บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

ผึ้ง

ผึ้ง จัดเป็นแมลงกลุ่มหนึ่งที่มีการดำรงชีวิตแบบสัตว์สังคม ซึ่งภายในสังคมมีระบบการแบ่งวรรณะที่มีสมาชิกทำหน้าที่แตกต่างกันออกไป อีกทั้งยังมีกรรมวิธีการหาอาหารมาเก็บสำรองสะสมไว้ใช้ในรังโดยดูดน้ำหวานแล้วบ่มให้ข้นขึ้นกลายเป็นน้ำผึ้ง และเก็บเกสรแยกไว้อีกที่หนึ่ง (พงศ์เทพ อัครธนกุล, 2527)

โดยทั่วไปผึ้งในสกุลเอปีส (Apis) คือผึ้งที่ให้น้ำผึ้งที่สำคัญมีอยู่ 4 ชนิด (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และเพ็ญศรี ดังคณะสิงห์, 2529) ได้แก่

1. ผึ้งพันธุ์ (Apis mellifera) เป็นผึ้งชนิดที่สร้างน้ำผึ้งได้มาก จึงนิยมเลี้ยงเป็นอุตสาหกรรม

2. ผึ้งมิ้ม (Apis florea) เป็นผึ้งขนาดเล็กในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ชอบทำรังตามพุ่มไม้ต่าง ๆ

3. ผึ้งหลวง (Apis dorsata) เป็นผึ้งขนาดใหญ่พบในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ นิสัยดุร้าย หรือเรียกว่าผึ้งป่า ไม่นิยมเลี้ยงเพราะเลี้ยงไม่เชื่อง ชอบทำรังขนาดใหญ่ตามต้นไม้ใหญ่ๆในป่า

4. ผึ้งโพรง (Apis cerana) เป็นผึ้งขนาดใหญ่กว่าผึ้งมิ้ม แต่เล็กกว่าผึ้งหลวงพบทั่วไปในแถบเอเชีย

ในปัจจุบันมีผึ้งอีกชนิดหนึ่งที่เข้ามามีบทบาทในการเลี้ยงในประเทศไทย คือ ผึ้งพันธุ์อิตาเลียน (Italian bee) หรือ Apis ligustic เป็นผึ้งที่เชื่องไม่ตื่นตกใจง่าย สามารถอยู่รวมกันได้ขนาด 50,000-80,000 ตัว ไม่แยกรังและที่สำคัญมีความต้านทานโรคได้ดี อีกทั้งยังมีความสามารถในการหาเกสร และน้ำหวานได้อย่างดี

รังผึ้งหนึ่งรังประกอบด้วยผึ้ง 3 ชนิด (สมพร หิรัญรามเดช, 2535) คือ

1. <u>ราชินีผึ้ง</u> นางพญา หรือแม่รัง (queen bee) เป็นผึ้งเพศเมียที่มีขนาดใหญ่ที่สุด มีอวัยวะเพศสมบูรณ์ อายุยืนที่สุด (3-5 ปี) และมีอยู่เพียงตัวเดียวในรัง ทำหน้าที่วางไข่ นับจากวางไข่วันแรกจะออกเป็นราชินีผึ้ง เมื่ออายุครบ 16 วัน หลังจากผสมพันธุ์กับผึ้งตัวผู้ได้ประมาณ 2-3 วัน ก็จะไข่ ราชินีผึ้งสามารถไข่ได้วันละประมาณ 3,000 ฟอง และจะไข่ไปตลอดชีวิต

ราชินีผึ้งมีกลิ่นชนิดหนึ่งเรียกว่า เฟอโรโมนนางพญา (queen pheromone หรือ queen substance) มีหน้าที่สำหรับรวมฝูงผึ้งภายในรังให้อยู่รวมกัน และทำให้ผึ้งงานคอยป้อนอาหารให้ราชินีผึ้งอยู่ตลอดไป รวมทั้งจะบังคับให้รังไข่ของผึ้งงานซึ่งเป็นผึ้งตัวเมียเหมือนกันฝ่อ ถ้าราชินีผึ้งสูญหายไปกลิ่นนี้จะสลายตัว ผึ้งงานตัวใดตัวหนึ่งจะได้รับการป้อนอาหาร และรอยัลเยลลีจากผึ้งงานด้วยกัน จนกระทั่งรังไข่เจริญเติบโตและสามารถไข่ได้ แต่เป็นไข่ที่ไม่มีเชื้อตัวผู้ ฉะนั้นเมื่อไข่ออกมาจึงเป็นตัวผู้หมด

2. <u>ผึ้งงาน</u> เป็นผึ้งเพศเมีย มีอวัยวะไม่สมบูรณ์ ไม่สามารถผสมพันธุ์กับผึ้งตัวผู้ได้ มีจำนวนมากที่สุดในรัง นับจากวางไข่วันแรกจะออกเป็นผึ้งงานเมื่อครบ 12 วัน ผึ้งงานทำงานทุกอย่างเช่นเป็นทหารรักษารัง หาน้ำหวานจากเกสรดอกไม้ และที่สำคัญคือ เป็นผู้ผลิตรอยัลเยลลี โดยผลิตจากต่อมที่อยู่บริเวณส่วนหัวคือ ต่อมไฮโปฟาริงค์ (hypopharyngeal gland) และต่อมน้ำลาย (mandibular gland) รอยัลเยลลีที่ผึ้งงานผลิตขึ้นนั้นจะนำไปเลี้ยงตัวอ่อนของผึ้งทุกชนิดที่มีอายุไม่เกิน 3 วัน เฉพาะตัวอ่อนที่จะโตเป็นราชินีเท่านั้นจะได้รับรอยัลเยลลีนี้ตลอดชีวิต จึงเรียกอาหารนี้ว่า อาหารราชินี ซึ่งน่าจะเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้ราชินีผึ้งมีขนาดใหญ่ที่สุดออกไข่ได้มากที่สุดถึงวันละ 30,000 ฟอง และอายุยืนที่สุดในรัง (3-5 ปี) ในขณะที่ผึ้งชนิดอื่น ๆ มีอายุเพียง 2-6 เดือน เท่านั้น สำหรับผึ้งตัวผู้ และผึ้งงานหลังจากอายุได้ 3 วัน จะได้รับอาหารอื่นที่เป็นส่วนผสมของเกสรและน้ำผึ้งแทนรอยัลเยลลี

3. <u>ผึ้งตัวผู้</u> มีขนาดเล็กกว่าราชินีผึ้งมีปริมาณ 700-800 ตัวต่อรัง หรือประมาณ 1 % ของผึ้งทั้งหมดในรัง นับจากวางไข่วันแรกจะออกเป็นผึ้งตัวผู้เมื่อครบ 24 วัน ธรรมชาติไม่ได้สร้างเครื่องมือหาอาหาร และเหล็กในไว้ต่อสู้กับศัตรูจึงหากินเองไม่ได้ และต่อสู้ศัตรูไม่ได้ เมื่อผสมพันธุ์กับราชินีผึ้งแล้วจะหมดความหมายลง ถ้าผึ้งงานไม่ให้เข้ารังเมื่ออยู่ภายนอกหาอาหารกินเองไม่ได้ก็จะอดตายไปในที่สุด

น้ำผึ้ง

น้ำผึ้ง ตามบทนิยามในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำผึ้ง หมายถึง ของเหลวรสหวาน ซึ่งผึ้งผลิตขึ้นจากน้ำหวานของดอกไม้หรือจากส่วนใดส่วนหนึ่งของต้นไม้ แล้วสะสมไว้ในรังผึ้ง

