

## ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตวุ้นสวรรค์จากน้ำกะทิ

### Factors Effecting on Bacterial Cellulose Production from Coconut Milk

จารูวรรณ ศิริพรรณพร<sup>1</sup>  
Jaroowan Siripanporn

ปราโมทย์ ธรรมรัตน์<sup>1</sup>  
Pramote Tammarate

สิริพร สธนเสาวภาคย์<sup>1</sup>  
Siriporn Stonsaovapak

สร้อยทอง สายหยุดทอง<sup>1</sup>  
Soithong Saiyadthong

กาญจน์จิ วาจนะวินิจ<sup>1</sup>  
Kanchanich Vachanavinich

ศรีเมือง มาลีหวล<sup>1</sup>  
Srimaung Maleehaul

สมคิด ธรรมรัตน์<sup>2</sup>  
Somkid Tammarate

Dinh - Ngoc -Loan<sup>3</sup>

#### ABSTRACT

Factors effected on bacterial cellulose production from coconut milk was studied. Two Strains of cellulose - producing bacteria, *Acetobacter xylinum* Strain T<sub>2</sub> and PMM, were used as starters. The result showed that using 60 time dilution of unboiled mature coconut milk together with *A. xylinum* - T<sub>2</sub> gave higher yield than using *A. xylinum* - PMM. Henec, *A. xylinum* - T<sub>2</sub> was selected for further experiment. Unboiled coconut milk gave the higher yield than boiled coconut milk, significantly. Starter increasing from 10% to 15% gave higher yield. Besides, sugar increasing from 5% to 7% caused thickness and weight of the cellulose increased from 1.05 cm, 350 g/tray to 1.52 cm., 496 g/tray, respectively. 2% increasing sugar was worth for investment. The highest yield was 1.60 cm. and 636 g/tray when using fully mature coconut milk.

**Key words:** Bacterial cellulose, Coconut milk, Cellulose production, Nata de Coco.

<sup>1</sup>สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University.

<sup>2</sup>กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร  
Division of Agricultural Chemistry, Department of Agriculture.

<sup>3</sup>Biochemistry department, Faculty of Agronomy, University of Agriculture and Forestry, Ho Chi Minh City, Vietnam

## บทคัดย่อ

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตวุ้นสวรรค์จากน้ำกะทิ พบว่า เมื่อใช้น้ำกะทิจากมะพร้าวแก่ไม่ต้มและเจือจางด้วยน้ำประปา 60 เท่า หัวเชื้อ *A. xylinum* สายพันธุ์ T<sub>2</sub> ให้ผลผลิตวุ้นมากกว่า หัวเชื้อ *A. xylinum* สายพันธุ์ PMM จึงเลือกใช้สายพันธุ์ T<sub>2</sub> เป็นหัวเชื้อในการทดลองต่อไป ผลปรากฏว่าน้ำกะทิที่ต้มเดือดให้ผลผลิตวุ้นน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกะทิไม่ต้มอย่างชัดเจน การเพิ่มปริมาณหัวเชื้อจาก 10% เป็น 15% มีผลทำให้ผลผลิตวุ้นเพิ่ม

ขึ้น ส่วนการเพิ่มปริมาณน้ำตาลจาก 5% เป็น 7% ผลผลิตวุ้นจะได้เพิ่มขึ้นจากความหนา 1.05 เซ็นติเมตร น้ำหนัก 350 กรัม/ถาด เป็นความหนา 1.52 เซ็นติเมตร น้ำหนัก 496 กรัม/ถาด ตามลำดับ ซึ่งการใช้น้ำตาลเพิ่มอีก 2% เป็นการเพิ่มผลผลิตวุ้นที่มีความคุ้มค่ากับการลงทุน เมื่อใช้น้ำกะทิจากมะพร้าวแก่จัดเป็นวัตถุดิบในการผลิต ได้ผลผลิตวุ้นมากที่สุด คือมีความหนา 1.60 เซ็นติเมตร น้ำหนัก 636 กรัม/ถาด

