แซนแทนกัม
ขุมทรัพย์จากแบคทีเรียโรคพืช

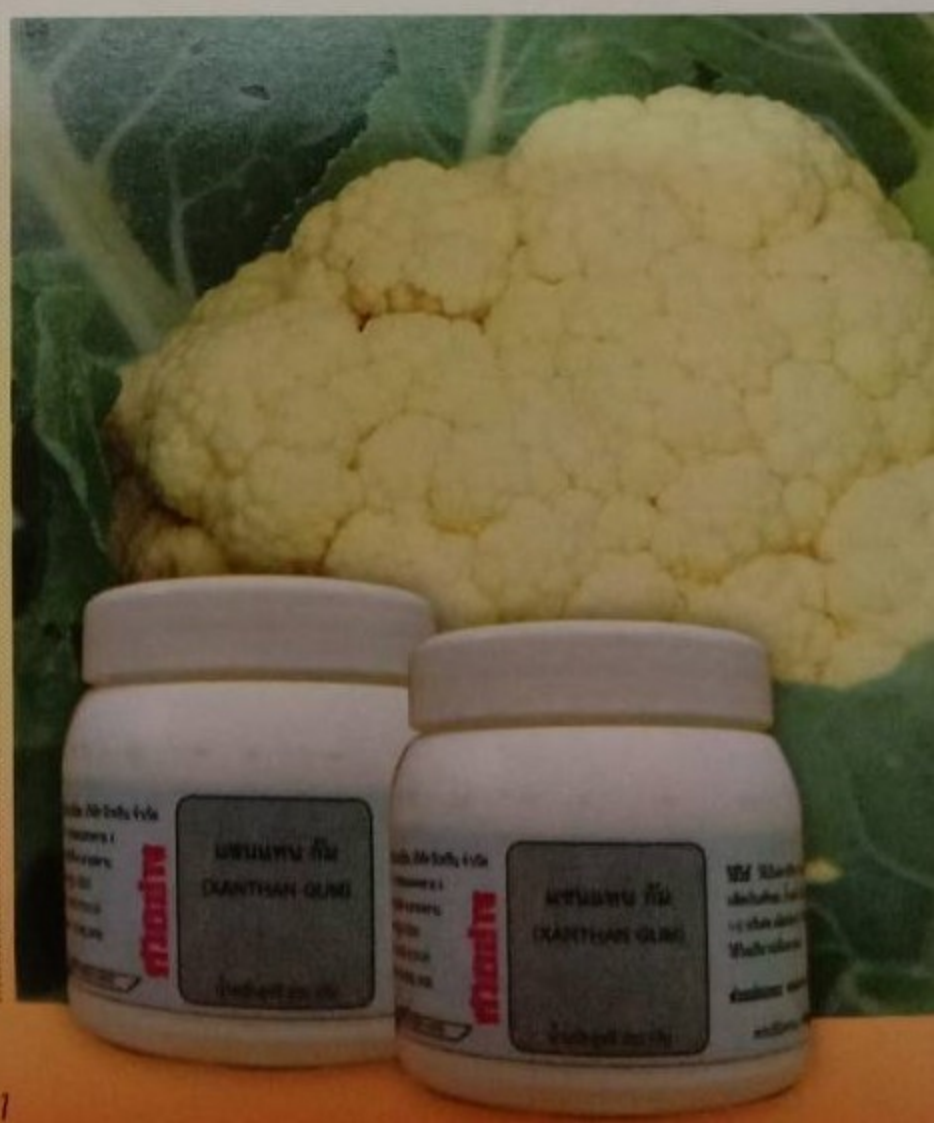
บุษราคัม อุดมศักดิ์

หลายท่านคงคาดไม่ถึงว่า แบคทีเรียตัวร้าย ที่เข้าทำลายพืชได้ถึง 256 ชนิด ก่อให้เกิดโทษอย่างมหันต์กับพืชเศรษฐกิจ แต่กลับมีคุณอนันต์ต่อวงการอุตสาหกรรมทั่วโลก.....*"Xanthomonas"*..... คือแบคทีเรียที่กำลังกล่าวถึง ซึ่งสามารถผลิตสารสำคัญที่เรียกว่า "แซนแทน กัม" ที่มีประโยชน์อย่างมากมายในวงการอุตสาหกรรมนับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