ในการผลิตน้ำผึ้งนั้น ผึ้งจะดูดน้ำหวานเข้าเก็บในกระเพาะน้ำหวาน เมื่อบินกลับสู่รังจะคายน้ำหวานนี้ให้กับผึ้งที่ทำหน้าที่ผลิตน้ำผึ้งอีกกลุ่มหนึ่ง ผึ้งพวกนี้จะดูดน้ำหวานเข้าสู่กระเพาะน้ำหวานและขับน้ำย่อยออกมาคลุกเคล้าน้ำหวานเพื่อช่วยย่อยน้ำตาลและสร้างสารต่าง ๆ ขณะเดียวกันก็ไล่น้ำออกไป ด้วยการกระพือปีก กระบวนการผลิตน้ำผึ้งนี้จะใช้เวลาประมาณ 24 ชั่วโมง

ปกติน้ำหวานจากดอกไม้จะมีน้ำอยู่ประมาณ 50-60 % หลังจากผลิตเป็นน้ำผึ้งแล้วจะมีน้ำไม่เกิน 20 % น้ำผึ้งที่ผลิตได้จะถูกถ่ายไปเก็บในหลอดรัง เมื่อเต็มแล้วผึ้งจะสร้างฝาขี้ผึ้งปิดหลอดรังเก็บเป็นอาหารต่อไป น้ำผึ้งที่เก็บในรังผึ้งนี้สามารถเก็บไว้ได้โดยไม่เสื่อมเสีย (สมพร หิรัญรามเดช, 2535)

องค์ประกอบของน้ำผึ้ง

น้ำผึ้งเป็นผลิตผลจากผึ้งที่มีผู้นิยมบริโภคกันมานาน น้ำผึ้งมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นน้ำตาล นอกจากนี้ยังมีโปรตีน เอนไซม์ กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ และเกลือแร่ต่าง ๆ น้ำผึ้งที่มีคุณภาพตามมาตรฐานจะต้องมีปริมาณน้ำตาลสูง ซึ่งสามารถระงับ หรือยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ แต่มีจุลินทรีย์บางชนิด เช่น ยีสต์บางสายพันธุ์ สามารถเจริญในความเข้มข้นของน้ำตาลสูงๆได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำผึ้งที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำกว่ามาตรฐาน จุลินทรีย์เหล่านี้เป็นสาเหตุให้เกิดการเสีย เปรี้ยวหรือเป็นฟอง ทำให้กลิ่นรสของน้ำผึ้งเสียไป และจากการศึกษาพบว่าแบคทีเรียสามารถมีชีวิตอยู่ในน้ำผึ้งได้นานกว่ายีสต์ ดังนั้นผู้ผลิตน้ำผึ้งจึงควรระมัดระวังเรื่องความสะอาดให้มากเพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ (รายงานกิจกรรมกรมวิทยาศาสตร์, 2524)

หิรัญรัตน์ สุวรรณทึก และ มาลี ศรีสดสุข (2532) ได้ศึกษาองค์ประกอบต่าง ๆในน้ำผึ้งสาบเสือ น้ำผึ้งลำไย น้ำผึ้งลิ้นจี่ น้ำผึ้งนุ่น และน้ำผึ้งงา โดยเก็บน้ำผึ้งตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้องพบว่า ระยะเวลาการเก็บไม่มีผลต่อความชื้นในน้ำผึ้ง เช่นเดียวกับสภาพความเป็น กรด-ด่าง ของน้ำผึ้ง ซึ่งเปลี่ยนแปลงน้อยมากโดยมีค่าอยู่ในช่วง 3.1-4.5 ทั้งนี้ความเป็น กรด-ด่าง อาจ

ไม่สัมพันธ์โดยตรงกับกรดที่มีอยู่ในน้ำผึ้ง ซึ่งอยู่ในรูปของกรดอินทรีย์ เช่น กรดกลูโคนิก และกรดอะมิโน เช่น ไกลซีน

น้ำผึ้งที่เก็บไว้นานสีของน้ำผึ้งจะเข้มขึ้นตามไปด้วย สารที่ให้สีนั้นเป็นสารจำพวกเมลานอยดิน (melanoidin) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกรดอะมิโนบางชนิดทำปฏิกิริยากับน้ำตาลรีดิวซ์โดยน้ำผึ้งที่มีสีเข้มมักมีราคาต่ำในท้องตลาด น้ำตาลรีดิวซ์ ซึ่งมีประมาณ 60-70 % ของน้ำผึ้ง มีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุของน้ำผึ้งเพิ่มขึ้น ในขณะที่น้ำตาลซูโครสและมอลโตสที่มีปริมาณต่ำกว่า 5 % มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น นอกจากนี้เมื่อเก็บน้ำผึ้งเป็นเวลานาน ปริมาณไฮดรอกซีเมทธิล-เฟอร์ฟิวรัล (hydroxymethyl furfural, HMF) ในน้ำผึ้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย โดยทั่วไปปริมาณ HMF สามารถใช้กำหนดอายุของน้ำผึ้งได้ เช่นเดียวกับปริมาณของเอนไซม์ไดแอสเทส (diastase) อนึ่งปริมาณ HMF อาจเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อน้ำผึ้งได้รับความร้อนแม้ในระยะเวลาสั้นๆ ดังนั้นในการกำหนดมาตรฐานของน้ำผึ้งจึงควรคำนึงถึงอุณหภูมิในการเก็บรักษา หรือในระหว่างกระบวนการผลิตน้ำผึ้งด้วย (ข่าวงานวิจัยและเทคโนโลยี, 2533)

<u>กลิ่นและรสชาติของน้ำผึ้ง</u> (Crane, 1975)

<u>กลิ่น</u> (aroma) กลิ่นหอมของน้ำผึ้ง โดยทั่วไปมาจากสารที่อยู่ในพืชที่เป็นแหล่งของน้ำหวานซึ่งสารเหล่านี้สามารถระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิสูง (มากกว่า 30-35 °C) ได้มีการศึกษาชนิดของสารที่ให้กลิ่นในน้ำผึ้ง โดยใช้กาซโครมาโตกราฟี (gas chromatography) พบว่าสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในน้ำผึ้งได้แก่ ไฮดรอกซีเมทธิลเฟอร์ฟิวรัล ส่วนสารระเหยอื่น ๆ ที่พบ ขึ้นกับแหล่งที่มาของน้ำผึ้ง เช่น น้ำผึ้งจากอิตาลี อาจประกอบด้วย ฟอร์มัลดีไฮด์ (formaldehyde), โพรพิโอนัลดีไฮด์ (propionaldehyde) และอะซิโตน (acetone) แต่ส่วนมากจะประกอบด้วย เบนซิลอัลกอฮอล์ (benzyl alcohol) และ ฟีนิลเอธานอล (phenylethanol) กับ กรดฟีนิลอะซิติก (phenyl acetic acid) ซึ่งเป็นสารที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ในระหว่างการเก็บรักษาจะส่งผลถึงการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบในน้ำผึ้งด้วย

กลิ่นเฉพาะที่เป็นองค์ประกอบของน้ำผึ้งที่ได้จากแหล่งของพืชชนิดต่าง ๆ จะแตกต่างกัน เช่น น้ำผึ้งจากพืชตระกูลส้ม (citrus) จะมี เมธิลแอนโธรนิเลต (methyl anthronilate) เป็นสารให้กลิ่นเฉพาะ ส่วนน้ำผึ้งที่ได้จากต้นลาเวนเดอร์ (lavender) จะมีสารที่ให้กลิ่นเฉพาะ