## บทนำ

วุ้นสวรรค์หรือวุ้นน้ำมะพร้าว มีชื่อภาษาฟิลิปปินส์ว่า Nata de Coco (Montenegro, 1985) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักน้ำมะพร้าวด้วยเชื้อ *Acetobacter xylinum* เมื่อวุ้นที่ได้มีลักษณะเป็นเนื้อเหนียวคล้ายวุ้นที่ใช้ทำขนมแต่เหนียวกว่า มีองค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพต่างกัน โดยความหนา สี กลิ่น และเนื้อสัมผัสเปลี่ยนไปตามวัตถุดิบที่ใช้ในการเลี้ยงเชื้อ (สมคิด, 2531) การผลิตวุ้นสวรรค์ในประเทศไทยนิยมใช้น้ำมะพร้าวแก่ ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้เป็นวัตถุดิบ (สมศรี, 2531) แผ่นวุ้นที่ได้จากการหมักสามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหารได้หลายชนิด นอกจากการเชื่อมวุ้นในน้ำเชื่อมผสมกับผลไม้ หรือรับประทานกับไอศกรีมและอาหารหวานชนิดต่างๆ แล้ว ยังสามารถนำไปประกอบเป็นอาหารคาวชนิดต่างๆ โดยใช้เป็นอาหารมังสวิรัต แทนเนื้อ

ปลาหมึกหรือแมงกะพรุน (สมคิด, 2531) นอกจากนี้ยังมีการนำผลิตภัณฑ์วุ้นสวรรค์ที่ได้มาผสมกับน้ำผลไม้ เช่น น้ำลิ้นจี่ (วราวุฒิ, 2539) เป็นต้น

ในปัจจุบันบริษัทหรือโรงงานที่รับซื้อวุ้นสวรรค์ต้องการวุ้นน้ำมะพร้าวที่มีลักษณะใสโดยไม่ต้องฟอกและมีเนื้อสัมผัสที่เหมือนกับวุ้นสวรรค์ทำจากน้ำกะทิโดยไม่ผ่านการต้มซึ่งมีการผลิตมากในประเทศฟิลิปปินส์ตั้งแต่ระดับครัวเรือนจนถึงระดับอุตสาหกรรม (Dolendo and Maniquis, 1967; Collando, 1988; Librero and Tidon, 1994) น้ำกะทิมีสารอาหารที่สำคัญเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่ต่างกันกล่าวคือ หัวกะทิมีปริมาณไขมันประมาณ 60 - 75% โปรตีนประมาณ 1.2 - 1.5% และความชื้นเท่ากับ 4 - 7% หางกะทิมีปริมาณไขมันประมาณ 3 - 7% โปรตีนเท่ากับ 2 - 4% และความชื้นสูงถึง 58 - 64% ในขณะที่

ที่น้ำมะพร้าวมีไขมันประมาณ 3.56 % โปรตีน 0.23% (Dolendo and Maniquis, 1967)

ในเมืองไทยผู้ประกอบการหลายรายไม่ประสบความสำเร็จในการผลิตวันสวรสค์จากน้ำกะทิ อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบของกะทิที่ใช้

เป็นวัตถุดิบนั้นขึ้นอยู่กับ ความแตกต่างของพันธุ์มะพร้าว องค์ประกอบของดินที่ใช้ปลูก และ สภาพภูมิอากาศ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตวันสวรสค์จากน้ำกะทิในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

### 1. วัสดุอุปกรณ์และวัตถุดิบ

1.1 เชื้อจุลินทรีย์ *Acetobacter xylinum* (*A. xylinum*.) สายพันธุ์ PMM และ T<sub>2</sub>

1.2 สารเคมี ได้แก่ แอมโมเนียมซัลเฟต กรดอะซิติก น้ำตาลทราย เอทิลแอลกอฮอล์

1.3 น้ำมะพร้าว มะพร้าวทึนทึก มะพร้าวแก่ และมะพร้าวแก่จัด (มะพร้าวห้าว)

1.4 ถาดพลาสติกใส ขนาด 7×12×3 นิ้ว กระดาษปรีฟ (กระดาษพิมพ์สำรอง) ขางรัดถาด

### 2. การเตรียมเชื้อหมัก (starter)

ใช้น้ำมะพร้าวสดและใหม่ แบ่งเป็น 2 ชุด ชุดละ 100 มิลลิลิตร ต้มให้เดือด 5 นาที เติมน้ำตาลทราย 5% แอมโมเนียมซัลเฟต 0.5% ทิ้งไว้เย็น เติมกรดอะซิติก 1.2% ชุดหนึ่งเติมเชื้อบริสุทธิ์ *A. xylinum* สายพันธุ์ PMM อีกชุดหนึ่งเติมเชื้อบริสุทธิ์ *A. xylinum* สายพันธุ์ T<sub>2</sub> ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 - 5 วัน จะเกิดแผ่นวุ้นที่ผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ

### 3. การเตรียมน้ำกะทิเข้มข้น

เนื้อมะพร้าว 1 กิโลกรัม หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ

แล้วปั่นให้ละเอียด เติมน้ำอุ่น 1 ลิตร คั้นกะทิ แล้วกรอง วางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง จนกระทั่งไขมันแยกตัวลอยเป็นฝ้าขาวที่ผิวหน้าของน้ำกะทิ ตักแยกชั้นไขมันทิ้งไปแล้วเก็บน้ำกะทิที่เหลือไว้ในห้องเย็นประมาณ 1 วัน ก่อนใช้หมักวุ้น ตักไขมันที่เหลือทิ้งอีกครั้งหนึ่ง แล้วกรองด้วยผ้าขาวบางสะอาด

### 4. เปรียบเทียบการหมักวุ้นจากน้ำกะทิ

4.1 นำน้ำกะทิที่เตรียมได้จากข้อ 3 มาเจือจางด้วยน้ำประปาในปริมาณต่างกันคือน้ำกะทิ : น้ำเท่ากับ 0 20 40 60 80 และ 100 เท่า

4.2 แบ่งน้ำกะทิแต่ละชนิด ออกเป็น 2 ชนิด คือน้ำกะทิที่ต้มกับน้ำกะทิที่ไม่ต้ม โดยส่วนที่ต้มจะนำไปต้มจนเดือด 5 นาที เติมน้ำตาลทราย 5% แอมโมเนียมซัลเฟต 0.5% และกรดอะซิติก 1.2% ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น

4.3 เทเชื้อหมักที่เตรียมไว้ในข้อ 2 (ปริมาตร 100 มิลลิลิตร) ลงในน้ำกะทิที่ต้มและน้ำกะทิที่ไม่ต้ม ตักใส่ถาดพลาสติกขนาด 7 × 12 × 13 นิ้ว (ทำความสะอาดด้วยการลวกน้ำร้อน และฆ่าเชื้อซ้ำด้วยเอทิลแอลกอฮอล์) ถาดละ 1 ลิตร ได้รับความสูง

ของน้ำกะทิประมาณ  $2\frac{1}{2}$  นิ้ว ปิดภาควัสดุด้วยกระดาษ  
ปรูฟที่หนึ่งฆ่าเชื้อแล้วรัดภาควัสดุด้วยยางสะอาด ตั้งทิ้ง  
ไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 8 วัน

#### 4.4 นำแผ่นวุ้นที่ได้ซึ่งมีลักษณะเป็นสี-

เหลืองผืนผ้าเหมือนกับภาควัสดุที่ใช้หมักวุ้นมาวัด  
ความหนาทั้งสี่ด้านแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยพร้อมทั้ง  
ชั่งน้ำหนักแผ่นวุ้น โดยตั้งทิ้งไว้บนตะแกรงให้  
สะเด็ดน้ำนาน 5 นาที ก่อนชั่งน้ำหนัก

## ผลและการวิจารณ์

### 1. ผลของการเจือจางน้ำกะทิต่อผลผลิต วุ้นสวรรค์ จากหัวเชื้อสองสายพันธุ์

ทดลองเจือจางน้ำกะทิจากมะพร้าวแก่ที่ไม่ได้  
ต้มด้วยน้ำประปาในอัตราส่วน 0 20 40 60  
80 และ 100 เท่า โดยใช้หัวเชื้อ *Acetobaeter*  
*xylinum* สายพันธุ์ PMM เปรียบเทียบกับสาย  
พันธุ์ T<sub>2</sub> หลังจากหมักไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา  
8 วัน พบว่าเมื่อใช้ *A. xylinum* สายพันธุ์ T<sub>2</sub> ผลิต  
วุ้นโดยใช้น้ำกะทิเจือจางด้วยน้ำประปา 60 เท่า  
จะให้ผลผลิตวุ้นสูงสุด คือวุ้นมีน้ำหนักเฉลี่ย 325  
กรัม/ถาด ในขณะที่หัวเชื้อ *A. xylinum* สายพันธุ์