แซนแทนกัม คือ อะไร

เมื่อกล่าวถึง "แซนแทน กัม" มีหลายท่านอาจจะไม่เคยได้ยินชื่อนี้มาก่อน ทั้ง ๆ ที่ในชีวิตประจำวัน เราต้องสัมผัสกับสารชนิดนี้ตลอด นับตั้งแต่ตื่นนอน ต้องแปรงฟัน อาบน้ำ รับประทานอาหาร จนถึงเข้านอน เราก็ได้สัมผัสกับแซนแทน กัมโดยไม่รู้ตัว ซึ่งสารนี้มีอยู่ในส่วนผสมของอาหาร ของใช้ ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น ยาสีฟัน ครีมอาบน้ำ ครีมบำรุงผิว มอยส์เจอร์ไรเซอร์ แยม ขนมปัง น้ำสลัด ยาน้ำประเภทไซรัป สีทาบ้าน หรือน้ำมันหล่อลื่น

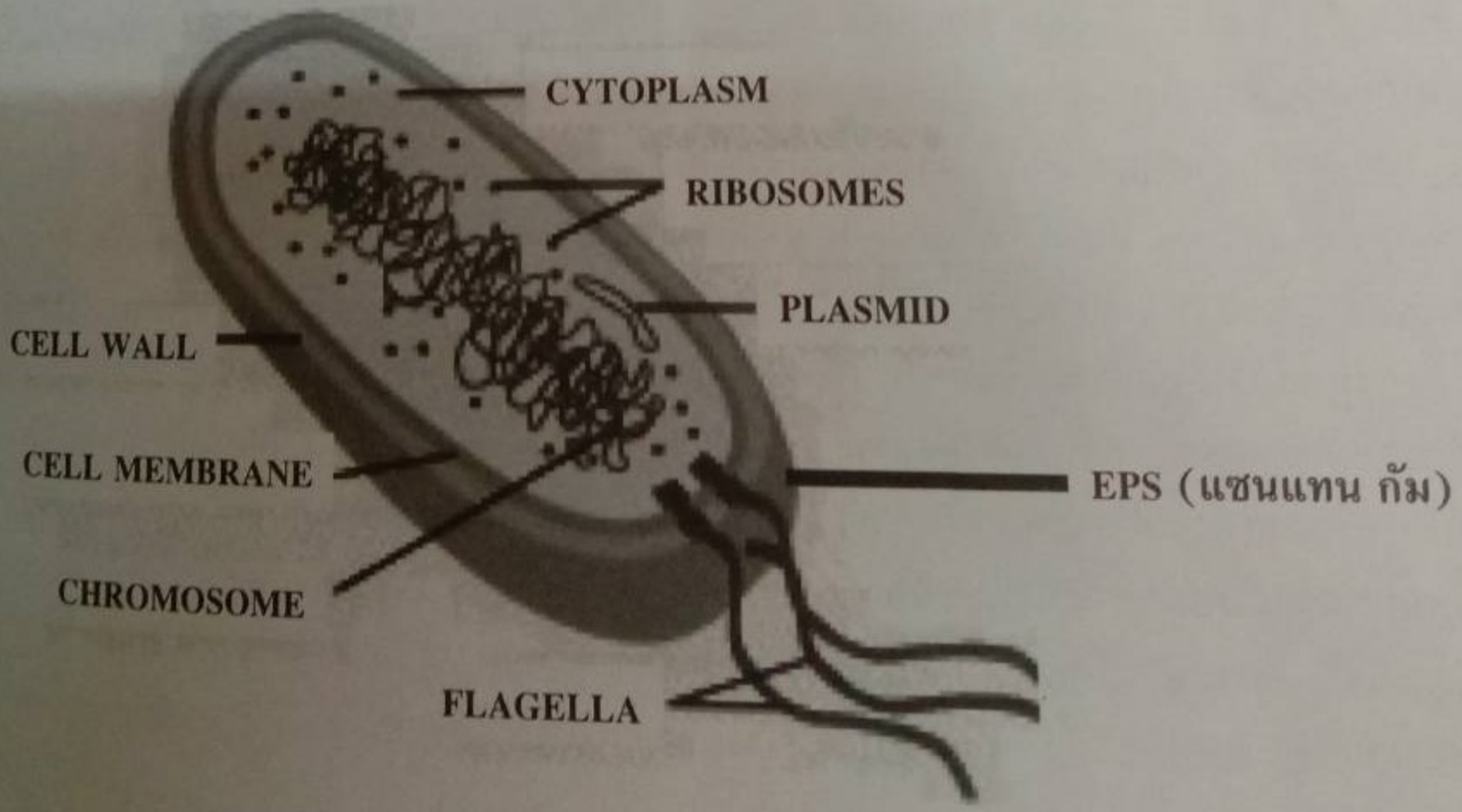
แต่เมื่อพูดถึง "กัม" น่าจะคุ้นหูกันอยู่บ้างเพราะกัมเป็นสารที่มีความจำเป็นอย่างมากในอุตสาหกรรมต่าง ๆ โดยเป็นสารที่ใส่ผสมลงไปในผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มความหนืด และ ทำให้ผลิตภัณฑ์คงตัว ไม่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ โดยใช้ในอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรม



อาหาร เช่น แยม สลัด หรืออาหารประเภทนมปรุงแต่ง อุตสาหกรรมสี อุตสาหกรรมหล่อลื่น และอุตสาหกรรม เครื่องสำอาง ฯลฯ เป็นต้น ในอดีตมนุษย์ใช้กัมที่สกัดได้จากธรรมชาติ เช่น จากยางไม้บางอย่าง แต่ต่อมาเมื่ออุตสาหกรรมขยายตัวเพิ่มมากขึ้นกัมที่ได้จากยางไม้มีปริมาณไม่เพียงพอ จึงได้มีความพยายามหากัมที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นมาใช้ทดแทน จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1950 สถาบัน NRRL (The Northern Regional Research Laboratories) แห่งสหรัฐอเมริกา ได้ค้นพบว่าเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas campestris* NRRL B-1459 ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุโรคเน่าดำ (black rot) ของกะหล่ำปลี สามารถสร้างกัมได้ และเรียกกัมนี้ว่า สารโพลีแซคคาไรด์ B-1459 ซึ่งจัดเป็นสารเอ็กซ์ตร้าเซลลูลาร์โพลีแซคคาไรด์ (คือสารโพลีแซคคาไรด์ที่สร้างอยู่บริเวณผนังเซลล์แบคทีเรีย) โดยสามารถสกัดได้จากอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย *X. campestris* ดังกล่าว ต่อมาในปี ค.ศ. 1960 กระทรวงเกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกา จึงได้ประกาศว่า *X. campestris* NRRL B-1459 สามารถสร้างสารเอ็กซ์ตร้าเซลลูลาร์โพลีแซคคาไรด์ ที่มีน้ำหนักสูงเป็นเฮ็ทเทอโรโพลีแซคคาไรด์ (heteropolysaccharide) ซึ่งนำมาใช้แทนกัมจากธรรมชาติ และเรียกว่า "แซนแทน กัม" ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมเป็นที่แพร่หลายจนถึงทุกวันนี้

องค์ประกอบของแซนแทน กัม

แซนแทน กัม เป็นสารโพลีแซคคาไรด์ ประเภทเฮ็ทเทอโรโพลีแซคคาไรด์ ที่แบคทีเรียกลุ่ม *Xanthomonas* สร้างขึ้นบริเวณผนังเซลล์ จึงเรียกว่า เอ็กซ์ตร้าเซลลูลาร์โพลีแซคคาไรด์ (Extracellular polysaccharides ; EPS) โครงสร้างหลักเป็นสารเซลลูโลสเชื่อมต่อด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 3 ชนิด ซึ่งจะมีความแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของแบคทีเรีย แต่โดยส่วนใหญ่จะประกอบด้วย ดี-กลูโคส ดี-แมนโนส และ ดี-กลูโคโลนิค แอซิด ในอัตราต่าง ๆ และจะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณของกรดไพรูวิก และกรดอะซิติก