น้อยมาก และน้ำผึ้งจากต้นฮีทเธอร์ (heather) จะมีสารพวกไดอะซิธิล (diacetyl) หรือไดคีโตนอัลเคน (diketoalkane) อื่น ๆ

<u>รสชาติ</u> (flavour) รสชาติของน้ำผึ้งเกิดจากผลรวมขององค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งจากการประเมินรสชาติพบว่ามีความสัมพันธ์กับกลิ่นของน้ำผึ้ง กรดอินทรีย์(organic acid)เป็นสารสำคัญกลุ่มหนึ่งที่ส่งผลต่อรสชาติของน้ำผึ้ง โดยทั่วไปน้ำผึ้งจะมีสมบัติเป็นกรด มี pH ในช่วง 3.1-4.5 (เฉลี่ย 3.9) ส่วนใหญ่จะเป็นกรดกลูโคนิก (gluconic acid) ซึ่งได้จากปฏิกิริยาของเอนไซม์กูลโคสออกซิเดส (glucose oxidase) กับ glucose ส่วนรสขมในน้ำผึ้งบางชนิดจะมีผลมาจากสารแทนนิน (tannin)

<u>คุณประโยชน์ทางยาของน้ำผึ้ง</u> (สมพร หิรัญรามเดช, 2535)

1. ให้กลิ่นและรสที่ดี นิยมใช้ผสมยาน้ำเกือบทุกชนิดในยาแผนโบราณ และแผนปัจจุบัน นอกจากจะได้กลิ่นและรสแล้ว น้ำตาลในน้ำผึ้งจะช่วยทำให้ชุ่มคอลดการระคายเคืองจึงมักจะนำไปผสมในยาแก้ไอ

2. ใช้ในการรักษาแผลติดเชื้อต่าง ๆ น้ำผึ้งใช้รักษาแผลรวมทั้งแผลไฟไหม้ ทั้งนี้เพราะน้ำผึ้งมีปริมาณน้ำตาลสูง จึงมีแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) สูง ทำให้เชื้อโรคไม่สามารถเจริญเติบโตได้

กลไกในการรักษาแผลอีกอย่างหนึ่ง น้ำผึ้งมีสารที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เรียกว่า อินฮิบีน (inhibine) ซึ่งมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรคได้ด้วย และเชื่อว่าสารดังกล่าว คือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (White and Subers, 1963)

3. ใช้เป็นยาบำรุง เนื่องจากน้ำผึ้งเป็นทั้งอาหาร คือ มีน้ำตาล เกลือแร่ และวิตามินบางอย่าง เพราะฉะนั้นน้ำผึ้งจึงจัดเป็นยาบำรุงหรือยาอายุวัฒนะได้

4. เป็นสารที่ให้พลังงานสูง ดูดซึมได้ง่ายกว่าน้ำตาลธรรมดา และมีเกลือแร่ที่สำคัญ คือ เหล็ก ที่จะช่วยในการสร้างฮีโมโกลบิน

<u>สภาพการตลาดของน้ำผึ้ง</u>

คุณภาพของน้ำผึ้งสามารถแบ่งตามปริมาณของสาร HMF และน้ำ ได้ 3 ระดับ ได้แก่ (ศูนย์พาณิชยกรรม ณ รอดเดอร์ดัม , 2532)

1. คุณภาพดี ได้แก่ น้ำผึ้งที่มีส่วนประกอบของน้ำและสาร HMF น้อย ใช้ในการบริโภคโดยตรงและส่งออก มีราคาสูง

2. คุณภาพปานกลาง ได้แก่ น้ำผึ้งที่มีส่วนประกอบของน้ำมากแต่มีสาร HMF น้อย ใช้ในการบริโภคภายในประเทศ มีราคาปานกลาง

3. คุณภาพทั่วไป ได้แก่ น้ำผึ้งที่มีปริมาณส่วนประกอบของน้ำและสาร HMF สูง จะใช้ในอุตสาหกรรมขนมอบ ลูกกวาด ช็อกโกเลต และเภสัชกรรม มีราคาถูก

น้ำผึ้งธรรมชาติ ที่มีอยู่ในประเทศไทยมักมีคุณภาพไม่ตรงกับความต้องการของตลาดในแถบยุโรปเพราะมีส่วนผสมของน้ำมากจึงมีจุดเดือดต่ำ กลิ่น และรสไม่เป็นที่นิยม สาเหตุมาจากพันธุ์ของผึ้งเป็นพันธุ์ที่มีตามธรรมชาติไม่ได้มีการเลี้ยงพันธุ์ที่มีความนิยม รวมทั้งสภาพภูมิประเทศ พันธุ์ต้นไม้ และดอกไม้

ปัจจุบันน้ำผึ้งในประเทศที่มีคุณภาพดีที่สุด คือ น้ำผึ้งจากเกสรลำไย รองลงมาได้แก่ น้ำผึ้งจากสาบเสือ และเกสรลิ้นจี่ ดังนั้น ฤดูกาลที่ผลิตได้ดีที่สุด คือ ช่วงเดือนธันวาคม-เมษายน เนื่องจากเป็นช่วงที่ลำไยออกดอก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม หลังจากนี้ไปแล้วจะเหลือเพียงน้ำผึ้งจากสาบเสือ ผลผลิต และราคาของน้ำผึ้งแต่ละปีจะผันแปรไปตามผลผลิตของลำไยหรือปริมาณเกสรลำไย

การแบ่งระดับคุณภาพของน้ำผึ้งที่ผลิตในประเทศไทยมี 2 ระดับ คือ ระดับอุตสาหกรรม ซึ่งจะมีลักษณะเหลวกว่าอีกระดับหนึ่งคือ ระดับผู้บริโภค ราคาน้ำผึ้งจากดอกลำไยจะสูงกว่าน้ำผึ้งจากสาบเสือ และลิ้นจี่ ตลาดในประเทศจะเป็นการขายตรงให้กับโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อนำไปใช้ผลิตผลิตภัณฑ์น้ำผึ้ง ได้แก่ ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตรอยัลเยลลี และผลิตภัณฑ์บำรุงร่างกาย บรรจุขายเป็นน้ำผึ้งธรรมชาติ หรือใช้เป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่ใช้น้ำผึ้งเป็นส่วนประกอบ เช่น สบู่น้ำผึ้ง และขนมปังน้ำผึ้ง เป็นต้น

การขยายตลาดในประเทศ ทำโดยเน้นเรื่องคุณค่าของน้ำผึ้งในฐานะเป็นอาหารเสริมสุขภาพ สามารถใช้รับประทานประกอบกับอาหารอื่น ๆได้ เช่น ใช้ทาขนมปังหรือใช้แทนน้ำตาลประกอบกับอาหารอื่น ๆ เป็นต้น โดยเน้นความเป็นสารธรรมชาติ ไม่มีสารเคมีเจือปน (ฝ่ายวิชาการธนาคารกสิกรไทย, 2533)

รอยัลเยลลี

รอยัลเยลลีหรือนมผึ้งเป็นสารข้นคล้ายครีม สีขาวนวลออกเหลือง กลิ่นออกเปรี้ยว และรสเผ็ดเล็กน้อย ผลิตโดยผึ้งงาน (work bee) ที่มีอายุประมาณ 5-15 วัน ซึ่งเรียกว่าผึ้งพยาบาล (nurse bee) รอยัลเยลลีจะถูกสร้างจากต่อมไฮโปฟาริงจ์ และต่อมน้ำลาย (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และเพ็ญศรี ดังคณะสิงห์, 2529)

