



วารสาร

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 ปี 2552 เนื่องในสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ



วิทยาศาสตร์ก้าวไกล นำไทยก้าวหน้า

คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ISSN : 1685-4829

“เชื้อพันธุ้่วนสวรรค์ (Bacterial cellulose)”

หัสลินดา บินมะแอ¹

ในประเทศไทยวุ้นสวรรค์เริ่มเป็นที่นิยมตั้งแต่ปี 2528 เนื่องจากสองฝั่งของแม่น้ำแม่กลองเป็นโรงกะเทาะมะพร้าว ซึ่งคนงานมักจะเทน้ำมะพร้าวทิ้งลงไปแม่น้ำ ทำให้เกิดการเน่าเสียของแม่น้ำแม่กลอง มีนักวิจัยหลายทีมพยายามเข้าไปดำเนินการแก้ไข แต่ไม่สำเร็จเนื่องจากน้ำมะพร้าวที่ทิ้งในแต่ละปีมีปริมาณมากถึง 3 แสนตัน (3 พันล้านลิตร)

จนกระทั่งทีมนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คือ ทีมงานของท่านอาจารย์ปราโมทย์ ธรรมรัตน์ ได้เข้าไปดำเนินการแก้ไขตั้งแต่ต้นเหตุ ด้วยการนำน้ำมะพร้าวเหล่านั้นมาผลิตเป็นวุ้นมะพร้าว แม่น้ำแม่กลองจึงกลับมาสดใสอีกครั้ง และยังเป็น การเพิ่มรายได้ให้กับชาวบ้านอีกด้วย (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การใช้วุ้นสวรรค์ในอุตสาหกรรมต่างๆ

ชนิดของอุตสาหกรรม	การนำวุ้นสวรรค์ไปใช้ประโยชน์
เครื่องสำอาง	ใช้เป็นสารให้ความคงตัวของอิมัลชัน เช่น ครีม โทนิค ยาบ่ารุงเล็บ
เครื่องหนัง	สารที่มีความสามารถในการดูดซึมที่ดี
การกีฬา	เสื่อกีฬา อุปกรณ์เดินเท้าและแคมป์
แร่	ฟองน้ำ อุปกรณ์สำหรับดูดซึมสารพิษ
การบำบัดของเสีย	ใช้ในการรีไซเคิล แร่ และน้ำมัน
การแยกขยะ	ใช้ในการกรอง และอื่น ๆ
การประชาสัมพันธ์	กรวยลำโพง ไมโครโฟน และ หูฟัง
กระดาษ	กระดาษพิเศษ ผ้าอ้อม ผ้าอนามัย
เครื่องจักร	ตัวถังรถยนต์ ส่วนประกอบเครื่องบิน
อาหาร	ฟิล์มที่รับประทานได้
การแพทย์	ผิวหนังเทียมสำหรับแผลไฟไหม้ อุปกรณ์สำหรับฟัน
ห้องทดลอง	การตรึงเซลล์ และโปรตีน เทคนิคโครมาโตกราฟี อาหารเลี้ยงเชื้อ

¹ อาจารย์สาขาชีววิทยา ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา อ.เมือง จ.ยะลา

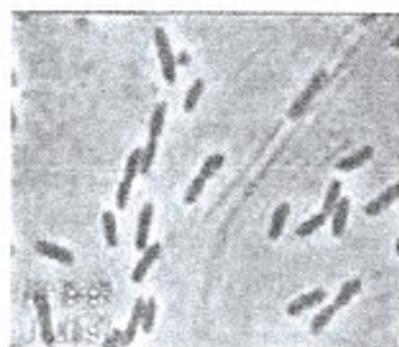
วุ้นสวรรค์มีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น วุ้นมะพร้าว เห็ดรัสเซีย หากทำมาจากน้ำมะพร้าว ภาษาฟิลิปปินส์ เรียกว่า Nata de Coco ถ้าทำจากน้ำสับปะรด เรียกว่า Nata de Pino คำว่า Nata เป็นภาษาท้องถิ่น หมายถึงวุ้นที่เกิดจากแบคทีเรียสร้างกรดน้ำส้มในสกุล *Acetobacter* สร้างเซลล์จากน้ำมะพร้าว น้ำผลไม้ หรือสารละลายอื่นๆ

