ให้กระทบกระเทือน จะเกิดวันขึ้นมาเอง “ ควรเติมน้ำตาลลงไปในน้ำมะพร้าวจนได้ 5 องศาบริกซ์ และนำไปฆ่าเชื้อโรคที่ 121 องศาเซลเซียส ประมาณ 15 นาที ” (กรมวิทยาศาสตร์, 2518 : 78) หลังจากใส่เชื้อลงไปจะเกิดขบวนการเปลี่ยนแปลง ดังนี้



(ศีพร้อม, 2519 : 90)

ในการผลิตวันสวรรคด้วยวิธีง่าย ๆ แบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการเตรียม (starter)
2. ขั้นตอนการหมักวันสวรรค
3. การแปรรูป

เมื่อได้แผ่นวันแล้ว สามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหารคาว - หวาน ได้มากมายหลายชนิด สามารถใช้เป็นอาหารมัจฉาวิดิโดยใช้แทนเนื้อปลาหมึก หรือแมงกะปุนได้ ดังแสดงในภาพที่ 1

4.1 การเตรียมหัวเชื้อ

ในการทำวันสวรรคจากน้ำมะพร้าว ควรใช้เชื้อบริสุทธิ์ ขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อมีดังนี้

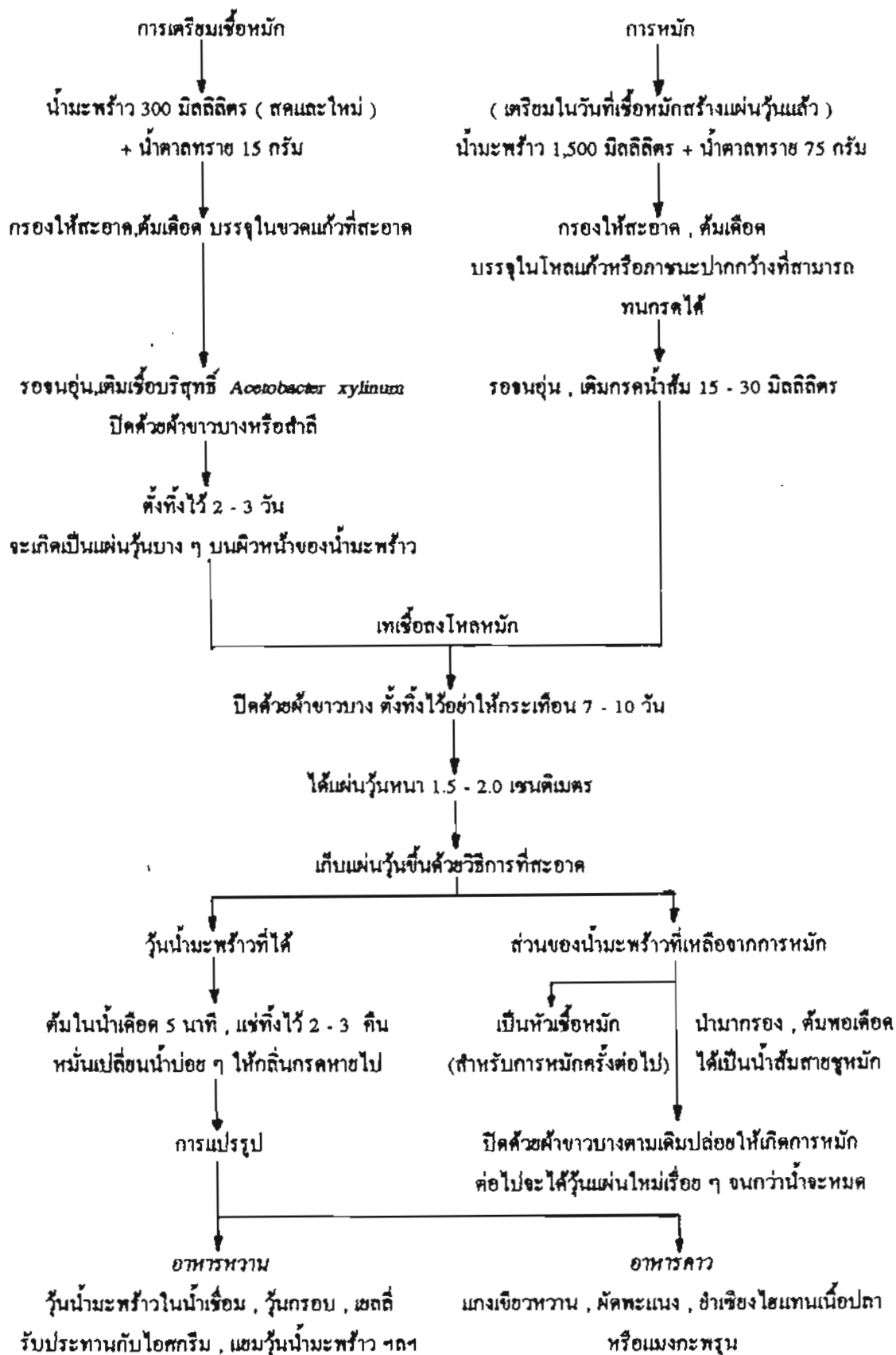
ใช้น้ำมะพร้าวสดและใหม่ จำนวน 300 มิลลิลิตร เติมน้ำตาลทราย 15 กรัม (5 เปอร์เซ็นต์) นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว 15 นาที หรือต้มให้เดือดประมาณ 5 - 10 นาที บรรจุในขวดแก้วที่สะอาด ทั้งไว้ให้เย็น แล้วเติมเชื้อบริสุทธิ์ลงไป ปิดภาชนะด้วยสำลีหรือผ้าขาวบาง เพื่อให้อากาศผ่านเข้าออกได้ ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 - 2 วัน จนเกิดเป็นชั้นของวันบาง ๆ บนผิวหน้าพร้อมที่จะนำมาใช้ผลิตวันน้ำมะพร้าว (สมคิด, 2531) ควรเติมกรดน้ำส้มเข้มข้น เพื่อให้มีความเป็นกรด - ค่าง 5 - 6 เติมแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต 5 กรัม (เอกสารเผยแพร่, 2517 : 101) สำหรับการผลิตวันสวรรคจากน้ำกะทิ ใช้หัวเชื้อที่ทำจากน้ำมะพร้าวเช่นเดียวกับการผลิตวันสวรรคจากวัตถุดิบอื่น ๆ