PMM ให้ผลผลิตวุ้นที่ต่ำกว่าคือ มีน้ำหนักเฉลี่ย  
315 กรัม/ถาด นอกจากนี้ผลการทดลองใน Table 1.  
ยังแสดงให้เห็นว่าการเจือจางน้ำกะทิด้วยน้ำประปา  
ตั้งแต่ 0 - 60 เท่า ให้ผลผลิตสูงใกล้เคียงกัน  
แต่เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิต จึงเลือกใช้  
น้ำกะทิที่เจือจาง 60 เท่า และเลือกใช้สายพันธุ์ T<sub>2</sub>  
เป็นหัวเชื้อ ในการทดลองต่อไป

### 2. ผลของการต้มน้ำกะทีก่อนทำการหมัก ต่อผลผลิตวุ้น

เมื่อทำการทดลองหมักวุ้นโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์  
*A. xylinum* สายพันธุ์ T<sub>2</sub> จากน้ำกะทิที่ต้มให้  
เดือดเพื่อฆ่าเชื้อก่อนการหมักเปรียบเทียบกับกะทิ  
ไม่ต้ม โดยใช้ปริมาณหัวเชื้อ 10% และน้ำตาล 5%  
หมักไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 8 วัน เปรียบเทียบผล  
โดยวัดความหนาและชั่งน้ำหนักแผ่นพร้อมทั้งวัด  
ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) เริ่มต้นและค่า pH  
หลังการหมัก

จากผลการทดลองใน Table 2. พบว่ากลุ่ม  
ที่ใช้น้ำกะทิไม่ต้มจะให้ผลผลิตวุ้นมากกว่าอย่างมี  
นัยสำคัญทางสถิติกับน้ำกะทิต้มเดือดอย่างชัดเจน  
คือน้ำกะทิที่ไม่ต้ม ให้ผลผลิตที่มีความหนาเฉลี่ย  
0.89 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 300 กรัม/ถาด

**Table 1.** Effect of diluting coconut milk on Nata  
formation by *A. xylinum* strain PMM  
and T<sub>2</sub>

Diluted level from original	<i>A. xylinum</i>	
	PMM	T <sub>2</sub>
	Weight (g/tray)	Weight (g/tray)
0	-	320
20	-	313
40	210	310
60	211	325
80	240	260
100	-	216

- = Means was not found in each sample.

มากกว่าการใช้น้ำกะทิที่ผ่านการต้มให้เดือด ซึ่งมีความหนาเฉลี่ยเพียง 0.40 เซ็นติเมตร และมีน้ำหนักเฉลี่ย 186 กรัม/ถาด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสารอาหารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตและสำหรับสร้างแผ่นวุ้นบางชนิดถูกทำลายด้วยความร้อน (Hagenmaier et al., 1973) จึงมีผลทำให้ผลผลิตวุ้นลดลงเป็นผลการทดลองที่สอดคล้องกับผลของ Sanger (1990) เพียงแต่การทดลองนี้มีค่า pH ที่ต่ำกว่า จากผลของค่า pH ที่ต่ำกว่า 4.6 ซึ่งเป็นค่า pH ของอาหารกลุ่มที่เป็นกรด (acid foods) แล้วยังเป็นค่า pH ที่เหมาะสมกับการเจริญของ *A. xylinum* กอปรกับมีการเติมกรดอะซิติกในอาหารเลี้ยงเชื้อสิ่งต่างๆ เหล่านี้ จึงช่วยป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ เช่น *Aspergillus* sp. ไม่ให้มารบกวนหัวเชื้อที่ใช้หมักวุ้น (สุวิมล และรุจ, 2539; Alaban, 1962) น้ำกะทิที่ใช้จึงไม่จำเป็นต้องต้มก็สามารถใช้เป็นวัตถุดิบได้แล้วยังให้ผลผลิตวุ้นที่สูงกว่าอีกด้วย

**Table 2.** Yield of Nata film from boiled and unboiled coconut milk at 10% starter and 5% sugar by *A. xylinum* strain T<sub>2</sub>.