วุ้นสวรรค์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักอาหารเหลวไม่ว่าจะเป็นน้ำผัก น้ำผลไม้ หรืออาหารเลี้ยงเชื้อในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา โดยใช้เชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter xylinum* เรียกกันทั่วไปว่า Acetic acid bacteria หรือแบคทีเรียน้ำส้มสายชู ซึ่งในการผลิตวุ้นสวรรค์และน้ำส้มสายชูนั้นสามารถนำวัตถุดิบในท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น น้ำมะพร้าว น้ำตาลโตนด สับปะรด เป็นต้น การนำวัตถุดิบเหล่านี้มาใช้จะเป็นการเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบ และสามารถสร้างรายได้และอาชีพให้กับครอบครัวและชุมชน โดยเฉพาะภาคใต้ซึ่งมีน้ำตาลโตนดและน้ำมะพร้าวอยู่ในปริมาณมาก

เชื้อ *Acetobacter xylinum* เป็นเซลล์รูปท่อนตรง หรือโค้งเล็กน้อยขนาด ๐.๖-๐.๘ x ๒.๐-๓.๐ ไมโครเมตร การเรียงตัวอาจอยู่เดี่ยว เป็นคู่หรือเป็นสาย เคลื่อนที่โดยแฟลกเจลลารอบๆ เซลล์ หรือไม่เคลื่อนที่ ไม่สร้างเอนโดสปอร์ เซลล์อายุน้อยติดสีแกรมลบ เมื่ออายุมากบางสายพันธุ์ติดสีแกรมที่ไม่แน่นอน มีการดำรงชีวิตแบบเคมีออร์แกนโนโทรป (Chemoorganotroph) หายใจโดยใช้ออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย สามารถออกซิไดซ์เอทานอลไปเป็นกรดอะซิติกที่ ทีเอชเป็นกลาง และเป็นกรด (ทีเอช ๔.๕) และสามารถออกซิไดซ์กรดอะซิติกต่อไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ แหล่งคาร์บอนที่ดีคือเอทานอล แลกเตท โดยทั่วไปไม่สร้างสารสี มีบางสายพันธุ์อาจสร้างสารสีน้ำตาลละลายน้ำได้ เป็นพวกแอโรบ (Aerobes)

ในการเพาะเลี้ยงเชื้อ *Acetobacter xylinum* จากการทดลองได้ทำการเปรียบเทียบการเลี้ยงเชื้อในสภาพนิ่ง (static) และสภาพที่มีการเขย่า (agitation) พบว่าการเลี้ยงแบบสภาพนิ่งจะทำให้เส้นใยเจริญและจับตัวกันแน่น ทำให้สภาพอาหารเลี้ยงเชื้อมีความหนืดสูงกว่าการเลี้ยงแบบเขย่า นอกจากนี้ยังพบว่า การเพิ่ม carbonic acid จะช่วยให้เซลล์มีการเจริญเติบโตในช่วงของ lag phase และยิ่งช่วยเพิ่มการผลิต cellulose ด้วย การเพิ่ม lactic acid ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อจะช่วยให้เชื้อสังเคราะห์ ATP ได้ดีขึ้น จะเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของ lactate dehydrogenase และ TCA cycle เชื้อ *Acetobacter xylinum* มีช่วงอุณหภูมิในการเติบโตที่ 5-42 องศาเซลเซียส ทีเอชที่เหมาะสมสำหรับการเติบโตที่ 5.4 - 6.3 เชื้อจะสามารถผลิตเส้นใยเซลลูโลสของวุ้นสวรรค์หรือวุ้นมะพร้าวได้ โดยเส้นใยเหล่านี้จะเจริญอยู่บริเวณผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว (liquid culture) ซึ่งถ้าเปรียบเทียบโครงสร้างและ pathway ของการสังเคราะห์ พบว่าการสร้างเซลลูโลสจะเกิดขึ้นในเซลล์ของแบคทีเรียจะประกอบด้วยเส้นใยเล็กๆ มากมายจะถูกขับออกมาทางรูของ cell membrane เชื่อมกันเป็นร่างแห และเส้นใยเหล่านี้จะต่างจากเส้นใยจากพืช