4.2 การหมักวัน

สมคิด (2530) และสมคิด (2531) ได้กล่าวเกี่ยวกับการทำวันสวรรคไว้ดังนี้

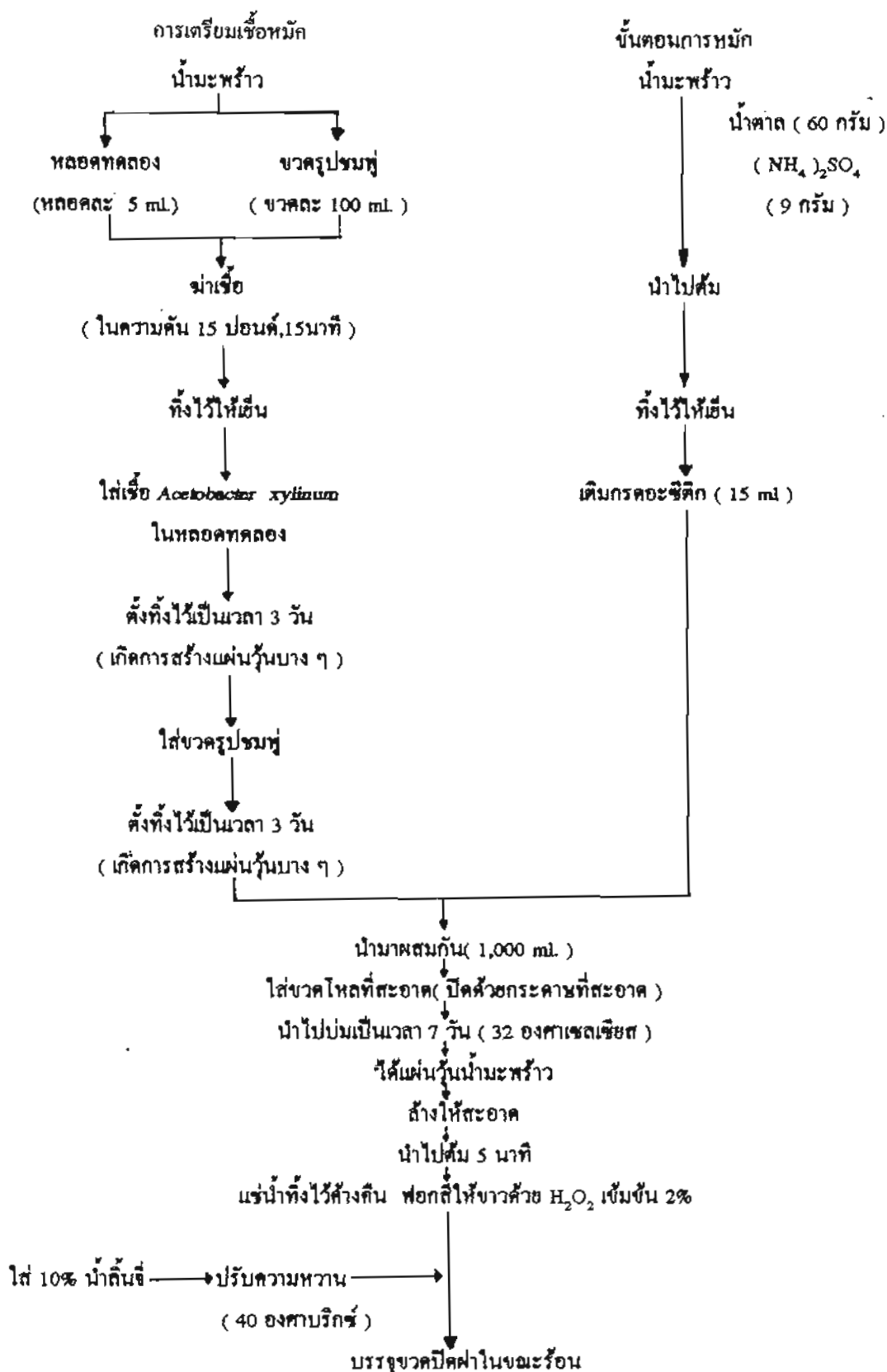
เตรียมน้ำมะพร้าวสำหรับผลิตหุ่นนำมาเติมน้ำตาลประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ อาจเติม $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ หรือ $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) ประมาณ 0.1 - 0.5 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้เกิดแผ่นหุ่นหนาและเร็วขึ้น ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติมน้ำส้มสายชูลงไปประมาณ 1 - 3 เปอร์เซ็นต์ เติมหันซื้อที่เตรียมไว้ก่อนแล้วประมาณ 10 - 20 เปอร์เซ็นต์ ปิดด้วยผ้าขาวบาง 3 - 4 ชั้น บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง ระวังไม่ให้กระเทือน เพราะแผ่นหุ่นจะจม หากแผ่นหุ่นจมจะได้แผ่นหุ่นที่ไม่หนา เมื่อตั้งทิ้งไว้ครบ 10 - 15 วัน จะได้แผ่นหุ่นหนา 1.0 - 2.5 ซม. จึงเก็บแผ่นหุ่นขึ้น โดยต้องระวังเรื่องความสะอาดของวัตถุที่ใช้เก็บเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อรา เพราะน้ำที่เหลือเมื่อตั้งทิ้งไว้จะเกิดแผ่นหุ่นขึ้นใหม่อีกจนกว่าน้ำจะแห้ง ถ้ามีการใช้น้ำที่เหลือนี้ต่อไปอีก ให้เติมส่วนผสมต่าง ๆ ครึ่งหนึ่งของที่เคยใช้ และปรับค่าความเป็นกรด - ค่าใหม่ด้วยน้ำส้มสายชู

การผลิตหุ่นสวรรค์สามารถทำได้จากน้ำสับปะรด หรือจากการหมักน้ำชา (เอกสารเผยแพร่, 2517 ; ศิพพร้อม, 2519) อีกทั้งยังผลิตได้จากวัตถุดิบทางการเกษตรอื่น ๆ เช่น น้ำอ้อย น้ำตาลบีบ และ นมสด เป็นต้น เนื้อหุ่นที่ได้จะมีลักษณะคล้ายกัน อาจมีกลิ่นของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตติดมาบ้าง ดังเช่นในภาพที่ 2 มีการผสมน้ำดินซึ่งลงไปในช่วงขั้นตอนการหมักจึงทำให้มีกลิ่นของดินติดติดมาด้วย ทั้งนี้ปัจจัยในการผลิตย่อมแตกต่างกันออกไปบ้าง เช่น ความเข้มข้นของวัตถุดิบ ปริมาณน้ำตาล สารไนโตรเจน และสายพันธุ์ของเชื้อที่ใช้



ภาพที่ 1 แผนผัง แสดงการผลิตและการแปรรูปวันน้ำมะพร้าวโดยทั่วไป

ที่มา : สมคิด , 2531



ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการผลิตสูตรผสมน้ำดื่ม

ที่มา : เจริญและวารุณี, 2536

๕. ปัจจัยที่ทำให้การผลิต菌ตัวรามีคุณภาพดี

ถึงแม้ว่ามะพร้าวจะมีส่วนประกอบเหมาะกับการเจริญของเชื้ออยู่แล้ว แต่ก็อาจมีการเติมสารอาหารอื่น ๆ เพิ่มเพื่อให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมในการสร้าง菌ยิ่งขึ้น ดังนั้นการจะผลิต菌ตัวรให้ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้ (สมคิด , 2531 ; วารสารเกษตรพระจอมเกล้า , 2535)