Items	Coconut milk	
	Boiled	Unboiled
Initial pH	3.20	3.24
Final pH	3.34	2.90
Weight (g/tray)	0.40	0.89
Thickness (cm.)	185 <sup>a</sup>	300 <sup>b</sup>

### 3. ผลของปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นต่อผลผลิตวุ้น

เมื่อใช้น้ำกะทิเจือจางแบบไม่ต้ม และใช้ *A. xylinum* สายพันธุ์ T<sub>2</sub> เป็นหัวเชื้อ ทดลองใช้ปริมาณหัวเชื้อ 10% และ 15% ที่ระดับน้ำตาล 5% พบว่า การเพิ่มปริมาณหัวเชื้อจะให้ผลผลิตวุ้นมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือถ้าใช้หัวเชื้อ 10% วุ้นมีความหนาเฉลี่ย 0.89 เซ็นติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 300 กรัม /ถาด เมื่อเพิ่มหัวเชื้อเป็น 15% วุ้นมีความหนาเพิ่มขึ้นเป็น 1.05 เซ็นติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 350 กรัม/ถาด ดังแสดงใน Table 3. อย่างไรก็ตามปริมาณหัวเชื้อที่ใช้เป็นไปตามปริมาณที่เหมาะสมคือ ยังอยู่ในช่วง 10 - 20 % ซึ่งถ้าใช้มากกว่านี้ก็จะทำให้ผลผลิตต่ำลงและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย (สมคิด, 2531; Alaban, 1962)

**Table 3.** Effect of sugar and starter concentration on Nata product by *A. xylinum* strain T<sub>2</sub>.

Sample	Treatment	Thickness (CM)	Weight (g/tray)
1	10% starter 5% sugar	0.89	300 <sup>a</sup>
2	15% starter 5% sugar	1.05	350 <sup>b</sup>
3	10% starter 7% sugar	1.47	490 <sup>c</sup>
4	15% starter 7% sugar	1.52	496 <sup>c</sup>

In a column, means with the same letter are not significantly different.

### 4. ผลของปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นต่อผลผลิตวุ้นจากน้ำกะทิ

เนื่องจากในมะพร้าวแก่ที่นำมาใช้เตรียมกะทิ

มีปริมาณน้ำตาลที่ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และความแก่ - อ่อนของมะพร้าว ดังนั้นจึงต้องเติมน้ำตาลลงไปในกะทิที่ใช้ผลิตวัน เพื่อให้แน่ใจว่าปริมาณคาร์บอนมากพอสำหรับการเจริญและการสร้างแผ่นวันของเชื้อ (วรวิฑูรี, 2539) อีกทั้งซูโครสเป็นน้ำตาลที่หาง่ายและราคาถูก จึงถูกเลือกมาใช้เป็นแหล่งคาร์บอน โดยปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 5 - 8 % ซึ่งจะให้ความหนาของแผ่นวันสูงสุดและให้ผลคุ้มค่าในทางการค้า (Masaoka et al., 1993) ดังนั้นในการทดลองนี้จึงเติมน้ำตาลจาก 5% เป็น 7% โดยใช้ปริมาณหัวเชื้อ 15% พบว่ากลุ่มแรกให้ผลผลิตวันหนาเฉลี่ย 1.05 เซนติเมตร หนักเฉลี่ย 350 กรัม/ถาด และหนาเฉลี่ย 1.52 เซนติเมตร หนักเฉลี่ย 496 กรัม/ถาด ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 3. ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มปริมาณน้ำตาลอีก 2% (จาก 5% เป็น 7%) คิดเป็นปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นจากเดิม 20 กรัม/ลิตร มีมูลค่า 0.27 บาท (น้ำตาล 1 กิโลกรัม ราคา 13.50 บาท) ได้ผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น 146 กรัม ความหนาเพิ่มขึ้น 0.47 เซนติเมตร น้ำหนักวันที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นมูลค่า 146 บาท (ถ้าวัน 1 กิโลกรัม ราคา 10 บาท) ดังนั้นการเพิ่มปริมาณน้ำตาลขึ้นอีก 2% เพื่อเพิ่มผลผลิตวันจึงมีความคุ้มค่ากับการลงทุน อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เมื่อเพิ่มน้ำตาลเป็น 7% และเพิ่มหัวเชื้อเป็น 15% ผลผลิตวันที่ได้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้น้ำตาล 7% ที่ระดับหัวเชื้อ 10% ดังนั้นปริมาณหัวเชื้อและน้ำตาลที่เหมาะสมคือที่ระดับ 10% และ 7% ตามลำดับ

