บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

<u>นมผึ้งและการผลิตนมผึ้ง</u>

นมผึ้ง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผึ้งขับออกมาจากต่อม hypopharynge ใกล้ต่อม mandibular ในส่วนหัวของผึ้งงานที่มีอายุ 5-15 วัน ผึ้งในระยะนี้มีชื่อเรียกว่า ผึ้งพยาบาล (nurse bee) มีหน้าที่เลี้ยงดูตัวอ่อนทั้งหมดในรัง ผึ้งพยาบาลจะคายนมผึ้งที่สร้างจากต่อมดังกล่าว ออกมาทางปาก และป้อนให้แก่ตัวอ่อนของผึ้งทุกวรรณะในช่วงแรกเกิดถึง 3 วันเท่านั้น แต่จะป้อนให้ผึ้งนางพญาตั้งแต่ยังมีชีวิตเป็นหนอนตัวอ่อนจนเป็นนางพญาที่สมบูรณ์ไปตลอดชีวิต ซึ่งนานประมาณ 4-5 ปี ใน 5 วันแรกที่หนอนตัวอ่อนของผึ้งนางพญาได้รับนมผึ้ง จะมีความแข็งแรงเป็นพิเศษ สามารถเพิ่มน้ำหนักตัวเองถึง 2,000 เท่าได้ในเวลา 5 วัน และนมผึ้งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผึ้งนางพญามีขนาดโตกว่า มีลักษณะสวยงามกว่า มีอายุยืนกว่าผึ้งงานทั่วๆไปประมาณ 10-20 เท่า ทั้งที่ลักษณะทางด้าน genotype เหมือนกันทุกประการ ที่สำคัญยิ่งกว่านั้นคือ ผึ้งนางพญาสามารถออกไข่ ซึ่งใน 1 วันจะออกได้มากถึง 2,000 ฟอง และออกได้ทุกวันในช่วงที่อาหารอุดมสมบูรณ์ ในขณะที่ผึ้งงานซึ่งเป็นเพศเมียเหมือนกันเป็นหมัน ไม่ได้ทำหน้าที่เป็นแม่รังเหมือนผึ้งนางพญา (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และเพ็ญศรี ตังคณะสิงห์, 2529)

ในประเทศไทยผึ้งจะผลิตนมผึ้งได้เพียงวันละ 1.5-3.3 กรัม/รัง เท่านั้น โดยที่ใน 1 รัง จะมีผึ้งมากกว่า 60,000 ตัว (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และเพ็ญศรี ตังคณะสิงห์, 2529) ผู้เลี้ยงผึ้งจะเก็บนมผึ้งทุกๆ 3 วัน ซึ่งเป็นระยะเวลาที่เก็บนมผึ้งได้ในปริมาณมากที่สุด ปริมาณของนมผึ้งที่ผลิตได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ความหนาแน่นของประชากรผึ้งงาน โดยเฉพาะผึ้งงานที่มีอายุ 5-15 วัน นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับอายุของตัวอ่อน ตัวอ่อนที่มีอายุมากกว่า 3 วันจะกินนมผึ้งมากกว่าตัวอ่อนที่มีอายุน้อยกว่า ทำให้เหลือนมผึ้งที่จะเก็บน้อยลง ในปัจจุบันนมผึ้งที่ผลิตทางการค้าทั่วประเทศไทยมีปริมาณ 150 ตัน/ปี ส่งออกประมาณ 120 ตัน/ปี (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2537) ที่เหลือนำมาบริโภคในประเทศซึ่งส่วนใหญ่จำหน่ายในรูปนมผึ้งสด และนำมาผ่านกระบวนการทำแห้งเยือกแข็งบรรจุแคปซูล

<u>องค์ประกอบของนมผึ้ง</u>

นมผึ้ง มีน้ำเป็นองค์ประกอบ 65-70% ส่วนที่เหลือเป็นของแข็ง ซึ่ง 15-20% เป็นโปรตีนที่อุดมด้วยกรดอะมิโนที่มนุษย์ต้องการถึง 22 ชนิด คาร์โบไฮเดรตในนมผึ้งมี 10-15% ส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลโมเลกุลเล็ก เช่น glucose, fructose ส่วนไขมันมี 1.7-6.0% ซึ่งในจำนวนนี้มีกรดไขมันที่สำคัญ 2 ชนิด ได้แก่ 10-hydroxy-2-decenoic acid, 10-hydroxy-2-decanoic acid ในปริมาณค่อนข้างสูง คือ 31.8% และ 21.6% ของปริมาณไขมันทั้งหมด ตามลำดับ สมบัติที่สำคัญอันหนึ่งของนมผึ้งคือ มีวิตามินบีในปริมาณสูงถึง 8 ชนิด เมื่อเทียบกับอาหารเสริมธรรมชาติทั่วๆไป วิตามินบีที่พบประกอบด้วย panthothenic acid, inositol และ niacin (มีปริมาณ 200, 100 และ 100 ไมโครกรัม/กรัมของนมผึ้งสด ตามลำดับ) ในอัตราที่สูงกว่าวิตามินบีอื่นๆ (thiamine, riboflavin, pyridoxine, biotin และ folic acid) และมีวิตามินเอ ซี และ อี ในปริมาณเล็กน้อย นอกจากนี้ยังมีเถ้า เกสรดอกไม้ เกลือแร่ชนิดต่างๆ เช่น potassium magnesium และสารอื่น ได้แก่ acetylcholine insulin-like peptide glycoprotein ในปริมาณเล็กน้อย (สุภาภรณ์ พงศกร, 2531)

<u>สมบัติทางกายภาพและเคมีของนมผึ้ง</u>

นมผึ้ง เป็นของเหลวที่มีลักษณะเป็นครีมสีขาว ข้นหนืดคล้ายนมข้นหวาน มีกลิ่นเฉพาะ รสเปรี้ยว เผ็ด และหวานเล็กน้อย มีฤทธิ์เป็นกรด (pH ~3.5-4.0) ละลายได้ค่อนข้างดีในสารละลายที่มีสภาพเป็นกลาง และเป็นกรด Takenaka, Yatsunami และ Echigo (1986) รายงานว่า คุณภาพของนมผึ้งเปลี่ยนแปลงได้ง่าย โดยจะเสื่อมลงตามอุณหภูมิ และเวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง นมผึ้งจะเปลี่ยนจากของเหลวสีขาวครีมเป็นสีเหลืองอ่อน และเข้มขึ้นอย่างช้าๆ หลังจากเก็บไว้หลายอาทิตย์ความหนืด และค่าความเป็นกรดจะเพิ่มขึ้น การเก็บนมผึ้งที่ $-18^{o}C$ จะทำให้อายุการเก็บนานขึ้น แต่ไม่สะดวกในการนำมาบริโภค จึงนิยมทำแห้งด้วยกระบวนการทำแห้งเยือกแข็ง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นของแข็ง มีความชื้นไม่เกิน 5% น้ำหนักเบา และเก็บที่อุณหภูมิ $28^{o}C$ ได้นานอย่างน้อย 5 เดือน (พิษณุ นิมาชัยกุล, 2534) โดยที่คุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข(กระทรวงสาธารณสุข, ประกาศฉบับที่ 133 พ.ศ. 2533) Barker, Foster และ Lamb (1959) รายงานว่า กรดไขมันชนิดสำคัญที่มีอยู่มากในนมผึ้ง ได้แก่ 10-hydroxy-2-decenoic acid

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ซึ่งมีในปริมาณ 31.8% ของไขมันทั้งหมด กรดไขมันชนิดนี้พบเฉพาะในนมผึ้งเท่านั้น จึงใช้กำหนดเป็นเอกลักษณ์ของนมผึ้งได้ นอกจากนั้นยังใช้กรดดังกล่าวนี้ในการกำหนดมาตรฐานของนมผึ้ง

Townsend และ Lucas (1940) ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของนมผึ้ง โดยแยกนมผึ้งตามความสามารถในการละลาย และ dialysis เป็น 4 ส่วน คือ ส่วนที่ละลายในอีเธอร์ หรือส่วนไขมัน ส่วนที่ละลายในน้ำ ส่วนของโปรตีนที่ละลายน้ำ และส่วนของโปรตีนที่ไม่ละลายน้ำ องค์ประกอบส่วนที่ละลายในอีเธอร์มีปริมาณ 10-15% ของนมผึ้ง มีลักษณะเป็น semicrystalline solid สีครีม กลิ่นฉุน มีความเป็นกรดสูง และพบกรดไขมันที่มีปริมาณมากที่สุด คือ 10-hydroxy-2-decenoic acid ในส่วนนี้ ต่อมา Butenandt และ Rembold (1957) ยืนยันผลการค้นพบของ Townsend และ Lucas (1940) และระบุว่ากรดไขมันที่พบคือ 10-hydroxy-2-decenoic acid

ในปี ค.ศ. 1959 Barker et al. ศึกษาโครงสร้างของ 10-hydroxy-2-decenoic acid โดยใช้ nuclear magnetic resonance spectroscopy ทำให้ทราบว่า โครงสร้างเป็นแบบ trans-configuration มีสูตรโครงสร้าง $HO-CH_2-(CH_2)_6-$ $-CH=CH-COOH$ มีจุดหลอมเหลวที่ 52^{o}C สารดังกล่าวนี้เป็นองค์ประกอบประมาณ 70% ของส่วนที่ละลายในอีเธอร์ เมื่อทำ hydrogenation ของกรดไขมันนี้โดยมี platinum เป็นสารเร่งปฏิกิริยาจะได้ 10-hydroxy-2-decanoic acid ซึ่งมีจุดหลอมเหลวที่ 70^{o}C และเมื่อทำปฏิกิริยา oxidation ต่อ โดยใช้ permanganate จะได้ sebacic acid แต่ถ้าเกิด oxidation ของ 10-hydroxy-2-decenoic acid จากปฏิกิริยาของ permanganate โดยตรงจะได้ suberic acid สารประกอบในรูป trans-configuration ของ 10-hydroxy -2-decenoic acid และ 10-hydroxy-2-decanoic acid ดูดกลืนแสง infrared ในช่วงใกล้กัน คือ 987 และ 981 เซนติเมตร$^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนโครงสร้างที่เป็นแบบ cis-configuration ดูดกลืนแสงในช่วง 675 และ 725 เซนติเมตร$^{-1}$ ตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 1959 Callow, Jonhston และ Simpson ทดลองสกัดสารที่มีอยู่ในต่อมน้ำลายของผึ้งงานด้วยสารละลาย sodium bicarbonate และตกตะกอนด้วยกรด จากนั้นนำผลึกของสารมาตรวจสอบการดูดกลืนแสง infrared อัตราการเคลื่อนที่บน paper chromatography และนำมาฉายแสง X-ray เปรียบเทียบกับ 10-hydroxy-2-decenoic acid และสรุปว่าสารที่สกัดจากต่อมน้ำลายของผึ้งงานเป็นสารชนิดเดียวกับ 10-hydroxy-2