ผึ้งงานผลิตรอยัลเยลลีขึ้น เพื่อเป็นอาหารสำหรับตัวอ่อนของผึ้งทุกชนิดตั้งแต่ฟักออกจากไข่มาเป็นตัวอ่อนในระยะ 3 วันแรก หลังจากนั้นตัวอ่อนจะได้รับอาหารเป็นน้ำผึ้ง และน้ำหวานจากเกสรดอกไม้ และจะไม่ได้รับรอยัลเยลลีอีกเลย ยกเว้นเฉพาะตัวอ่อนที่จะเจริญต่อไปเป็นผึ้งนางพญา เท่านั้น ที่จะได้รับรอยัลเยลลีเป็นอาหารไปตลอดชีวิต ดังนั้น รอยัลเยลลีจึงน่าจะเป็นปัจจัยสำคัญ ที่ทำให้ผึ้งนางพญามีรูปร่าง อายุ และหน้าที่แตกต่างไปจากผึ้งทั่ว ๆไปดังตารางที่ 1 (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2536)

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพ และชีวภาพของผึ้งงานและผึ้งนางพญา

	ผึ้งงาน	ผึ้งนางพญา
การได้รับรอยัลเยลลี	3 วัน	ตลอดชีวิต
ขนาด	เล็กกว่าเกือบครึ่ง	ใหญ่กว่า 2 เท่า
อายุ	10-12 สัปดาห์	3-5 ปี
ความสามารถในการสืบพันธุ์	เป็นหมัน	สืบพันธุ์ได้
การวางไข่	-	1,000-2,000 ฟอง/วัน
ต่อมน้ำลาย	สร้างรอยัลเยลลีร่วมกับต่อมไฮโปฟาริงจ์	สร้างเฟอโรโมนนางพญา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

องค์ประกอบของรอยัลเยลลี

รอยัลเยลลี ประกอบด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ และมีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ ดังตารางที่ 2 ในรอยัลเยลลีมีวิตามิน บี ในปริมาณสูง โดยเฉพาะมี กรดแพนโตเธนิก (panthothenic acid) อินโนซิทัล(inositol)และ ไนอาซิน(niacin) ในปริมาณ 200 100 และ 100 ไมโครกรัมต่อกรัมของรอยัลเยลลีสด ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าวิตามิน บี อื่นๆ เช่น ไธอามีน(thiamine) ไรโบแฟลวิน(riboflavin) ไพริดอกซีน (pyridoxine) ไบโอติน (biotin)และกรดโฟลิก(folic acid) เป็นต้น และมีวิตามิน เอ ซี และอี ในปริมาณเล็กน้อย

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของรอยัลเยลลีสด จากผึ้งพันธุ์ (A. mellifera) (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2536)

ส่วนประกอบ	เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักของรอยัลเยลลี
ความชื้น	68.3 ± 1.4
โปรตีน	12.7 ± 0.8
คาร์โบไฮเดรต	11.9 ± 0.7
ฟรุคโตส	5.3 ± 0.4
กลูโคส	5.0 ± 0.5
อื่น ๆ	1.6 ± 0.4
ไขมัน	6.1 ± 0.4
10-HDA*	0.4 ± 0.2
ความเป็นกรด**	42.2 ± 2.1
เถ้า	1.0 ± 0.2

หมายเหตุ

* 10-HDA : 10-ไฮดรอกซี-2-เดซิโนอิก แอซิด (10-hydroxy-2-decenoic acid)

** ความเป็นกรด : มิลลิลิตร 1 N. NaOH/100 กรัม ของรอยัลเยลลีสด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมบัติทางเคมีของรอยัลเยลลี

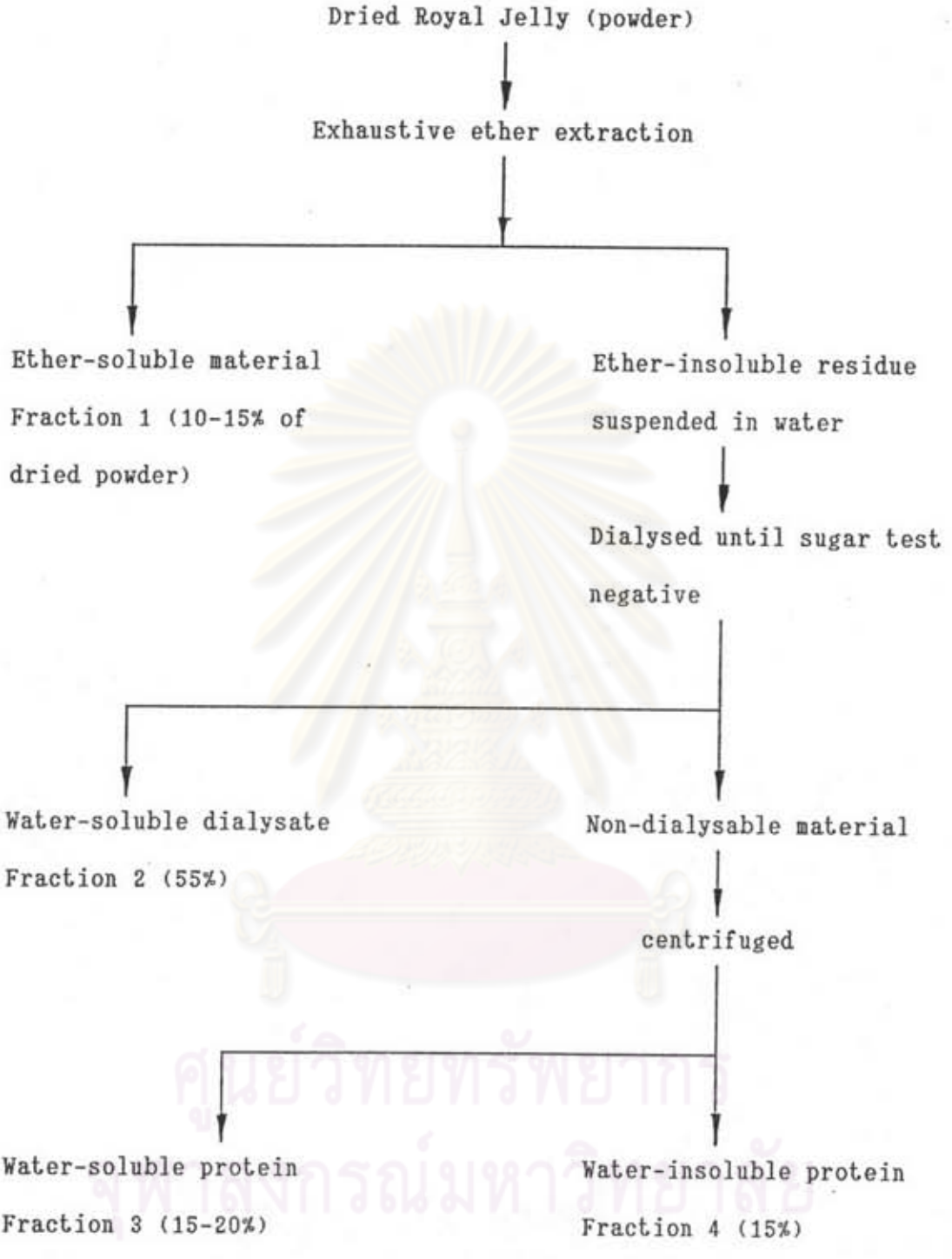
จากองค์ประกอบต่าง ๆ ในรอยัลเยลลี จะพบว่า ประกอบด้วยสารที่มีความสามารถในการละลายที่แตกต่างกัน ในปี ค.ศ. 1940 Townsend และ Lucas ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของรอยัลเยลลี โดยแยกตามความสามารถในการละลาย และการซึมผ่าน (dialysis) เป็น 4 ส่วน ดังรูปที่ 1