5.1 ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย

เชื้อ菌ที่ใช้ในการหมัก菌น้ำมะพร้าว เป็นเชื้อแบคทีเรียที่พบในการหมักน้ำส้มสายชูตามธรรมชาติทั่วไป มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Acetobacter aceti* subspecies *xylinum* หรือ *A. xylinum* แต่ถ้ามุ่งการผลิต菌ให้ได้ผลและมีประสิทธิภาพดี ควรใช้เชื้อบริสุทธิ์ ที่แยกและคัดเลือกแล้วว่า เหมาะสมสำหรับผลิต菌น้ำมะพร้าวโดยเฉพาะ นอกจากนี้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียต้องเหมาะสม และเพียงพอต่อการผลิต菌ขึ้น菌 ทำให้ได้ผลผลิต菌มากที่สุด โดยพบว่าปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมที่สุดควรอยู่ในช่วง 10 - 20 เปอร์เซ็นต์ ถ้าใช้ปริมาณหัวเชื้อมากขึ้น ปรากฏว่าได้ผลผลิตต่ำลง ดังแสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผลผลิต菌น้ำมะพร้าว เมื่อใช้ปริมาณเชื้อ (inoculum) ต่าง ๆ กันหลังจากหมักไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์

ปริมาณเชื้อหมัก (%)	ความหนาเฉลี่ย (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)
5	1.9	111.0
10	2.2	134.6
15	2.2	137.2
20	2.4	146.5
25	2.1	122.6
30	2.1	125.7
35	1.9	113.7
40	1.8	105.0

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ปริมาณเชื้อหมัก (%)	ความหนาแน่น (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)
45	1.8	90.1
50	1.7	92.6

ที่มา : วรพันธ์ และยุทธพล, 2537

ตารางที่ 2 ผลของความเข้มข้นของหัวเชื้อต่อความหนาแน่นและน้ำหนักของชี้นภายหลังการหมักเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส

ความเข้มข้นของหัวเชื้อ (%)	ความหนาของชี้น (ซม.)	น้ำหนักของชี้น (กรัม)
10	1.10	62.27
20	1.25	73.70
30	1.35	88.97
40	1.55	107.52
50	1.30	84.48

ที่มา : วารสารเกษตรพระจอมเกล้า, 2535

5.2 น้ามะพร้าว

น้ามะพร้าวที่ใช้ควรเป็นมะพร้าวแก่ ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ใช้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมที่หาได้ง่าย และมีคุณค่าทางอาหารเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อรูน้อยแล้ว โดยเลือกน้ามะพร้าวที่สดใหม่ มีไขมันน้อย ไม่ปนเปื้อนน้ามะพร้าวที่เน่าเสียมาก่อน โดยจะนำมาต้มเพื่อให้ไขมันละลายและนำเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนมา

ตารางที่ 8 ผลผลิตของรุ้นน้ำมะพร้าวเมื่อใช้น้ำมะพร้าวที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กันภาย
หลังการหมักเป็นเวลา 2 สัปดาห์

ความเข้มข้นของน้ำมะพร้าว (%)	ความหนาเฉลี่ยของชั้นรุ้น (ซม.)	น้ำหนักของชั้นรุ้น (กรัม)
0	-	-
1	0.20	2.2
5	0.50	10.0
10	0.70	16.2
15	1.00	22.0
20	1.20	27.0
25	1.36	30.0
30	1.36	30.3

ที่มา : สมคิด , 2531

5.3 ปริมาณออกซิเจน

ในการผลิตรุ้นน้ำมะพร้าวจะใช้เชื้อ *Acetobacter xylinum* ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต ดังนั้นควรเลือกภาชนะในการหมักที่มีพื้นที่ผิวน้ำกว้าง เพื่อให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสกับออกซิเจนมาก ๆ นั่นเอง เพราะเชื้อจะสร้างแผ่นรุ้นเฉพาะส่วนบนของน้ำมะพร้าวเท่านั้น

ตารางที่ 4 ผลของ ภาชนะต่อความหนาและน้ำหนักของวุ้นที่ได้ หลังการหมักเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส

ปริมาณบรรจุ (ซม./มม.)	ความหนาของชั้นวุ้น (ซม.)	น้ำหนักของชั้นวุ้น (ซม.)	ผลผลิต (%)
150 (1)	1.17	82.9	54.7
250 (2)	1.25	236.1	94.4
500 (3)	1.34	467.2	93.4

หมายเหตุ (1) ภาชนะบรรจุขนาด 8 x 14.5 (เส้นผ่านศูนย์กลาง x ความสูง)

ความจุ 150 ซม. / พื้นที่ผิว 50 x 26 ตารางซม.

(2) ภาชนะบรรจุขนาด 16 x 27.5 (เส้นผ่านศูนย์กลาง x ความสูง)

ความจุ 25 ซม. / พื้นที่ผิว 200.9 ตารางซม.

(3) ภาชนะบรรจุขนาด 18 x 30 (เส้นผ่านศูนย์กลาง x ความสูง)

ความจุ 500 ซม. / ตารางซม.

ที่มา : วารสารเกษตรพระจอมเกล้า , 2535

5.4 ปริมาณกรดน้ำส้ม (Acetic acid)

ถ้าต้องการผลิตวุ้นน้ำมะพร้าวจำนวนมากในเวลาอันสั้น ควรเติมกรดน้ำส้มลงไปด้วย มีการศึกษาพบว่า ถ้าต้องการเก็บวุ้นเร็วภายใน 10 วัน และต้องการความหนาของวุ้นประมาณ 1 - 1.5 ซม. ควรเติมกรดน้ำส้ม 1 - 2 เปอร์เซ็นต์ หรือปริมาณที่เหมาะสมที่ควรเติมลงไป คือประมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ แต่จากการศึกษา การเติมกรดน้ำส้มที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน กับเชื้อวุ้น 6 สายพันธุ์ พบว่า ที่ความเข้มข้นของกรดน้ำส้ม 8 เปอร์เซ็นต์ จะผลิตวุ้นน้ำมะพร้าวสูงที่สุด

ตารางที่ 5 ผลของกรคน้ำส้มที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ต่อความหนาและน้ำหนักของรุ่น
หลังจากการหมักเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส

ความเข้มข้นของกรคน้ำส้ม (%)	ความหนาของชิ้นรุ่น (ซม.)	น้ำหนักของชิ้นรุ่น (กรัม)
0.5	1.05	64.41
1.0	1.13	65.43
1.5	1.16	68.25
2.0	0.85	51.96
2.5	0.55	41.32
3.0	0.52	32.67

ที่มา : วารสารเกษตรพระจอมเกล้า , 2535

ตารางที่ 6 ผลผลิตรุ่นน้ำมะพร้าว เมื่อเติมกรคน้ำส้มปริมาณต่าง ๆ กัน หลังการหมัก
เป็นเวลา 2 สัปดาห์

ปริมาณ กรคน้ำส้ม (%)	สายพันธุ์เชื้อ					
	N - 100	N - 106	N - 108	N - 109	N - 110	N - 711
0	0.36	0.17	0.10	0.10	-	0.10
1	0.33	0.13	1.00	1.00	0.10	0.23
2	1.20	1.66	1.40	1.40	0.10	0.23
3	1.50	2.20	1.90	1.90	0.10	0.23
4	1.33	1.83	1.80	1.80	0.10	0.10
5	0.96	1.50	1.13	1.13	0.10	0.10
6	0.20	0.23	-	1.10	-	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ปริมาณ กรดน้ำส้ม (%)	สายพันธุ์เชื้อ					
	N - 100	N - 106	N - 108	N - 109	N - 110	N - 711
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-