-decenoic acid และต่อมาพบว่า นอกจากต่อมน้ำลายแล้ว กรดไขมันชนิดนี้ยังสร้างได้จากต่อม hypopharynge ซึ่งเป็นต่อมที่อยู่ใกล้กับต่อมน้ำลายอีกด้วย

<u>มาตรฐานของนมผึ้ง</u>

กระทรวงสาธารณสุขได้ประกาศกำหนดมาตรฐานของนมผึ้ง ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 133 (พ.ศ. 2533) โดยความร่วมมือระหว่างเกษตรกรผู้ผลิตนมผึ้ง ภาคเอกชนผู้ลงทุนรวบรวมนมผึ้งส่งตลาดทั้งในและต่างประเทศ และส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมาตรฐานดังกล่าว มีค่าใกล้เคียงกับมาตรฐานของนมผึ้งที่ใช้เป็นอาหาร ของประเทศญี่ปุ่น (National Royal Jelly Fair Trade Conference, 1980) รายละเอียดมี ดังนี้

<u>ความชื้น</u> มาตรฐานความชื้นในนมผึ้งสดของประเทศไทยไม่ได้กำหนด ส่วนของญี่ปุ่นกำหนดอยู่ระหว่าง 62.5 ถึง 68.5% มาตรฐานความชื้นในนมผึ้งแห้งของประเทศไทยและญี่ปุ่นกำหนดปริมาณเท่ากัน คือ ไม่เกิน 5% และมาตรฐานความชื้นในผลิตภัณฑ์นมผึ้งทั้ง 2 ประเทศไม่ได้กำหนดไว้

<u>โปรตีน</u> มาตรฐานปริมาณโปรตีนในนมผึ้งสดของประเทศไทยกำหนดไม่ต่ำกว่า 11.0% ส่วนของญี่ปุ่นกำหนดอยู่ระหว่าง 11.0 ถึง 14.5% และมาตรฐานปริมาณโปรตีนในนมผึ้งแห้งของประเทศไทยกำหนดไม่ต่ำกว่า 30.0% ส่วนของญี่ปุ่นกำหนดอยู่ระหว่าง 30.0 ถึง 41.0% มาตรฐานปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมผึ้งทั้ง 2 ประเทศไม่ได้กำหนดไว้

<u>ความเป็นกรด</u> มาตรฐานความเป็นกรดในนมผึ้งสดของประเทศญี่ปุ่นกำหนดอยู่ระหว่าง 32.0 ถึง 53.0 มิลลิลิตรของ 0.1 N sodium hydroxide/นมผึ้ง 100 กรัม ส่วนของประเทศไทยไม่ได้กำหนด และมาตรฐานความเป็นกรดในนมผึ้งแห้งและผลิตภัณฑ์นมผึ้งทั้ง 2 ประเทศไม่ได้กำหนดไว้

<u>10-hydroxy-2-decenoic acid</u> มาตรฐาน 10-hydroxy-2-decenoic acid ในนมผึ้งสดของประเทศไทยกำหนดไม่ต่ำกว่า 1.5% ส่วนของญี่ปุ่นกำหนดไม่ต่ำกว่า 1.4% สำหรับในนมผึ้งแห้ง ประเทศไทย และญี่ปุ่นกำหนดเท่ากัน คือ ไม่ต่ำกว่า 3.5% และในผลิตภัณฑ์นมผึ้ง ทั้ง 2 ประเทศกำหนดเท่ากัน คือ ไม่ต่ำกว่า 0.16%

<u>รูปแบบของนมผึ้งและผลิตภัณฑ์ผสมนมผึ้งที่มีการผลิตทางการค้า</u>

ในท้องตลาดปัจจุบัน นมผึ้งที่จำหน่ายมีอยู่หลายรูปแบบ ได้แก่

<u>นมผึ้งสด</u> ใช้บริโภคสด หรือนำมาผสมน้ำผึ้งก่อนบริโภค ปกติรับประทานวันละ 2 ครั้ง เวลาเช้า และเย็นหลังอาหาร ครั้งละ 1 ช้อนโต๊ะ การเก็บรักษา ถ้าบรรจุใน ภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท เก็บในตู้แช่แข็ง (อุณหภูมิ −18°C) จะมีอายุการเก็บนานถึง 3 ปี โดยที่คุณภาพไม่เปลี่ยนแปลง (ฝ่ายวิชาการ ธนาคารกสิกรไทย, 2533) นมผึ้งสดจะคงคุณภาพดีกว่าผลิตภัณฑ์นมผึ้งชนิดอื่น เพราะไม่ได้ผ่านกระบวนการแปรรูปใดๆ แต่ต้องเก็บรักษาในสภาพแช่แข็งเท่านั้น

<u>นมผึ้งบรรจุในแคปซูล</u> ประกอบด้วยนมผึ้งสดที่ผ่านการทำแห้งเยือกแข็ง ผสมกับผงแลคโตส โดยทั่วไปบรรจุขนาดเม็ดละ 100-500 มิลลิกรัม ควรรับประทานวันละ 2 แคปซูล เวลาเช้าและเย็นหลังอาหาร การเก็บรักษา ถ้าเก็บในที่แห้ง อุณหภูมิห้อง จะมีอายุการเก็บประมาณ 1 ปี แต่ถ้าเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็น จะเก็บได้นานมากกว่า 1 ปี ผลิตภัณฑ์นมผึ้งชนิดนี้มีน้ำหนักเบา สะดวกทั้งการใช้งานและการเก็บรักษา แต่คุณภาพจะด้อยกว่านมผึ้งสด เนื่องจากผ่านกระบวนการทำแห้งเยือกแข็ง จึงทำให้สมบัติทางเคมี และกายภาพของนมผึ้งเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม (ฝ่ายวิชาการ บริษัท ควีนลิพวิ่งโปรดักส์ จำกัด, 2535)

<u>นมผึ้งผสมน้ำผึ้งบรรจุหลอดแก้วสีชา</u> ผลิตภัณฑ์บรรจุภายใต้บรรยากาศก๊าซไนโตรเจน วิธีรับประทานเช่นเดียวกับนมผึ้งสด คือ วันละ 2 ครั้ง เวลาเช้าและเย็นหลังอาหาร ครั้งละ 1 หลอด การเก็บรักษาแนะนำให้เก็บในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4-10°C) จะมีอายุการเก็บนานมากกว่า 1 ปี แต่ถ้าเก็บที่อุณหภูมิห้อง อายุการเก็บลดลงเหลือประมาณ 6 เดือน ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้สะดวกในการใช้งานและเก็บรักษา มีกลิ่นหอมและรสชาติดี แต่คุณภาพจะด้อยกว่านมผึ้งสด เนื่องจากผ่านการให้ความร้อนเพื่อพาสเจอร์ไรซ์ จึงทำให้สมบัติทางเคมี และกายภาพเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม (ฝ่ายวิชาการ ธนาคารกสิกรไทย, 2533)

<u>นมผึ้งผสมเครื่องสำอาง</u> ในสหรัฐอเมริกาใช้นมผึ้ง 100-200 มิลลิกรัม ผสมครีมหนัก 30 กรัม ในยุโรปใช้นมผึ้ง 50-1000 มิลลิกรัม ผสมครีมหนัก 100 กรัม ส่วนในฝรั่งเศสใช้นมผึ้ง 20-100 มิลลิกรัม ผสมครีมหนัก 100 กรัม (ฝ่ายวิชาการ ธนาคารกสิกรไทย, 2533) ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ส่วนใหญ่ มีการผสมสารเคมีเพื่อช่วยในการเก็บถนอม จึงมีอายุการเก็บที่อุณหภูมิห้องนานมากกว่า 1 ปี วิธีใช้เช่นเดียวกับเครื่องสำอางทั่วไป โดยขึ้นกับประเภทของผลิตภัณฑ์ เช่น ครีมรักษาผิวหน้า ครีมบำรุงผิวทั่วไป ครีมรักษาสิว เป็นต้น (ฝ่ายวิชาการ บริษัท ควีนลิพวิ่งโปรดักส์ จำกัด, 2535)

<u>ประโยชน์ของนมผึ้ง</u>

จากประโยชน์ของนมผึ้งต่อผึ้ง ทำให้มนุษย์มีความสนใจในผลิตภัณฑ์นี้ จึงได้มีการศึกษาวิจัยถึงประโยชน์ของนมผึ้งที่อาจมีได้ต่อมนุษย์ พบว่า มีประโยชน์ทางการแพทย์ และเภสัชวิทยา มีรายงานว่า การบริโภคนมผึ้งมีผลในการเพิ่มภูมิคุ้มกันโรคให้กับร่างกาย กระตุ้นเนื้อเยื่อให้เจริญเติบโต กระตุ้นการทำงานของต่อมไร้ท่อที่มีหน้าที่ปรับความสมดุลของร่างกาย จึงทำให้ร่างกายฟื้นคืนสมรรถนะ และทำงานได้อย่างปกติ ช่วยให้เลือดไหลเวียนไปยังเนื้อเยื่อต่างๆดีขึ้น เสริมระบบประสาทและช่วยให้อาการทางประสาทดีขึ้น ลดไขมันในเส้นเลือดและไขมันที่อุดตันในเส้นเลือด (Kushima, 1985) จากที่กล่าวมาทำให้มีผู้นิยมบริโภคนมผึ้งกันมาก โดยเฉพาะในกลุ่มผู้สูงอายุที่มีอาการประสาทอ่อนเพลีย สุขภาพทรุดโทรม เบื่ออาหาร หรือเด็กที่อยู่ในภาวะขาดอาหาร (malnutrition) นอกจากใช้กับผู้สูงอายุและเด็กขาดอาหารแล้ว นมผึ้งยังใช้ได้กับคนทุกเพศทุกวัยด้วย (Kushima, 1985) ได้มีผู้วิจัยและสรุปสรรพคุณทางยาของนมผึ้งไว้ 2 รูปแบบ คือ ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย และ ยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็ง ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้ คือ