โครงสร้างและสมบัติทางเคมีของ 10-HDA

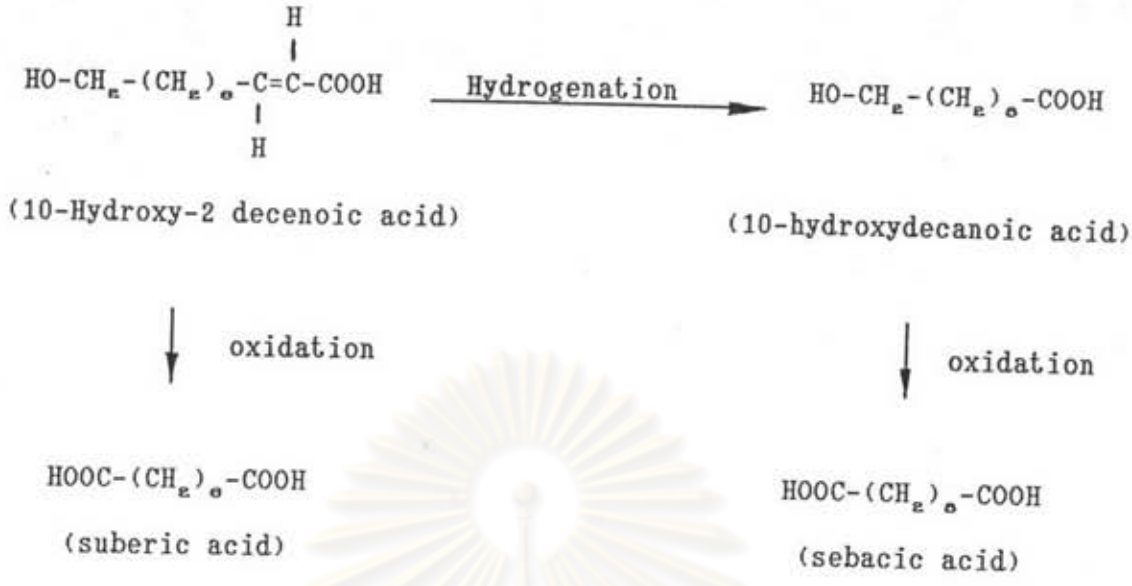
10-HDA เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ปัจจุบันไม่พบในแหล่งอื่น พบเฉพาะในรอยัลเยลลีเท่านั้น Townsend และ Lucas (1940) เป็นคณะแรกที่สามารถแยกกรดไขมันชนิดนี้ออกจากส่วนที่ละลายในอีเธอร์ (ether-soluble material, lipid fraction) ได้ แต่ไม่ทราบชนิดของกรดไขมัน ทราบแต่เพียงว่ามีสูตร $C_{10}H_{18}O_3$ มีความเป็นกรดสูง และเป็นกรดไขมันที่มีปริมาณมากที่สุดใน ส่วนที่ละลายในอีเธอร์ ต่อมา Butenandt และ Rembold (1957) ยืนยันผลการค้นพบ และสามารถอธิบายโครงสร้าง รวมทั้งระบุได้ว่าเป็นกรดไขมัน 10-HDA $HO-CH_2-(CH_2)_6-CH=CH-COOH$ โดยพบครั้งแรกในอาหารของตัวอ่อนผึ้งงาน (worker larval)

ในปี ค.ศ. 1959 Callow และคณะ พิสูจน์ให้เห็นว่าสารที่อยู่ในต่อมน้ำลายของผึ้งงานเป็นสารชนิดเดียวกับกรดไขมัน 10-HDA และต่อมา Rembold และ Hanser (1960) พบว่านอกจากต่อมน้ำลายแล้ว 10-HDA ยังถูกสร้างจากต่อมไฮโปฟาริงจ์ ซึ่งเป็นต่อมที่อยู่ใกล้กับต่อมน้ำลายด้วย

Barker และคณะ (1959) ศึกษาโครงสร้างของ 10-HDA พบว่าเป็นแบบ trans configuration มีจุดหลอมเหลวที่ 52 °C มีอยู่ประมาณ 70 % ของส่วนที่ละลายในอีเธอร์ หรือประมาณ 15 % ของรอยัลเยลลีแห้งหรือประมาณ 38.1 % ของปริมาณกรดทั้งหมด (Echigo et al., 1982) และยังพบอีกว่า 10-HDA สามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีเปลี่ยนรูปได้ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 1 การแยกองค์ประกอบของรอยัลเยลลี (Townsend and Lucas, 1940)



รูปที่ 2 ปฏิกิริยาการเปลี่ยนรูปของ 10-HDA (Barker et al., 1959)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุณประโยชน์ทางยาของรอยัลเยลลี

รอยัลเยลลีมีปริมาณของวิตามิน บี สูง ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว จึงนับว่าคุณค่าของอินโนซิทัล ที่มีอยู่ในรอยัลเยลลีร่วมกับ กรดแพนโตเดนิก และไนอาซิน เป็นสาเหตุที่ทำให้ผึ้งนางพญามีอายุยืนกว่าผึ้งงาน ด้วยเหตุนี้มนุษย์จึงพยายามนำรอยัลเยลลีมาเป็นอาหารเพื่อสุขภาพชีวิตของมนุษย์ ดังนั้นกลไกการออกฤทธิ์ของรอยัลเยลลี จึงน่าจะเป็นการเสริมฤทธิ์ (synergistic effect) หรือ ผลรวมของสารทั้งหมดมากกว่าจะเป็นฤทธิ์ของสารแต่ละชนิด (สุภาภรณ์ พงศกร, 2531)

นอกจากนี้รอยัลเยลลี ยังมีสารที่มีสมบัติคล้ายฮอร์โมน อันได้แก่

สารมีฤทธิ์คล้ายอินซูลิน (Insulin-like protein) (Dixit and Patel, 1964) เป็นสารช่วยในการเผาผลาญพลังงานจากคาร์โบไฮเดรต หรือแป้งและน้ำตาล ลดระดับน้ำตาลในเลือด

อะซิติลโคลีน (Acetylcholine) (Colhoun and Smith, 1960) เป็นสารสื่อนำประสาทช่วยให้อารมณ์ดี ไม่หงุดหงิด ลดความดันโลหิต

ฮอร์โมนเพศชาย (Testosterone) (Vittek and Slomiany, 1984) เป็นฮอร์โมนที่มีในปริมาณเล็กน้อย จึงไม่เป็นอันตรายต่อผู้หญิงแต่เป็นสารสำคัญที่ทำให้ผู้ชายดูหนุ่มกว่าวัย ในขณะที่ผู้หญิงก็ดูกระฉับกระเฉงและเสริมสร้างสมรรถภาพทางเพศให้ทั้งชายและหญิง

สารสำคัญที่ทำให้รอยัลเยลลีแตกต่างจากอาหารเสริมสุขภาพอื่น ๆ คือ กรดไขมัน 10-HDA สารนี้มีสมบัติในการต้านการเจริญของแบคทีเรีย เช่น Escherichia coli Salmonella typhosa Bacillus subtilis และ Staphylococcus aureus (Blum, Naovak and Taber, 1959; Yatsunami and Echigo, 1985; Fujiwara et al., 1990) นอกจากนั้น 10-HDA ยังสามารถต้านการเจริญของเชื้อราบางชนิด เช่น Ascosphaera apis (Kuang, Mei En and Kuang, 1992)