ที่มา : สมคิด , 2531

5.5 ปริมาณน้ำตาล

ในการหมักวุ้นน้ำมะพร้าว น้ำตาลที่เติมลงไปจะเป็นแหล่งของคาร์บอนให้เชื้อเจริญเติบโต และสร้างแผ่นวุ้น ซึ่งเชื้อสามารถใช้น้ำตาลได้อีกหลายชนิด เช่น กาแลกโตส เดกโตรส ซูโครส แลกโตส มอลโตส ทั้งนี้พบว่า น้ำตาลเดกโตรส จะให้ความหนาของวุ้นสูงสุด รองลงมาได้แก่ ซูโครส หรือน้ำตาลทราย เนื่องจากหาได้ง่าย ราคาถูก มีอยู่ทั่วไปตามท้องตลาด โดยใช้ปริมาณ 5 - 8 เปอร์เซ็นต์ ถ้าใช้ปริมาณน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เนื้อวุ้นนุ่ม

ตารางที่ 7 ผลผลิตวุ้นน้ำมะพร้าว เมื่อใช้น้ำตาลความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ภายหลังการหมักเป็นเวลา 2 สัปดาห์

ความเข้มข้นของน้ำตาล (%)	ความหนาของชั้นวุ้นเฉลี่ย (ซม.)	น้ำหนักของชั้นวุ้น (กรัม)
0	1.75	102.95
1	1.90	111.45
2	2.00	111.75
3	2.10	133.95
4	2.20	134.00
5	2.45	127.50
6	2.45	128.85
7	2.50	135.85
8	2.55	121.75

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ความเข้มข้นของน้ำคาล (%)	ความหนาของชั้นรูนเฉลี่ย (ซม.)	น้ำหนักของชั้นรูน (กรัม)
9	2.10	115.25
10	1.55	81.00

ที่มา: วรพันธ์และ ยุทธพล, 2537

ตารางที่ 8 ผลของความเข้มข้นของน้ำคาล ต่อความหนา และน้ำหนักของรูนที่ได้ หลังการหมักเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส

ความเข้มข้นของน้ำคาล (%)	ความหนาของชั้นรูน (ซม.)	น้ำหนักของชั้นรูน (กรัม)
2	0.74	55.14
3	0.79	60.66
6	1.11	65.39
8	0.92	61.88
10	0.88	59.00

ที่มา : วรสารเกษตรพระจอมเกล้า, 2535

5.6 สารประกอบไนโตรเจน

การเติมสารประกอบไนโตรเจนในการหมักรูนน้ำมะพร้าว จะช่วยให้การผลิตแผ่นรูนหนาเร็วขึ้นในเวลาอันสั้น สารที่ใช้ได้คือ แอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) หรือแอมโมเนียมซัลเฟต ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) โดยใช้ประมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์

นอกจากปัจจัยดังกล่าวแล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ดังต่อไปนี้ (สมศรี, 2531)

5.7 ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH)

จากการศึกษาพบว่า ค่า pH ที่เหมาะสมต่อการสร้างแผ่นวุ้นในอาหารเลี้ยงยีส เมื่อปรับ pH ด้วย glacial acetic acid คือ pH ประมาณ 4.5 จะทำให้เชื้อสามารถสร้างแผ่นวุ้นที่มีค่าเฉลี่ยความหนาสูงสุดเท่ากับ 1.35 ซม.

5.8 ปริมาณ $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$

จากการศึกษาหาปริมาณ $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ที่เหมาะสม พบว่าที่ความเข้มข้น 0.5 g / l. จะให้ความหนาของแผ่นวุ้นเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 2.05 ซม.

5.9 ปริมาณ MgSO_4

จากการศึกษาหาปริมาณ MgSO_4 ที่เหมาะสมต่อการสร้างแผ่นวุ้น ปรากฏว่า ปริมาณ MgSO_4 ที่เหมาะสม คือ 0.3 g / l.

6. การแปรรูปวุ้นน้ำมะพร้าว

แผ่นวุ้นน้ำมะพร้าวที่ผลิตได้ สามารถเก็บไว้ได้นานหลายเดือน เมื่อทิ้งไว้ในน้ำมะพร้าวที่หมัก และเมื่อเก็บขึ้นมาแล้ว ควรนำมาล้างโดยแช่ในน้ำสะอาดทำให้เก็บไว้ในตู้เย็นได้ 1 - 2 เดือน แต่ถ้านำมาต้มจะเก็บได้ไม่นานเท่าวุ้นที่ยังไม่ได้ต้ม แผ่นวุ้นน้ำมะพร้าวที่เก็บใหม่ ๆ จะมีรสเปรี้ยว และมีกลิ่นกรดน้ำส้มปะปนอยู่ ก่อนนำมาประกอบอาหาร จึงต้องล้างให้สะอาดจนหมดกลิ่นกรด (สมคิด, 2531) ในการแปรรูปวุ้นมะพร้าวเพื่อนำมาบริโภคอาจต้องผ่านขบวนการฟอกสีให้แผ่นวุ้นมีสีขาวน่ารับประทานยิ่งขึ้น จากการศึกษพบว่า ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่มีความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถฟอกวุ้นได้ขาวดีที่สุด รองลงมาคือ NaOH 2 เปอร์เซ็นต์ (สมศรี, 2531) อาจแช่แผ่นวุ้นประมาณ 6 - 12 ชม. หรือแช่ค้างคืน แล้วจึงนำมาต้ม เปลี่ยนน้ำ 2 - 3 ครั้ง จนหายเปรี้ยว และหมดกลิ่นกรด นำมาประกอบอาหารคาว - หวานได้หลายชนิด ตัวอย่างอาหารคาว เช่น ยำต่าง ๆ ผัดเผ็ด ผัดกะเพรา แกงเผ็ด และต้มเค็ม ส่วนอาหารหวานที่นิยมรับประทานกัน คือ วุ้นในน้ำเชื่อม นอกจากนี้ยังนำมาทำวุ้นลอยแก้ว รวมมิตร แกงบวดวุ้นน้ำมะพร้าว เยลลี่ วุ้นกรอบ แยมวุ้นน้ำมะพร้าว ฟรุ๊ตสลัด หรือรับประทานกับไอศกรีมก็ได้

7. ประโยชน์ของใ้ยน้ํามะพร้าว

7.1 ด้านบริโภค

ใ้ยน้ํามะพร้าวนอกจากผลิตง่าย ต้นทุนในการผลิตต่ำแล้ว ยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูงอีกด้วย คือ มีแร่ธาตุและวิตามินต่าง ๆ แต่ประชาชนโดยทั่วไปยังไม่ค่อยหันมานิยมรับประทานกัน ซึ่งใ้ยน้ํามะพร้าวมีคุณค่าทางอาหาร วิเคราะห์จากหลาย ๆ ที่ ดังนี้ (สมคิด, 2531)

