

## บทที่ 2

### วารสารปริทัศน์

#### ตะไคร้ (Lemongrass)

ตะไคร้เป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่ง จัดอยู่ในวงศ์กรามีนี (Gramineae) ซึ่งมี 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ East Indian Lemongrass, Inchy Lemongrass des Indes หรือ Lemongrass de Cochin มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Cymbopogon flexuosus (Nees ex Steud.) และมีชื่อพ้องว่า Andropogon flexuosus ปลูกกันในแถบตะวันตกของประเทศอินเดีย และประเทศเวียดนาม โดยจะเรียกว่าตะไคร้ญวน ส่วนอีกชนิดหนึ่งคือ West Indian Lemongrass มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Cymbopogon citratus (DC.) Stapf. และมีชื่อพ้องว่า Andropogon citratus DC. ตะไคร้ชนิดนี้ปลูกในอินโดนีเซีย ศรีลังกา พม่า หมู่เกาะมาดากาสการ์ กัวเตมาลา และประเทศไทย เป็นต้น (Guenther, 1953; นิจศิริ เรื่องรังษี, 2534) ซึ่ง Cymbopogon citratus (DC.) Stapf. ยังมีชื่ออื่นที่พบว่าการเรียกตามท้องถิ่นในประเทศไทย ได้แก่ ตะไคร้แกง (ภาคกลาง) จะไคร้ (ภาคเหนือ) ไคร (ใต้-มลายู) เช็ดเกรย, เหลอะเกรย (เขมร-สุรินทร์) ห่อตะโป (กระเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน) หัวสิงไค (ปราจีนบุรี) เป็นต้น (พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ, 2529)

ในปี พ.ศ. 2526 อุดมลักษณ์ อุณจิตต์วารธนะ ได้รายงานถึงชนิดของตะไคร้ที่พบในประเทศไทย ซึ่งตะไคร้ที่พบในประเทศไทย มี 6 ชนิด คือ

1. ตะไคร้กอ (ตะไคร้แกง) (Cymbopogon citratus หรือ Andropogon citratus) มีลักษณะลำต้นขึ้นเป็นกอ
2. ตะไคร้ต้น หรือตะไคร้บก (Papilionneae หรือ Ormosia robusta) ขนาดปานกลาง ใบคล้ายใบมะยมแต่เล็กกว่า ลำต้นตรง เปลือกเหลือง พบขึ้นมากในที่สูงภาคเหนือ

3. ตะไคร้รำ (Homonoie riparia) เป็นไม้เนื้อแข็ง เปลือกเกลี้ยง สีเทา ใบเขียวสด สูงประมาณ 5-6 ฟุต ขึ้นตามลำธารแถบภาคเหนือ
4. ตะไคร้หอม หรือตะไคร้แดง (Cymbopogon nardus หรือ Randle) ขึ้นเป็นกอใหญ่เหมือนตะไคร้กอ ใช้รับประทานไม่ได้ แต่มีกลิ่นซึ่งผู้งไม่ชอบ ใช้ผสมผ้าหอมหรือโอติโคโลงทาป้องกันยุงได้
5. ตะไคร้หางนาค เป็นต้นไม้พวกตฤณชาติคล้ายหญ้า ส่วนต้นทอดไปตามดิน ชอบขึ้นตามที่ชุ่มชื้นแม่น้ำ
6. ตะไคร้หางสิงห์ เป็นตฤณชาติเช่นเดียวกับตะไคร้หางนาค ต้นแดง ใบคู่ขนาดเล็กคล้ายใบกระถิน ดอกเหลือง ชอบขึ้นตามที่ชุ่มชื้น และ

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ (ปัญญศิริ สุขศรีงาม, 2527; พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ, 2529;

ธนา คุณวิภูสิกุล และอาหาร ژیวโพนุลย์, 2532; วิทย์ เทียงบูรณธรรม, 2534; รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2535)