ลักษณะเฉพาะของวุ้นสวรรค์ที่ได้จาก *Acetobacter xylinum* (รูปที่ 1) คือ เป็นเส้นใยมีขนาดเล็กมากคือ หนาประมาณ 3-4 นาโนเมตร กว้าง 60-80 นาโนเมตร และ ยาวประมาณ 180- 960 นาโนเมตร จากการที่เส้นใยมีขนาดเล็กมาก จึงสามารถทำปฏิกิริยากับสารเคมีต่างๆ ได้ดี เส้นใยเหล่านี้มีเอมิเซลลูโลส ลิกนิน และเพกตินเจือปน มีความเป็น Hydrophilic สูง อุ่มน้ำได้ 60-700 เท่าของน้ำหนักแห้ง มีลักษณะใส เส้นใยทนต่อแรงดึงได้สูงกว่าไฟเบอร์สังเคราะห์ต่างๆ สามารถใช้สารตั้งต้นที่มีราคาถูก หาง่าย และสามารถควบคุมคุณสมบัติทางกายภาพได้ตามที่ต้องการโดยจัดองค์ประกอบของ



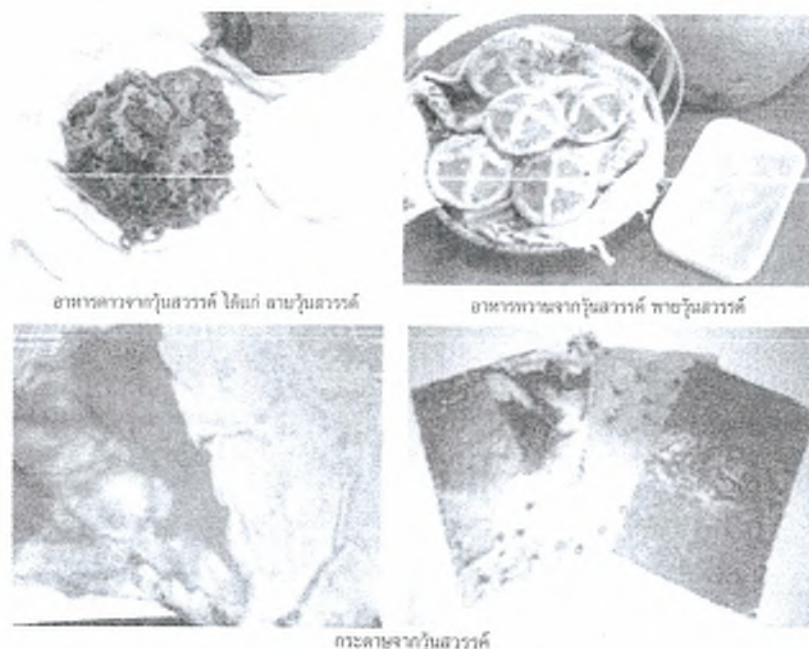
รูปที่ 1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อ *Acetobacter xylinum*

ที่มา: <http://www.answers.com/Acetobacter>

อาหารที่ใช้เลี้ยง และสภาวะการหมัก นอกจากนี้ยังมีลักษณะทางกายภาพคล้ายกับวุ้นทำขนม แต่เหนียวกว่า ต้มที่ 100 องศาเซลเซียส ก็ไม่ละลาย

กรรมวิธีการผลิตวุ้นสวรรค์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนใหญ่ (รูปที่ 2) คือ การผลิตหัวเชื้อบรืสุทธี การผลิตหัวเชื้อขยายสำหรับหมักวุ้น และการหมักวุ้นสวรรค์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่หนึ่ง คือ การผลิตหัวเชื้อบรืสุทธี มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มปริมาณเชื้อให้มากยิ่งขึ้น ทำให้สามารถเก็บรักษาเชื้อไว้ได้นานและเพื่อให้มั่นใจว่าเชื้อที่จะนำไปผลิตวุ้นสวรรค์เป็นเชื้อบรืสุทธีไม่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ชนิดอื่น ซึ่งมีขั้นตอน คือ นำน้ำมะพร้าวแก่ มากรองด้วยผ้าขาวบาง เติมน้ำตาลทราย ร้อยละ 5, กรดอะซีตริกเข้มข้นร้อยละ 1 และแอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักน้ำมะพร้าว คนให้น้ำตาลละลาย แล้วบรรจุใส่ขวดแก้วขวดละ 250 มิลลิลิตร ปิดจุกด้วยสำลีและฟลอยด์ แล้วนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันสูง (Autoclave) อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 15 lb/in² เป็นเวลา 15 นาที ตั้งทิ้งไว้จนอุ่นหรือเย็น เติมหหัวเชื้อบรืสุทธีร้อยละ 5-10 ของน้ำหนักน้ำมะพร้าว ด้วยเทคนิคที่ปลอดเชื้อ (Aseptic technique) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 2-3 วัน จนสังเกตเห็นแผ่นวุ้นบางๆ ที่ผิวหน้า