<u>ผลในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย</u> McCleskey และ Melampy (1939) รายงานว่า นมผึ้งและองค์ประกอบของนมผึ้งที่ละลายได้ใน acetone หรือ alcohol เป็นส่วน nonsaponifiable และมีกรดไขมันเป็นองค์ประกอบในปริมาณมาก มีผลยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียบางชนิดได้ ต่อมา Abbott และ French (1957) ได้ศึกษาต่อและเสนอว่ากรดไขมันที่มีอยู่ในนมผึ้งป้องกันการปนเปื้อนจากแบคทีเรีย และราได้ Butenandt และ Rembold (1957) รายงานว่า สมบัติการเป็น antibiotic ของนมผึ้ง เป็นผลมาจากกรดไขมัน 10-hydroxy-2-decenoic acid เพียงอย่างเดียวเท่านั้น Blum, Naovak และ Taber (1959) ศึกษาสมบัติการเป็น antibiotic ของ 10-hydroxy-2-decenoic acid โดยทดสอบกับเชื้อ <u>Escherichia coli</u> และ <u>Micrococcus pyogenes</u> เปรียบเทียบกับ chlortetracycline และ penicillin ด้วยวิธี paper disc พบว่า 10-hydroxy-2-decenoic acid มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของ <u>M. pyogenes</u> น้อยกว่าหนึ่งในสี่ของ penicillin และยับยั้งการเจริญของ <u>E. coli</u> ได้น้อยกว่าหนึ่งในห้าของ chlortetracycline เช่นเดียวกันในปี ค.ศ. 1959 Barker et al. รายงานว่า 10-hydroxy-2-decenoic acid มีผลยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย และรา ชนิด <u>Streptococcus pyogenes</u> และ <u>Tricophyton rubrum</u> ตามลำดับ Yatsunami

และ Echigo (1985) ศึกษาสมบัติการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียโดยสารต่างๆที่สกัดจากนมผึ้ง เขาใช้แบคทีเรีย 3 ชนิด ได้แก่ <u>Bacillus</u> <u>subtilis</u> Marburg 168, <u>Staphylococcus</u> <u>aureus</u> FDA-209P และ <u>E</u>. <u>coli</u> K-12 W3110 ใช้วิธี paper disc พบว่า ส่วนที่ละลายในอีเธอร์ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียดีกว่าส่วนที่ไม่ละลายในอีเธอร์ สำหรับส่วนที่เป็นโปรตีน และ non-dialysable มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียต่ำ ส่วนที่ละลายในอีเธอร์ซึ่งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้ดีกว่ามี 10-hydroxy-2-decenoic acid เป็นองค์ประกอบสำคัญ แต่ถ้าทำให้กรดไขมันนี้อยู่ในสภาพเป็นกลาง เป็นด่าง หรืออยู่ในรูปเกลือจะสูญเสียประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียไป (Barker, Foster and Lamb, 1962) ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียสูงสุดเมื่อเก็บนมผึ้งไว้ที่อุณหภูมิ -18°C ไม่เกิน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นประสิทธิภาพจะค่อยๆลดลง และคงที่ในที่สุด นมผึ้งที่เก็บที่อุณหภูมิแช่เย็น (0-2°C) และอุณหภูมิแช่แข็ง (-18°C) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียดีกว่านมผึ้งที่เก็บที่ 25°C และ 37°C (ตรีทิพย์ เชี่ยวชาญวิทย์, 2529) พิษณุ นิมาชัยกุล (2534) ศึกษาประสิทธิภาพของนมผึ้งแช่แข็ง และนมผึ้งทำแห้งเยือกแข็งในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย 5 ชนิด คือ <u>B</u>. <u>subtilis</u> TISTR 8, <u>S</u>. <u>aureus</u> TISTR 118, <u>E</u>. <u>coli</u> TISTR 371, <u>L</u>. <u>bulgaricus</u> TISTR 451 และ <u>L</u>. <u>plantarum</u> TISTR 541 ประเมินผลโดยใช้ค่าปริมาณความเข้มข้นต่ำสุดของนมผึ้งที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้ พบว่า นมผึ้งทั้ง 2 ชนิดนี้ สามารถยับยั้งการเจริญของ <u>B</u>. <u>subtilis</u>, <u>S</u>. <u>aureus</u> และ <u>E</u>. <u>coli</u> ได้เท่านั้น นอกจากนี้ พบว่า นมผึ้งแช่แข็งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้ดีกว่านมผึ้งทำแห้งเยือกแข็งที่น้ำหนักแห้งเท่ากัน

<u>ผลในการยังยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็ง</u> Townsend, Morgan และ Hazlett (1959) ศึกษาผลของนมผึ้ง และ 10-hydroxy-2-decenoic acid ในการยับยั้งการขยายตัวของเซลล์เม็ดเลือดขาว (transplantable leukaemia cell, AKR) และเซลล์มะเร็งต่อมน้ำเหลือง (ascites tumor cell, 6C3 HED lymphosarcoma cell) ในหนูอายุ 5-6 สัปดาห์ ที่ช่วง pH ต่างๆ พบว่า นมผึ้ง 30 มิลลิกรัม และ 10-hydroxy-2-decenoic acid 1.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ยับยั้งการขยายตัวของเซลล์เม็ดเลือดขาวได้ดี ในช่วง pH ต่ำกว่า 6.0 และนมผึ้ง 100 มิลลิกรัม กับ 10-hydroxy-2-decenoic acid 1.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ยับยั้งการขยายตัวของเซลล์มะเร็งต่อมน้ำเหลืองได้ดีในช่วง pH ต่ำกว่า 6.0 หนูที่

ได้รับนมผึ้ง และ 10-hydroxy-2-decenoic acid ในปริมาณดังกล่าว มีชีวิตนานกว่า 6 เดือน ขณะที่หนูซึ่งไม่ได้รับสารทั้ง 2 ชนิด มีชีวิตอยู่เพียง 12-54 วันเท่านั้น ต่อมา Townsend et al. (1960) ศึกษาต่อถึงผลของ 10-hydroxy-2-decenoic acid ต่อการยับยั้งการขยายตัวของเซลล์มะเร็งชนิดต่างๆ และรายงานว่า 10-hydroxy-2-decenoic acid มีผลในการยับยั้งการขยายตัวของเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวและเซลล์มะเร็งต่อมน้ำเหลืองได้อย่างสมบูรณ์ ที่ระดับ 1.5 และ 1.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และ pH ที่เหมาะสมต่ำกว่า 5.6 และ ต่ำกว่า 4.5 ตามลำดับ และยังสามารถยับยั้งการขยายตัวของเซลล์มะเร็งเต้านม (TA3 mammary carcinoma cell) ได้อย่างสมบูรณ์ที่ระดับ 2.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

นอกเหนือจากประโยชน์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และการขยายตัวของเซลล์มะเร็งแล้ว ยังมีรายงานถึงสรรพคุณของนมผึ้งในด้านอื่นๆอีก ดังนี้คือ Kramer et al. (1977) รายงานว่า insulin-like peptides ในนมผึ้ง ซึ่งมีโครงสร้างเหมือน insect insulin และ vertebrate insulin ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด Shinoda et al. (1978) รายงานว่า acetylcholine ในนมผึ้ง มีฤทธิ์ขยายเส้นเลือด จึงช่วยลดความดันเลือดได้ นอกจากนี้ฮอร์โมนเพศชาย (testosterone) ในนมผึ้งช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพทางเพศ sebacic acid มีฤทธิ์ต้านการเจริญของเชื้อราที่ผิวหนัง และ glycoprotein ช่วยให้ผิวหนังสดใส มีความยืดหยุ่น ไร้สิวฝ้า จึงนำมาใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง ครีมรักษาสิว ครีมบำรุงผิว

น้ำผลไม้

น้ำผลไม้ เป็นของเหลวที่สกัดได้จากผลไม้ส่วนที่บริโภคได้ อาจจะสกัดโดยวิธีบีบคั้นหรือวิธีเชิงกลอื่นๆ โดยทั่วไปน้ำผลไม้ที่ได้มักขุ่น มีองค์ประกอบของเซลล์ที่เป็น colloids กระจายอยู่แตกต่างกันออกไปตามลักษณะเนื้อเยื่อของผลไม้นั้น นอกจากนี้อาจมีส่วนที่เป็นน้ำมันหรือไขมัน และเม็ดสีจากรงควัตถุต่างๆ น้ำผลไม้บางชนิดจะบริโภคในลักษณะขุ่นตามธรรมชาติ แต่บางชนิดบริโภคหลังผ่านกระบวนการทำให้ใสแล้ว น้ำผลไม้แบ่งได้เป็นประเภทใหญ่ๆ ดังนี้คือ

<u>น้ำผลไม้พร้อมดื่ม</u> เป็นของเหลวที่ได้จากผลไม้สุก นำมาผ่านความร้อน น้ำผลไม้ที่ได้นี้ต้องไม่มีลักษณะการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ แต่ถ้านำไปหมักก็อาจเกิดแอลกอฮอล์ขึ้นได้ น้ำผลไม้พร้อมดื่มอาจจะมีการเติมกรด หรือน้ำตาลลงไปเล็กน้อย เพื่อปรับองค์ประกอบให้เหมาะ

สมต่อการบริโภค นอกจากนั้นยังอาจหมายถึงน้ำผลไม้ที่ได้จากการนำน้ำผลไม้เข้มข้นมาเจือจางด้วยน้ำตามข้อกำหนดให้มีองค์ประกอบสำคัญใกล้เคียงกับน้ำผลไม้สด แต่ทั้งนี้หากทำมาจากน้ำผลไม้เข้มข้นจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดเฉพาะของมาตรฐานอุตสาหกรรมว่าด้วยน้ำผลไม้ชนิดนั้นๆ (อมร ภูมิรัตน, 2523)

<u>น้ำผลไม้เข้มข้น</u> เป็นน้ำผลไม้ที่สะอาด ไม่มีลักษณะการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ แต่ถ้านำไปหมักก็อาจเกิดแอลกอฮอล์ได้ น้ำผลไม้เข้มข้นทำมาจากผลไม้สุก สะอาด ที่ผ่านกรรมวิธีสกัดส่วนของเหลวออกจากผลไม้ หลังการระเหยน้ำเพื่อทำเป็นน้ำผลไม้เข้มข้น มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ไม่ต่ำกว่า 2 เท่าของที่มีอยู่ในน้ำผลไม้ตั้งต้น น้ำผลไม้เข้มข้นมีได้ทั้งใสและขุ่นหลังกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน จะเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็ง (-10 ถึง -23°C) ได้เป็นเวลานานมากกว่า 1 ปี (Cruess, 1958)

<u>น้ำผลไม้ดัดแปลง</u> เป็นน้ำผลไม้หรือเนื้อผลไม้ที่สะอาด ไม่มีลักษณะการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ แต่เมื่อนำไปหมักก็อาจเกิดแอลกอฮอล์ได้ โดยทั่วไปทำมาจากผลไม้ที่มีรสเด่นเพียงรสเดียว เช่น เปรี้ยวจัด หวานจัด หรือมีกลิ่นรุนแรง มีน้ำน้อยหรือมีเนื้อมาก นำมาปรุงแต่งโดยเติมน้ำและสารประกอบอื่นๆให้เหมาะสมสำหรับการดื่มยิ่งขึ้น แต่ต้องมีส่วนประกอบที่ได้จากผลไม้ในปริมาณไม่น้อยกว่า 30% มีความเข้มข้นเท่ากับน้ำผลไม้พร้อมดื่ม หรือเท่ากับน้ำผลไม้เข้มข้นก็ได้ และต้องเก็บถนอมโดยผ่านกรรมวิธีให้ความร้อน น้ำผลไม้ประเภทนี้ได้แก่ nectar, squash, cordial และน้ำเชื่อมผลไม้ต่างๆ (Nelson and Tressler, 1980)