ตะไคร้เป็นพืชเมืองร้อน และเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ประเภทล้มลุก เจริญเติบโตรวมอยู่เป็นกอ ใบและหัวมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว มีลักษณะต่างๆดังนี้

ราก เป็นระบบรากฝอย

ลำต้น อยู่บนดินรวมกันเป็นกอแน่น จะขึ้นเป็นกอใหญ่ มีสีเขียวและม่วงอ่อน สูงประมาณ 1 เมตร ลักษณะของลำต้นเป็นรูปทรงกระบอก แข็ง เกลี้ยง และ

ตามปล้องมีกมิไขปกคลุมอยู่

ใบ เป็นใบเดี่ยว แฉกใบออกเป็นกอ ใบประกอบด้วยกาบใบ หูใบ และตัวใบ โดยหูใบจะอยู่ตรงจุดที่เชื่อมต่อระหว่างตัวใบและกาบใบ ตัวใบมีลักษณะเรียวยาว รูปขอบขนาน ปลายใบแหลม และผิวใบจะสากมือทั้งสองด้าน เส้นกลางใบแข็ง ขอบใบจะมีขนขึ้นอยู่เล็กน้อย มีสีเขียวกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร ยาว 2-3 ฟุต

ดอก เป็นพืชมีดอก ออกดอกเป็นช่อกระจาย ช่อดอกย่อยมีก้านดอกเป็นคู่ ใบแต่ละคู่จะมีใบประดับรองรับ ดอกมีขนาดเล็กและเป็นดอกสมบูรณ์เพศ เกสรตัวผู้มี 3 อัน แต่อาจจะพบมากกว่า 6 อัน เกสรตัวเมียมีรังไข่ 1 อัน และมีใบ 1 ใบ แต่เนื่องจากตะไคร้เป็นพืชที่ออกดอกยาก จึงไม่ค่อยติดดอกและผล

ผล มีขนาดเล็ก มีเปลือกบางๆ ห่อหุ้ม

เมล็ด พบว่ามีแป้งสะสมค่อนข้างมาก

### สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและการขยายพันธุ์

ตะไคร้เป็นพืชที่ปลูกง่าย งามงามได้ดีในดินเกือบทุกชนิด ยกเว้นดินเหนียว และจะเจริญได้อย่างรวดเร็วในฤดูฝน ส่วนการขยายพันธุ์นั้น เนื่องจากตะไคร้เป็นพืชที่ปลูกขึ้นง่าย จึงขยายพันธุ์ด้วยการแยกกอ หรือหักออกมาปลูกเป็นต้นใหม่ โดยตะไคร้ 1 ต้นสามารถเจริญเป็นตะไคร้ 50 ต้น ภายในเวลา 1 ปี (ปญญิติ สุขศรีงาม, 2527; วิทย เทียงบูรณธรรม, 2534; รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2535)

### การปลูกและการเก็บเกี่ยวจำหน่าย

ในประเทศไทยมีการปลูกตะไคร้อยู่ทั่วไปในลักษณะเป็นพืชสวนครัว โดยแหล่งปลูกตะไคร้เป็นทางการค้า จะอยู่บริเวณจังหวัดระยอง กรุงเทพมหานคร ได้แก่ นครปฐม ราชบุรี สมุทรสาคร และปทุมธานี เป็นต้น ลักษณะการเพาะปลูกส่วนใหญ่เป็นพืชรองหรือพืชเสริมรายได้ของเกษตรกรเท่านั้น การเก็บเกี่ยวทำได้ตลอดทั้งปี เกษตรกรจะขุดตะไคร้ขึ้นมาทั้งกอ แล้วล้างดิน ตัดราก ตัดใบ ลอกกาบแห้งทิ้ง และล้างให้สะอาด จากนั้นมัดเป็นกำส่งจำหน่าย ซึ่งตลาดในประเทศนิยมบริโภคตะไคร้สด ส่วนการส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศจะมีการหั่นเป็นแว่นบางๆ ตากแห้งขาย หรือบั่นตะไคร้แห้งให้เป็นผงขายในรูปแบบผง ปัจจุบันความต้องการบริโภคตะไคร้สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งตลาดต่างประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2535)

ผังตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของพืชเครื่องเทศในตลาดโลก ซึ่งจะเห็นได้ว่าชะโคร์เป็นพืชเครื่องเทศสมุนไพรที่มีความสำคัญชนิดหนึ่ง

ตารางที่ 1 แนวโน้มความต้องการพืชเครื่องเทศที่สำคัญในตลาดโลก

เครื่องเทศ	ปริมาณความต้องการ โดยประมาณ (ตัน/ปี)
1. พริกไทย (pepper)	120,000
2. พริกยักซ์ (prika)	15,000
3. พริก (capsicum)	18,000
4. ขิง (ginger)	50,000
5. ขมิ้น (turmeric)	7,000-10,000
6. จันทน์เทศ (nutmeg and mace)	10,000-12,000
7. กานพลู (clove)	12,000
8. ข่า (galanga)	ไม่ทราบแน่นอน
9. ลูกผักชี (corainder)	3,000
10. อบเชย (cinnamon and Cassia)	12,000-13,000
11. ตะไคร้ (lemongrass)	800-1,300
12. ไอบัยกัก (anise)	60-70
13. กระวานเทศ (cardamon)	6,000-9,000

ที่มา : รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ (2535)

สำหรับในประเทศไทยมีการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของตะไคร้ในส่วนที่ใช้รับประทาน

ไว้ แสดงในตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** คุณค่าทางอาหารโดยเฉลี่ยของตะไคร้ (จากส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม)

องค์ประกอบ	ปริมาณต่อ 100 กรัมของตะไคร้
Energy (Kcal)	126.00
Protein (g)	1.20
Fat (g)	2.10
Carbohydrate (g)	25.50
Moisture (g)	65.60
Crude fibre (g)	4.20
Dietary fibre (g)	-
Ash (g)	1.40
Calcium (mg)	35.00
Phosphorus (mg)	30.00
Iron (mg)	2.60
Retinol ( $\mu$ g)	-
$\beta$ -CAROTENE ( $\mu$ g)	-
Total A (RE) (mg)	-
Total A (I.U.)	427.00
Thiamin (mg)	0.05
Riboflavin (mg)	0.02
Niacin (mg)	2.20
Vitamin C (mg)	1.00

ที่มา : กรมอนามัย (2535)

หมายเหตุ "-" หมายถึงตรวจไม่พบ

### องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของตะไคร้

มีผู้ทำการศึกษาวิจัยหาองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของตะไคร้ เท่าที่รวบรวมได้ขณะนี้สรุปได้ว่า ตะไคร้ (lemongrass) มีน้ำมันหอมระเหย (essential oil) อยู่ร้อยละ 0.2-0.4 และพบสารอื่นๆ เช่น alkaloid, saponin,  $\beta$ -sitosterol, hexacosanol, tricontanol, cymbopogonal เป็นต้น โดยพบว่าน้ำมันตะไคร้มี citral เป็นสารหลักร้อยละ 75-85 และถือเป็นสารสำคัญที่สุดในตะไคร้ ส่วนสารอื่นๆ ได้แก่ myrcene, methylheptenol, eugenol, iso-orientin, cymbopol, 1,4-cineole, d-citronellic acid, dipentene, geraniol, linalool, l-menthol, farnesal, nerol, waxes, phenolic substance, cymbopogenol, camphor, citronellol, decanal, citral A หรือ  $\alpha$ -citral (geranial), citral B หรือ  $\beta$ -citral (neral), cymbopogone,  $\beta$ -sitosterol, alcohol, amino acid,  $\alpha$ -terpineol, limonene,  $\beta$ -dihydropseudoionone เป็นต้น (สมาคมสมุนไพรแห่งประเทศไทย, 2518; ธนา คุ้มวิศัลกุล และ อาทรร รั้วไพฑูริย์, 2532; นิจศิริ เรืองรังษี, 2534; วัชรเกียรติยงบูรณธรรม, 2534; Formacek and Kubeczba, 1982)