แบคทีเรียสาเหตุโรคพืชที่สร้างแซนแทน กัมได้

แบคทีเรียกลุ่ม *Xanthomonas* สาเหตุโรคพืชทุกชนิดสามารถสร้างสารแซนแทน กัมได้ *Xanthomonas* เป็นแบคทีเรียในกลุ่มที่ก่อให้เกิดปัญหาโรคพืชเป็นจำนวนมาก ทำให้พืชแสดงอาการได้หลายลักษณะ เช่น ใบจุด ใบไหม้ แคงเคอร์ ตลอดจนโรคที่เกิดกับระบบท่อลำเลียงของพืช โดยเฉพาะ *X. campestris* เป็นสกุลที่สามารถเข้าทำลายพืชอาศัยได้มากที่สุด โดยมีถึง 141 pathovars และเข้าทำลายพืชได้ถึง 16 แฟมิลีส์ ในประเทศไทย พบว่า แบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถเข้าทำลายพืชได้ถึง 36 ชนิด โดยแบคทีเรียสร้างสารแซนแทน กัม ซึ่งทำให้โคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อมีลักษณะเมือกเยิ้ม และสารนี้ก็มีบทบาทสำคัญในขบวนการเกิดโรคบนพืช เช่น ชักนำอาการแผลฉ่ำน้ำ ขัดขวางการลำเลียงน้ำทำให้เกิดอาการเหี่ยว หรือช่วยปกป้องเซลล์แบคทีเรียจากความร้อนและรังสีอุลตร้าไวโอเลต ทำให้แบคทีเรียมีชีวิตรอดยืนยาวมากขึ้น

ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของ แซนแทน กัม

ประโยชน์ของแซนแทน กัม

แซนแทน กัม เป็นสารที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัว เช่น มีความหนืดสูง สามารถละลายได้ทั้งในน้ำร้อนและน้ำเย็น ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ มีความคงตัวสูงต่อความร้อนและ pH ความหนืดของสารละลาย แซนแทน กัม จะคงที่ถึงแม้อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงในช่วง 0-100 องศาเซลเซียส หรือ pH จะเปลี่ยนแปลงในช่วง 1-13 ก็ตาม นอกจากนั้นสารละลาย แซนแทน กัม ยังมีคุณสมบัติเป็น pseudoplastic ซึ่งมีความสำคัญต่อกลิ่น ลักษณะปรากฏ และความรู้สึกเมื่ออาหารอยู่ในปาก (mouthfeel) และผสมเข้ากันได้กับสารอื่นที่มีคุณสมบัติเป็นกรด ด่าง หรือเกลือ และมีความคงตัวสูง ถึงแม้ว่าอุณหภูมิจะเปลี่ยนไป จากคุณสมบัติดังกล่าวจึงถูกนำมาใช้มากในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมหล่อลื่น อุตสาหกรรมน้ำมัน ใช้ผสมในสารเคมีต่าง ๆ เช่น สารกำจัดศัตรูพืช น้ำยาซักผ้า หมึกพิมพ์ ผสมเป็นสารเคลือบกระดาษ สารผสมสี อุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ เช่น ไอศกรีม น้ำสลัด แป้ง ซอส เบียร์ ชีส แยม อาหารแช่แข็ง หรือผสมในเครื่องดื่ม

ผู้เขียนเคยเห็นโฆษณายาพ่นจมูกชนิดหนึ่งมีสรรพคุณลดการนอนกรน ชื่อ สนอร์โนมอร์ ส่วนผสมทำจาก 0.05% *Xanthan gum* ระบุว่าเป็นสารโพลีแซคคาไรด์ที่ได้จากการหมัก *X. campestris* ขวดนิดเดียว 10 มิลลิลิตร ราคาเกือบ 500 บาท โดยช่วยให้ความชุ่มชื้นในโพรงจมูก ลดการนอนกรนได้ ท่านผู้อ่านที่มีปัญหาการนอนกรนก็ลองไปหาซื้อมาใช้ดู

