

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

กรรมวิธีการผลิตฐานมะพร้าวให้ใส

THE PRODUCTION OF CLEARIFY NATA DE COCO



รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วันที่ 12 เมษายน 2544

วันที่ 12 เมษายน 2544

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร อาจารย์ ดร. ปิยะวรรณ กาสลัก

ตามที่ข้าพเจ้า นายจำเริญ เขมวงค์ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ระหว่างวันที่ 25 ธันวาคม 2543 ถึงวันที่ 12 เมษายน 2544 ในตำแหน่ง ผู้ช่วยนักวิชาการ ในบริษัทฟู๊ดแอนคัลดริงส์ จำกัด (มหาชน) และ ได้รับมอบหมายจาก Job supervisor ให้ศึกษาและทำรายงาน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตน้มนะพริ้วให้ใส (THE PRODUCTION OF CLEARIFY NATA DE COCO)

บัดนี้ การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว ข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมนี้ จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับค่าปรึกษาใหม่

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

Mr. Mr.

(นาย จำเริญ เขมวงค์)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgment)

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัทผู้ดแลนค้ดริงส์จำกัด (มหาชน) ตั้งแต่วันที่ 25 ธันวาคม 2543 ถึงวันที่ 12 เมษายน 2544 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้ และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมาย สำหรับรายงานวิชาสหกิจศึกษานับนี้ สำเร็จลง ได้ด้วยดีจากความร่วมมือ และสนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

1.ดร. นคร มหาคุณ ผู้จัดการโรงงาน บริษัทผู้ดแลนค้ดริงส์จำกัด (มหาชน) ที่เห็นความสำคัญของระบบการศึกษาแบบสหกิจศึกษา และได้ให้โอกาสที่มีคุณค่าอย่างยิ่งต่อข้าพเจ้า

2.คุณ วิกรม อาจารย์ภา หัวหน้าแผนกผลิตผักและผลไม้ซึ่งเป็น Co-op Supervisor

3.คุณ ททัษรัตน์ อภัยวาทีน หัวหน้าแผนกจุลชีววิทยา

4.คุณ กัลยา ผัดดี หัวหน้าแผนกวิจัยและพัฒนา

5.คุณ โชนพัทธ์ เจตน์สัมฤทธิ์ผล Supervisor ประจำแผนกผลิตผักและผลไม้

6.คุณ พิมพ์ใจ เนื่องจำนงค์ เจ้าหน้าที่ประจำสำนักงานและคอมพิวเตอร์

7.คุณ จารุภรณ์ โรจนสโรจน์ หัวหน้าแผนกข้อมูล

8.คุณ สุภชัย รักษาพล Supervisor ประจำแผนกวิจัยและพัฒนา

9.คุณ กิตติพร สังคศิลา Supervisor ประจำแผนกผลิตผักและผลไม้ และ

บุคลากรท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการทำรายงาน

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล เป็นที่ปรึกษา ในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแล และให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตการทำงานจริงข้าพเจ้าขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

Ami.....*Ime*.....

(นาย จำเริญ เขมวงค์)

ผู้จัดทำรายงาน

12 เมษายน 2544

บทคัดย่อ

ศึกษากรรมวิธีการผลิตวุ้นมะพร้าวให้ใส โดยใช้เชื้อ *Acetobacter xylinum* AGR60 พบว่า วุ้นมะพร้าวที่ไม่ผ่านการตกตะกอนด้วยไข่ขาว จะให้ประสิทธิภาพในการผลิตวุ้นทั้งทางด้านความหนา ความแน่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และสีดีกว่าวุ้นมะพร้าวที่ผ่านการตกตะกอนด้วยไข่ขาว การศึกษาส่วนผสมของน้ำกะทิที่ใช้ในการผลิตวุ้นมะพร้าว พบว่าแผ่นวุ้นจะมีความหนา และความแน่นแปรตามปริมาณน้ำกะทิที่ใช้ โดยวุ้นมะพร้าวที่ผสมกะทิ 7% (w/w) จะมีความหนาและความแน่นมากกว่าวุ้นมะพร้าวที่ผสมกะทิ 5%, 3% (w/w) และ ไม่ผสมกะทิ ตามลำดับ นอกจากนี้วุ้นมะพร้าวที่ผ่านการแยกไขมันออกจะส่งผลให้แผ่นวุ้นมีความหนา และความแน่นลดลง ลักษณะเนื้อสัมผัสของวุ้นที่ไม่แยกไขมันจะแน่นกว่าวุ้นมะพร้าวที่ผ่านการแยกไขมัน และแน่นมากขึ้นเมื่อวุ้นมะพร้าวมีอัตราส่วนผสมของกะทิมากขึ้น เมื่อศึกษาคุณสมบัติทางค่าน้ำตาลของวุ้นมะพร้าวที่ผลิตได้เทียบกับวุ้นมะพร้าวจาก Supplier พบว่า วุ้นมะพร้าวที่ผลิตได้จะมีสี ความขุ่น ความใส และความโปร่งแสงน้อยกว่า โดยวุ้นมะพร้าวที่ผลิตได้จะมีสีอยู่ในช่วงขาวเหลืองถึงน้ำตาลแดง ไม่ใส ขุ่น และไม่โปร่งแสงถึงโปร่งแสงน้อยมาก นอกจากนี้วุ้นมะพร้าวที่ตกตะกอนด้วยไข่ขาวจะเกิดเนื้อลายภายในชั้นวุ้นอีกด้วย

คำสำคัญ : *Acetobacter xylinum* AGR60, วุ้นมะพร้าว, ไข่ขาว

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| จดหมายนำส่ง | 1 |
| กิตติกรรมประกาศ | 2 |
| บทคัดย่อ | 3 |
| สารบัญ | 4 |
| สารบัญตาราง | 5 |
| สารบัญรูปภาพ | 6 |
| รายละเอียดเกี่ยวกับ บริษัทฟู๊ดแอนด์ดริงส์ จำกัด (มหาชน) | 7 |
| บทนำ | 11 |
| วิธีการทดลอง | 13 |
| ผลการทดลองและวิจารณ์ | 16 |
| สรุปผลการทดลอง | 20 |
| ข้อเสนอแนะ | 20 |
| เอกสารอ้างอิง | 21 |
| ภาคผนวก | 22 |



สารบัญตาราง

| | หน้า |
|---|------|
| ตารางที่ 1 ผลของการไม่ตกตะกอนด้วยไข่ขาว และการปรับแต่งสูตรด้วยน้ำกะทิ ที่มีต่อลักษณะรู้นมเปรี้ยวเทียบกับรู้นมเปรี้ยวกะทิจาก Supplier | 16 |
| ตารางที่ 2 ผลของการตกตะกอนด้วยไข่ขาว และการปรับแต่งสูตรด้วยน้ำกะทิที่มี ต่อลักษณะรู้นมเปรี้ยวเทียบกับรู้นมเปรี้ยวกะทิจาก Supplier | 17 |



สารบัญรูปภาพ

| | หน้า |
|--|------|
| Fig. 1 Organization Chart : Food and Drinks Public Company Limited (Board of Directors) | 9 |
| Fig. 2 Organization Chart : Food and Drinks Public Company Limited (Board of Managers) | 10 |



บริษัท ฟู้ดแอนด์ดริงส์ปับลิค จำกัด (มหาชน)
(Food and Drinks Public Company Limited)