ในการผลิตน้ำผลไม้นอกจากใช้ผลไม้เพียงชนิดเดียวแล้ว ยังอาจนำน้ำผลไม้มากกว่าหนึ่งชนิดมาผสมเข้าด้วยกันในอัตราส่วนที่เหมาะสม เพื่อให้ได้น้ำผลไม้ที่มีกลิ่น รสชาติ ตลอดจนลักษณะปรากฏที่แตกต่างกันออกไป การทำน้ำผลไม้ควรใช้ผลไม้ที่มีกลิ่นรสไม่เป็นที่นิยมหรือผลไม้ที่หายาก ผสมกับผลไม้ที่มีกลิ่นรสดี หาได้ง่าย และเป็นที่รู้จักกันดี ในต่างประเทศมีการผลิตน้ำผลไม้ผสมในระดับอุตสาหกรรมมานานแล้ว โดยใช้ผลไม้พื้นเมืองหรือผลไม้ที่มีมากในประเทศนั้นเป็นหลัก (Huor et al., 1980) ส่วนในประเทศไทยก็ได้มีการผลิตน้ำผลไม้ผสม โดยใช้ผลไม้พื้นเมืองที่มีมากในประเทศพบว่า น้ำสับปะรดมีความเหมาะสมมากในการนำไปผสมกับน้ำผลไม้ชนิดอื่น เช่น น้ำมะนาว น้ำส้มเขียวหวาน น้ำฝรั่ง และน้ำมะละกอ (สันทัด ชีวเรืองโรจน์, 2522; บัญชา อารีพงษ์, 2523) โดยผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีลักษณะดี และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนั้นการผสมน้ำแตงโมกับน้ำลูกหว้า หรือน้ำฝรั่งกับน้ำมะยม ในอัตราส่วนที่เหมาะสม และมีการปรุงแต่งรสชาติด้วยน้ำตาลและกรด ก็จะได้น้ำผลไม้ที่มีรสชาติและคุณภาพดี

เช่นกัน (จิตรา ปรัชญากร, 2508; บัญชา อารีพงษ์, 2523)

<u>กระบวนการผลิตน้ำผลไม้</u>

กระบวนการผลิตน้ำผลไม้ ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ได้แก่ การคัดเลือกผลไม้ การล้าง การสกัดน้ำผลไม้ การทำให้น้ำผลไม้ใส การรักษาความขุ่นของน้ำผลไม้ การไล่อากาศ การให้ความร้อน การทำให้เข้มข้น หรือการใช้สารเจือปนเพื่อเก็บถนอม และการบรรจุ (Cruess, 1958)

<u>การคัดเลือกผลไม้</u> มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้น้ำผลไม้ที่มีคุณภาพสูง มีความสม่ำเสมอในด้านสี กลิ่น และรสชาติ หลักเกณฑ์สำคัญที่ใช้คือ คัดเลือกผลไม้ที่มีความสุกพอดี หรือมีระยะการสุกเท่าๆกัน เกณฑ์ที่ใช้วัด ได้แก่ ขนาดของผลไม้ ความถ่วงจำเพาะของผลไม้ ลักษณะรูปร่างของผลไม้ และสมบัติการยอมให้แสงผ่าน การคัดเลือกตามขนาดของผลไม้ อาจใช้น้ำหนักหรือตะแกรงที่ออกแบบต่างๆกันเป็นเกณฑ์ ตะแกรงที่นิยมใช้ ได้แก่ ตะแกรงราบ และตะแกรงรูปทรงกระบอก (Brennan, Butters and Cowell, 1976) ซึ่งคัดขนาดโดยการปรับช่องเปิดต่างๆกัน เครื่องลักษณะนี้ได้แก่ เครื่องคัดแบบลูกกลิ้ง เครื่องคัดแบบเส้นเชือก หรือเคเบิล เครื่องคัดแบบสายพาน และเครื่องคัดแบบสายพานและลูกกลิ้ง (Brennen et al., 1976) Smith (1980) เสนอวิธีการคัดเลือกสับปะรดตามความสุกโดยใช้ค่าความถ่วงจำเพาะ และอธิบายว่า วิธีนี้ให้ผลแน่นอนกว่าการคัดเลือกโดยดูสีของเปลือก และทำโดยปล่อยสับปะรดให้ลอยในน้ำที่บรรจุในถังขนาด 200 ลิตร พวกที่ลอยได้จะเป็นผลที่ค่อนข้างดิบ มีรสเปรี้ยวแต่มีความกรอบ พวกที่จมน้ำจะนำไปลอยในถังน้ำเกลือเข้มข้น 4% ผลที่ลอยได้จัดเป็นพวกที่สุกพอดี ส่วนพวกที่จมเป็นพวกที่สุกงอม สำหรับการคัดเลือกตามลักษณะของรูปร่าง เครื่องคัดเลือกที่ใช้เป็นแบบจาน หรือแบบทรงกระบอก (Brennan et al., 1976) การคัดเลือกโดยอาศัยสมบัติการยอมให้แสงผ่าน ใช้หลักการซึ่งเป็นสมบัติที่แตกต่างกันในการสะท้อนแสง และการยอมให้แสงผ่านของผลไม้ ผลไม้ที่มีสีหรือความแววววาวต่างกันจะมีสมบัติในการสะท้อนแสงแตกต่างกัน ทำให้สามารถแยกผลไม้ได้ตามความแก่-อ่อน และแยกพวกที่มีตำหนิที่ผิวหน้า ได้แก่ รอยช้ำ หรือรอยแมลงกัด การแยกวิธีนี้ใช้การตรวจสอบด้วยสายตาของคน โดยเปรียบเทียบกับแผ่นสีมาตรฐาน หรือใช้เครื่องคัดแยกอิเลคโทรนิค (electronic sorting) ซึ่งวัดความเข้มของแสงที่สะท้อนจากผลไม้ในรูปของกระแสไฟฟ้า เปรียบเทียบกับสัญญาณมาตรฐานที่ตั้งไว้ ทำให้แยกผลไม้ที่มี

สมบัติการสะท้อนแสงแตกต่างจากมาตรฐานออกไปได้ (Brennan et al., 1976) การคัดเลือกโดยอาศัยสมบัติการยอมให้แสงผ่าน ทำให้ระบุสมบัติภายในของเนื้อผลไม้ ได้แก่ ความสุก รอยช้ำ หรือตำหนิได้

<u>การล้างผลไม้</u> มีวัตถุประสงค์เพื่อกำจัด หรือลดสิ่งบนเปื้อน ได้แก่ ฝุ่นละออง สิ่งสกปรก ยาฆ่าแมลง รวมทั้งจุลินทรีย์ วิธีล้างขึ้นกับลักษณะของผลไม้ และลักษณะของสิ่งบนเปื้อน อาจใช้วิธีเดียวหรือหลายวิธีร่วมกัน วิธีล้างทั่วไปที่ใช้ในกระบวนการผลิต ได้แก่ การแช่ การล้างด้วยน้ำแบบพ่นฝอย การล้างในเครื่องล้างแบบลอยตัว (floatation washer) และ การล้างด้วยน้ำเคลื่อนไหว การแช่ เป็นวิธีที่ทำได้ง่ายแต่มีประสิทธิภาพต่ำ ใช้เป็นการล้างขั้นต้นของผลไม้ที่สกปรกมาก การล้างวิธีนี้เพิ่มประสิทธิภาพได้โดยการขัดถูด้วยแปรงขณะแช่ การใช้น้ำอุ่นหรือเติมสารเคมีในน้ำที่ใช้แช่ (Woodroof and Luh, 1975) การล้างด้วยน้ำแบบพ่นฝอย เป็นวิธีที่นิยมใช้ ประสิทธิภาพขึ้นกับแรงดันของน้ำที่ใช้ ปริมาณน้ำ อุณหภูมิน้ำ ระยะห่างระหว่างหัวฉีดน้ำและผลไม้ ระยะเวลาที่ผลไม้สัมผัสน้ำพ่นฝอย ลักษณะของเครื่องล้างแบบนี้ได้แก่ เครื่องพ่นล้างแบบถัง (spray drum washer) ลักษณะเป็นถังทรงกระบอกที่ทำจากแท่งโลหะมีช่องเปิดให้สิ่งสกปรกหลุดออกไปได้ แต่ผลไม้ผ่านไม่ได้ ถังเอียงทำมุมกับแนวราบเล็กน้อย และหมุนอย่างช้าๆ ผลไม้จึงหมุนกลิ้งและทำให้ทุกส่วนสัมผัสกับน้ำจากหัวฉีดที่แกนกลางของถัง (Brennan et al., 1976) เครื่องพ่นล้างแบบสายพาน (Spray belt washer) มีลักษณะเป็นสายพานโปร่งที่มีหัวฉีดน้ำทั้งด้านบนและล่าง หรือเป็นสายพานแบบลูกกลิ้งที่นำผลไม้ผ่านใต้ละอองน้ำที่ฉีดออกมาด้วยแรงดัน 100 ปอนด์/ตารางนิ้ว (Brennan et al., 1976) การล้างในเครื่องล้างแบบลอยตัว อาศัยหลักความแตกต่างในการลอยตัวระหว่างผลไม้กับสิ่งบนเปื้อน (Duckworth, 1966) และสุดท้ายวิธีล้างด้วยน้ำเคลื่อนไหว การล้างจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นถ้าขณะล้างทำให้น้ำเกิดการเคลื่อนไหวโดยการติดใบพัด ใช้อากาศอัดเข้าไปในถังแช่ หรือใช้คลื่นความถี่สูง (ultrasonic) คลื่นความถี่ที่ใช้ตั้งแต่ 20-100 กิโลเฮิร์ทซ์ ซึ่งจะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของผลไม้ที่แช่ในน้ำ ทำให้สิ่งบนเปื้อนหลุดออกได้ (Woodroof and Luh, 1975)

<u>การสกัดน้ำผลไม้</u> ผลไม้มีน้ำเป็นองค์ประกอบค่อนข้างมาก น้ำที่อยู่ในผลไม้เป็นตัวทำละลายของสารอาหารหลายประเภทได้แก่ น้ำตาล กรด และเกลือชนิดต่างๆ เมื่อมีการสกัดน้ำผลไม้ สารอาหารเหล่านี้จะถูกสกัดออกมาพร้อมกับสารให้กลิ่นรสที่ละลายอยู่ ผลไม้แต่ละชนิดใช้กรรมวิธีการสกัดแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้าง ตำแหน่งและลักษณะของเนื้อเยื่อ

ที่มีน้ำผลไม้อยู่ รวมทั้งลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ น้ำผลไม้บางอย่างมีลักษณะใส บางอย่างขุ่น การสกัดน้ำผลไม้ ประกอบด้วยกระบวนการต่อเนื่อง 2 กระบวนการ ได้แก่ การตีป่น (crushing) และการคั้น (pressing) (Cruess, 1958)