	Araceli	กรมวิทยาศาสตร์บริการ	กองการเกษตรเคมี
น้ำ (%)	67.7	94.4	94.6
ไขมัน (%)	0.2	0.05	0.06
ไฟเบอร์ (%)	-	1.10	1.15
โปรตีน (%)	nil	0.68	0.84
เถ้า (%)	-	0.77	0.10
คาร์โบไฮเดรต (%)	-	3.0	3.20
แคลเซียม (mg/100g)	12	34.5	5.20
เหล็ก (mg/100g)	5	0.20	-
ฟอสฟอรัส (mg/100g)	2	22.0	5.70
วิตามิน บี1 (mg/100g)	trace	0.01	-
วิตามิน บี2 (mg/100g)	0.01	0.02	-
ไนอาซีน (mg/100g)	-	0.22	0.22

7.2 ด้านการแพทย์

ใ้ยน้ํามะพร้าวนอกจากมีคุณค่าทางอาหารสูงแล้ว น้ำใ้ยน้ํายังมีประโยชน์ทางการแพทย์อีกด้วย คีพร้อม (2519) กล่าวว่า เชื่อกันว่าน้ำใ้ยน้ําสรรคที่ใ้ยน้ําน้ำขาคีเดิมน้ำคาลใ้หวานเล็กน้อย ใ้ยน้ําสรรคนี้จะถูกสร้างขึ้น และเมื่อเอนน้ำใ้ยน้ําสรรคมารับประทาน ก็จะมีคุณสมบัติบรรเทาโรคภัยไข้เจ็บหลายชนิดได้ เช่น บรรเทาอาการไข้ช้อ ลดไขมันในเส้นเลือด ช่วยบรรเทาเบาหวานและความดันโลหิตสูง นอกจากนี้ยังพบว่า เป็นยาระบายอ่อน ๆ แกักระหายน้ำได้ดีกว่าน้ำอัดลม แกัโรคเจ็บคอ เป็นยาอายุวัฒนะ ทำใ้ร่างกายแข็งแรง คนที่ผอมมาก ๆ ถ้าดื่มเป็นประจำจะทำให้มีเนื้อหนังเลือดฝาดสมบูรณ์ (พันธุ์วิ, 2517 : 117)

8. การเก็บรักษาสุรน้ำมะพร้าว

สมคิด (2530) กล่าวว่าไว้ว่า เพื่อเป็นการรักษาปริมาณแร่ธาตุ และสารอาหารไม่ให้สูญเสียไป ธาตุอาหารส่วนมากจะคงอยู่เมื่อเก็บรักษาสุรน้ำดื่มไว้ให้คงที่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอาจเก็บรักษาสุรน้ำดื่มในน้ำแข็ง ซึ่งเป็นวิธีการถนอมอาหารอีกอย่างหนึ่งด้วย การเก็บรักษาจะมีอยู่ 2 ประเภทคือ

1. อุณหภูมิห้อง รสชาติของสุรจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่ในช่วงเดือนที่ 9 รสชาติของสุรจะดีกว่า และเป็นที่ชื่นชอบของประชาชนมากกว่าเก็บไว้ในตู้เย็น
2. อุณหภูมิในตู้เย็น รสชาติของสุรจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่หลังจากเดือนที่ 9 - 11 สุรน้ำดื่มที่เก็บไว้ในตู้เย็น จะเป็นที่ยอมรับของประชาชนมากกว่า

9. การทดสอบการให้อัศวรความชอบ

9.1 การเตรียมตัวอย่าง

สำหรับการทดสอบหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ในการเลือกวิธีการเตรียมตัวอย่าง จะต้องยอมให้เป็นไปในทิศทางของความแตกต่างที่ต้องการทดสอบ ส่วนการทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์ วิธีการเตรียมตัวอย่างควรเป็นวิธีที่ใช้ปกติของผลิตภัณฑ์เป็นตัวแทนที่ดีในการทดสอบ หรือมีการรวมหรือผสมผลิตภัณฑ์หลาย ๆ กระป๋อง หรือหลาย ๆ ขวดเข้าด้วยกันก่อนการทดสอบชิม

9.2 วิธีการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

วิธีการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ได้รับการพัฒนาเป็นหลายวิธีที่แตกต่างกันมากมาย ผู้ทดลองควรตระหนัก และพิจารณาถึงข้อดี และข้อเสียของแต่ละวิธี การปฏิบัติส่วนใหญ่และวิธีที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพควรได้รับการพิจารณาให้เหมาะสมของแต่ละการทดลอง ไม่มีวิธีการทดสอบใดที่สามารถใช้ได้ตลอดกาล ผู้ทำการทดลองจะต้องจำแนก และพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ของการทดลอง และข้อมูลที่ต้องการได้รับจากการทดลองครั้งนั้น ๆ เป็นอย่างดี

วิธีการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส มีวิธีการใหญ่ ๆ สามารถแบ่งออกได้ 3 วิธีการ ดังนี้

1. การทดสอบความชอบหรือความนิยม หรือการทดสอบการยอมรับ (Preference / acceptance test)
2. การทดสอบหาความแตกต่าง (Discriminatory test)
3. การทดสอบในเชิงพรรณนา (Descriptive test)

การทดสอบความชอบ หรือความนิยม หรือการยอมรับ เป็นวิธีการที่วัดความชอบ หรือวัดจากความชอบที่ใกล้เคียงกับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่กำลังทดสอบ วัดจากความรู้สึกส่วนตัวของผู้ทดสอบชิมที่ตอบสนองต่อผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่กำลังทดสอบ

การทดสอบหาความแตกต่าง จะใช้ในการทดสอบหาความแตกต่างที่ปรากฏระหว่างผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่กำลังทดสอบ ผู้ทดสอบชิมจะไม่ถูกอนุญาตให้ทดสอบตามความรู้สึกของตนเองว่าชอบหรือไม่ชอบผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่กำลังทดสอบนั้นๆ อิทธิพลจากความรู้สึกส่วนตัวของผู้ทดสอบชิมควรถูกกำจัดไป การทดสอบหาความแตกต่างในห้องปฏิบัติการสามารถนำมาใช้ได้ถ้าผลิตภัณฑ์ตัวอย่างมีความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง

การทดสอบในเชิงพรรณนาใช้ในการทดสอบเค้าโครงธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ เช่น เค้าโครงทางค่านกลิ่น และเค้าโครงทางค่านเนื้อสัมผัส และความแตกต่างเนื่องมาจากความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

9.3 ผู้ตัดสิน (Panalists)