รายละเอียดเกี่ยวกับบริษัท

| | |
|----------------|---|
| -สำนักงานใหญ่ | 22 ซ. สุขุมวิท 35 ถ. สุขุมวิท เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร 10110 |
| -ที่ตั้งโรงงาน | 695/1 ถ. บ้านบึง-บ้านค่าย ต. คลองแก้ว อ. บ้านบึง จ. ชลบุรี 20220 โทรศัพท์ (038) 201219 โทรสาร (038) 201020 |
| -การก่อตั้ง | ก่อตั้งเมื่อวันที่ 11 เมษายน 2528 ณ อ.บ้านบึง จ. ชลบุรี บนเนื้อที่ 94 ไร่ ซึ่งร่วมทุนระหว่างไทย-ไต้หวัน-ญี่ปุ่น ปี 2536 ได้จดทะเบียนเป็นบริษัท มหาชน มีทุนจดทะเบียน 125 ล้านบาท ในนาม F & D |

สายการผลิตมี 4 สาย

1. ผลิตภัณฑ์ผัก-ผลไม้ และเครื่องดื่มบรรจุกระป๋องและขวด
2. ผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง
3. ผลิตภัณฑ์เนื้อปิ้งรส
4. ผลิตภัณฑ์เครื่องเทศ เครื่องแกง

โดยสินค้าส่วนใหญ่จะเป็นสินค้าส่งออกต่างประเทศ เช่นญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา สหภาพยุโรป เยอรมัน ฝรั่งเศส อังกฤษ นิวซีแลนด์ ประเทศในแถบเอเชีย ฮองกง และสิงคโปร์

นโยบายคุณภาพของบริษัท

มุ่งมั่นพัฒนากระบวนการผลิต เพื่อให้ได้มาซึ่งสินค้าที่มีคุณภาพ ถูกสุขลักษณะตามมาตรฐานสากล และสร้างความพอใจให้แก่ลูกค้า

ซึ่งนโยบายดังกล่าวต้องถือปฏิบัติดังนี้

1. จัดหาทรัพยากรที่จำเป็นให้ตรงตามเวลา
2. พัฒนาและทบทวนการทำงานอย่างสม่ำเสมอ
3. จัดให้มีระบบการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาบุคลากร
4. มีระบบการแก้ไขและป้องกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบงาน
5. ปรับปรุงเทคโนโลยีในกระบวนการผลิตให้มีความเหมาะสมต่อเนื่อง
6. ปรับปรุงสถานที่ให้ถูกสุขลักษณะตามมาตรฐานสากล
7. แก้ไขปัญหาข้อร้องเรียนของลูกค้าอย่างรวดเร็ว
8. จัดส่งเสริมตรงตามกำหนดของลูกค้าน
9. รักษามาตรฐานคุณภาพสินค้าอย่างสม่ำเสมอ
10. พัฒนาปรับปรุงคุณภาพสินค้าอย่างสม่ำเสมอ

ตำแหน่งและลักษณะงานในความรับผิดชอบ (Job description) : ผู้ช่วยนักวิชาการอาหาร

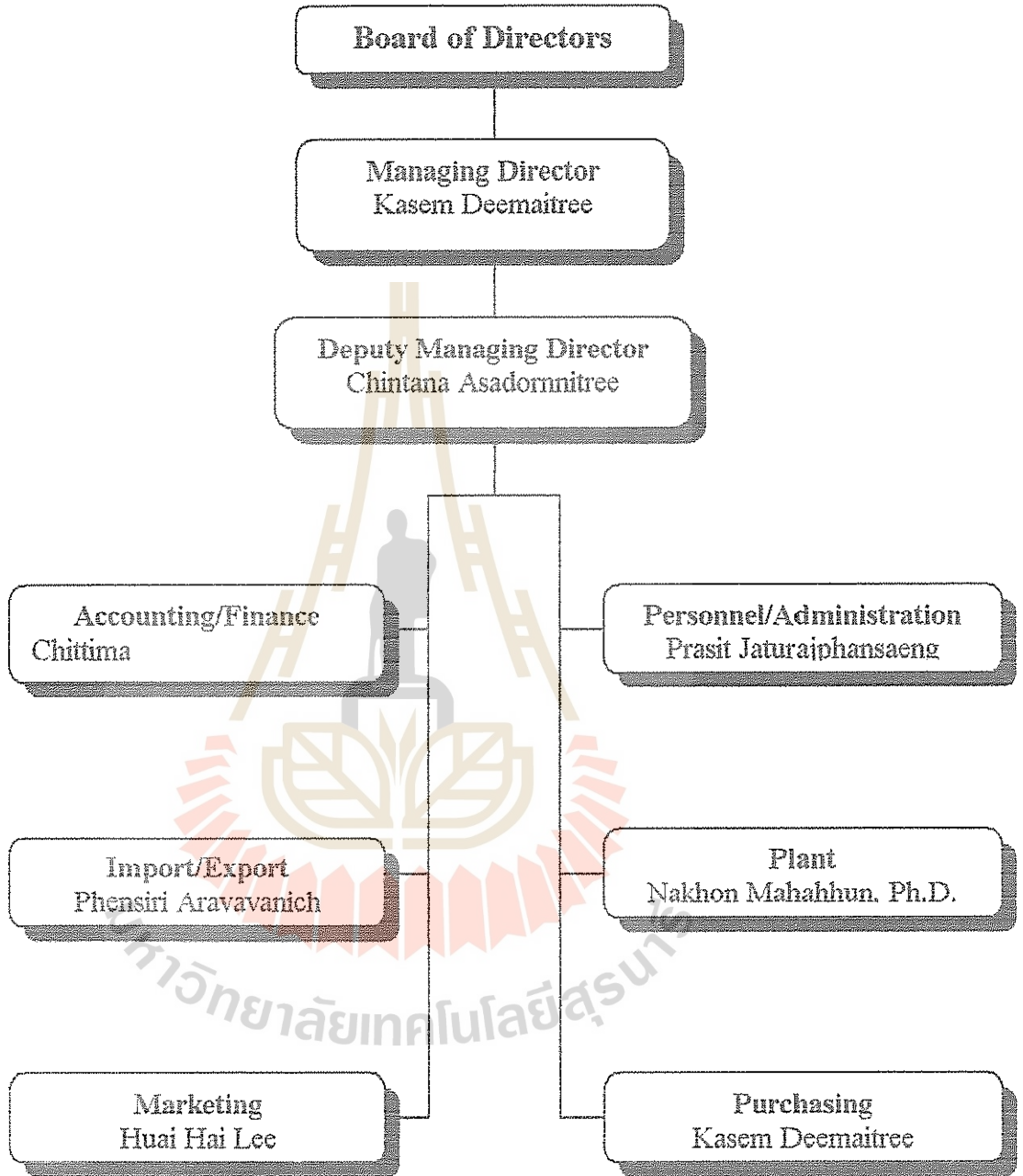
แผนกที่ปฏิบัติงาน : แผนกผลิต ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้

Co-op Supervisor : คุณเว็กรม อารักษ์า ตำแหน่ง : หัวหน้าแผนกผลิต ผลิตภัณฑ์ผัก-ผลไม้

ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน : ตั้งแต่วันที่ 25 ธันวาคม 2543 ถึงวันที่ 12 เมษายน 2544