การตีป่น เป็นการทำให้ผลไม้มีขนาดเล็กลง เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสำหรับการสกัด ผลไม้ที่ผ่านการตีป่นแล้วประกอบด้วยส่วนที่เป็นของเหลว และเนื้อผลไม้ หลังการตีป่นสารอาหาร และสารให้กลิ่นรสที่ละลายน้ำได้ในเนื้อผลไม้จะออกมาอยู่ในส่วนที่เป็นของเหลว การตีป่นทำได้หลายวิธี ได้แก่ การสับด้วยเครื่องสับขนาดเล็ก (blender) การตีป่นด้วยเครื่องสับขนาดใหญ่ที่เรียกว่า hammer mill ซึ่งนิยมใช้กับผลไม้ที่มีเนื้อมาก เช่น apple สับปะรด ลักษณะของเครื่องประกอบด้วยแผ่นโลหะวงกลมซึ่งมีใบมีดติดอยู่บนผิว และแท่งโลหะที่มีลักษณะคล้ายฆ้อน เรียงตัวสลับและขนานกันเป็นรูปทรงกระบอกบนแกนโลหะที่หมุนได้ และมีชุดใบมีดโลหะที่มีลักษณะเป็นลอนคลื่น (curved flute) ติดตั้งอยู่เหนือและขนานกับแผ่นโลหะที่เรียงเป็นรูปทรงกระบอก หลักการทำงานคือ ใบมีดที่ติดบนผิวแผ่นโลหะและชุดใบมีดที่มีลักษณะเป็นลอนคลื่นจะสับผลไม้ออกเป็นชิ้นเล็กๆ ขณะเดียวกันแท่งโลหะที่มีลักษณะคล้ายฆ้อน จะทำหน้าที่ตีชิ้นเนื้อผลไม้ให้ละเอียดมากขึ้น hammer mill มีทั้งชนิดแบบตั้ง และแบบนอน (Cruess, 1958) ขนาดชิ้นเนื้อผลไม้จากการตีป่นต้องเหมาะสมกับชนิดของผลไม้ เพื่อให้ได้น้ำผลไม้ที่มีลักษณะดีที่สุดและปริมาณมากที่สุด

การคั้น หลังจากตีป่นแล้วคั้นส่วนที่เป็นน้ำแยกออกจากส่วนเนื้อ อุปกรณ์ที่ใช้ในการคั้นน้ำผลไม้มีหลักในการทำงานเหมือนกัน คือ ใช้แรงกดทับ หรือใช้แรงกดอัดแบบ hydraulic กับเนื้อผลไม้ตีป่น เพื่อบีบคั้นให้ส่วนที่เป็นของเหลวแยกออกจากเนื้อผลไม้ เครื่องคั้นมีอยู่หลายประเภท มีชื่อเรียกต่างกันตามภาชนะที่ใช้บรรจุเนื้อผลไม้ตีป่น และแรงกดอัดที่ใช้ ได้แก่ ถ้าบรรจุในถุงผ้าฝ้ายเนื้อหนาเรียกว่า rack and cloth press ถ้าบรรจุในตะกร้าไม้เรียกว่า basket press ถ้าใช้แรงกดอัดแบบ hydraulic เรียกว่า hydraulic press (Cruess, 1958) ผลไม้ประเภทส้ม grapefruit มะนาว จะใช้เครื่องที่เรียกว่า rotary juice press ในการสกัดน้ำ ลักษณะของเครื่องประกอบด้วยวงล้อ 2 อัน มีหลุมซึ่งมีขนาดพอเหมาะกับผลไม้อยู่ริมวงล้อ วงล้อทั้ง 2 จะเคลื่อนที่เข้าหากันตลอดเวลา เมื่อผลส้มอยู่ในตำแหน่งที่วงล้อทั้ง 2 ติดกัน เครื่องจะผ่าผลส้มออกเป็น 2 ซีก และผลส้มแต่ละซีกจะถูกส่งไปในตำแหน่งที่เรียกว่า reamer ซึ่งจะทำหน้าที่คั้นน้ำออกมา (Nelson and Tressler, 1980)

การสกัดน้ำผลไม้ส่วนใหญ่ทำที่อุณหภูมิห้อง แต่บางครั้งอาจต้องให้ความร้อนก่อนการสกัด เช่น ถ้าให้ความร้อนแก่ผลองุ่นก่อนสกัดที่อุณหภูมิ 60-65.5°C นาน 10-15 นาที จะช่วยรักษาสีของน้ำองุ่นและสกัดน้ำได้มากขึ้น ในมะเขือเทศ ส้ม apple และ strawberry ควรลวก (blanching) ก่อนการสกัดโดยเร็วที่ 82-85°C เพื่อทำลาย enzyme pectin methylesterase ที่จะทำให้เพคตินตกตะกอนและเกิดการแยกชั้น ลูก peach และ pear ควรลวกที่อุณหภูมิ 88°C เพื่อทำลาย enzymes ที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนสีและทำให้เนื้อผลไม้นิ่มลง สามารถสกัดน้ำได้ง่ายขึ้น (Tressler and Joslyn, 1971) นอกจากนั้นยังมีการใช้ enzymes เพื่อช่วยในการสกัด โดย enzymes จะย่อยสารเพคตินทำให้สกัดของเหลวได้เพิ่มขึ้น กรองและทำให้ใสได้ง่าย อีกทั้งยังช่วยสกัดสีออกมาได้มากขึ้นด้วย นิยมใช้ในผลไม้ที่มีลักษณะนิ่ม เช่น blackcurrent strawberry raspberry และผลไม้ที่มีความหนืดสูง เช่น กล้วย มะม่วง มะละกอ Charley (1937) ศึกษาการใช้ enzyme Filtragel® สกัดน้ำผลไม้ประเภท berries โดยบดเนื้อผลไม้ และเติม enzymes 2 ปอนด์ต่อเนื้อผลไม้บด 100 แกลลอน สกัดที่ pH 3-3.5 ใช้เวลา 24 ชั่วโมง ได้น้ำผลไม้เพิ่มขึ้น 50-80% Sreekantiah, Jaleel และ Rao (1971) ศึกษาการใช้ pectic enzymes ทางการค้าชื่อ Ultrazym 100® ลดความหนืดของเนื้อมะม่วงบด พบว่า ลดความหนืดได้ 82% เมื่อใช้ enzymes 0.05 กรัม/เนื้อมะม่วง 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 40°C นาน 30 นาที ซึ่งเป็นภาวะที่เหมาะสมสำหรับการทำงานของ enzymes นี้ และได้น้ำมะม่วง 21 กิโลกรัมจากเนื้อมะม่วง 30 กิโลกรัม โดยปกติถ้าไม่ใช้ enzymes ช่วยจะไม่สามารถสกัดน้ำออกจากเนื้อมะม่วงได้เลย นอกจากนั้น Sreekantiah et al. (1971) ได้ทดลองใช้ pectinolytic enzymes (PEC) เข้มข้น จาก <u>Aspergillus</u> <u>niger</u> สกัดน้ำจากกล้วย, องุ่น, apple, มะม่วง, มะละกอ และขนุน ใช้ enzymes 0.2-0.5% W/W บ่มที่ 25-45°C นาน 3-8 ชั่วโมง ได้น้ำผลไม้ 60-87 %, 85.5-91%, 80%, 92%, 85% และ 78% W/W ตามลำดับ

<u>การทำให้น้ำผลไม้ใส</u> น้ำผลไม้บางชนิดนิยมบริโภคในลักษณะใสไม่มีตะกอนหรือความขุ่น อาทิ น้ำองุ่น น้ำ apple น้ำมะนาว กรรมวิธีทำให้ใสจึงมีบทบาทสำคัญในการผลิตน้ำผลไม้ชนิดใส ซึ่งทำได้หลายวิธีได้แก่ การใช้ความร้อน การกรอง การใช้ enzymes และการใช้เครื่องปั่นแยก

การให้ความร้อนเพื่อพาสเจอร์ไรซ์น้ำผลไม้มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะใสขึ้น

เนื่องจากพลังงานความร้อนทำให้สารแขวนลอยต่างๆเกิดการตกตะกอน และกรองออกได้ง่ายขึ้น ในการผลิตน้ำ apple โดยทั่วไปจะพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 82-85°C เป็นเวลา 2-3 วินาที แล้วลดอุณหภูมิลงถึง 27°C โดยเร็ว แล้วจึงกรองหรือปั่นแยกตะกอนออกจากส่วนน้ำใส (Nelson and Tressler, 1980)

การกรอง เป็นวิธีทำให้น้ำผลไม้ใสที่ง่ายที่สุด เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ bag filter, pulp filter และ filter press bag filter มีลักษณะเป็นถุงกรองที่ทำจากผ้าใบ ผ้าสักหลาด หรือผ้าฝ้ายเนื้อหนา เป็นเครื่องกรองที่มีประสิทธิภาพต่ำ ใช้เป็นการกรองขั้นต้น นิยมใช้ในครัวเรือน pulp filter ประกอบด้วยกระบอกที่ทำด้วยทองแดงหรือโลหะไร้สนิม ภายในบรรจุชิ้นไม้ หรือใยฝ้ายอัดแน่น หลักการทำงานคือ ป้อนน้ำผลไม้ผ่านเครื่องกรองโดยใช้แรงดันจาก pump หรือป้อนน้ำผลไม้เหนือเครื่องกรอง และกรองโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก เครื่อง filter press ประกอบด้วยแผ่นโลหะหรือแผ่นไม้ที่คั่นด้วยผ้าใบ หรือผ้าฝ้ายเนื้อหนาวางเรียงเป็นชุดต่อกัน แผ่นโลหะหรือแผ่นไม้จะมีรูเปิดให้น้ำผลไม้ผ่าน หลักในการทำงาน ป้อนน้ำผลไม้ผ่านเครื่องกรองโดยใช้แรงดันจาก pump (Cruess, 1958)

สารช่วยตกตะกอน (fining agent) เป็นสารที่มีประจุตรงข้ามกับประจุของอนุภาคแขวนลอยในน้ำผลไม้ ซึ่งทำปฏิกิริยาได้กับอนุภาคแขวนลอย ทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจนตกลงมาเป็นตะกอนได้ สารช่วยตกตะกอนบางชนิดพองตัวในน้ำผลไม้ดูดซับสารที่ทำให้ขุ่นแล้วตกตะกอน สารช่วยตกตะกอนมักเติมในน้ำผลไม้ที่กรองได้ยาก หรือทิ้งให้ตกตะกอนได้ยาก สารดังกล่าวนี้ ได้แก่ ไข่ขาว, casein, gelatin, tannin และ bentonite clay ประสิทธิภาพการทำงานของสารเหล่านี้ขึ้นกับอุณหภูมิ pH ปริมาณที่ใช้ (Cruess, 1958)