ผู้ตัดสินเปรียบได้กับอุปกรณ์เครื่องมือวัดค่าคุณภาพ ซึ่งมีผลต่อความถูกต้องแน่นอนของค่าที่วัดได้ ประสิทธิภาพของอุปกรณ์เครื่องมือวัดค่าเป็นสิ่งสำคัญยิ่งประการหนึ่ง เช่นเดียวกับประสิทธิภาพของผู้ตัดสิน ซึ่งเป็นผู้ประเมินค่าโดยใช้ประสาทสัมผัส แต่เนื่องจากผู้ตัดสินเป็นมนุษย์ ดังนั้นประสิทธิภาพของผู้ตัดสินจึงขึ้นอยู่กับสุขภาพพลานามัย และอิทธิพลด้านจิตวิทยาควบคู่กันไปกับความสามารถเฉพาะตัวของผู้ตัดสิน การจัดหาผู้ตัดสินจึงเป็นสิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ในการปฏิบัติ มักจะหาผู้ตัดสินจากพนักงานของหน่วยงานนั้น เพื่อประหยัดเวลาและง่ายต่อการจัดหา ทั้งยังสามารถกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งของงานประจำของพนักงานเหล่านั้นได้ด้วย จำนวนของผู้ตัดสินและประสิทธิภาพของผู้ตัดสินขึ้นอยู่กับแบบของแผนทางสถิติ การจัดหาผู้ตัดสินควรใช้วิธีคัดเลือก ทั้งนี้เพื่อคัดผู้ที่ไม่ชอบ หรือไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์นั้นออกไป และไม่ควรจัดหาผู้ตัดสินจากกลุ่มผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบผลิตภัณฑ์ ทั้งในฝ่ายพัฒนาและฝ่ายผลิต ความชำนาญของผู้ตัดสินมีส่วนช่วยให้ได้ผลการวัดค่าถูกต้องแน่นอนกว่าผู้ตัดสินที่ไม่มีความชำนาญ และมีข้อแนะนำว่า ผู้ตัดสินควรละเว้นจากการสูบบุหรี่ เคี้ยวหมากฝรั่ง รับประทานอาหาร หรือดื่ม อย่างน้อย 30 นาที ก่อนการทดสอบชิม

ผู้ตัดสินในการประเมินค่าทางประสาทสัมผัส จำเป็นต้องมีอวัยวะรับความรู้สึกทั้งห้าที่สมบูรณ์ไม่บกพร่อง เพื่อให้อวัยวะทั้ง 5 นั้นประเมินค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส (sensory quality) ต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์อันประกอบด้วย

1). คุณภาพจากการเห็น (appearance) ประกอบด้วย สี ขนาด รูปร่าง ความสม่ำเสมอ และการปราศจากตำหนิ

- 2). คุณภาพจากการสัมผัส (kimeshetics) ประกอบด้วย ความเหนียว เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ความหนืด ความแข็ง การเปราะแตก และการเกาะติด
- 3). คุณภาพจากกลิ่นรส (flavor) ซึ่งรวมความรู้สึกรสจากการชิม การดมกลิ่น (odor)
- 4). คุณภาพจากเสียง คุณภาพทางประสาทสัมผัสที่เกี่ยวข้องในการใช้ หรือ บริโภคผลิตภัณฑ์ ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับลักษณะเนื้อสัมผัส

9.4 จำนวนผู้ตัดสิน

จำนวนผู้ตัดสินแยกออกตามประเภทของผู้ตัดสิน คือ ผู้ตัดสินที่ได้รับการฝึกฝนมาแล้วประเภทหนึ่ง กับผู้ตัดสินที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝนมาเลยประเภทหนึ่ง จำนวนผู้ตัดสินที่ใช้ในการประเมินค่าซึ่งมากจะยิ่งทำให้ผลการประเมินค่าแน่นอนยิ่งขึ้น ถ้าใช้ผู้ตัดสินที่ไม่ได้รับการฝึกฝนทำการประเมินค่าความชอบควรจะใช้ไม่ต่ำกว่า 1,000 คน การประเมินค่าคุณภาพโดยผู้ตัดสินที่ผ่านการฝึกอบรมมาแล้ว ควรใช้จำนวน 8 ถึง 10 คน แต่ไม่ควรใช้น้อยกว่า 4 คน จำนวนผู้ตัดสินในการประเมินค่าคุณภาพจะขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวอย่าง และการวางแผนทดสอบทางสถิติด้วย

9.5 การให้อัตราความชอบ (Hedonic Scale Method)

โดยวิธีนี้ ผู้ตัดสินจะบันทึกขั้นของความชอบ หรือไม่ชอบออกมาเป็นคะแนน หรือ สเกลของความชอบ (Hedonic scale) ความแน่นอนของผลการทดลองขึ้นอยู่กับคำอธิบายคะแนนที่กำหนดว่า มีความหมายเป็นที่เข้าใจมากน้อยเพียงใด ปกตินิยมใช้สเกลอยู่ในช่วง 1 - 9 นอกจากนี้ในคำแนะนำจะต้องเน้นให้ผู้ตัดสินพยายามตัดสินคุณลักษณะ คุณภาพอันใดอันหนึ่งในทันที หากใช้เวลาดำเนินการนานอาจได้ข้อมูลที่มีแนวโน้มต่ำลงยิ่งยกว่าเป็นความรู้สึกที่แท้จริง

10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

สมศรี(2531) ได้ทดลองหาสูตรน้ำมะพร้าวแก่ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกุ้งสวรรค์ โดยใช้เชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter* subspecies *xylinum* TISTR 86 ทำการทดลองหาสภาพและปริมาณสารอาหารที่เหมาะสมที่จะเติมลงในน้ำมะพร้าวแก่ ศึกษาผลของความเป็นกรดด่าง (pH) ปริมาณน้ำตาล เอทิลแอลกอฮอล์ แอมโมเนียมไคไฮโดรเจนฟอสเฟต และแมกนีเซียมซัลเฟต รวมทั้งการทดลองฟอกสีกุ้งได้ผลสรุปว่า การทำกุ้งสวรรค์จากน้ำมะพร้าวแก่ 1 ลิตร ควรปรับ pH เป็น 4.5 เติมน้ำตาลทราย 50 กรัม เอทิลแอลกอฮอล์ 60 มิลลิลิตร แอมโมเนียมไคไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.5 กรัม และแมกนีเซียมซัลเฟต 0.3 กรัม: เมื่อหมักที่อุณหภูมิห้อง (27 - 32 องศาเซลเซียส) ในสภาพดังกล่าวจะได้แผ่นกุ้งหนา 2.5 ซม. ในเวลา 14 วัน จากการเปรียบเทียบระหว่างการฟอกสีแผ่นกุ้งด้วย ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 เปอร์เซ็นต์ และโซเดียมไฮโอซัลเฟต 0.5 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลว่า การฟอกสีโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2 เปอร์เซ็นต์ จะได้แผ่นกุ้งที่มีสีขาว เนื้อสัมผัสนุ่ม