รูปที่ 2 ตัวอย่างการแปรรูปวุ้นสวรรค์เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ
ที่มา: <http://www.ku.ac.th/kaset60/Theme04/theme-04-26/index-04-26.html>

ขั้นตอนที่สอง คือ การผลิตหัวเชื้อขยาย สำหรับหมักวุ้นสุวรรณศ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มปริมาณเชื้อให้มากเพียงพอสำหรับทำการหมัก ปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมในการต่อขยายหัวเชื้อและสำหรับทำการหมัก ที่นิยมใช้กันทั่วไปคือร้อยละ 5 ของน้ำหนักนํ้ามะพร้าว หากเตรียมหัวเชื้อได้มากอาจเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 10 ของน้ำหนักนํ้ามะพร้าวก็ได้ การใช้หัวเชื้อปริมาณน้อยจะทำให้แผ่นวุ้นโตช้าและบางเชื้อในขั้นตอนนี้ไม่เหมาะสำหรับนำไปเก็บรักษา เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ฆ่าเชื้อไม่สูงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ต่างกันที่การผลิตหัวเชื้อขยายสำหรับหมักวุ้นไม่ต้องนำนํ้ามะพร้าวไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันสูง แต่นำไปต้มให้เดือด การผลิตหัวเชื้อขยายสำหรับหมักวุ้นสุวรรณศมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ นำนํ้ามะพร้าวแก่ (3 กิโลกรัม) เติมนํ้าตาลทรายร้อยละ 5 ของน้ำหนักนํ้ามะพร้าว (150 กรัม) ต้มให้เดือด นาน 10 นาที แล้วเติมกรดอะซิติกเข้มข้น ร้อยละ 1 (30 มิลลิลิตร) และแอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.5 (15 กรัม) ของน้ำหนักนํ้ามะพร้าว ขณะร้อน และคนให้เข้ากัน บรรจุใส่ขวดแก้วทันทีขณะร้อน ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ปิดจุกด้วยสำลี รอจนอุ่นหรือเย็น เติมหหัวเชื้อบริสุทธิ์ ร้อยละ 5-10 ของปริมาณนํ้ามะพร้าว (12.5-25 มิลลิลิตร) โดยเทคนิคปลอดเชื้อ ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2-3 วัน มีแผ่นวุ้นสีขาวบางๆ เกิดขึ้น ก็จะได้หัวเชื้อขยายพร้อมใช้งาน แต่ไม่ควรเกิน 2 ครั้ง เพราะจะทำให้เชื้ออ่อนแอ แผ่นวุ้นที่ได้จะมีลักษณะบาง

ขั้นตอนที่สุดท้าย คือ การหมักวุ้นสุวรรณศลง ถาด เป็นขั้นตอนการผลิตเพื่อให้ได้ปริมาณวุ้นจำนวนมากสำหรับนำไปใช้ประโยชน์ หรือแปรรูป ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ นำนํ้ามะพร้าวแก่ (10 กิโลกรัม) มากรองด้วยผ้าขาวบาง เติมนํ้าตาลทราย ร้อยละ 5 ของน้ำหนักนํ้ามะพร้าว (500 กรัม) นำมาต้มเดือดนาน 10 นาที รอจนอุ่นหรือเย็น แล้วเติมกรดอะซิติกเข้มข้นร้อยละ 1 (100 กรัม) แอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.5 (50 กรัม) ของน้ำหนักนํ้ามะพร้าว ตักใส่ถาดพลาสติกที่ผ่าน