ดรีทิพย์ เชี่ยวชาญวิทย์ (2529) รายงานว่า กรดไขมันในรอยัลเยลลีมีฤทธิ์ต้านการเจริญของเชื้อแบคทีเรียต่างๆ ทั้งชนิดแกรมบวกและแกรมลบ รวมทั้งเชื้อที่ดื้อต่อยาปฏิชีวนะ ได้แก่ Proteus vulgaris หรือ Pseudomonas aeruginosa แต่ประสิทธิภาพขึ้นกับระยะเวลาเก็บของรอยัลเยลลี ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจะสูงสุดภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากเก็บรอยัลเยลลีออกจากรัง

มีการศึกษาความสามารถในการเป็นยาอายุวัฒนะของรอยัลเยลลี โดยเลี้ยงแมลงวันผลไม้ด้วยอาหารผสมรอยัลเยลลี ปรากฏว่ามีอายุถึง 17 วัน มากกว่ากลุ่มที่ให้อาหารปกติ ซึ่งมีอายุเพียง 13 วัน (Gardner, 1948)

Townsend และคณะ (1960) พบว่า รอยัลเยลลี และ10-HDA มีฤทธิ์ยับยั้งการขยายตัวของเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว (transplantable leukaemia cell, AKR) และมะเร็งต่อมน้ำเหลือง (ascites tumor cell, 6C3 HED lymphosarcoma cell) ในหนูทดลอง ในประเทศไทยก็มีผู้ศึกษาและให้ผลในลักษณะเดียวกัน (สมพร หิรัญรามเดช, 2535) และมีงานวิจัย พบว่า 10-HDA ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน และ DNA ของเซลมะเร็งกล่องเสียง (Hep-2 cell line)ได้ (สิรินุช รัชชุศานติ, 2536)

นอกจากนี้มีผู้วิจัย ความเป็นพิษของรอยัลเยลลีกับหนูทดลอง โดยให้รอยัลเยลลีทางปากในปริมาณ 1 2.5 และ 5 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักหนู วัดอัตราการเจริญและพฤติกรรมพบว่าเป็นปกติดี เมื่อตรวจอวัยวะภายใน ได้แก่ น้ำหนักของหัวใจ ปอด ตับ กระเพาะ ไต และม้าม ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับหนูกลุ่มควบคุม ดังนั้นจึงสรุปได้ว่ารอยัลเยลลีไม่มีผลในด้านความเป็นพิษต่อหนูทดลอง (Rattanatayarom et al., 1992)

<u>สภาพทางการตลาดของรอยัลเยลลี</u>

แต่เดิมตลาดของรอยัลเยลลีจำกัดอยู่ในกลุ่มเล็ก ๆ ในรูปของรอยัลเยลลีสด ในปี พ.ศ. 2531 ได้มีการนำเข้าเกสรผึ้งอัดเม็ดจากสหรัฐอเมริกามาจำหน่าย ทำให้เกิดความตื่นตัวของธุรกิจด้านนี้ขึ้น โดยมีผู้เริ่มแปรรูปรอยัลเยลลีใส่แคปซูลบรรจุแผงปิดผนึก เพื่อการเก็บรักษาได้ดีกว่าบริโภคในรูปของสด รวมทั้งโฆษณาประชาสัมพันธ์ถึงคุณประโยชน์ของรอยัลเยลลีทำให้ผู้บริโภคที่สนใจเรื่องสุขภาพอนามัย หันมานิยมมากขึ้น

ปัจจุบันตลาดในประเทศมีการบริโภครอยัลเยลลี 3 ลักษณะคือ รอยัลเยลลีสดซึ่งปัจจุบันราคาสูงถึงประมาณ 3,000-6,000 บาทต่อกิโลกรัม ลักษณะที่ 2 คือ บรรจุในแคปซูล และอีกลักษณะเป็นรอยัลเยลลีอัดเม็ด (ฝ่ายวิชาการธนาคารกสิกรไทย, 2533)

สำหรับตลาดต่างประเทศที่สำคัญคือ ฮ่องกง สิงคโปร์ และไต้หวัน ซึ่งนิยมรอยัลเยลลีจากไทยมากเพราะมีคุณภาพดี ปัจจุบันรอยัลเยลลีที่ผลิตทางการค้าทั่วประเทศไทยมีประมาณ 150 ตันต่อปี ส่งออกประมาณ 120 ตันต่อปี (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2537) ที่เหลือบริโภคภายใน

ประเทศ คู่แข่งที่สำคัญในการผลิตรอยัลเยลลีของไทยได้แก่ สาธารณรัฐประชาชนจีน แต่รอยัลเยลลีจากประเทศไทยสามารถแข่งขันได้ในเรื่องคุณภาพ ซึ่งการผลิตรอยัลเยลลีต้องอาศัยความรู้ ความชำนาญ และเทคนิคพิเศษพอสมควรโดยจะต้องควบคุมและบริหารงานบุคคลได้ (ฝ่ายวิชาการธนาคารกสิกรไทย, 2533)

นมเปรี้ยว หรือโยเกิร์ต (Yoghurt)

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักเตรียมได้จากนม(whole milk) นมพร่องไขมัน นมคืนรูปพร่องไขมัน นมข้น หรือผลิตภัณฑ์นมอื่นๆ หรือส่วนผสมของนมเหล่านี้ผสมเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้สัดส่วนขององค์ประกอบที่ถูกต้องสำหรับโยเกิร์ตชนิดหนึ่ง ๆ โดยอาศัยการเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตส (lactose) เป็นกรดแลคติค (lactic acid) ของเชื้อ Lactobacillus bulgaricus และ Streptococcus thermophilus ซึ่งช่วยในการรักษาน้ำนมไปในตัว เพราะกรดที่เกิดขึ้นทำให้นมมีความเป็นกรดสูงขึ้น มีผลให้จุลินทรีย์ที่จะทำให้นมเสื่อมคุณภาพเจริญเติบโตไม่ได้ จึงสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตไว้ได้นานขึ้น (วราวุฒิ ครูส่ง และรุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, 2532)

การผลิตโยเกิร์ตในอุตสาหกรรมมี 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ เซทโยเกิร์ต(set yoghurt) และ สเตอร์โยเกิร์ต(stirred yoghurt) ขึ้นกับระบบการผลิต และโครงสร้างทางกายภาพของมวลที่ตกตะกอน (coagulum) ดังแสดงในรูปที่ 3 (นรินทร์ ทองศิริ, 2531) โดยเซทโยเกิร์ต เป็นผลิตภัณฑ์ที่การหมักเกิดขึ้นในภาชนะบรรจุสำหรับการจำหน่ายปลีก ลักษณะของมวลที่ตกตะกอนที่ได้เป็นมวลเนื้อเดียวกัน และมีลักษณะเป็นของแข็งกึ่งเหลว ส่วน สเตอร์โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการหมักเกิดขึ้นในถังหมักเรียบร้อยแล้ว จึงนำมวลที่ตกตะกอนที่ได้มากวนให้แตกหรือแยกจากกันก่อนที่จะนำไปผ่านการให้ความเย็น หรือบรรจุ ตัวอย่างหนึ่งของโยเกิร์ตประเภท สเตอร์โยเกิร์ต ได้แก่ นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม (drinking yoghurt) ซึ่งมีปริมาณของแข็งเพียง 11 % หรือน้อยกว่า ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความหนืดต่ำ (Tamine and Deeth, 1980)