เชิดชัย และวราวุฒิ (2536) ได้ทดลองนำขึ้นกุ้งสวรรค์ที่ได้จากการหมักในน้ำมะพร้าว (ซึ่งประกอบด้วยน้ำมะพร้าว 885 มิลลิลิตร น้ำตาลทราย 60 กรัม แอมโมเนียมซัลเฟต 9 กรัม กรดอะซิติก 15 มิลลิลิตร และหัวเชื้อ *Acetobacter xylinum* 100 มิลลิลิตร) ในภาชนะที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน มาศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการแปรรูปขึ้นกุ้งภายหลังการฆ่าเชื้อและหั่นเป็นชิ้นลูกเต๋า สรุปได้ว่า ควรแช่น้ำในอัตราส่วนขึ้นกุ้งต่อน้ำประปาเท่ากับ 1:50 เป็นเวลา 12-24 ชั่วโมง จึงจะกำจัดกรดอะซิติกได้หมดจนที่เอชเป็นกลาง สำหรับการฟอกสีควรแช่ขึ้นกุ้งในน้ำผสมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 2 เปอร์เซ็นต์ ค้างคืนไว้จะได้ขึ้นกุ้งมีสีขาวน่ารับประทาน ส่วนสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์กุ้งสวรรค์ผสมน้ำลิ้นจี่ โดยอาศัยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค พบว่าควรใช้น้ำลิ้นจี่เข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปรับความหวานเท่ากับ 40 องศาบริกซ์ โดยมีปริมาณเนื้อกุ้ง 250 กรัม ต่อน้ำลิ้นจี่ผสม 200 มิลลิลิตร ปรับ pH เป็น 3.6 ด้วยกรดซิตริก จะได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุด ทั้งยังช่วยถนอมรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ไม่ต่ำกว่า 4 สัปดาห์

กุลวดีและคณะ (2537) ได้ทดลองผลิต ผลิตภัณฑ์ใหม่จากกุ้งน้ำมะพร้าวและน้ำส่วนที่เหลือจากการหมักเป็นวัตถุดิบในการผลิตกุ้งดองสามรส กุ้งดองเค็มเจียว กุ้ง(เส้น) ในน้ำเชื่อม และเครื่องคิมจากน้ำหมักกุ้ง โดยมีคะแนนเฉลี่ยในเรื่องความชอบและการยอมรับของผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วง 6.00 - 6.93 จากคะแนนสูงสุด 9 ตามแบบ Hedonic scale และจากการวิเคราะห์คุณค่าอาหารทางด้านเคมีของเครื่องคิมจากน้ำหมักกุ้ง พบว่า มีโปรตีน ไขมัน สารเยื่อใย เส้นใยคาร์โบไฮเดรต เกลือแร่ต่างๆ และวิตามินบี 2

จากรูธรรมและคณะ(2537 a) ได้ทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำมะพร้าวสำหรับการผลิตรุ่นเมื่อเจือจางด้วยน้ำประปาให้ได้ความเข้มข้นของน้ำมะพร้าวตั้งแต่ร้อยละ 100 - 60 เมื่อหมักนาน 8 วัน โดยวิธีชั่งน้ำหนักและวัดความหนาของรุ่นพบว่า ความเข้มข้นของน้ำมะพร้าวตั้งแต่ร้อยละ 100 แต่ไม่เกินความเข้มข้นร้อยละ 70 เมื่อใช้หมักรุ่นแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาตั้งแต่ 1.1 - 1.0 เซนติเมตร ซึ่งมีน้ำหนักอยู่ในช่วงตั้งแต่ 690 - 625 กรัม ซึ่งจากผลการทดลองนี้พอจะบอกได้ว่า การเลือกนำไปแปรรูปหรือนำไปประกอบอาหารคาวหรือหวานนั้น ควรเลือกความเข้มข้นที่พอเหมาะกับการผลิตรุ่นแต่ละขนาด เพื่อให้มีน้ำเหลือทิ้งไม่มากเกินไปและจะได้ขนาดของแผ่นรุ่นตามความต้องการด้วย

จากรูธรรมและคณะ(2537 b) ได้ศึกษาการใช้น้ำกะทิแทนน้ำมะพร้าวสำหรับการผลิตรุ่นน้ำมะพร้าวโดยเปรียบเทียบการหมักรุ่นจากน้ำกะทิมะพร้าวห้าวและน้ำกะทิมะพร้าวทึนทึก หลังการหมักนาน 8 วัน พบว่า น้ำหนักและความหนาของรุ่นที่ได้จากการหมักด้วยน้ำกะทิมะพร้าวทึนทึกจะมากกว่ารุ่นที่หมักด้วยน้ำกะทิมะพร้าวห้าวเกือบ 2 เท่า เมื่อน้ำกะทิมะพร้าวทึนทึกมาแยกกะทิดมกับกะทิไม่ดม นอกจากนี้ยังได้ทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเจือจางน้ำกะทิมะพร้าวทึนทึก โดยเจือจางกะทิมะพร้าวทึนทึกด้วยน้ำประปาตั้งแต่ 10 เท่า - 100 เท่า แล้วนำไปดมหลังจากการหมักได้ 8 วัน ปรากฏว่า ผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักและความหนาไม่สม่ำเสมอ บางสภาวะที่ทำให้การทำทดลองแล้วยังไม่มีการสร้างแผ่นรุ่น จึงได้เสนอแนะให้มีการทดลองซ้ำและศึกษาต่อไป

ศิริพรและคณะ(2537) ได้ทดลองคัดเลือกสายพันธุ์ จุลินทรีย์ในการผลิตรุ่นสำหรับบริโภคเป็นอาหารคาวและหวาน โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์ คือ 893, pmm, มอ, A, T และ c ซึ่งรุ่นน้ำมะพร้าวที่จะนำไปแปรรูปเป็นอาหารคาวจะต้องมีความบางกว่าชนิดที่จะนำไปเชื่อมเป็นอาหารหวาน ดังนั้นการหมักจึงใช้เวลา 4 วัน ขณะที่อาหารคาวจะต้องมีความบางกว่าชนิดที่จะนำไปเชื่อมเป็นอาหารหวาน ดังนั้นการหมักจึงใช้น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 250 - 300 กรัม ผลของการแปรรูปเป็นอาหารคาว 2 ชนิดคือ ยำและผัดพริก และการแปรรูปเป็นอาหารหวาน คือ รุ่นเชื่อม โดยใช้แบบการให้คะแนนตาม Hedmic Scale 1 - 9 point พบว่าในด้านของเนื้อสัมผัสสายพันธุ์ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดไม่ว่าจะแปรรูปเป็นอาหารคาวหรือหวาน คือ pmm ถัดมาที่ใกล้เคียงกันคือ c, 893 และ e และในด้านการยอมรับรวม (total acceptance) pmm ก็ยังเป็นสายพันธุ์ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด เชื้อสายพันธุ์ที่มีปัญหาในการทำอาหารคาว คือ A เนื่องจากมีกากมาก

พิมพุดา และวิธาวัดย์ (2538) ได้ทำการทดลองผลิตรูนน้ำมะพร้าว (ในที่นี้เรียกรูนน้ำส้ม) จากน้ำผลไม้คือน้ำสับปะรด และน้ำมะเขือเทศที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน พบว่า รูนที่ได้จากน้ำผลไม้ 2 ชนิดนี้ มีความหนาไม่แตกต่างจากรูนที่ได้จากน้ำมะพร้าว น้ำสับปะรด และน้ำมะเขือเทศ ที่มีความเข้มข้น 1:1 (น้ำผลไม้ 1 ส่วน ค่อน้ำกลั่น 1 ส่วน) และ 1 : 2 (น้ำผลไม้ 1 ส่วน ค่อน้ำกลั่น 2 ส่วน) ได้รูนที่มีความหนามากที่สุด สีของรูนที่ได้แปรผันไปตามความเข้มข้นของน้ำผลไม้ รูนที่ได้มีสีขาวขุ่นแม้ว่าจะเค็มสีสังเคราะห์ลงในน้ำผลไม้ที่ใช้หมักก็ไม่มีผลต่อการเกิดสีของแผ่นรูน เนื้อสัมผัสของรูนทั้ง 2 ชนิดมีความเหนียวน้อยกว่ารูนที่ได้จากน้ำมะพร้าวเมื่อใช้เวลาการเลี้ยงเท่ากันแต่น้ำผลไม้ที่เหลือจากการหมักจะมีกลิ่นเปรี้ยวน้อยกว่าน้ำมะพร้าวที่เหลือจากการหมัก ดังนั้น รูนที่ได้จึงสามารถกำจัดกลิ่นได้ง่ายกว่ารูนจากน้ำมะพร้าว