Enzymes ทำให้น้ำผลไม้ใส โดย enzymes จะย่อยเพคติน ทำให้น้ำผลไม้เกิดการแยกชั้นได้ส่วนตะกอนและส่วนใส enzymes ที่ใช้ทางการค้าเป็นกลุ่ม pectic enzymes มีอยู่หลายชนิด ได้แก่ Pecinol® Pectinex® การใช้ enzymesต้องมีการศึกษาภาวะที่เหมาะสม ได้แก่ เวลา pH อุณหภูมิ ปริมาณ และความเข้มข้นของ enzymes enzymes กลุ่มนี้ทำงานได้ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 10-40°C ปริมาณ enzymes ขึ้นกับปริมาณเพคตินในน้ำผลไม้ อาจใช้ตั้งแต่ 0.02-0.15% ระยะเวลาที่ทำปฏิกิริยาใช้ได้ตั้งแต่ 1-16 ชั่วโมง (Sreekantiah et al., 1968) ในอุตสาหกรรมน้ำสับปะรดใช้ enzymes ทางการค้าชื่อ Pectinex® Ultra SP-L ทำให้น้ำสับปะรดใส ภาวะที่เหมาะสม คือ enzymes 100-200 มิลลิลิตร/น้ำสับปะรด 1 ตัน อุณหภูมิ 45°C เวลา 30-45 นาที (Nelson and

Tressler, 1980)

การใช้เครื่องปั่นแยก วิธีนี้ขึ้นกับประสิทธิภาพของเครื่องในการแยกตะกอนที่มีขนาดต่างกัน อาจใช้ร่วมกับสารช่วยตกตะกอนได้ Isreals และ Leufstedt (1993) ศึกษาการใช้เครื่องปั่นแยกต่อเนื่อง 2 ชนิด คือ Centrijuice® และ Contijuice® โดยระบบของ Contijuice® ทำงานคล้ายกับ decanter และระบบของ Centrijuice® เป็นลักษณะ rotary seive เครื่องปั่นแยกดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูง ผลิตน้ำผลไม้ที่มีความใสตามที่ต้องการได้ ทำงานได้คล่องตัวสูง รวดเร็ว และทำความสะอาดได้ง่าย

<u>การรักษาความขุ่นของน้ำผลไม้</u> เครื่องดื่มพวก nectar น้ำผลไม้เข้มข้น น้ำส้ม น้ำมะเขือเทศ น้ำแครอท จะเกิดการตกตะกอนแยกชั้นได้ง่าย ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ต้องการ นอกจากนั้นตะกอนที่ตกอยู่ก้นภาชนะจะดูดซับสารให้สี และกลิ่นรส ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับ ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อความคงตัวของน้ำผลไม้ชนิดขุ่น ได้แก่ enzymes ย่อยเพคติน โดยเฉพาะ pectin methylesterase enzymes นี้จะตัดหมู่ methyl ออกจากโมเลกุลของเพคติน ทำให้เพคตินที่ได้รวมตัวกับ calcium ion หรือ megnesium ion และเกิดตะกอนของเพคเตทขึ้น เป็นผลให้ความหนืดของน้ำผลไม้ต่ำลง เนื่องจากมีเพคตินละลายอยู่ในปริมาณต่ำ นอกจากปฏิกิริยาของ enzymes แล้ว ปัจจัยอื่นได้แก่ ความหนาแน่นของน้ำผลไม้ ถ้าต่ำความคงตัวจะลดลง เศษเนื้อเยื่อในน้ำผลไม้ที่มีขนาดใหญ่เนื่องจากการบดไม่ละเอียด ถ้ามีอยู่มากจะทำให้ความคงตัวลดลงด้วย Stevens และ Britcheff (1957) ยับยั้ง enzymes ที่ทำให้เพคตินตกตะกอนโดยพาสเจอร์ไรซ์น้ำส้มโดยเร็วหลังการสกัด จากนั้นนำมา homogenize ให้เนื้อเยื่อมีขนาดเล็กลง หรือเติม sodium hexametaphosphate ร่วมกับ locust bean gum ในสัดส่วนที่เท่ากันในช่วง 0.05-0.2% W/V ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความข้นหนืดเล็กน้อยและมีความคงตัวดี Ranganna และ Raghuramaiah (1970) พบว่า การพาสเจอร์ไรซ์ และเติมเพคตินที่มีกลุ่ม methoxylสูง หรือ sodium alginate ในน้ำส้มที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 40-60 °Brix ไม่สามารถป้องกันการตกตะกอนได้ แต่การพาสเจอร์ไรซ์และเพิ่มความหนืดของน้ำผลไม้โดยใช้ low density propylene glycol ester of alginic acid 0.1-0.2% W/V จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความข้นหนืดเล็กน้อยและคงตัวดี Padival (1980) เสนอวิธีรักษาความขุ่นของน้ำส้มที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 40-65°Brix โดยเติมเพคตินที่มีกลุ่ม methoxyl ต่ำ 0.05-0.1% W/V และเกลือ calcium 2-6 มิลลิกรัม/ปริมาตรผลไม้ 100 มิลลิลิตร เพื่อเพิ่มความหนืดของน้ำส้ม ทำให้สารต่างๆที่ละลายในน้ำส้ม หรือเนื้อเยื่อเล็กๆสามารถลอยตัวใน

น้ำส้มได้ ความขุ่นของน้ำส้มจึงคงตัว Sim, Balaban และ Matthews (1993) พบว่า ถ้าให้ความร้อนหัวแครอทที่อุณหภูมิ 93°C ก่อนการตีปั่น และปรับ pH ของเนื้อผลไม้ตีปั่นเป็น 4-5 แล้วจึงคั้นน้ำ จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีสวย และมีความคงตัวดี

การไล่อากาศ เนื่องจากอากาศที่ละลายในน้ำผลไม้ทำให้เกิดการเปลี่ยนสี และกลิ่น โดยทำให้เกิดปฏิกิริยา oxidation ของสารอาหารต่างๆ ได้แก่ วิตามินซี น้ำมันหอมระเหย และรงควัตถุที่มีในผลไม้ อาทิ lycopene carotenoid ผลของปฏิกิริยา oxidations ทำให้สารอาหารลดลงในช่วงอายุการเก็บ เกิดกลิ่นแปลกปลอม และสีซีดจาง (Potter, 1978) การเก็บผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดในระยะเวลาที่พอเหมาะ จึงจำเป็นต้องกำจัดอากาศในน้ำผลไม้ให้เหลืออยู่น้อยที่สุด ในการผลิตทางอุตสาหกรรมมักใช้เครื่อง deaerator ซึ่งทำงานเป็นระบบต่อเนื่องที่ภาวะสุญญากาศกำจัดอากาศออกจากน้ำผลไม้ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการไล่อากาศแล้วนำไปพาสเจอร์ไรซ์แล้วบรรจุทันที การไล่อากาศอาจทำก่อนบรรจุก็ได้โดยใช้กระบวนการแทนที่อากาศในน้ำผลไม้ด้วย inert gas เช่น ไนโตรเจน หรือใช้กระบวนการ vacuum degassing แบบต่อเนื่อง (Engelbrecht, 1991) นอกจากนั้นยังใช้ enzyme glucose oxidase-catalase สำหรับกำจัด oxygen ในน้ำผลไม้ได้อีกด้วย (Vaha-Vahe, 1991)

การให้ความร้อน การทำให้เข้มข้น หรือการใช้สารเจือปนเพื่อเก็บถนอมน้ำผลไม้ การเสียของน้ำผลไม้ส่วนใหญ่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี ชีวเคมี จากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ หรือจาก enzymes ที่มีในน้ำผลไม้ น้ำผลไม้โดยทั่วไปจะมีความเป็นกรดค่อนข้างสูง จุลินทรีย์ที่เจริญได้จึงเป็นพวกที่ทนกรดได้ เช่น lactic acid bacteria, ยีสต์ และเชื้อราบางชนิด ซึ่งเจริญได้ที่ผิวหน้าของน้ำผลไม้ถ้ามีอากาศอยู่ จึงต้องมีวิธีเก็บถนอมที่ถูกต้อง และเหมาะสมกับน้ำผลไม้แต่ละชนิด เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และอายุการเก็บตามที่ต้องการ วิธีเก็บถนอมที่ใช้มาก ได้แก่ การให้ความร้อน การทำให้เข้มข้น และการเติมสารเคมี ซึ่งทั้ง 3 วิธีอาจใช้ร่วมกับการเก็บน้ำผลไม้ที่อุณหภูมิต่ำ

การให้ความร้อนแก่น้ำผลไม้ ทำเพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ กระบวนการที่ใช้มากในอุตสาหกรรมได้แก่ การพาสเจอร์ไรซ์ ซึ่งเป็นการให้ความร้อนในระดับปานกลาง เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค แต่ไม่มากพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ทุกชนิดได้ ความร้อนระดับปานกลางที่ใช้ในกระบวนการนี้ มีผลทำให้คุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ รวมทั้งคุณค่าทางโภชนาการของน้ำผลไม้เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย แต่อายุการ