การนำแซนแทน กัม มาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร

เนื่องจากแซนแทน กัมละลายได้ทั้งในน้ำเย็นและน้ำร้อน สารละลายที่ได้มีความหนืดสูงแซนแทน กัม จึงนำมาใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด ทำหน้าที่ เป็นสารเพิ่มความหนืดเพิ่มความคงตัว และทำให้อนุภาคแขวนลอยได้ดี เช่น ใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัวให้กับไอศกรีม หรือถ้านำ แซนแทน กัม มาผสมกับ Locust bean gum จะนิยมนำมาใช้กับอาหารประเภท ขนมหวาน ซอสมะเขือเทศสำหรับพิซซ่า ไส้ขนมอบ และไส้พาย เป็นต้น

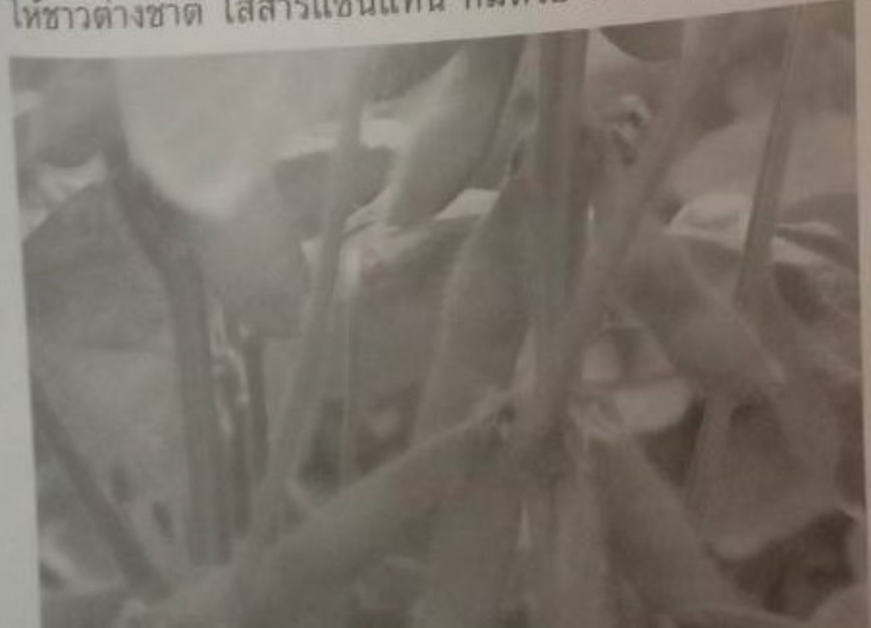
นอกจากนั้นยังผสมกับทั้ง Locust bean gum และ Guar gum ในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ความข้นหนืด และคุณสมบัติเฉพาะตามความต้องการสำหรับอาหารชนิดหนึ่งๆ เช่น ในผลิตภัณฑ์อาหารประเภท frozen desserts, pasteurized, pasteurized process cheese spread, cottage cheese, salad dressing, sour cream และ fruit syrups เป็นต้น และที่สำคัญ **แซนแทน กัม รับประทานได้แน่นอน เนื่องจากผ่านการรับรองจาก EPA** (Environmental Protection Agency) **แล้วว่าสามารถนำมาใช้ผสมอาหารได้ มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค** EPA คือ สำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นหน่วยงานระดับประเทศ หรือระดับรัฐบาลกลางของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีหน้าที่ดูแลปกป้องสุขภาพของมวลมนุษย์และปกป้องสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ แซนแทน กัม จึงถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารอย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน

นอกจากนี้ ผู้เขียนได้มีโอกาสเข้าไปอ่านใน http://www.thaifoodtoworld.com/home/recipedetail.php?recipe_id=10 หัวข้อ Thai Food to The World (อาหารไทยสู่โลก) พบสูตรข้าวผัดกะเพราซึ่งเป็นสูตรที่ขายให้ชาวต่างชาติ ใส่สารแซนแทน กัมด้วย โดยนำไปผัดกับพริกและเครื่องปรุงต่าง ๆ ก่อน ที่จะใส่ข้าวหรือเนื้อสัตว์ลงไปผัดผสม ผู้เขียนไม่แน่ใจวัตถุประสงค์ที่ใส่แซนแทน กัมลงไป แต่ดูแล้วก็น่ารับประทานดี

การผลิตสารแซนแทน กัม

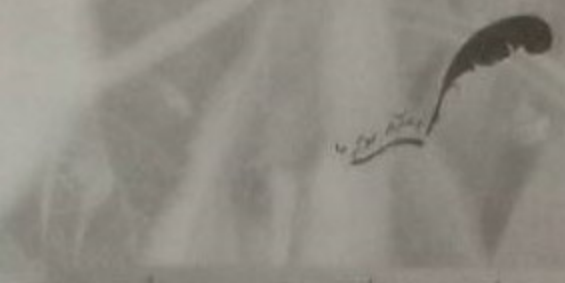
เนื่องจากสารแซนแทน กัมเป็นโพลีแซคคาไรด์ที่สร้างจากส่วนภายนอกผนังเซลล์ (cell wall) ของแบคทีเรีย ทำให้หลุดลอกออกง่ายเมื่อเขย่าแรง ๆ และเนื่องจากเป็นสารประกอบโมเลกุลใหญ่ ประกอบด้วยน้ำตาลต่อกันเป็นโพลิเมอร์ จึงสามารถทำให้ตกตะกอนได้เมื่อเลี้ยงในอาหารเหลว โดยใช้ตัวทำละลาย เช่น เอทานอล หรือไอโซโปรปานอล ซึ่งก็จะได้สารโพลีแซคคาไรด์ที่มีลักษณะเป็นเมือกเหนียว ทำให้สามารถกรองเก็บได้โดยง่าย

ขั้นตอนการผลิตก็ไม่ยุ่งยาก เพียงแค่เลี้ยงแบคทีเรียในอาหารเหลว นำไปเขย่าบนเครื่องเขย่า 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 72 ชั่วโมง หมุนเหวี่ยง ด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง 7,000 รอบต่อนาที เพื่อให้สารโพลีแซคคาไรด์หลุดออกมาจากผนังเซลล์ของแบคทีเรีย จากนั้นสกัดด้วยแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ก็จะได้สารแซนแทน กัม มีลักษณะคล้ายวุ้นหรือคล้าย ๆ รังนกนางแอ่น สีขาวขุ่น



ระหว่างปี พ.ศ. 2544 - 2547 ผู้เขียนได้ทำการศึกษาวิจัย เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์แบคทีเรียกลุ่ม *Xanthomonas* ที่มีประสิทธิภาพในการสร้างสารแซนแทนกัม โดยนำแบคทีเรีย *Xanthomonas campestris* 15 ไอโซเลท ซึ่งเป็นสาเหตุโรคในหลาย ๆ พืช ได้แก่ กะหล่ำดอก ถั่วเหลือง มะนาว ข้าว มันสำปะหลัง มะกรูด คื่นฉ่าย มะเขือเทศ พลู และหน้าวัว ซึ่งคุณณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล กลุ่มวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร ได้เก็บรวบรวมไว้ในหน่วยเก็บรักษาจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืช มาทดสอบประสิทธิภาพในการสร้างสารแซนแทน กัม ในอาหารเหลว Wakimoto's broth สูตรมาตรฐานคือ มีน้ำตาลซูโครส 20 กรัม เปปโตน 5 กรัม มันฝรั่ง 300 กรัม แคลเซียมไนเตรต ($(Ca(Na_3)_2\ 4H_2O$) 0.5 กรัม และ di-Sodium hydrogen phosphate ($Na_2HPO_4 12H_2O$) 2 กรัม เป็นองค์ประกอบของอาหาร 1,000 มิลลิลิตร ซึ่งพบว่า แบคทีเรียทุกตัวที่นำมาทดสอบสามารถสร้างสารแซนแทน กัม ได้หมด โดยแบคทีเรีย *X.c. pv.campestris* ไอโซเลท 1101 สาเหตุโรคเน่าดำซึ่งเป็นโรคกับกะหล่ำปลีที่จังหวัดสงขลา สามารถสร้างสารแซนแทนกัมได้ปริมาณสูงสุด โดยมีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.78 กรัมต่ออาหารเหลว 100 มิลลิลิตร และมีคุณสมบัติ ใกล้เคียงกับแซนแทน กัมที่จำหน่ายเป็นการค้า *แต่น่าเสียดายงานวิจัยนี้ไม่สามารถดำเนินการต่อได้อีก ด้วยข้อจำกัดของภารกิจของกลุ่มวิจัยโรคพืช ทั้ง ๆ ที่เรามีวัตถุดิบ (ตัวเชื้อแบคทีเรีย) ที่จะนำมาวิจัยเพื่อใช้ประโยชน์ได้มากมาย ก็หวังว่าในอนาคตจะได้มีโอกาสทำงานวิจัยนี้ต่อ* เพื่ออนาคตอาจจะได้ทดแทนการนำเข้าที่ประเทศไทยเราต้องนำเข้าสารแซนแทน กัมนี้ มาใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ 100 เปอร์เซ็นต์ ปีละหลายร้อยล้านบาท โดยนำเข้าจากประเทศต่าง ๆ เช่น จีน อินเดีย อังกฤษ สหรัฐอเมริกา ฯลฯ เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าแบคทีเรียตัวเล็ก ๆ ที่มุมหนึ่งคือสิ่งที่น่ารังเกียจที่ก่อให้เกิดโทษร้ายแรงต่อผลผลิตพืช แต่อีกมุมหนึ่งกลับเป็นตัวที่สร้างมูลค่าอย่างมหาศาล โดยที่เราแทบจะไม่ทราบมาก่อน แต่กลับทำรายได้ให้กับหลายประเทศมาเป็นเวลาช้านาน



บรรณานุกรม

บุษราคัม อุดมศักดิ์.2543. ***บทบาทของสารเอ็กซ์ตร้าเซลลูลาร์โพลีแซคคาไรด์ที่ผลิตโดยเชื้อแบคทีเรีย Xanthomonas campestris pathovars ในการก่อให้เกิดโรค***. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

พัฒนา สนธิรัตน ประไพศรี พิทักษ์ไพรวัน ธนวัฒน์ กำแหงฤทธิรงค์ วิวัช ชูนำรุง และ อุบล ตือประโคน. 2537. ***ตรรชนีโรคพืชในประเทศไทย***. กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 285 หน้า.

Hayward, A.C. 1993. **The Host of *Xanthomonas*,** pp. 1-119. In J.G. Swings and E.L.Civerolo (eds.). *Xanthomonas*. Chapman & Hall, U.K.

Leach, J.G., V.G. Lilly, H.A. Wilson and M.R. Purvis. 1957. **Bacterialpolysaccharides: The nature and function of the exudates produced by *Xanthomonas phaseoli*. Phytopathology** 47:113-120

Sutherland, I.W. 1993. **Xanthan** pp.363-388. In J.G. Swings and E.L. Civerolo (eds.). Xanthomonas. Chapman & Hall, London, U.K.

Swings, J.,L. Vauterin and K. Kersters. 1993. **The bacterium Xanthomonas,** pp.121-136. *In* J.G. Swings and E.L. Civerolo (eds.). Xanthomonas. Chapman & Hall, London, U.K.

http://www.thaifoodtoworld.com/home/recipedetail.php?recipe_id=10

http://eu.lib.kmutt.ac.th/elearning/Courseware/BCT611/chapter4_7.html