การลวกด้วยนํ้าร้อน เติมหหัวเชื้อขยาย ร้อยละ 5-10 (500 -1.000 มิลลิลิตร) ของน้ำหนักนํ้ามะพร้าว แล้วปิดทับด้วยผ้าขาวบาง หรือกระดาษที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื่อนาน 15 นาที ริดด้วยยางวง หรือเชือกฟาง ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10-14 วัน ห้ามเคลื่อนย้าย ได้แผ่นวุ้นหนาประมาณ 1-2 เซนติเมตร

วุ้นสุวรรณศที่หมักเสร็จใหม่ๆ จะมีสารอาหารจากนํ้ามะพร้าว คือ น้ำตาลและกรดอยู่ในแผ่นวุ้นมาก ก่อนนำมาแปรรูปต้องล้างออก โดยแช่ในนํ้าและหมั่นเปลี่ยนนํ้าหลายๆ ครั้ง อาจแช่ค้างคืนและเปลี่ยนนํ้าวันละ 3-4 ครั้ง หรือต้มในนํ้าร้อนให้เดือด และเปลี่ยนนํ้า 3-4 ครั้งก็ได้ ควรหั่นวุ้นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดเท่าลูกเต๋า จะทำให้ล้างออกได้ง่ายขึ้น เมื่อล้างกรดออกหมด วุ้นจะจืดสนิทไม่เปรี้ยว วุ้นที่จืดสนิทไม่เปรี้ยวนี้หากว่าแช่นํ้าค้างคืนจะเสียและเน่าง่าย ควรนำไปแปรรูปหรือเชื่อมโดยเร็ว หรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ต่อไป

เนื่องจากวุ้นสุวรรณศมีปริมาณเส้นใยอาหารอยู่มาก เป็น Micro-Fibrill Cellulose ที่มีความละเอียดอ่อนและนุ่มกว่า Dietary Fiber ที่พบในผักผลไม้ เมื่อรับประทานแล้วจะไปช่วยในระบบการย่อยและขับถ่ายของร่างกาย สามารถช่วยระบายพิษและลดปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารและระบบขับถ่ายได้เป็นอย่างดี คุณสมบัติของการบริโภคอาหารที่มีเส้นใยสูง จะช่วยในการควบคุมน้ำหนัก ช่วยป้องกันโรคท้องผูก โรคมะเร็งในลำไส้ใหญ่ โรคริดสีดวงทวาร ลดการเกิดคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด และยังช่วยลดการดูดซึมสารพิษต่างๆ ในระบบการย่อยของร่างกายด้วย การบริโภคอาหารที่มีเส้นใยเป็นประจำมีผลดีต่อสุขภาพ โดยเฉพาะผู้ที่ไม่ชอบทานผักและผลไม้ หรือผู้ที่กลัวสารพิษตกค้าง ยาฆ่าแมลงในผักผลไม้ อาจหันมาบริโภควุ้นสุวรรณศแทนได้ วุ้นสุวรรณศนอกจากจะมีปริมาณเส้นใยสูงและแคลอรีต่ำแล้วยังมีแร่ธาตุอื่นๆ อยู่ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- (1) <http://www.answers.com/Acetobacter>
- (2) <http://www.botany.utexas.edu/facstaff/facpages/mbrown/movies/af9.jpg>
- (3) [http://www.Material.Biosci.Biotech.Biochem.1997;61\(2\):219-224.](http://www.Material.Biosci.Biotech.Biochem.1997;61(2):219-224)
- (4) http://www.toryod.com/smejelly__prd__product.php
- (5) <http://science.nrru.ac.th/churu.von.htm>
- (6) <http://www.ku.ac.th/kaset60/Theme04/theme-04-26/index-04-26.html>
- (7) บุญเลิศ แซ่อ่อง. ปัญหาพิเศษ. การศึกษาผลิตภัณฑ์วุ้นสวรงค์จากน้ำมะพร้าว.สงขลา : ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.สงขลา. 2528.
- (8) สมศรี ลีพัฒนวิทย์. ปัญหาพิเศษ. การทำสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับทำวุ้นสวรงค์จากน้ำมะพร้าวแก่.กรุงเทพฯ : ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.กรุงเทพฯ. 2530.
- (9) อรัญ หันพงศ์กิติกุล. รายงานการวิจัย. การปรับปรุงการใช้ประโยชน์จากเนื้อและน้ำมะพร้าว.สงขลา : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.สงขลา. 2522.