## 5. ผลของความแก่ - อ่อนของเนื้อมะพร้าวที่ใช้เตรียมน้ำกะทิต่อผลผลิตวัน

ทดลองเตรียมน้ำกะทิโดยใช้เนื้อมะพร้าวที่ความแก่ - อ่อนระดับต่างๆ คือ มะพร้าวที่ขึ้นทีก (half mature coconut) มะพร้าวแก่ (mature coconut) และมะพร้าวแก่จัด หรือมะพร้าวห้าว (full mature coconut) แล้วทดลองผลิตวันจากน้ำกะทิ พบว่าเมื่อระดับความแก่ - อ่อนของเนื้อมะพร้าวเพิ่มขึ้น ผลผลิตวันจะเพิ่มขึ้นคือ เมื่อใช้น้ำกะทิจากมะพร้าวที่ขึ้นทีก มะพร้าวแก่ และมะพร้าวแก่จัดวันที่ได้มีความหนาเฉลี่ยเท่ากับ 1.30 1.50 และ 1.60 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่น้ำหนักของวันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามความแก่ - อ่อนของเนื้อมะพร้าวเช่นเดียวกัน คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 512 598 และ 636 กรัม/ถาด ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 4.

Table 4. Yield of Nata film from the maturity levels of coconut at 15% starter and 7% sugar by *A. xylinum* strain T<sub>2</sub>.

Sample	Treatment	Thickness (CM)	Weight (g/tray)
1	Full mature coconut	1.60	636 <sup>c</sup>
2	Mature coconut	1.50	598 <sup>b</sup>
3	Half mature coconut	1.30	512 <sup>a</sup>

In a column, means with the same letter are not significantly different.

## บทสรุป

### 1. ผลของการเจือจางน้ำกะทิต่อผลผลิตวุ้นสวรรค์จากหัวเชื้อสองสายพันธุ์

การใช้หัวเชื้อ *A. xylinum* สายพันธุ์ T<sub>2</sub> ให้ผลผลิตวุ้นมากกว่าการหมักโดยใช้สายพันธุ์ PMM ที่ระดับการเจือจางน้ำกะทิ (จากมะพร้าวแก่ไม่ต้ม) ด้วยน้ำประปา 60 เท่าหมักนาน 8 วัน ผลผลิตวุ้นที่ได้มีน้ำหนัก 325 กรัม/ถาด และ 211 กรัม/ถาดตามลำดับ

### 2. ผลของการต้มน้ำกะทีก่อนทำการหมักต่อผลผลิตวุ้น

เมื่อใช้ *A. xylinum* สายพันธุ์ T<sub>2</sub> เป็นหัวเชื้อผลิตวุ้นโดยใช้ น้ำกะทิต้มเดือดเปรียบเทียบกับ น้ำกะทิไม่ต้ม พบว่า น้ำกะทิต้มเดือดให้ผลผลิตวุ้นน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกะทิไม่ต้ม คือถ้าใช้น้ำกะทิไม่ต้มวุ้นมีความหนา 0.89 เซนติเมตร น้ำหนัก 300 กรัม/ถาด และเมื่อใช้น้ำกะทิต้มเดือดวุ้นมีความหนาเพียง 0.40 เซนติเมตร น้ำหนัก 186 กรัม/ถาดเท่านั้น

### 3. ผลของปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นต่อผลผลิตวุ้น

ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นมีผลต่อผลผลิตวุ้น คือถ้าใช้น้ำตาล 5% โดยมี *A. xylinum* สายพันธุ์ T<sub>2</sub> เป็นหัวเชื้อในประมาณ 10% ผลผลิตวุ้นมีความหนา 0.89 เซนติเมตร น้ำหนัก 300 กรัม/ถาด และผลผลิตวุ้นจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อใช้ปริมาณหัวเชื้อเป็น 15% คือได้แผ่นวุ้นหนา 1.05 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 350 กรัม/ถาด