จุลินทรีย์ในโยเกิร์ต

โดยทั่วไปหัวเชื้อประกอบด้วยเชื้อสายพันธุ์ผสมของ Lactobacillus bulgaricus

และ Streptococcus thermophilus ในสัดส่วนที่เท่ากัน แบคทีเรียเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์แบบพึ่งพากัน (symbiosis relationship) คือ เริ่มแรกเชื้อ Streptococci ซึ่งมีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการหมักที่ 40 °C จะเจริญอย่างเด่นชัด ก่อให้เกิด ไดอะซิธิล (diacetyl) และสารประกอบที่คล้ายกัน ซึ่งมีผลต่อกลิ่นรสคล้ายครีม (creamy) ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายและเชื้อ Streptococci นี้จะช่วยกำจัดออกซิเจนออกจากนม ซึ่งหากเหลืออยู่อาจก่อให้เกิดไฮโดรเจน-เปอร์ออกไซด์ การเจริญจะดำเนินต่อไปจนกระทั่งความเป็นกรดถึง pH 5.5 Streptococci จะสร้างกรดฟอร์มิคออกมา และเชื้อ Lactobacilli ซึ่งมีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญที่ 45 °C จะเจริญและนำกรดฟอร์มิคนี้ไปใช้ในการสร้างสารให้กลิ่นรสเฉพาะของโยเกิร์ต รวมทั้งอะซิทัลดีไฮด์ (acetaldehyde)ด้วย ในกรณีของโยเกิร์ตที่มีกลิ่นรสดีจะมีปริมาณ อะซิทัลดีไฮด์อยู่ในช่วง 23-41 ppm คิดเป็น 90 % ของสารประกอบที่ให้กลิ่น (volatile flavour compound) นอกจากนี้แล้วเชื้อ Lactobacilli จะปล่อยกรดอะมิโนพวก วาลีน (valine) ไกลซีน (glycine) และฮีสทิดีน (histidine) ที่ส่งเสริมการเจริญของเชื้อ Streptococci (วราวุฒิ ครุส่ง และ รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, 2532)

หลังการหมักเสร็จสิ้นโยเกิร์ตที่ได้จะมีลักษณะเนื้อแน่น (thickened yoghurt) ซึ่งจะถูกทำให้เย็นลงที่ 4-5 °C และเก็บไว้ที่อุณหภูมินี้ตลอดระยะเวลาการจำหน่ายที่อุณหภูมินี้แบคทีเรียยังคงมีชีวิตอยู่ แต่กิจกรรมค่อนข้างจำกัด ทำให้การแบ่งตัว และการสร้างกรดช้าลงมาก (Tamine and Deeth, 1980)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3 ขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ตแบบเซทโยเกิร์ตและสเตอร์โยเกิร์ต (นรินทร์ ทองศิริ, 2531)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม (Drinking Yoghurt, Fluid Yoghurt)

นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจัดเป็น stirred yoghurt ประเภทหนึ่งซึ่งมีปริมาณของแข็งเพียง 11 % หรือน้อยกว่า ผลิตภัณฑ์จึงมีความหนืดต่ำมีลักษณะคล้ายนมสด เพราะเตรียมได้จากการผสมโยเกิร์ตรวมกับน้ำในปริมาณเท่า ๆ กัน นมเปรี้ยวพร้อมดื่มทั่วไปเมื่อตั้งทิ้งไว้จะมีการแยกชั้นระหว่างของแข็งและของเหลว ดังนั้นก่อนบริโภคจึงต้องเขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อน ในการปรุงแต่งกลิ่นรสมักมีการเติม น้ำผลไม้ (fruit juice) หรือ สารแต่งกลิ่นรสอื่น ๆ เช่น กลิ่นสังเคราะห์ ลักษณะของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มที่ดีต้องมีเนื้อเนียน (smooth) มีความมันเงา (silky body) และ เนื้อสัมผัสมีลักษณะคล้ายนมผสมไอศกรีม (milk shake) การที่จะทำให้ได้นมเปรี้ยวพร้อมดื่มที่มีลักษณะที่ดีตามต้องการนั้นจะต้องมีการเลือกใช้หัวเชื้อ และสารให้ความคงตัว (stabilizer) ที่เหมาะสม (Vedamuthu, 1991)

การผลิตนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม

Kosikowski (1978) เสนอขั้นตอนการผลิตนมเปรี้ยวพร้อมดื่มโดย ขั้นแรกปรับน้ำนมให้มีมันเนยประมาณ 2 % แล้วปรับปริมาณของแข็งให้ได้ 12-15 % ด้วยนมผงขาดมันเนย หลังจากนั้นผสมเข้ากันแล้วให้ความร้อนที่ 195 °F เป็นเวลา 40-60 นาที หรือที่ 320 °F เป็นเวลา 2.5 วินาที จากนั้นลดอุณหภูมิลงถึง 180 °F เพื่อโฮโมจิไนซ์ที่ 500 psi (single stage) แล้วทำให้เย็นลงถึง 100 °F เติมหัวเชื้อ1.25% บ่มที่ 100°F จนเกิดการตกตะกอนของมวลโปรตีนอย่างสมบูรณ์ น่ามากวนอย่างช้าๆ แล้วโฮโมจิไนซ์อีกครั้งจะได้โยเกิร์ตที่มีเนื้อเนียนและไหลได้ จากนั้นปรุงแต่งรสชาติด้วยน้ำผลไม้หรือน้ำเชื่อมประมาณ 10 % กวนผสมให้เข้ากัน

Morley (1978) เสนอวิธีการผลิตโดยการปรับน้ำนมให้มีมันเนย 1.0 % และนมผงขาดมันเนย 9.25 % (อาจเติมหางนมผง) เพื่อปรับปริมาณของแข็ง น้ำตาล 5.5 % และสารให้ความคงตัว ได้แก่ อะการ์ (agar) สำหรับใช้ในโยเกิร์ต 0.25 % หลังจากผสมส่วนต่างๆ จนเป็นเนื้อเดียวกันแล้วนำไปพาสเจอไรซ์ (HTST) ที่ 185 °F เป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นนำไป โฮโมจิไนซ์ในขณะร้อนที่ 1300 psi (single-stage) หรือที่ 1200 psi (first stage) และ 800 psi(second stage) แล้วทำให้เย็นลงที่ 108-112 °F เติมหัวเชื้อแล้วบ่มจนได้ค่าความเป็นกรดประมาณ 0.85-0.90 % หรือที่ pH ประมาณ 4.3 กวนมวลที่ตกตะกอน

อย่างช้า ๆ ผสมกับน้ำเย็นแล้วลดอุณหภูมิลงถึง 45-50 °F หรืออาจมีการเติมแต่งกลิ่นรสตามต้องการในปริมาณ 10 % (v/v)

เพคติน (Pectin) (Davidson, 1980)

เป็นสารที่นำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อทำหน้าที่ได้หลายอย่าง ได้แก่ เป็นสารเกิดเจล (gelling agent) เป็นสารเพิ่มความข้นหนืด (thickener) และเป็นสารให้ความคงตัว เพคตินแต่ละชนิดจะมี degree of methylation (DM) ซึ่งหมายถึง อัตราส่วนของหมู่ methoxylated galacturonic acid ต่อ หมู่ galacturonic acid ทั้งหมดที่มีอยู่ในโมเลกุลของเพคตินจะมีผลต่อสมบัติของเพคตินต่างกัน เช่น ระยะเวลาในการเกิดเจล (gelling time) สภาวะการเกิดเจล (setting condition) และความแข็งแรงของเจล