เก็บจะค่อนข้างสั้น และต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น อุณหภูมิที่ใช้สำหรับการพาสเจอร์ไรซ์โดยทั่วไป คือ 80°C สำหรับน้ำผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูงใช้อุณหภูมิ 72-75°C ก็เพียงพอต่อการทำลายเซลล์ของแบคทีเรีย ยีสต์ และราได้ นอกจากนี้ยังมีการใช้กระบวนการ flash pasteurization ซึ่งเป็นการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงในเวลาสั้นแล้วทำให้เย็นทันที เช่น ที่อุณหภูมิ 82-85°C, 2-3 วินาที วิธีนี้มีผลต่อคุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ และคุณค่าทางโภชนาการของน้ำผลไม้น้อยมาก (Cruess, 1958) อุณหภูมิที่ใช้พาสเจอร์ไรซ์นอกจากทำลายจุลินทรีย์แล้วยังทำลาย pectic enzymes ซึ่งเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่นำไปสู่การแยกชั้นหรือการตกตะกอนในน้ำผลไม้ได้ (Sreekantiah, Jaleel and Rao, 1968) Murdock, Brokaw และ Allen (1955) รายงานว่า การพาสเจอร์ไรซ์น้ำผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูงที่อุณหภูมิ-เวลาต่อไปนี้ คือ 60-65°C, 2-3 นาที ทำลาย lactic acid และ acetic acid bacteria ได้ 71-75°C, 4-5 นาที ทำลายแบคทีเรียบางชนิด ยีสต์ และเซลล์ของราได้ 80°C-20 นาที ทำลาย spores ของราได้ แต่ไม่มีความจำเป็นเพราะในน้ำผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูง spores ของแบคทีเรียหรือราเจริญไม่ได้ กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์มี 2 ระบบ คือ แบบไม่ต่อเนื่อง และแบบต่อเนื่อง แบบไม่ต่อเนื่องทำใน steam jacket kettle และแบบต่อเนื่องใช้เครื่อง heat exchanger ซึ่งประกอบด้วยท่อโลหะปลอดสนิม หรือท่อที่ทำด้วยแก้วสำหรับให้น้ำผลไม้ผ่านเข้าไป รอบๆท่อจะมีการให้ความร้อนโดยใช้น้ำร้อนหรือไอน้ำ น้ำผลไม้ผ่านท่อตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ จากนั้นทำให้เย็นทันที โดยการแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนกับน้ำผลไม้ใหม่ที่จะผ่านเข้าเครื่อง heat exchanger แล้วจึงบรรจุ (Joslyn and Heid, 1967) Nikdel และ MacKellar (1992) ศึกษาระบบการพาสเจอร์ไรซ์แบบต่อเนื่องโดยใช้ microwave oven กับน้ำผลไม้ ได้แก่ น้ำส้ม ส่วนให้ความร้อนเป็นท่อขด (coil) ที่ทำจากแก้ว หรือ teflons วางอยู่ใน oven microwave ที่ใช้มีขนาดความถี่ 915 เมกกะเฮิร์ทซ์ ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75-95°C เป็นเวลา 15-25 วินาที การเกิดพลังงานความร้อนในน้ำผลไม้มีกลไกเช่นเดียวกับในน้ำ ความยาวของท่อขดเป็นปัจจัยกำหนดเวลาในการให้ความร้อน และระบบนี้มี counter current heat exchanger เพื่อใช้ pre-heat น้ำผลไม้ก่อนเข้าเครื่อง microwave จากการแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนกับผลิตภัณฑ์ที่พาสเจอร์ไรซ์แล้ว การควบคุมอุณหภูมิทำโดยแปรค่า flow rate น้ำผลไม้ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์วิธีนี้เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ไม่แตกต่างจากน้ำผลไม้ที่พาสเจอร์ไรซ์ด้วยวิธีปกติ (Nikdel et al., 1993) หลังการพาสเจอร์ไรซ์แล้วต้องเก็บน้ำผลไม้ที่อุณหภูมิต่ำ คือ อุณหภูมิแช่เย็น หรือแช่

แข็ง ที่อุณหภูมิทั้ง 2 นี้ อัตราเร็วของปฏิกิริยาทางเคมี ชีวเคมี และจุลินทรีย์ลดลง ทำให้เก็บน้ำผลไม้ไว้ได้เป็นเวลานาน ระหว่างเก็บที่อุณหภูมิต่ำถ้าผลิตภัณฑ์ไม่สัมผัสกับอากาศอายุการเก็บจะยาวขึ้น น้ำเสาวรสที่ไม่ได้พาสเจอร์ไรซ์ เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ -12^{o}C ถึง -18^{o}C เก็บได้นานถึง 2 ปี โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสี กลิ่น และรสชาติ ขณะที่ถ้านำน้ำเสาวรสมาให้ความร้อนด้วยกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ แล้วเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสระหว่างเก็บรักษา เพราะน้ำเสาวรสมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพได้ง่ายจากการให้ความร้อน จึงควรหลีกเลี่ยงการเก็บถนอมโดยใช้ความร้อน (Nelson and Tressler, 1980)

การทำให้น้ำผลไม้เข้มข้น จนได้ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมากกว่า 45 ^{o}Brix จะช่วยรักษาเสถียรภาพของความขุ่นและกลิ่นรสขณะเก็บได้ดี นอกจากนี้ยังช่วยประหยัดภาชนะบรรจุ ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง และเก็บรักษาด้วย วิธีการทำให้น้ำผลไม้เข้มข้นทางการค้ามีอยู่หลายวิธี ได้แก่ การระเหยที่ภาวะสุญญากาศ การทำให้เข้มข้นที่ภาวะเยือกแข็ง และ reverse osmosis (Woodroof and Luh, 1975) การใช้เครื่องระเหยภายใต้สุญญากาศ (vacuum evaporator) ร่วมกับการใช้ความร้อนในระดับต่ำ ทำให้น้ำผลไม้ที่ได้เปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ และคุณค่าทางอาหารเพียงเล็กน้อย ถ้าอุณหภูมิที่ใช้ขณะระเหยสูงไม่เกิน 100^{o}C ข้อเสียของการทำให้เข้มข้นวิธีนี้คือ สิ้นเปลืองพลังงานมาก ทำให้ค่าใช้จ่ายสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทำให้เข้มข้นแบบใช้ความร้อนสูงทั่วไป การทำให้เข้มข้นวิธีที่ 2 คือการใช้ภาวะเยือกแข็ง (freeze-concentration) ซึ่งจะทำให้น้ำบางส่วนกลายเป็นน้ำแข็ง แล้วจึงแยกผลึกน้ำแข็งออกโดยการปั่นแยกหรือกรอง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความเข้มข้นได้ถึง 50^{o}Brix และมีคุณภาพดีกว่าวิธีอื่นๆ เพราะไม่ใช้ความร้อน จึงไม่เกิดการระเหยของสารให้กลิ่นรส การเปลี่ยนแปลงสี และคุณค่าทางโภชนาการ อย่างไรก็ตามการทำให้เข้มข้นวิธีนี้ค่าใช้จ่ายสูง เพราะต้องใช้พลังงานเพื่อลดอุณหภูมิน้ำผลไม้จนถึงจุดเยือกแข็ง นอกจากนั้นยังสูญเสียของแข็งส่วนที่ละลายไม่ได้ออกไปกับผลึกน้ำแข็งด้วย การทำให้เข้มข้นวิธีสุดท้าย ใช้กระบวนการ reverse osmosis osmosis เป็นกระบวนการที่น้ำจากสารละลายที่เจือจางกว่าไหลผ่านเยื่อ semipermeable ไปยังสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่า จนกว่าความเข้มข้นของสารละลายทั้งสองจะเท่ากัน แต่ถ้ามีการใช้ความดันในด้านของสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าจะทำให้น้ำเคลื่อนที่ในทิศทางตรงข้ามผ่านเยื่อ semipermeable ได้ ขณะที่กรด น้ำตาล โปรตีนไม่สามารถผ่านออกไปได้ การทำให้เข้มข้นวิธีนี้ไม่ใช้ความร้อน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีคุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ และคุณค่าทางโภชนาการดี Robe (1983) รายงานว่า การทำให้น้ำผลไม้

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เข้มข้นด้วย reverse osmosis ใช้พลังงานประมาณ 20-30 BTU/ปอนด์น้ำที่กำจัดออก ขณะที่วิธี triple-effect evaporators และ mechanical vapor evaporators ใช้พลังงานประมาณ 300 และ 200 BTU/ปอนด์ ตามลำดับ reverse osmosis จึงเป็นกระบวนการที่ประหยัดกว่าในด้านพลังงาน นอกจากนั้นเยื่อ semipermeable ที่ใช้ยังมีราคาถูก และนำมาทำความสะอาดใช้ใหม่ได้ แต่ข้อเสียของ reverse osmosis อยู่ที่การเกิดภาวะ concentration polarization หรือเกิดการเกาะของตัวถูกละลายที่บริเวณผิวของเยื่อ ทำให้อัตราการซึมผ่านของน้ำลดลง ประสิทธิภาพในการทำให้เข้มข้นจึงลดลง นอกจากนั้นยังอาจเกิดการสูญเสียกลิ่นรส เนื่องจากสารประกอบที่ให้กลิ่นรสบางชนิดซึมผ่านเยื่อ semipermeable ไปพร้อมกับน้ำได้

การใช้สารเคมีในการเก็บถนอมน้ำผลไม้ เป็นวิธีที่นิยมใช้มาก สารเคมีที่ใช้ ได้แก่ เกลือ benzoate sulfurdioxide กรด sorbic และ ascorbic การเลือกชนิดของสารเคมีขึ้นกับสมบัติของน้ำผลไม้โดยเฉพาะค่าความเป็นกรด และขึ้นกับชนิดของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำผลไม้นั้นๆ ส่วนปริมาณที่ใช้ขึ้นกับกฎหมายทางอาหาร หรือมาตรฐานอุตสาหกรรมของแต่ละประเทศ Tressler และ Joslyn (1971) รายงานว่ากรด benzoic และเกลือ benzoate ใช้ได้ผลดีกับน้ำผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูง ($pH \leq 4$) โดยเกลือ benzoate ละลายน้ำได้ดีกว่า และสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย และยีสต์ ได้ดีกว่ารา นอกจากนั้น Tressler และ Joslyn (1971) ได้ศึกษาการใช้สารเคมี 2 ชนิด คือ sodium benzoate และ sulfurdioxide ร่วมกัน ซึ่งพบว่า ได้ผลดีในการป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และการเกิดปฏิกิริยา oxidation น้ำผลไม้ที่เติมสารเคมีดังกล่าวมีสี กลิ่น และรสชาติดีระหว่างการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามวิธีการเก็บถนอมโดยการใช้สารเคมีมักจะใช้ร่วมกับการเก็บถนอมโดยการใช้ความร้อนหรือการเก็บที่อุณหภูมิต่ำด้วย McKenna, Keller และ Bibeau (1991) ศึกษาการเก็บถนอมน้ำมะนาว โดยเติม sodium benzoate ร่วมกับกรด ascorbic, sodium acid pyrophosphate และ sodium hexametaphosphate ในปริมาณ 0.01-0.1% W/V และผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือไนโตรเจนลงในน้ำมะนาวจนเป็นฟอง แล้วจึงบรรจุในภาชนะบรรจุปิดสนิทพบว่าเก็บได้นานถึง 9 เดือนที่อุณหภูมิห้อง น้ำตาลนิยมใช้เพื่อการเก็บถนอมน้ำผลไม้เช่นกัน โดยทั่วไปเมื่อใช้ 65-75% W/V จะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้จากการเกิด high osmotic pressure โดยไม่จำเป็นต้องใช้ร่วมกับการเก็บถนอมวิธีอื่น Pruthi และ Gridhari (1955) รายงานว่า น้ำเสาวรสเมื่อเติมน้ำตาลจนมีค่าของ

แข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 50°Brix แล้วพาสเจอร์ไรซ์ สามารถเก็บได้นาน 1 ปี ที่อุณหภูมิห้อง โดยกลิ่นรสไม่เปลี่ยนแปลง นอกเหนือจากที่ได้กล่าวมาแล้ว การใช้ความดันสูงร่วมกับการกรองทำลายยีสต์และยืดอายุการเก็บน้ำผลไม้ได้