Fig. 1 Organization Chart : Food and Drinks Public Company Limited



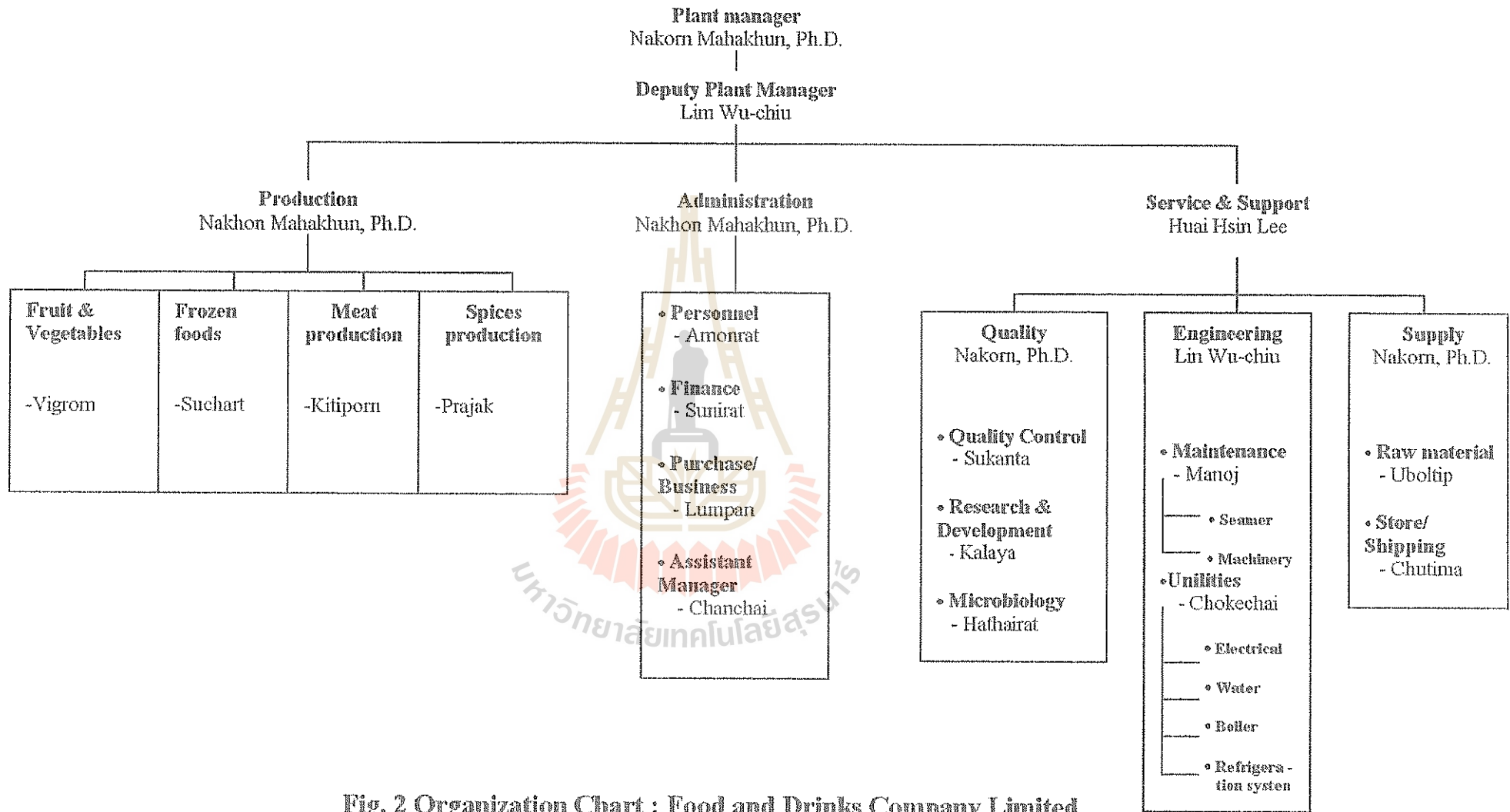


Fig. 2 Organization Chart : Food and Drinks Company Limited

บทนำ

วุ้นจากน้ำมะพร้าว (Nata De Coco) มีชื่อเรียกหลายอย่างด้วยกัน อาจเรียกว่า วุ้นสวรรค์ วุ้นน้ำส้ม เทีครัสเซีย หรือลูกพร้าว ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอีกอย่างหนึ่งที่น่าสนใจ เพราะสามารถผลิตได้ง่ายทั้งในระดับครัวเรือน และระดับอุตสาหกรรม ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตต่ำ เพราะใช้น้ำมะพร้าวแก่ที่เหลือทิ้งในครัวเรือน ซึ่งมีอยู่ทั่วไป หรือในโรงงานอุตสาหกรรมมะพร้าวตากแห้ง โรงงานอุตสาหกรรมกะทิ ซึ่งช่วยลดปัญหามลภาวะจากน้ำมะพร้าวได้ วุ้นมะพร้าวสามารถนำมาแปรรูป เป็นอาหารคาว-หวาน ได้มากมายหลายชนิด เช่น แกงเผ็ด, ยำต่างๆ, วุ้นในน้ำเชื่อม, วุ้นลอยแก้ว เป็นต้น นอกจากนี้ยังได้น้ำส้มสายชูหมักเป็นผลพลอยได้อีกด้วย

วุ้นมะพร้าวจัดเป็นแผ่นวุ้นชนิดเซลลูโลสเจล (Jelatinous bacterial cellulose) ที่สร้างขึ้นโดยแบคทีเรีย *Acetobacter aceti* subspecies *xylinum* เรียกทั่วไปว่า Acetic acid bacteria หรือแบคทีเรียน้ำส้มสายชู เป็นเชื้อที่ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต (ปราโมทย์, 2541) ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเจริญ และการสร้างวุ้นของเชื้อ ได้แก่

1. ปริมาณเชื้อ (inoculum) ควรใช้เชื้อที่มีอายุ 3 วัน ในปริมาณ 10-20% ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสม
2. อุณหภูมิ เชื้อจุลินทรีย์ *Acetobacter xylinum* จะสร้างวุ้นได้ดีที่อุณหภูมิห้องระหว่าง 28-32° C แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 20° C หรือสูงกว่า 40° C การสร้างวุ้นจะไม่เกิดขึ้น
3. ความเป็นกรด-ด่าง จะอยู่ในช่วง pH 4.0-5.0 กรดที่ใช้ในการปรับ pH ควรเป็นกรดน้ำส้ม (Acetic acid)
4. แหล่งคาร์บอน (C-source) ควรเป็นน้ำมะพร้าวแก่ สด ใหม่ มีไขมันน้อย น้ำตาลที่เติมลงไปเพื่อช่วยเพิ่มปริมาณของ C-source ควรอยู่ระหว่าง 6-10%
5. แหล่งไนโตรเจน (N-source) จะช่วยเร่งให้การผลิตวุ้นได้หนาในเวลาสั้น สารประกอบไนโตรเจนที่ใช้คือ $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ หรือ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ปริมาณ 0.6-0.9% (กรวิภา 2535, สุเมธ 2536)