เพคตินชนิดที่มีหมู่เมธอกซิลต่ำ (low methoxyl, LM) ซึ่งจะมีค่า DM น้อยกว่า 50 % ในการทำให้เกิดเจลต้องควบคุมปริมาณแคลเซียมอิออน เพคตินชนิดนี้เกิดเจลได้ในช่วง pH กว้างตั้งแต่ 2.9-5.5 และมีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 10-80 % เจลที่ได้เป็นแบบที่สามารถหลอมละลายได้ด้วยความร้อน (thermoreversible) ลักษณะเนื้อเจลจะมีความอ่อนนุ่มและยืดหยุ่น

สำหรับเพคตินชนิดที่มีหมู่เมธอกซิลสูง (high methoxyl, HM) ใช้กับอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำมี pH ระหว่าง 2.0-3.5 และมีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมากกว่า 55 % จึงจะเกิดเจลได้ การใช้เพคตินชนิดนี้ต้องระวังไม่ให้เกิดเจลก่อนถึงเวลาอันควร (premature gelation) ซึ่งจะทำให้เกิดการแตกตัวของเจลภายหลัง และมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้

เพคตินใช้มากในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทแยม ขนมหวาน เบเกอร์รี่ ซอส ผลิตภัณฑ์มะเขือเทศ เครื่องดื่มบางชนิด และผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายเจลลี

ปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต้องพิจารณาจาก

1. ความเข้มข้นของโปรตีนในน้ำนม ถ้าความเข้มข้นของโปรตีนเพิ่มขึ้น ปริมาณสารให้ความคงตัวที่ใช้ก็ต้องเพิ่มขึ้นด้วย และเมื่อความเข้มข้นของโปรตีนต่ำลงปริมาณสารให้ความคงตัวก็ลดลงด้วย แต่จะลดลงถึงระดับหนึ่งที่สารให้ความคงตัวยังสามารถรักษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์

ไว้ได้ (Ingenpass, 1980) เพราะปริมาณสารให้ความคงตัวต้องมากพอที่จะไปจับอยู่บนผิวของมวลโปรตีนและรักษาสภาวะคอลลอยด์ของมวลโปรตีน (casein micelles) ในน้ำนมได้เมื่อ pH ลดลงตามต้องการ

2. ขนาดอนุภาคโปรตีน เนื่องจากความคงตัวของผลิตภัณฑ์นี้ขึ้นอยู่กับปริมาณสารให้ความคงตัวที่ถูกดูดซับบนอนุภาคโปรตีนซึ่งจะแสดงประจุเหมือนกัน ทำให้ต้องใช้สารให้ความคงตัวมากขึ้นเพื่อปกคลุมผิวอนุภาค ส่วนอนุภาคขนาดใหญ่จนเกินไปจะรวมตัวกันตกตะกอน จะแขวนลอยไม่ได้ทำให้ต้องใช้ปริมาณสารให้ความคงตัวมากขึ้นด้วย (The Copenhagen Pectin Factory Ltd, n.d., 1990)

3. ความเป็นกรดของตัวทำละลาย ตัวทำละลายมีความเป็นกรดเพียงเล็กน้อย เช่น น้ำผลไม้ จะทำให้ต้องใช้สารให้ความคงตัวเพิ่มขึ้น เนื่องจากความเป็นกรดในน้ำผลไม้มีผลต่อสมดุลของมวลโปรตีน โดยที่ปกติมวลโปรตีนเมื่อเติมกรด จะมีประจุรวมเป็นบวกเพื่อให้เกิดแรงผลักซึ่งกันและกัน และแขวนลอยอยู่ในสารละลายได้ เมื่อเติมน้ำผลไม้ หรือกรด จะทำให้มวลโปรตีนมีประจุบวกเพิ่มขึ้น เกิดแรงผลักมากขึ้น และมีโอกาสปะทะกันทำให้มวลโปรตีนเกิดการรวมตัวกันใหม่ได้ ผลิตภัณฑ์ก็จะมีความคงตัวลดลง (Ingenpass, 1980)

<u>คุณประโยชน์ของโยเกิร์ต</u>

โยเกิร์ตเตรียมได้จากน้ำนมซึ่ง อาจเป็นหางนม หรือนมที่ปรับแต่งด้วยนมผงขาดมันเนย จึงทำให้โยเกิร์ตมีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับน้ำนม โดยเฉพาะโปรตีนในนม ได้แก่ เคซีน (casein) แลคตัลบูมิน (lactalbumin) แลคโตโกลบูลิน (lactoglobulin) และสารประกอบไนโตรเจนอื่น ๆ ซึ่ง เป็นแหล่งของโปรตีนที่มีคุณภาพดี ดังนั้นผู้ที่บริโภคนมหรือโยเกิร์ตโดยเฉพาะผู้ที่รับประทานอาหารมังสวิรัต (vegetarians) จะได้รับกรดอะมิโนที่จำเป็น (essential amino acid) ซึ่งมีไม่เพียงพอในแหล่งอาหารมังสวิรัตอื่น ๆ เช่น เมล็ดถั่ว ในหลายประเทศที่กำลังพัฒนา การรับประทานอาหารของคนส่วนใหญ่ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย หรือรับประทานอาหารไม่ครบทุกหมู่ การรับประทานนม หรือโยเกิร์ตจึงมีความสำคัญช่วยเสริมธาตุอาหารที่ร่างกายได้รับไม่เพียงพอโดยเฉพาะวิตามิน เอ ถ้าขาดหรือได้รับไม่เพียงพอจะทำให้เป็นโรคตา (eye disorder) ในขณะเดียวกันในนมก็ยังมีวิตามินอื่น ๆ อีกทั้งที่ละลายในไขมันและละลายในน้ำ นอกจากนี้ในโยเกิร์ตมีปริมาณแคลเซียม และฟอสฟอรัส

ในปริมาณสูงซึ่งจะช่วยเสริมการทำงานในร่างกายให้สมดุล โดยเฉพาะในหญิงมีครรภ์ และเด็กในหญิงวัยชรา การรับประทานโยเกิร์ตยังช่วยรักษาโรคกระดูก (osteoporosis) ได้ด้วย (Tamine and Deeth, 1980)

นอกเหนือจากคุณค่าทางอาหารแล้ว ประโยชน์ข้อสำคัญอีกประการของโยเกิร์ตที่ไม่เหมือนกับผลิตภัณฑ์นมอื่นๆ คือ ช่วยลดปัญหาของผู้ที่ไม่สามารถบริโภคน้ำตาลแลคโตสได้ทำให้มีอาการท้องอืด ปวดท้อง และท้องร่วง สาเหตุเกิดจากการขาดเอนไซม์เบต้า-กาแลคโตซิเดส (β-galactosidase) จึงไม่สามารถย่อยน้ำตาลแลคโตสได้ (lactose intolerance หรือ lactose malabsorption) แต่แบคทีเรียที่ใช้ในโยเกิร์ตมีเอนไซม์ชนิดนี้อยู่ อีกทั้งแบคทีเรียในโยเกิร์ตบางส่วนจะยังคงอาศัยอยู่ในลำไส้ เอนไซม์เบต้า-กาแลคโตซิเดส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ผลิตได้ภายในเซล (intracellular enzyme) ส่วนที่มากเกินไปในแบคทีเรียจะถูกปล่อยออกมาทำให้เมื่อรับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำตาลแลคโตส เอนไซม์นี้จะทำการย่อยสลายจึงสามารถรักษาหรือบรรเทาอาการที่กล่าวมาข้างต้นได้ (National Yoghurt Association, 1989)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย