

บทที่ 6

การปนเปื้อน การถนอม และการเสียน้ำตาล และผลิตภัณฑ์ (Contamination, Preservation, and Spoilage of Sugars and Sugar Products)



การปนเปื้อนของน้ำตาลและผลิตภัณฑ์





- น้ำตาลทรายนั้นอาจผลิตจากอ้อยหรือบีต (**Beet**) ก็ได้ แต่ในประเทศไทยเราผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อย เนื่องจากอ้อยเป็นพืชที่ปลูกได้ดีในประเทศ การผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อยนั้นในขั้นตอนแรกจะต้องคั้นน้ำอ้อยออกมาจากต้นเสี้ยก่อน ซึ่งเรียกว่า การหีบอ้อย น้ำอ้อยที่ได้นี้จะมีการปนเปื้อนมาก เนื่องจากชาวไร่อ้อยเมื่อตัดอ้อยแล้วจะนำเข้าโรงงานทันที ต้นอ้อยจะมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนมาแต่เดิมอยู่แล้ว (**Normal Flora**) และขณะที่ตัดอ้อยจะมีการปนเปื้อนจากดิน จากรถบรรทุก จากเครื่องมือที่ใช้ในการตัดอ้อยต่าง ๆ เพิ่มขึ้น เมื่ออ้อยถูกนำไปหีบเอาน้ำอ้อยออกปนเปื้อนจากดิน จากรถบรรทุก จากเครื่องมือที่ใช้ในการตัดอ้อยต่าง ๆ เพิ่มขึ้น เมื่ออ้อยถูกนำไปหีบเอาน้ำอ้อยออกมา จุลินทรีย์เหล่านี้ก็จะเข้าไปอยู่ในน้ำอ้อยด้วย จุลินทรีย์ที่พบมากในน้ำอ้อย ได้แก่ แบคทีเรียในสกุล **Leuconostoc, Bacillus, Micrococcus, Flavobacterium, Alcaligenes** และ **Enterobacter** ยีสต์ในสกุล (**Saccharomyces, Candida** และ **Pichia** พวกนี้ก็มีการปนเปื้อนมาบ้าง จุลินทรีย์ที่ตรวจนับได้ในน้ำอ้อยจะอยู่ระหว่าง เซลล์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตรที่ระยะต่าง ๆ กัน



ตารางแสดงส่วนประกอบของน้ำอ้อย

ชนิดของสารประกอบ	ร้อยละ
น้ำ	75 – 78
น้ำตาลซูโครส	10 – 21
น้ำตาลรีดิวิส	0.3 – 3
สารอินทรีย์อื่น ๆ นอกเหนือจากน้ำตาล	0.5 - 1.0
สารประกอบอนินทรีย์	0.2 – 0.6
Nitrogenous bodies	0.5 – 1.0

CONTAMINATION

Sucrose	Maple sugar
	
Candy	Honey
	

fppt.com

- การผลิตน้ำตาลทรายจากบีตจะต้องล้างหัวบีตให้สะอาดเสียก่อนแล้วจึงนำไปหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ แล้วนำไปผ่านกระบวนการดึงน้ำตาลออกมาโดยกระบวนการแพร่ที่อุณหภูมิ 60 – 85⁰ ซ
- น้ำเชื่อมจากเมเปิล (**maple sirup**) น้ำเชื่อมชนิดนี้ได้จากการนำน้ำหวานจากต้นเมเปิลมาทำให้เข้มข้นโดยการเคี่ยวระเหยน้ำ ปกติน้ำหวานจากท่อไซเลม (**xylem**) ของเมเปิลนั้นจะปลอดเชื้อ แต่จะมีการปนเปื้อนเมื่อมีการนำออกมาข้างนอกซึ่งทำโดยการเจาะต้นเมเปิลแล้วใช้ท่อสวมเข้าไปน้ำหวานจะไหลออกมาตามท่อสู่รางที่ใช้องรับเข้าสู่ภาชนะเก็บจุลินทรีย์ที่พบมักอยู่ในสกุล *Pseudomonas*, *Alcaligenes* และ *Flavobacterium* ซึ่งมีรูปร่างเป็นท่อนย้อมติดสีแกรมลบ และเป็นพวกไซโครฟายล์เจริญอยู่ร่วมกับราและยีสต์ จากการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำหวานพบว่ามักไม่เกิน 10,000 เซลต่อลูกบาศก์เซนติเมตร



- น้ำผึ้ง แหล่งที่มาของจุลินทรีย์ในน้ำผึ้ง ได้แก่ น้ำหวานของดอกไม้และน้ำผึ้ง มักพบยีสต์อยู่ในน้ำหวานและระบบทางเดินอาหารผึ้ง ส่วนแบคทีเรียจะพบเฉพาะในระบบทางเดินอาหารเท่านั้น ยีสต์ที่แยกได้จากน้ำผึ้งมักเป็นชนิดที่ชอบความเป็นกรด (acidophilic yeasts) และไกลโคไลติกยีสต์ (glycolytic yeasts) ซึ่งทำให้น้ำผึ้งเสียได้ในน้ำผึ้งจะมีเอนไซม์ไลโซไซม์อยู่จึงทำให้แบคทีเรียแกรมบวกเจริญไม่ได้ และถ้าใช้ยาปฏิชีวนะบางอย่างในการเลี้ยงผึ้ง เช่น นีโอไมซิน (neomycin) และสเตรปโตไมซินอาจตรวจพบยาเหล่านี้ในน้ำผึ้งด้วย ซึ่งจะมีผลต่อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำผึ้งด้วย จากการศึกษาของ Ruiz – Argueso และ Rodriguez – Navarro (1975) พบว่า แบคทีเรียที่สำคัญต่อการเปลี่ยนน้ำหวานไปเป็นน้ำผึ้งมีอยู่ 2 กลุ่มด้วยกัน คือ *Gluconobacter* และ *Lactobacillus*



Contaminants

- Streptococci/ enteric bacteria – rare
- Common isolates – lysosome +
- Antibiotics- streptomycin, neomycin
- C. botulinum – infant botulism
- Gluconobacter & Lactobacillus – present during maturation of nectar to honey

- ขนมหวานต่าง ๆ ขนมหวานมักจะมีการปนเปื้อนจากส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิต เช่น น้ำตาลทราย แป้ง เป็นต้น ขนมหวานที่มีความชื้นสูงจะเสียได้ง่ายกว่าขนมหวานที่มีความชื้นต่ำ ขนมแฉ่ำอืดต่าง ๆ มีความเข้มข้นของน้ำตาลประมาณร้อยละ 65 จึงทำให้มีจุลินทรีย์เพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่สามารถเจริญได้ ลูกกวาดมีความชื้นต่ำและถูกบรรจุไว้ในถุงหรือถูกห่อหุ้มด้วยกระดาษ จึงทำให้มีการปนเปื้อนจากอากาศ ฝุ่นละอองได้น้อย การผลิตลูกกวาดต้องใช้ความร้อนสูงจึงทำให้ไม่ค่อยพบว่าเกิดการเสีย สำหรับช็อกโกแลตและขนมที่เคลือบช็อกโกแลตนั้นการผลิตใช้ความร้อนต่ำใกล้เคียงกับการพาสเจอร์ไรซ์ จึงอาจเกิดการเสียได้ง่ายกว่าลูกกวาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกถั่วที่เคลือบช็อกโกแลตไว้บาง ๆ มักพบว่ามี การปนเปื้อนมากับถั่ว



การนอมน้ำตาลและผลิตภัณฑ์

- ควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิระหว่าง $4.4 - 7.2^{\circ}$ ซ
- การควบคุมบรรยากาศในห้องเก็บน้ำตาลอาจป้องกันการเจริญของราได้โดยการปรับปรุงให้มีคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 6 และออกซิเจนร้อยละ 5
- จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมาในขณะที่ผลิตน้ำตาลทรายดิบและน้ำตาลทรายขาวนั้นจะลดลงเมื่อผ่านกรรมวิธีการทำให้ใส การระเหยน้ำ การตกผลึก การปั่นและการกรองรวมทั้งการฟอกสีด้วย
- สำหรับน้ำอ้อยเราป้องกันการเกิดกระบวนการหมักของจุลินทรีย์ได้โดยการเติมโซเดียมฟลูออไรด์ หรือแอมโมเนียไบฟลูออไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 การผลิตเครื่องดื่ม อาหารกระป๋องจะต้องระวังมิให้มีการเจริญของจุลินทรีย์ในระหว่างกระบวนการผลิต น้ำตาลที่ใช้ในการผลิตจึงต้องนำไปฉายแสงอุลตราไวโอเล็ตหรือใช้ความร้อนและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับการฉายแสง

การถนอมน้ำตาลและผลิตภัณฑ์

- การต้มน้ำหวานเมเปิลให้กลายเป็นน้ำเชื่อมเข้มข้นนั้นจะทำลายจุลินทรีย์ได้ และน้ำเชื่อมเข้มข้นจะต้องบรรจุขวดในขณะร้อนให้เต็มขวด
- น้ำผึ้งที่ผลิตในท้องถิ่นมักไม่ได้ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ จึงอาจเกิดการตกผลึกหรือเสียโดยการกระทำของออสโมฟิลิกยีสต์ได้ การผลิตน้ำผึ้งเพื่อจำหน่ายจะต้องนำไปผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ที่ 71°C นาน 5 นาที แล้วทำให้เย็นทันที
- ลูกกวาดและขนมหวานต่าง ๆ เนื่องจากมีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบในความเข้มข้นสูง จึงมักไม่เกิดการเสียตราบที่สภาพการเก็บดี

Classification of candies & confectionaries

- Cold processed



- Hot processed

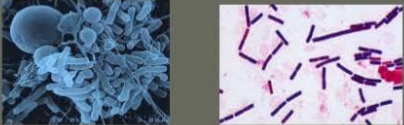


การเสียของน้ำตาลและผลิตภัณฑ์

- น้ำอ้อย น้ำอ้อยจะประกอบด้วยน้ำตาลปริมาณไม่สูงนักและยังประกอบด้วยสารบางอย่างที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ด้วย ดังนั้น จึงอาจเกิดการเสียได้ถ้ามีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ และไม่นำเข้ากระบวนการทำให้ใสทันที น้ำอ้อยจะมีลักษณะเป็นเมือกเนื่องจากเกิดเด็คซ์แทรน (**dextran**) ขึ้น โดยการผลิตของ **Leuconostoc mesenteroides** หรือ **L. dextranicum** และลิแวน (**levan**) จาก **Bacillus** บางชนิด (หรือจากยีสต์และราแต่พบน้อยมาก) สารเหล่านี้จะทำให้ท่อและปั๊มต่าง ๆ ในเครื่องจักรเกิดการอุดตัน ทำให้การโพลาริซ (polarization) ผิดพลาด มีน้ำตาลตกผลึกน้อย ปริมาณของซูโครสจะลดลงเนื่องจากกระบวนการหมักและการออกซิไดซ์ที่เกิดขึ้นจากการกระทำของแบคทีเรีย ยีสต์ (มักเป็นพวกที่ไม่สร้างสปอร์ และพวกที่อยู่ในสกุล **Schizosaccharomyces** หรือ **Zygosaccharomyces** และราชนิดต่าง ๆ (**Aspergillus, Stemphylium, Sterigmatocytis, Cladosporium, Monilia**)
- ยีสต์พวก **Saccharomyces, Candida, Rhodotorula** และราชนิดต่าง ๆ จะเจริญในน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลสูง 67 – 72 องศาบริกซ์ได้ ถ้าต้องการเก็บรักษาน้ำเชื่อมไว้ เราต้องป้องกันการเสียโดยการกรองอากาศที่หมวนเวียนเหนือถังเก็บน้ำเชื่อม หรือโดยการฉายแสงอุลตราไวโอเล็ต

Spoilage

Spoilage of sugars or concentrated solutions of sugars is caused by **osmophilic yeasts or xerotolerant micro organisms**.
Ex: **Saccharomyces, Bacillus, Leuconostoc.**

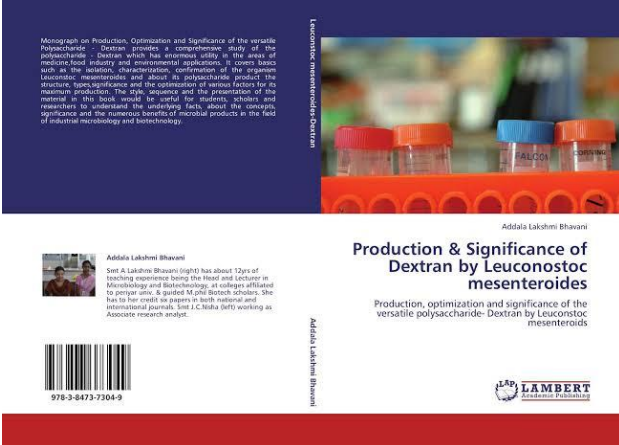


Monograph on Production, Optimization and Significance of the versatile Polysaccharide - Dextran, presents a comprehensive study and the microbiological culture with the clinical utility. It is the area of medicine, blood industry and environmental applications. It covers basic info on the isolation, characterization, distribution of the organism Leuconostoc mesenteroides and about its polysaccharide product the dextran, its significance and the optimization of various factors for its maximum production. The spk sequence and the presentation of this material in this book would be useful for students, scholars and researchers to understand the underlying facts about the concepts, significance and the numerous benefits of microbial products in the field of industrial microbiology and biotechnology.

Production & Significance of Dextran by **Leuconostoc mesenteroides**

Production, optimization and significance of the versatile polysaccharide- Dextran by **Leuconostoc mesenteroides**

978-3-8473-7304-9




- น้ำหวานและน้ำเชื่อมเมเปิล น้ำหวานเมเปิลอาจเสียได้ถ้าเกิดการปนเปื้อนในขณะรองจากต้น และปล่อยให้แห้งจนมีการเจริญของจุลินทรีย์ น้ำหวานจะเสียได้ 5 แบบด้วยกันคือ
- 1. แบบเป็นยางเหนียว (**ropy sap**) มีสาเหตุจาก ***Enterobacter aerogenes*** และ ***Leuconostoc spp.***
- 2. แบบขุ่น (**cloudy**) น้ำหวานจะขุ่น บางครั้งมีสีเขียวซึ่งเกิดจากการสร้างสีของ ***Pseudomonas fluorescens*** ที่เจริญกับ ***Alcaligenes*** และ ***Flavobacterium***
- 3. แบบมีสีแดง (**red sap**) การมีสีแดงเกิดจากการเจริญของ ***Micrococcus roseus*** ยีสต์ และรา
- 4. แบบมีรสเปรี้ยว (**sour sap**) น้ำหวานจะมีรสเปรี้ยวเกิดจากการกระทำของแบคทีเรียและยีสต์
- 5. แบบเป็นรา (**moldy sap**) น้ำหวานจะมีราเจริญเต็มผิวหน้า

- น้ำผึ้ง ส่วนประกอบของน้ำผึ้งต่าง ๆ จะแตกต่างกันตามสถานที่แต่จะมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 25 เท่านั้น เนื่องจากน้ำผึ้งมีปริมาณกลูโคสและฟรุคโตส (**levulose**) สูงถึงร้อยละ 70 – 80 จึงมีแรงดันออสโมซิสสูงและมีพีเอชเท่ากับ 3.2 – 4.2 ดังนั้น จึงมักเสียเนื่องจากออสโมฟิลิกยีสต์ เช่น *Zygosaccharomyces mellis*, *Z. richteri*, *Z. nussbaumeri* หรือ *Torula (Cryptococcus) mellis* ภา ส่วนใหญ่จะเจริญไม่ได้ แต่ *Penicillium* และ *Mucor* เจริญได้อย่างช้า ๆ กระบวนการหมักที่เกิดจากการกิจกรรมของยีสต์จะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ และผลผลิตที่ได้มักเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ แอลกอฮอล์ และกรดที่ไม่ระเหย (**non volatile acid**) ซึ่งทำให้น้ำผึ้งมีกลิ่นไม่ดี มีการตกผลึกและน้ำผึ้งเปลี่ยนเป็นสีดำ

Honey fermentation

- Chief products : CO₂, alcohol, & non-volatile acids (give off-flavor).
- Slow, lasts for months.
- Usually accompanied by darkening & crystallization.



- ขนมหวานต่าง ๆ ขนมหเหล่านี้เนื่องจากมีน้ำตาลเข้มข้นสูงและมีความชื้นต่ำ จึงมักไม่เกิดการเสีย แต่ขนมเคลือบช็อคโกแลต ถ้าเคลือบไว้บางเกินไปหรือไม่ทั่วถึง ส่วนที่อยู่ภายในอาจเกิดการเสียเนื่องจากยีสต์และ *Clostridium* ได้และเกิดก๊าซดันออกมาภายนอก



Candy

- ◉ Not subject to microbial spoilage - high sugar & low moisture content.
- ◉ Exceptions - soft fondant/ inverted sugar centered **chocolate- burst or explode.**
- ◉ **Yeast growth develops a gas pressure** - disrupt the entire candy/ push out some of sirup or fondant through a weak spot in chocolate coating.
- ◉ Often this **weak spot** is on the poorly covered bottom of the chocolate coating.

The end