Pue และคณะ (1992) ได้ทำการศึกษาเบื้องต้นถึงการเปลี่ยนแปลงในน้ำมะพร้าวระหว่างการเปลี่ยนแปลงความแก่ของมะพร้าว จึงได้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ (pH อุณหภูมิ การนำไฟฟ้า ความขุ่น ความเป็นกรด ความกระด้างทั้งหมด ของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ และระดับของเกลือชนิดต่าง ๆ) น้ำตาลและส่วนประกอบแร่ธาตุของน้ำมะพร้าว โดยแบ่งเป็น 8 ช่วงตามความแก่ของมะพร้าว เริ่มเก็บผลมะพร้าวจากต้นเมื่ออายุ 4 เดือนแล้วเก็บเกี่ยวเดือนละครั้ง จนกระทั่งผลแก่พบว่า ระหว่างมะพร้าวเริ่มแก่ปริมาณน้ำมะพร้าวจะลดลง และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์และองค์ประกอบทางเคมี ส่วนค่า pH การนำไฟฟ้า ของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ความเข้มข้นของ PO_4 , SO_4 , Cl , F เพิ่มขึ้นและความเข้มข้นของ NO_3 , ลดลงระดับน้ำตาลทั้งหมดเพิ่มขึ้นทีละน้อยจนถึงอายุ 8 เดือน แต่จะลดลงในมะพร้าวแก่ นอกจากนี้ยังพบว่า มะพร้าวแก่มีความเข้มข้นของ Na , K และ Mg เพิ่มขึ้น ขณะที่ Ca ลดลงเล็กน้อย ส่วน Mn , Fe , Cu และ Cd เปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ ระดับ Zn ยังคงมีปริมาณคงที่จนถึงเดือนที่ 9 แล้วจึงลดลงจนเห็นได้ชัด

Embuscado และคณะ (1994) ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อการสร้างเซลลูโลส โดยแบคทีเรีย *Acetobacter xylinum* พบว่าผลผลิตเซลลูโลสที่สร้างจากเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้หรือเรียกว่า จุลินทรีย์ที่สร้างรูน (the nata organisms) จะเกิดผลกระทบต่อการสร้างเซลลูโลสได้ ถ้าใช้แบคทีเรียต่างสายพันธุ์กัน หรือความเข้มข้นของน้ำตาล แหล่งของไนโตรเจน และความเป็นกรดของน้ำตาลฟรุคโตสเกิดการเปลี่ยนแปลงไป ฟรุคโตสรวมกับซูโครส ฟรุคโตสรวมกับแลคโตสและซูโครส จะให้ผลผลิตเซลลูโลสสูงที่สุด (5.25 - 7.38 กรัม ต่อ ลิตร) ส่วนกลูโคสจะให้ผลผลิตเซลลูโลสต่ำเมื่อใช้กลูโคสเพียงชนิดเดียว หรือแม้จะรวมกับน้ำตาลชนิดอื่น ๆ เนื่องจาก pH ของน้ำตาลกลูโคสทั้งหมดที่มีอยู่ในอาหารเลี้ยงเชื้อจะลดลงจาก 5.0 จนถึงประมาณ 3.0 ฟรุคโตสเพียงชนิดเดียวหรือรวมกับซูโครสที่ความเข้มข้นน้ำตาลทั้งหมด 5 และ

15 เปอร์เซ็นต์ จะให้ผลผลิตเซลล์โกลด์มากที่สุด แหล่งไนโตรเจนจะเป็นแหล่งอินทรีย์สารที่ดีมาก สำหรับการสร้างเซลล์โกลด์ จากการทดสอบแหล่งอินทรีย์สารต่าง ๆ พบว่า yeast extract เมื่อรวมกับ peptone จะให้ผลผลิตเซลล์โกลด์ที่ดีที่สุด ผลผลิตเซลล์โกลด์จะเกิดขึ้นมากที่สุดที่ pH 4.5 มากกว่าที่ pH 5.5 และยับยั้งการสร้างเซลล์โกลด์อย่างสมบูรณ์ที่ pH 3.5

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1. วัสดุอุปกรณ์และวัตถุดิบ

1. เชื้อจุลินทรีย์ *Acetobacter xylinum* สายพันธุ์ T₂ และ Agr.60
2. สารเคมี ได้แก่ แอมโมเนียมซัลเฟต, กรดอะซิติก, น้ำตาลทราย, เอทิลแอลกอฮอล์
3. น้ำมะพร้าว, มะพร้าวทึนทึก, มะพร้าวห้าว
4. ถาดพลาสติกใส ขนาด 7 x 12 x 3 นิ้ว, กระดาษหนังสือพิมพ์, ยางรัดถาด

2. การเตรียมเชื้อหมัก (starter)

ใช้น้ำมะพร้าวสดและใหม่ แบ่งเป็น 2 ชุด ๆ ละ 100 มิลลิลิตร คั้นให้เคี้ยว 5 นาที เติมน้ำตาลทราย 5 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนียมซัลเฟต 0.5 เปอร์เซ็นต์ ทิ้งไว้ให้เย็น เติมกรดอะซิติก 1.2 เปอร์เซ็นต์ ชุดหนึ่งเติมเชื้อบริสุทธิ์ *Acetobacter xylinum* สายพันธุ์ Agr.60 อีกชุดหนึ่งเติมเชื้อบริสุทธิ์ *Acetobacter xylinum* สายพันธุ์ T₂ ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 - 5 วัน จะเกิดแผ่นวุ้นที่ผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ

3. การเตรียมน้ำกะทิเข้มข้น (เตรียม 2 ชุด สำหรับแต่ละเชื้อ)

มะพร้าวที่ใช้เตรียมน้ำกะทิตี 2 ชนิด คือ มะพร้าวทึนทึก และมะพร้าวห้าว ชนิดละ 1 กิโลกรัม หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วปั่นให้ละเอียด เติมน้ำอุ่น 1 ลิตร คั้นกะทิแล้วกรอง วางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง จนกระทั่งไขมันแยกตัวลอยเป็นฝ้าขาวที่ผิวหน้าของน้ำกะทิ ตักแยกชั้นไขมันทิ้งไป แล้วเก็บน้ำกะทิที่เหลือไว้ในห้องเย็นประมาณ 1 วัน ก่อนใช้หมักวุ้น ตักไขมันที่เหลือทิ้งอีกครั้งหนึ่ง แล้วกรองด้วยผ้าขาวบางสะอาด