Aitken (1971) เติม Filtragol® 0.1% W/V ลงในน้ำ apple ที่สกัดใหม่ๆ เกิดการตกตะกอนหลัง 24 ชั่วโมง กำจัดตะกอนแล้วเติมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความดัน 100-120 ปอนด์/ตารางนิ้ว เพื่อป้องกันการเจริญของยีสต์ หรือแบคทีเรียบางชนิด ก่อนบรรจุไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วกรองผ่าน Seitz®clarifying discs ซึ่งมีแผ่นกรอง Seitz® E.K. sterilizing filter ที่กำจัดจุลินทรีย์ออกได้ หลังจากนั้นบรรจุลงขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ภายใต้บรรยากาศก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความดัน 20 ปอนด์/ตารางนิ้ว เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการหมักระหว่างการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะใส และเก็บที่อุณหภูมิห้องได้นานมากกว่า 1 เดือน

<u>การบรรจุ</u> ภาชนะที่ใช้บรรจุ ได้แก่ ขวดแก้ว ขวดพลาสติค ถุงพลาสติค กระป๋องโลหะ และกล่องกระดาษ laminate กับพลาสติค ก่อนบรรจุไล่อากาศออกแล้ว บรรจุที่อุณหภูมิ 76-82°C ปิดผนึกที่ภาวะสุญญากาศ ปริมาณบรรจุต้องไม่มากเกินไป เพราะอาจทำให้ภาชนะบรรจุโป่งบวม จากการขยายตัวของน้ำผลไม้ สำหรับการบรรจุในกล่อง tetra pak ทำในห้องปลอดเชื้อ โดยภาชนะบรรจุผ่านการกำจัดเชื้อแยกต่างหากก่อนบรรจุ และเมื่อบรรจุแล้วเครื่องจะปิดผนึกทันทีโดยอัตโนมัติ (Cruess, 1958) Sattar et al. (1989) ศึกษาคุณภาพน้ำส้มที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์แบบ high temperature short time ในภาชนะบรรจุต่างๆ คือ ขวดแก้วใส ขวดแก้วเหลืองอำพัน ขวดแก้วเขียว และ coextruded wax laminated paperbox (tetra pak) หลังเก็บไว้ 32 วัน ที่ 25-30°C พบว่า วิตามินซีในน้ำส้มที่บรรจุในขวดแก้วใส ขวดแก้วเขียว tetra pak และขวดแก้วเหลืองอำพัน ลดลง 66.0, 59.9, 51.9 และ 50.3% ตามลำดับ เมื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางประสาทสัมผัส พบว่า ตัวอย่างที่บรรจุในขวดแก้วเหลืองอำพันมีคุณภาพดีกว่าพวกที่บรรจุในภาชนะชนิดอื่นๆ Draisei et al. (1990) ศึกษาอายุการเก็บของน้ำผลไม้ ได้แก่ น้ำส้ม grapefruit และ peach ในขวดแก้วขนาด 125 ลูกบาศก์เซนติเมตร กระป๋องโลหะขนาด 175 ลูกบาศก์เซนติเมตร และกล่อง tetra-brix ขนาด 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร (พื้นที่ต่อปริมาตรของภาชนะบรรจุเท่ากับ 1.256, 1.031 และ 1.070 ตามลำดับ) เก็บที่อุณหภูมิ 5°C หรือ 25°C ระหว่างเก็บสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ กรด ascorbic, citric

malic, tartaric, sucrose, glucose, fructose และ headspace volatiles พบว่า น้ำผลไม้ในภาชนะบรรจุต่างๆกันทั้ง 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเก็บนาน 12 เดือน

เครื่องดื่มประเภทอาหารเสริมสุขภาพ

เครื่องดื่มประเภทอาหารเสริมสุขภาพมีหลายชนิด ส่วนใหญ่ประกอบด้วยน้ำผักและผลไม้ ซึ่งอุดมด้วยวิตามิน เกลือแร่ และยังมีเส้นใยอาหาร (dietary fiber) ซึ่งแม้จะไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ แต่มีประโยชน์ต่อระบบการขับถ่ายของเสียของร่างกาย เนื้อผักและผลไม้ที่ผ่านการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มนั้น จะทำให้ปริมาณของเส้นใยอาหาร และสารอาหารที่มีอยู่ลดลง จึงมักมีการเสริมเส้นใยอาหาร วิตามิน เกลือแร่ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ

Amer (1989) พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเหลวเสริมสุขภาพประเภทปราศจากนม (non-dairy liquid health food) โดยผลิตจากน้ำผักและผลไม้เสริมเส้นใยอาหารและเกลือแร่ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความข้นและหนืดเล็กน้อย ประกอบด้วยเส้นใยอาหารชนิดละลายได้ ได้แก่ gum arabic, locust bean gum, citrus pectins, guar gum, carrageenan และเส้นใยอาหารชนิดละลายไม่ได้ ได้แก่ methyl cellulose, hydroxy ethyl cellulose, hydroxy pyropyl cellulose, carboxymethyl cellulose รวมในปริมาณ 0.5-10.0% W/V เกลือแคลเซียม คือ calcium lactate, calcium chloride, calcium oxide, calcium citrate, calcium acetate ในปริมาณ 100-2,000 มิลลิกรัม และสารให้ความคงตัว (stabilizer) 0.1-0.5% W/V (มีส่วนผสมของ carboxymethyl cellulose 15-45%, guar gum 15-45%, locust bean gum 15-30% และ carrageenan 12.5-22.5%) ส่วนประกอบที่เหลือเป็นน้ำผักและผลไม้ ได้แก่ น้ำองุ่น, ส้ม, มะนาว, raspberry, grapefruit, blueberry, strawberry, apple, มะเขือเทศ, สับปะรด, แครอท ผลิตภัณฑ์ที่ได้ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 180^{o}C นาน 3 นาที ก่อนบรรจุขนาด 8 ออนซ์ ในขวดแก้ว กระป๋องโลหะและกล่องต่อไป ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บที่อุณหภูมิ 4^{o}C ได้นานมากกว่า 7 วัน เส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ให้ผลในการป้องกัน และรักษาการระคายเคืองและมะเร็งในลำไส้ใหญ่ ลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือด ป้องกันโรคเส้นเลือดแดงอุดตันและโรคหัวใจ นอกจากนั้นแคลเซียมยังช่วยบำรุงรักษากระดูกได้ด้วย

Hoersten et al. (1991) พัฒนาเครื่องดื่มเสริมเส้นใยอาหารชนิดละลายได้

(soluble dietary fiber fortified beverage) จากน้ำผักและผลไม้ โดยผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย gum arabic 1-4% W/V และเพคตินที่มีกลุ่ม methoxyl สูง (high methoxyl pectin) 0.2-1.2% W/V ส่วนประกอบหลักที่เหลือคือ น้ำผักและผลไม้ ได้แก่ น้ำองุ่น น้ำส้ม น้ำสับปะรด น้ำมะนาว น้ำ grapefruit น้ำ apple น้ำมะเขือเทศ น้ำแครอท น้ำที่สกัดจากถั่วชนิดต่างๆ ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นของเหลวที่มีความข้นหนืดต่ำ ให้ความรู้สึกลื่นในปาก ไม่สากหรือระคายลิ้น เมื่อนำผลิตภัณฑ์มาวัดค่าความหนืด โดยใช้ Brookfield viscometer (model RVT) ที่อุณหภูมิ 6.7, 20.6 และ 23.3°C ได้ค่าความหนืดในช่วง 39-48, 27-34 และ 32-38 cps. ตามลำดับ กระบวนการผลิตเริ่มจากการเตรียมน้ำผักและผลไม้ ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80-85°C แก่ 10-20% ของน้ำผักและผลไม้ที่เตรียมขึ้น เติม gum arabic และเพคตินที่มีกลุ่ม methoxyl สูง กวนผสมให้เข้ากันด้วยความเร็วสูง เติมน้ำผักและผลไม้ส่วนที่เหลือลงไป กวนผสมให้เข้ากันอีกครั้งด้วยความเร็วต่ำ ก่อนนำมาฆ่าเชื้อ ซึ่งถ้าใช้กระบวนการสเตอริไลซ์จะบรรจุแบบปลอดเชื้อในภาชนะบรรจุที่ปลอดเชื้อ และเก็บที่อุณหภูมิปกติได้ แต่ถ้าผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์จะบรรจุขณะร้อนหรือเย็นก็ได้ในภาชนะบรรจุที่ผ่านความร้อนแล้ว และเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็น (4°C) ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส เส้นใยอาหารชนิดละลายได้ในผลิตภัณฑ์มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น ช่วยในการควบคุมน้ำหนัก ลดระดับโคเลสเตอรอล ป้องกันการเกิดเส้นเลือดหัวใจอุดตัน เส้นเลือดแดงพอง และมะเร็งในลำไส้ใหญ่ได้

Aruna, Malathi และ Susheela (1993) พัฒนาเครื่องดื่มน้ำแครอทชนิดพร้อมดื่ม (carrot based ready-to-serve beverage) โดยเตรียมน้ำแครอท และปรับให้มีปริมาณน้ำตาล sucrose 15% กรด citric 0.15% และ sodium benzoate 100 ppm ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ 2 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 80°C นาน 5 นาที ทำให้เย็นอย่างรวดเร็วก่อนบรรจุลงขวดแก้ว ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับทั้งในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และลักษณะปรากฏ อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ในขวดแก้วประมาณ 6 เดือน ในระหว่างนี้พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและค่า pH ลดลง ขณะที่ปริมาณน้ำตาล reduced และค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น

วัชระ รถหินัง และธีรศักดิ์ วัฒนพล (2536) พัฒนาเครื่องดื่มน้ำผัก-ผลไม้ผสมเสริมเส้นใยอาหารในลักษณะที่เป็นเจล (high fiber jelly drink) ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นเจลอ่อนนุ่มในน้ำส้มผสมน้ำแครอท สูตรที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสประกอบด้วยน้ำผัก-

ผลไม้ผสม 54.86% (ส้ม:แครอท = 7:1) fructose 6.45% เพคตินที่มีกลุ่ม methoxyl ต่ำ 0.26% calcium chloride 0.01% กรด citric 0.07% polydextrose 1.83% และน้ำ 36.57% ขั้นตอนการผลิตเริ่มจากผสมเพคตินที่มีกลุ่ม methoxyl ต่ำ fructose และ polydextrose ให้เข้ากัน นำมาละลายน้ำที่อุณหภูมิ 60^{o}C คนให้ละลาย ต้มให้เดือดแล้วเทลงในน้ำผัก-ผลไม้ผสม คนให้เข้ากันอีกครั้ง เติมกรด citric และ calcium chloride ทิ้งให้เย็นก่อนบรรจุลงขวดพลาสติก ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จะให้พลังงาน 66.44 กิโลแคลอรี/100 กรัม ascorbic acid 29.20 มิลลิกรัม/100 กรัม วิตามินเอ 1716.9 IU/100 กรัม และเส้นใยอาหาร 5.7 กรัม/250 กรัม อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ในขวดพลาสติกปิดสนิท เก็บที่อุณหภูมิ 4-6^{o}C ประมาณ 2 วัน