ปัจจุบันวุ้นมะพร้าวเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่ง ที่บริษัทฟู๊ดแอนด์ดริงส์ จำกัด (มหาชน) ได้ทำการผลิตและจำหน่าย ซึ่งในกระบวนการผลิตจะได้วุ้นมะพร้าวที่มีสีน้ำตาลขุ่น ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จึงต้องนำไปฟอกสีด้วย NaOH 0.3%, acetic acid 1%, malic acid 0.05% และ hydrogen 0.2% (อัมรา, 2543) ซึ่งทำให้เพิ่มต้นทุนในการผลิต หลงเหลือสารตกค้าง และสิ้นเปลืองน้ำในการแช่และล้างสารที่ใช้ฟอก จึงทำการทดลองผลิตวุ้นมะพร้าวให้ใสโดยไม่ต้องทำการฟอกด้วยสารเคมี ซึ่งในการทดลองจะใช้เชื้อ *Acetobacter xylinum* AGR60 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่เหมาะสมในการเพาะวุ้นมะพร้าว (อัมรา, 2543) โดยในการทดลองได้ใช้ไข่ขาวจำนวน 5% (w/w) ในการตกตะกอนน้ำมะพร้าว เพื่อตกตะกอนสารแขวนลอยต่างๆ ที่อาจส่งผลให้วุ้นมะพร้าวขุ่นได้ โดยไข่ขาวมีประสิทธิภาพสูงในการตกตะกอน ง่าย และมีราคาถูก นอกจากนี้ยังศึกษาถึงการเพิ่มและการลดปริมาณไข่

มัน โดยกรรมวิธีการปรับแต่งน้ำกะทิและการลดอุณหภูมิ ซึ่งในอุตสาหกรรมผลิตเบียร์ ได้มีการลดอุณหภูมิแล้วแยกไขมันที่ลอยบนผิวหน้าออก เนื่องจากไขมันจะทำให้เกิดความขุ่นในเบียร์ได้

วัตถุประสงค์ของการทดลองในครั้งนี้เพื่อหากรรมวิธีการผลิตฐานะพริ้วให้ใส โดยศึกษาถึงผลของการตกตะกอนด้วยไข่ขาวในน้ำมะพริ้ว การผสมกะทิอัตราส่วนต่างๆ ในน้ำมะพริ้ว การแยกและไม่แยกไขมันออกจากน้ำมะพริ้ว ซึ่งจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะต่างๆในฐานะพริ้ว



วิธีการทดลอง

การผลิตฐานมะพร้าวให้ใสโดยไม่ทำการฟอกด้วยสารเคมี ประกอบด้วยขั้นตอน สำคัญดังนี้

1. การเตรียมวัตถุดิบ

นำน้ำมะพร้าวแก่ (Coconut) ที่ซื้อจากตลาดทั่วๆไป อ. บ้านมิ่ง จ. ชลบุรี มาบรรจุเก็บไว้ในแกลลอน เคมี Glacial acetic acid เพื่อปรับ pH ไม่ให้เกิดการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เน่า/มะพร้าวเสีย โดยนำมะพร้าวแก่ 30 ลิตร ใช้ Glacial acetic acid 100 มิลลิลิตร ในการเตรียมน้ำกะทิ จะนำเนื้อมะพร้าวแก่มาทำการชูดด้วยเครื่อง Homogenizer (Asiebe group company, Denmark) จากนั้นผสมน้ำในอัตราส่วน เนื้อมะพร้าวต่อน้ำ 80:20 ทำการบีบน้ำและเก็บไว้ในห้องเย็น ที่อุณหภูมิ 4° C เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

2. สารเคมี

เชื้อ *Acetobacter xylinum* AGR60 จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประเทศไทย Glacial acetic acid จากบริษัท Chang Chun petrochemical co. ltd. ประเทศไต้หวัน, แอมโมเนียมซัลเฟต ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) จากบริษัทเอกชนเคมีเกษตรกรรมจำกัด ประเทศไทย

3. การเตรียมหัวเชื้อสำหรับหมัก (Starter culture)

ทำการเตรียมอาหารเหลวที่ใช้สำหรับเพิ่มปริมาณหัวเชื้อ ให้มากเพียงพอสำหรับการหมัก โดยมี 2 ขั้นตอนดังนี้

1.1 การถ่ายเชื้อจาก Agar slant สู่อาหารเหลว

ถ่ายเชื้อ *Acetobacter xylinum* AGR60 จาก agar slant ลงในอาหารเหลวที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ซึ่งอาหารเหลวเตรียมจากน้ำมะพร้าวแก่ที่ปรับ Brix เป็น 11 ° Brix , pH 4.5 และมี $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0.6% (w/v) การถ่ายเชื้อจะต้องใช้วิธี Aseptic technique

1.2 การเพิ่มปริมาณหัวเชื้อ

เตรียมอาหารเหลว โดยนำน้ำมะพร้าวแก่ 6.4 ลิตรมาให้ความร้อนจนเดือด เติมน้ำตาลทรายให้อาหารเหลวมีความเข้มข้น 11 ° Brix วัดโดย Hand refractometer (ATAGO, Japan) เคมี แอมโมเนียมซัลเฟต ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) 0.6% (w/v) และปรับ pH ด้วย pH meter (CG840, SCHOTT) เป็น 4.0-4.5 ด้วย Glacial acetic acid ให้ความร้อนจนอาหารเหลวเดือดนาน 10 นาที จากนั้นนำมากรองด้วยผ้าขาวบาง แบ่งอาหารเหลวใส่ขวดปากกว้าง 16 ขวด ขวดละ 400 มิลลิลิตร ใช้ผ้าขาวบางปิด รัศด้วยยางให้แน่น แล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121° C นาน 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นทำการถ่ายเชื้อ *A. xylinum* AGR60 ที่เตรียมจาก 1.1 โดยวิธีการปลอดเชื้อลงในอาหารเหลวที่เตรียมได้ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (20-32 °C) เป็นเวลา 2-3 วัน จะสังเกตเห็นแผ่นวุ้นบางๆ บนผิวหน้าของน้ำมะพร้าว

4. การเตรียมน้ำมะพร้าวสำหรับการหมักวุ้น

นำน้ำมะพร้าวแก่จำนวน 48 ลิตร มาแบ่งเป็น 2 ส่วนเท่ากัน นำส่วนหนึ่งมาคกตะกอนด้วยไขขาว 5% (w/w) โดยให้ความร้อนกับน้ำมะพร้าวแก่ที่มีไขขาวผสมอยู่จนเดือดนาน 5 นาที ทิ้งไว้จนไขขาวสุกคกตะกอน ทำการแยกส่วนใสของน้ำมะพร้าวเก็บไว้ จากนั้นนำน้ำมะพร้าวที่ได้ทั้ง 2 ส่วนมาปรับแต่งส่วนผสมเพื่อเพิ่มและลดปริมาณไขมัน โดยผสมด้วยน้ำกะทิที่มีความเข้มข้น 80% ในอัตราส่วนและวิธีการต่างๆดังนี้

- 2.1 น้ำมะพร้าว 100%
- 2.2 น้ำมะพร้าว 100% แยกไขมันออก*
- 2.3 น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 3% (w/w)
- 2.4 น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 5% (w/w)
- 2.5 น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 7% (w/w)
- 2.6 น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 3% (w/w) แล้วแยกไขมันออก*
- 2.7 น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 5% (w/w) แล้วแยกไขมันออก*
- 2.8 น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 7% (w/w) แล้วแยกไขมันออก*

* การแยกไขมัน โดยการนำน้ำมะพร้าวที่เตรียมไว้ ใส่ในภาชนะปากกว้าง แช่ในห้องเย็น 4°C ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน แล้วแยกไขมันที่ลอยอยู่บนผิวหน้าออกจนหมด

นำส่วนผสมแต่ละชนิด จำนวน 3 ลิตร มาเติมน้ำตาลทราย เพื่อปรับความเข้มข้น 11 ° Brix เติมน้ำเกลือโซเดียมซัลเฟต ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) 0.6% (w/v) และปรับ pH เป็น 4.0-4.5 ด้วย Glacial acetic acid นำมากรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วให้ความร้อนจนอาหารเหลวเดือดนาน 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

5. การหมักวุ้นมะพร้าว

5.1 ใช้กระบวยที่ลวกน้ำร้อนแล้ว ตักน้ำมะพร้าวที่เตรียมไว้ลงในถาดหมักพลาสติกขนาด $33.5 \times 50.5 \times 7.5$ cm. ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว (เช็ดด้วยแอลกอฮอล์ 70%) ถาดละ 3 ลิตร ซึ่งจะทำให้ระดับน้ำมะพร้าวสูงจากก้นถาดหมัก ประมาณ 1.5 cm.

5.2 ทำการถ่าบหัวเชื้อ *A. xylinum* AGR60 อายุ 3-5 วัน ลงในน้ำมะพร้าวด้วยวิธีปลอดเชื้อ โดยน้ำมะพร้าว 1 ถาด จะใช้หัวเชื้อ 1 ขวด

5.3 รีบปิดถาดโดยเร็ว ด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ที่หนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว รััดด้วยเชือกฟาง บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน เมื่อครบกำหนด ทำการเก็บแผ่นวุ้นด้วยวิธีการที่สะอาด วัดความหนา ตรวจดูลักษณะเนื้อสัมผัส ความใส สี และความแน่นของเนื้อ เทียบกับวุ้นมะพร้าวกะทิจาก Supplier

6. การเก็บรักษาขี้ผึ้งมะพร้าว

ล้างทำความสะอาดขี้ผึ้งมะพร้าว และแช่ในน้ำที่เติม Glacial acetic acid เข้มข้น 1.0% โดยเก็บในภาชนะที่ปิดมิดชิด เพื่อป้องกันการเจริญของเชื้อชนิดอื่น และลดการปนเปื้อนจากฝุ่นละออง และแมลง เป็นต้น

7. การวัดความแน่นเนื้อ

นำขี้ผึ้งมะพร้าวที่หั่นให้มีขนาด $1.5 \times 1.5 \times 1.5$ cm. มาวัดความแน่นเนื้อ ด้วยเครื่องวัดความแน่นเนื้อที่ปรับที่ออกแบบเอง ประกอบด้วยถาดพลาสติกเจาะรู 4 รู และแท่งเหล็กสำหรับแทงขี้ผึ้งมะพร้าว ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 1 mm^2 นำขี้ผึ้งมะพร้าวมาวางบนถาดพลาสติกตรงกึ่งกลางรู แล้วใช้แท่งเหล็กแทงขี้ผึ้งมะพร้าว ให้ทะลุ อ่านค่าน้ำหนักที่แท่งเหล็กทะลุผ่านขี้ผึ้งมะพร้าวพอดี



ผลการทดลองและวิจารณ์

วุ้นมะพร้าวที่ได้จากการหมักน้ำมะพร้าวที่ปรับแต่งสูตรและกรรมวิธีการผลิต โดยใช้เชื้อ *Acetobacter xylinum* AGR60 จะส่งผลให้วุ้นมะพร้าวที่ได้มี ขนาด สี ความใส ลักษณะเนื้อสัมผัส และความแน่นเนื้อ เทียบกับวุ้นมะพร้าวจาก Supplier แสดงดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ผลของการไม่ตกตะกอนด้วยไข่ขาว และการปรับแต่งสูตรด้วยน้ำกะทิ ที่มีต่อลักษณะวุ้นมะพร้าวเทียบกับวุ้นมะพร้าวจาก Supplier

| ชนิดของวุ้นมะพร้าว (ไม่ตกตะกอนด้วยไข่ขาว) | ความหนา (cm.) | ความแน่น (g. / mm ³) | ลักษณะเนื้อสัมผัส | สี |
|---|------------------|-------------------------------------|--|--|
| ตัวอย่างจาก Supplier | 8.39 | 556.67 | เนื้อนิ่มมาก ผิวเรียบมัน | สีขาวนวล ชุ่มเล็กน้อย มีความใส และ โปร่งแสงเล็กน้อย |
| น้ำมะพร้าว 100% | 10.36 | 796.67 | เนื้อนิ่ม แน่น ผิวเรียบมัน | สีขาวเหลือง ชุ่ม ไม่ใส และ โปร่งแสงน้อยมาก |
| น้ำมะพร้าว 100% แล้วแยกไขมันออก | 7.88 | 383.33 | เนื้อแข็ง แน่น ผิวเรียบ | สีขาวเหลืองอ่อนๆ ชุ่ม ไม่ใส และ โปร่งแสงน้อย |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 3% (w/w) | 11.27 | 990 | เนื้อนิ่ม แน่นมาก ผิวเรียบมัน | สีขาวออกแดง ชุ่มมาก ไม่ใส และ ไม่ โปร่งแสง |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 5% (w/w) | 12.41 | 1126.67 | เนื้อนิ่ม แน่นมากขึ้น ผิวเรียบมัน | สีขาวออกน้ำตาล ชุ่มมาก ไม่ใส และ ไม่ โปร่งแสง |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 7% (w/w) | 13.03 | 1256.67 | เนื้อนิ่ม แน่นมากที่สุด ผิวเรียบมัน | สีน้ำตาลแดง ชุ่มมาก ไม่ใส และ ไม่ โปร่งแสง |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 3% (w/w) แล้วแยกไขมันออก | 8.37 | 796.67 | เนื้อค่อนข้างแข็ง แน่นมาก ผิวเรียบมัน | สีขาวเหลืองออกแดงนวล ชุ่ม ไม่ใส และ โปร่งแสงน้อยมาก |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 5% (w/w) แล้วแยกไขมันออก | 8.96 | 856.67 | เนื้อค่อนข้างแข็ง แน่นมากขึ้น ผิวเรียบมัน | สีขาวเหลืองออกแดงนวล ชุ่ม ไม่ใส และ ไม่ โปร่งแสง |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 7% (w/w) แล้วแยกไขมันออก | 9.68 | 966.67 | เนื้อค่อนข้างแข็ง แน่นมากที่สุด ผิวเรียบมัน | สีขาวเหลืองออกแดงนวล ชุ่ม ไม่ใส และ ไม่ โปร่งแสง |

ตารางที่ 2 ผลของการตกตะกอนด้วยไข่ขาว และปรับแต่งสูตรด้วยน้ำกะทิ ที่มีต่อลักษณะ รูนมะพร้าวเทียบกับ รูนมะพร้าวกะทิ Supplier

| ชนิดของ รูนมะพร้าว (ตกตะกอนด้วยไข่ขาว) | ความหนา (cm.) | ความแน่น (g. / mm ³) | ลักษณะ เนื้อสัมผัส | สี |
|---|------------------|-------------------------------------|--|---|
| ตัวอย่างจาก Supplier | 8.39 | 556.67 | เนื้อนุ่มมาก ผิวเรียบมัน | สีขาวนวล ชุ่มเล็กน้อย มีความใส และ โปร่งแสงเล็กน้อย |
| น้ำมะพร้าว 100% | 7.48 | 526.67 | เนื้อนุ่มมาก แน่น ผิวเรียบมัน | สีขาวเหลือง ชุ่ม เนื้อลายน้อย ไม่ใส และ โปร่งแสงน้อยมาก |
| น้ำมะพร้าว 100% แล้วแยกไขมันออก | 6.32 | 400 | เนื้อค่อนข้างแข็ง แน่น ผิวเรียบ | สีขาวเหลืองเข้ม ชุ่ม เนื้อลายน้อย ไม่ใส และ โปร่งแสงน้อยมาก |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 3% (w/w) | 8.33 | 680 | เนื้อนุ่มมาก แน่นมาก ผิวเรียบมัน | สีขาวออกแดง ชุ่มมาก เนื้อลายน้อย ไม่ใส และ ไม่โปร่งแสง |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 5% (w/w) | 9.79 | 710 | เนื้อนุ่มมาก แน่นมากขึ้น ผิวเรียบมัน | สีขาวออกแดง ชุ่มมาก เนื้อลายน้อย ไม่ใส และ ไม่โปร่งแสง |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 7% (w/w) | 11.34 | 860 | เนื้อนุ่มมาก แน่นมากที่สุด ผิวเรียบมัน | สีขาวแดง ชุ่มมาก เนื้อลายน้อย ไม่ใส และ ไม่โปร่งแสง |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 3% (w/w) แล้วแยกไขมันออก | 7.33 | 516.67 | เนื้อค่อนข้างนุ่ม แน่นมาก ผิวเรียบมัน | สีขาวเหลืองออกแดงนวล ชุ่ม เนื้อลายน้อย ไม่ใส และ โปร่งแสงน้อยมาก |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 5% (w/w) แล้วแยกไขมันออก | 7.68 | 656.67 | เนื้อค่อนข้างนุ่ม แน่นมากขึ้น ผิวเรียบมัน | สีขาวแดงนวล ชุ่ม เนื้อลายน้อย ไม่ใส และ ไม่โปร่งแสง |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 7% (w/w) แล้วแยกไขมันออก | 8.52 | 736.67 | เนื้อค่อนข้างนุ่ม แน่นมากที่สุด ผิวเรียบมัน | สีขาวแดงนวล ชุ่ม เนื้อลายน้อย ไม่ใส และ ไม่โปร่งแสง |

จากตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2 พบว่า ความหนาของ รูนมะพร้าวที่ผ่านการตกและไม่ตกตะกอนด้วยไข่ขาว จะแปรตามปริมาณของน้ำกะทิที่ผสมลงไป โดย รูนมะพร้าวจะมีความหนาเพิ่มขึ้น เมื่อเติมกะทิในอัตราที่เพิ่มมากขึ้น โดยจากตารางที่ 1 รูนมะพร้าวที่ไม่ตกตะกอนด้วยไข่ขาวและผสมน้ำกะทิ 7% (w/w) จะมีความหนามากที่สุดคือ 13.03 cm. และจากตารางที่ 2 รูนมะพร้าวที่ตกตะกอนด้วยไข่ขาวและผสมกะทิ 7% (w/w) จะมีความหนาที่สุดคือ 11.34 cm. ซึ่งมากกว่าความหนาของ รูนจากน้ำมะพร้าว 100% คิดเป็น 20.49% และ 34.04% ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำกะทิจะมีปริมาณโปรตีนอยู่สูงประมาณ 4.6% ซึ่งมากกว่าปริมาณโปรตีนในน้ำมะพร้าวที่มีเพียง 0.4%

(วิเชียร, 2521) โดยปริมาณโปรตีนที่มากขึ้นจะช่วยเพิ่มแหล่ง N-source ให้แก่กระบวนการสร้างวุ้น และจากการทดลองของ สุเมธ (2536) ได้ศึกษาการเพิ่มสารประกอบไนโตรเจนในการหมักวุ้นมะพร้าว พบว่าการเติมสารประกอบไนโตรเจนจะช่วยเร่งการผลิตวุ้นได้หนาในระยะเวลาสั้น เมื่อพิจารณา วุ้นมะพร้าวที่ผ่านการแยกและไม่แยกไขมันพบว่า วุ้นมะพร้าวที่ผ่านการแยกไขมันจะมีความหนาน้อยกว่าวุ้นมะพร้าวที่ไม่ผ่านการแยกไขมัน โดยจากตารางที่ 1 วุ้นจากน้ำมะพร้าว 100% และแยกไขมันออกจะมีความหนา 7.88 cm. และจากตารางที่ 2 วุ้นจากน้ำมะพร้าว 100% และแยกไขมันจะมีความหนาเพียง 6.32 cm. ซึ่งน้อยกว่าวุ้นมะพร้าวจากน้ำมะพร้าว 100% และไม่แยกไขมันออก แสดงว่าปริมาณไขมันมีผลต่อกระบวนการสร้างวุ้นของเชื้อ *A. xylinum* AGR60 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ สมคิด (2531) ที่ศึกษากรรมวิธีการผลิตวุ้นมะพร้าวและได้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมะพร้าวและวุ้นมะพร้าว พบว่ามีปริมาณไขมัน 2.85% และ 0.05% ตามลำดับ แสดงว่าปริมาณไขมันที่ลดลงจะช่วยสร้างวุ้นในกระบวนการหมัก เมื่อพิจารณาวุ้นมะพร้าวที่ผ่านการตกและ ไม่ตกตะกอนด้วยไข่ขาว พบว่าวุ้นมะพร้าวที่ไม่ผ่านการตกตะกอนด้วยไข่ขาวจะมีความหนามากกว่า วุ้นมะพร้าวที่ผ่านการตกตะกอนด้วยไข่ขาว ซึ่งผลของการตกตะกอนด้วยไข่ขาวจะทำให้แหล่ง C-source และ N-source ที่ช่วยในการสร้างวุ้นลดน้อยลงเนื่องจากถูกตกตะกอนไปพร้อมกับไข่ขาวที่แยกออกไป

เมื่อศึกษาความแน่นของวุ้นมะพร้าวพบว่า ความแน่นจะแปรตามปริมาณน้ำกะทิที่เป็นส่วนผสมในวุ้นมะพร้าว จากตารางที่ 1 วุ้นมะพร้าวที่ผสมกะทิ 7% (w/w) และไม่แยกไขมันออก จะมีความแน่นมากที่สุดวัดได้ 1,256.67 g. / mm³ และจากตารางที่ 2 วุ้นมะพร้าวที่ผสมกะทิ 7% (w/w) และไม่แยกไขมันออก จะมีความแน่นมากที่สุดวัดได้ 860 g. / mm³ โดยแน่นมากกว่าวุ้นจากน้ำมะพร้าว 100% (control) 36.60% และ 38.76% ตามลำดับ ซึ่งความแน่นที่มากขึ้นนี้เป็นผลมาจากน้ำกะทิมี ปริมาณโปรตีน และปริมาณ Growth factor คือปริมาณแร่ธาตุต่างๆ อยู่สูง (กรวิภา, 2535) จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงของสายใย Cellulose วุ้นมะพร้าวได้ การตกตะกอนด้วยไข่ขาวจะลดความแน่นของวุ้นมะพร้าว เนื่องจากการตกตะกอนด้วยไข่ขาวจะไปจับแร่ธาตุและสารอาหารที่จำเป็น ในการสร้างความแข็งแรงให้กับวุ้นมะพร้าว ส่วนวุ้นมะพร้าวที่ไม่ผ่านการแยกไขมันออก จะมีความหนามากกว่าวุ้นมะพร้าวที่ผ่านการแยกไขมัน แสดงว่าไขมันจะช่วยเพิ่มความแน่นให้กับวุ้นมะพร้าวได้

เมื่อพิจารณาลักษณะเนื้อสัมผัสของวุ้นมะพร้าวพบว่า วุ้นมะพร้าวกะทิจาก Supplier จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่นุ่มกว่าวุ้นมะพร้าวที่ไม่แยกไขมัน ส่วนวุ้นมะพร้าวที่แยกไขมันออกจะมีเนื้อสัมผัสที่แข็งกว่า และเมื่อพิจารณาอัตราส่วนกะทิที่เติมลงในส่วนผสม พบว่าจะแปรตามความนุ่มของวุ้นมะพร้าว กล่าวคือเมื่อเพิ่มปริมาณกะทิในส่วนผสมมากขึ้นจะทำให้วุ้นมะพร้าวมีความนุ่มเพิ่มมากขึ้นด้วย แสดงว่าปริมาณไขมันมีผลต่อความนุ่มของวุ้นมะพร้าว การตกตะกอนด้วยไข่ขาวจะทำให้วุ้นมะพร้าวมีลักษณะนุ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากผลของการตกตะกอนด้วยไข่ขาวจะลดสารที่

ช่วยให้ cellulose มีความแข็งแรง เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และ Growth factor ต่างๆ (กรวิภา, 2535) และในทุกตัวอย่างของวุ้นมะพร้าวที่ผลิตได้จะมีผิวเรียบมัน ไม่แตกต่างกัน

วุ้นมะพร้าวที่ผลิตได้แต่ละชนิดจะมีสีที่ได้จากการสังเกตแตกต่างกัน โดยวุ้นมะพร้าวจะทึบจาก Supplier จะมีสีขาวนวลสวยงาม มีความใส มีความชุ่มและโปร่งแสงเล็กน้อย ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดี เทียบเท่าวุ้นมะพร้าวที่ผ่านการฟอกขาว จึงใช้เป็นตัวอย่างอ้างอิงทางด้านคุณภาพเรื่องสี โดยวุ้นมะพร้าวที่ผลิตได้จะมีลักษณะคล้ายแก้วแตกต่างออกไป กล่าวคือ ปริมาณกะทิที่ผสมเพิ่มขึ้น จะทำให้สีของวุ้นมะพร้าวที่ไม่แยกไขมันออกมีสีขาวออกแดงจนถึงสีน้ำตาลแดงมากขึ้นด้วย โดยวุ้นมะพร้าวที่ไม่ตกตะกอนด้วยไขขาวจะมีสีที่ต่ำกว่าวุ้นมะพร้าวที่ตกตะกอนด้วยไขขาว ทั้งนี้ที่กล่าวขึ้นเนื่องมาจากปฏิกิริยา Maillard reaction (กนกอร, 2541) ที่เกิดจากการรวมตัวของหมู่ amino (NH_2) กับ reducing sugar ที่มีมากขึ้นในวุ้นมะพร้าวที่มีการผสมกะทิ ส่วนวุ้นมะพร้าวที่ไม่ผสมกะทิ จะมีสีขาวเหลือง เมื่อพิจารณาความชุ่ม ความใส และความโปร่งแสง พบว่าเนื้อวุ้นมะพร้าวที่ผลิตได้ทุกตัวอย่างจะมีความชุ่ม และจะชุ่มมากขึ้นเมื่อผสมกะทิในอัตราที่มากขึ้น ทุกตัวอย่างจะไม่ใส ส่วนความโปร่งแสงจะอยู่ในช่วงที่ไม่แตกต่างกันมากนัก คืออยู่ระหว่างไม่โปร่งแสงจนถึงโปร่งแสงน้อยมาก ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการสร้างวุ้นของเชื้อ *A. xylinum* AGR60 จะสร้างสารที่เป็นแผ่นเยื่อเหี่ยวขาวพวก cellulose และ cartilaginous substance ซึ่งจะทำให้วุ้นชุ่ม ไม่ใส และไม่โปร่งแสง (Alaban, 1962 และ สุเมธ, 2536) นอกจากนี้ยังพบอีกว่า วุ้นมะพร้าวที่ผ่านการตกตะกอนด้วยไขขาวจะมีลักษณะลายเส้นเกิดขึ้นภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ลายที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจาก เชื้อ *A. xylinum* AGR60 สร้างแผ่นวุ้นที่เป็นสายของ cellulose ที่ไม่สมบูรณ์เนื่องจากขาดสารอาหาร และ Factor ต่างๆในการสร้างวุ้นมะพร้าวนั่นเอง

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการผลิตวุ้นมะพร้าวให้ใส โดยไม่ใช้สารเคมีในการฟอกให้ขาว โดยใช้เชื้อ *Acetobacter xylinum* AGR60 พบว่า การผสมน้ำกะทิในวุ้นมะพร้าวจะช่วยเพิ่มความหนาและความแน่นให้กับวุ้นมะพร้าว ส่วนการตกตะกอนด้วยไข่ขาวและกระบวนการแยกไขมันออกจากน้ำมะพร้าวก็จะทำให้ความหนาและความแน่นของวุ้นมะพร้าวลดลง ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงลักษณะเนื้อสัมผัสของวุ้นมะพร้าวพบว่า กระบวนการแยกไขมันออกจากน้ำมะพร้าวจะทำให้วุ้นมีความแข็งมากขึ้น ส่วนการตกตะกอนด้วยไข่ขาวส่งผลให้วุ้นมะพร้าวมีนิ่ม นอกจากนี้ความนิ่มของวุ้นมะพร้าวจะแปรตามปริมาณน้ำกะทิที่เติมเป็นส่วนผสม ทดสอบคัดค้านสี่ พบว่า วุ้นมะพร้าวที่ผลิตได้ทุกตัวอย่างจะมีการยอมรับในด้านสีดีกว่า วุ้นมะพร้าวกะทิจาก Supplier ทั้งในด้านความขุ่น สี ความใส และความโปร่งแสง โดยวุ้นมะพร้าวที่ผ่านการตกตะกอนด้วยไข่ขาวจะเกิดสายเส้นกระจายในแผ่นวุ้นมะพร้าวอีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. วุ้นมะพร้าวที่มีส่วนผสมของกะทิ สามารถนำไปผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้ เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการผลิตให้สั้นลง แต่มีปริมาณผลผลิตเท่าเดิม (ความหนาเท่าเดิม) และช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อ
2. ในการผลิตวุ้นมะพร้าวให้ใสควรมีการเลือกใช้เชื้อสายพันธุ์อื่นๆ ทั้งนี้ต้องอาศัยการปฏิบัติการทางด้านจุลชีววิทยาเพื่อปรับปรุงสายพันธุ์ที่ผลิตวุ้นมะพร้าวให้ใสได้
3. ในการผลิตวุ้นมะพร้าวให้ใส ควรคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ เพื่อเป็นแนวทางในการทดลอง เช่น การใช้อุณหภูมิค่า และปรับแต่งส่วนผสมในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ ตลอดจนการใช้วิธีการปลอดเชื้อในกระบวนการผลิต
4. การใช้วัตถุดิบอื่นๆ ที่เหลือจากกระบวนการแปรรูปของโรงงาน มาผลิตวุ้นสวรรค์ เช่น กากและเศษสับปะรด ทางกะทิ มะเขือเทศที่ไม่ได้คุณภาพ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กนกอร อินทรพิเชษฐ. 2541. *Food Analysis Laboratory Manual*. สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร. สำนักเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี : นครราชสีมา. หน้า 4-46