### 4. ผลของปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นต่อผลผลิตวุ้น

ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นมีผลต่อการผลิตวุ้นคือเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำตาลจาก 5% เป็น 7% โดยใช้หัวเชื้อ 15% ผลผลิตวุ้นจะมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ วุ้นมีความหนา 1.05 เซนติเมตร น้ำหนัก 350 กรัม/ถาด และหนา 1.52 เซนติเมตร น้ำหนัก 496 กรัม/ถาด ตามลำดับ การเพิ่มน้ำตาล 2% มีความสัมพันธ์กับการลงทุนคือ ได้วุ้นหนาเพิ่มขึ้น 0.47 เซนติเมตร น้ำหนักเพิ่มขึ้น 146 กรัม ซึ่งคิดเป็นมูลค่า 1.46 บาท (เทียบจากราคาน้ำตาลและราคาวุ้นดิบ)

### 5. ผลของความแก่ - อ่อนของเนื้อมะพร้าวที่ใช้เตรียมน้ำกะทิต่อผลผลิตวุ้น

ระดับความแก่ - อ่อนของเนื้อมะพร้าวมีผลต่อผลผลิตวุ้นคือ เมื่อระดับความแก่ - อ่อนของมะพร้าวที่ใช้เตรียมน้ำกะทิเพิ่มขึ้นผลผลิตวุ้นจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่มะพร้าวที่ขึ้นทีกมะพร้าวแก่ และมะพร้าวแก่จัด (มะพร้าวห้าว) ให้ผลผลิตวุ้นหนา 1.30 1.50 และ 1.60 เซนติเมตร และมีน้ำหนัก 512 598 และ 636 กรัม/ถาดตามลำดับ

### คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากมะพร้าว ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ และขอ

ขอบคุณ คุณกรุณา จินฉนวนม คุณพรวิสาข์ บุญยงค์ คุณวชิราภรณ์ หมั่นเพียร และคุณ จุฬารัตน์ ครองแถว ที่ช่วยงานวิจัยนี้

### เอกสารอ้างอิง

- วรารุณี ทรุสสง. 2539. วุ้นน้ำมะพร้าว : การผลิตและการใช้ประโยชน์. เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่อง คาร์โบไฮเดรต ปัจจุบันและอนาคต. 8 - 10 พฤษภาคม 2539. ณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สมคิด ธรรมรัตน์. 2531. การผลิตวุ้นน้ำมะพร้าวและการแปรรูป. *อาหาร* 18 (4) : 250 - 262.
- สุวิมล กิรติพิบูล และรุจ วัลยะเสวี. 2539. เอกสารประกอบสัมมนา เรื่องอุตสาหกรรมอาหาร : สุขลักษณะและการตรวจสอบ. 24 - 25 กันยายน 2539 ณ โรงแรมสยามซิตี้ กรุงเทพมหานคร.
- สมศรี ลิปิพัฒน์วิทย์. 2531. การหาสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับทำวุ้นสวรรค์จากน้ำมะพร้าวแท้. *อาหาร* 18(4) : 239 - 248.
- Alaban, C.A. 1962. Study on the optimum conditions for nata de coco bacterium or nana formation in coconut water. *Phil. Jour. Agric.* 45(9) : 490 - 516.
- Collando, L.S. 1988. Influence of other micro-organisms on the yield of nana by *Acetobacter acetii* subsp. *Xylinum*. Thesis (M.S.) UPLB, College, Laguna, Phillipines, 72 p.
- Dolendo, A.L. and Maniquis, P.L. 1967. Preparation and storage quality of forified nata de coco. *The Phillipine J. of Sci.* 46 : 363 - 365.
- Hagenmaier, R.D., Cater, C.M. and Mattil, K.F. 1973. Aqueous processing of fresh coconuts for recovery of oil coconut skin milk. *J. Food Sci.* 38 : 516 - 518.
- Librero, A.R. and Tidon, A.G. 1994. Rapid assessment survey of the nata de coco industry. Abstract from Los Banos, Laguna (Phillippines). *PCARRD*. Feb. 1994, 103 leaves.
- Masaoka, S., Ohe, T. and Sakota, N. 1993. Production of cellulose from glucose by *Acetobacter xylinum*. *J. of Fermentation and Bioengineering* 75(1) : 18 - 22.
- Montenegro, H.M. 1985. Coconut and its product. *J. of the American Oil Chemists.* 62(2) : 259 - 261.
- Sanger, P.C. 1990. Nata de coco part IV. Chapter XIV. *Coconut as Food*.