กรวิภา สุขศรีวงษ์. 2535. *วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ําสวรรค์ และสภาวะการผลิต*. วารสารพระจอมเกล้า

ปราโมทย์ ชรรณรัตน์. *การผลิตและแปรรูปน้ําพะพร้าว : อชีพใหม่*. สถาบันอาหารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพมหานคร. หน้า 55-57

วราวุฒิ คุรุสง. 2536. *ขั้นตอนการผลิตน้ําสวรรค์ในระดับปฏิบัติการ*. วารสารพระจอมเกล้า

วิเชียร กิจปรีชาวนิช. 2521. *ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญ และการผลิต เชื้อ Bacillus megaterium ACTT 13639 ในน้ําพะพร้าวแก่*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพมหานคร

ศุภมธ คันตระเชิธร. 2536. *น้ําพะพร้าว*. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพมหานคร

สมกิต ชรรณรักษ์. 2531. *การผลิตน้ําพะพร้าวและการแปรรูป*. *อาหาร*, 18(4) : 254-262

อัมรา เรียบร้อย. 2543. *การผลิตน้ําพะพร้าว*. รายงานสหกิจศึกษา. สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร. สำนักเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี : นครราชสีมา



ตารางลดทอนหนวค ค ความหนาของแผ่นวุ้นมะพร้าวที่ไม่ผ่านการตกตะกอนด้วยไขขาว

| ชนิดของวุ้นมะพร้าว (ไม่ตกตะกอนด้วยไขขาว) | ความหนา (cm.) | | | |
|---|---------------|----------|----------|--------|
| | ซ้ำที่ 1 | ซ้ำที่ 2 | ซ้ำที่ 3 | เฉลี่ย |
| ตัวอย่างจาก Supplier | 8.23 | 8.30 | 8.65 | 8.39 |
| น้ำมะพร้าว 100% | 10.32 | 10.56 | 10.21 | 10.36 |
| น้ำมะพร้าว 100% แฉ้วแยกไขมันออก | 7.47 | 7.96 | 8.21 | 7.88 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 3% (w/w) | 11.52 | 11.32 | 10.98 | 11.27 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 5% (w/w) | 12.41 | 12.65 | 12.19 | 12.41 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 7% (w/w) | 13.01 | 12.87 | 13.22 | 13.03 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 3% (w/w) แฉ้วแยกไขมันออก | 8.64 | 8.29 | 8.17 | 8.37 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 5% (w/w) แฉ้วแยกไขมันออก | 8.97 | 8.83 | 9.09 | 8.96 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 7% (w/w) แฉ้วแยกไขมันออก | 9.99 | 9.72 | 9.34 | 9.68 |

ตารางแสดงผลของ ข ความหนาของแผ่นฉนวนพีวีเอที่ผ่านการทดสอบด้วยไขขาว

| ชนิดของฉนวนพีวีเอ (ทดสอบก่อนด้วยไขขาว) | ความหนา (cm.) | | | |
|---|---------------|----------|----------|--------|
| | ซ้ำที่ 1 | ซ้ำที่ 2 | ซ้ำที่ 3 | เฉลี่ย |
| ตัวอย่างจาก Supplier | 8.23 | 8.30 | 8.65 | 8.39 |
| น้ำมะพร้าว 100% | 7.64 | 7.39 | 7.42 | 7.48 |
| น้ำมะพร้าว 100% แล้วแยกไขมันออก | 6.58 | 5.47 | 6.92 | 6.32 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 3% (w/w) | 8.25 | 8.32 | 8.41 | 8.33 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 5% (w/w) | 9.53 | 9.71 | 10.14 | 9.79 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 7% (w/w) | 11.30 | 10.98 | 11.71 | 11.34 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 3% (w/w) แล้วแยกไขมันออก | 7.63 | 7.21 | 7.14 | 7.33 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 5% (w/w) แล้วแยกไขมันออก | 7.84 | 7.24 | 7.96 | 7.68 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 7% (w/w) แล้วแยกไขมันออก | 8.32 | 8.69 | 8.54 | 8.52 |

ตารางทดสอบ ท ความแน่นของแผ่นวุ้นมะพร้าวที่ไม่ผ่านการตกตะกอนด้วยไขขาว

| ชนิดของวุ้นมะพร้าว (ไม่ตกตะกอนด้วยไขขาว) | ความแน่น (g / mm ²) | | | |
|---|---------------------------------|----------|----------|----------|
| | ซ้ำที่ 1 | ซ้ำที่ 2 | ซ้ำที่ 3 | เฉลี่ย |
| ตัวอย่างจาก Supplier | 560.00 | 570.00 | 540.00 | 556.67 |
| น้ำมะพร้าว 100% | 760.00 | 840.00 | 790.00 | 796.67 |
| น้ำมะพร้าว 100% แล้วแยกไขมันออก | 350.00 | 410.00 | 390.00 | 383.33 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 3% (w/w) | 1,020.00 | 970.00 | 980.00 | 990.00 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 5% (w/w) | 1,130.00 | 1,160.00 | 1,090.00 | 1,126.67 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 7% (w/w) | 1,310.00 | 1,250.00 | 1,210.00 | 1,256.67 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 3% (w/w) แล้วแยกไขมันออก | 890.00 | 790.00 | 710.00 | 796.67 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 5% (w/w) แล้วแยกไขมันออก | 880.00 | 800.00 | 890.00 | 856.67 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 7% (w/w) แล้วแยกไขมันออก | 1,000.00 | 960.00 | 940.00 | 966.67 |

ตารางแสดงผลของ ความแน่นของแผ่นรีนมะพร้าวที่ผ่านการตกตะกอนด้วยไข่ขาว

| ชนิดของรีนมะพร้าว (ตกตะกอนด้วยไข่ขาว) | ความแน่น (g/mm ²) | | | |
|---|-------------------------------|----------|----------|--------|
| | ซ้ำที่ 1 | ซ้ำที่ 2 | ซ้ำที่ 3 | เฉลี่ย |
| ตัวอย่างจาก Supplier | 560.00 | 570.00 | 540.00 | 556.67 |
| น้ำมะพร้าว 100% | 470.00 | 520.00 | 590.00 | 526.67 |
| น้ำมะพร้าว 100% แล้วแยกไขมันออก | 430.00 | 400.00 | 370.00 | 400.00 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 3% (w/w) | 660.00 | 700.00 | 680.00 | 680.00 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 5% (w/w) | 690.00 | 690.00 | 750.00 | 710.00 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 7% (w/w) | 910.00 | 870.00 | 800.00 | 860.00 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 3% (w/w) แล้วแยกไขมันออก | 460.00 | 580.00 | 510.00 | 516.67 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 5% (w/w) แล้วแยกไขมันออก | 710.00 | 620.00 | 640.00 | 656.67 |
| น้ำมะพร้าวผสมกะทิ 7% (w/w) แล้วแยกไขมันออก | 790.00 | 720.00 | 700.00 | 736.67 |