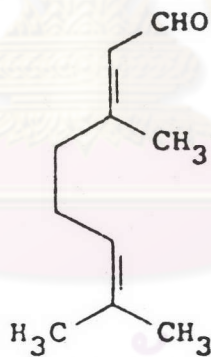
คุณสมบัติทางเคมีของ citral (Guenther, 1949; Stecher, 1960; Merory, 1968; Arctander, 1969)

citral (3,7-dimethyl-2,6-octadienal) มีสูตรทางเคมีคือ  $C_{10}H_{16}O$  เป็นสารประกอบประเภท aliphatic terpene aldehyde มีน้ำหนักโมเลกุล 152.23 ประกอบด้วย C = 78.89%, H = 10.59% และ O = 10.51% เป็นสารหลักกลิ่นรสที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหย (essential oil) หลายชนิดที่สกัดจากพืช เช่น พบ 75-85% ของน้ำมันตะไคร้ ซึ่งเป็นน้ำมันหอมระเหยของพืช Cymbopogon citratus (DC.) Stapf. หรือ Cymbopogon flexuosus (Nees.) Stapf. ซึ่งเป็นพืชในตระกูล Gramineae และยังได้พบในน้ำมันของ

Backhousia citriodora, Ocimum pilosum (ประมาณ 35%), Monarda citriodora, verbena, Eucalyptus staigeriana, Leptospermum citratum, citronella java type, lemon, lime, ginger root และในส่วนของพืชตระกูลส้ม เป็นต้น

โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึง citral จะหมายถึง mixture ของ 2 isomers คือ citral a (geranial) หรือ alpha-citral และ citral b (neral) หรือ beta-citral ซึ่งมีสูตรโครงสร้างดังรูปที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

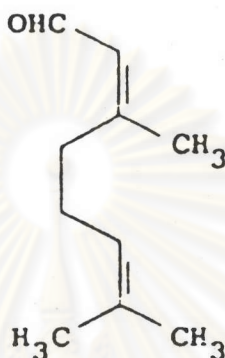
citral a (geranial) Cis-isomer



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 1 โครงสร้างทางเคมีของ citral a

## citral b (geranial) Trans-isomer



รูปที่ 2 โครงสร้างทางเคมีของ citral b

citral มีลักษณะเป็นของเหลวสีเหลืองอ่อน มีกลิ่น และรสชาติคล้ายมะนาวมาก ละลายได้ดีใน alcohol และ ether แต่ไม่ละลายในน้ำ ประโยชน์ของ citral นอกจากจะมีประโยชน์ทางยาแล้ว ยังใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง และ เครื่องหอมต่างๆ ใช้แต่งกลิ่นสบู่ เป็น flavor สำหรับเติม lemon oil และใช้สังเคราะห์ วิตามินเอ ionone และ methylionone เป็นต้น จากการศึกษาพบว่าในสภาวะที่เป็นกรด citral จะมีเสถียรภาพต่ำ (Schieberle, Ehrmeier and Grosch, 1991) Friedrich และ Gubler (1979) พบว่าเสถียรภาพของ citral ในน้ำมะนาวฝรั่ง (lemon juice) ต่ำกว่าในน้ำ ทั้งนี้ เนื่องจากกรดซิตริกที่มีในน้ำมะนาวฝรั่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการสลายตัวของ citral นอกจากนี้ จากการศึกษายังพบว่า BHA (antioxdant) มีส่วนช่วยเพิ่มเสถียรภาพของ citral ในสารละลายที่เป็นกรด



ประโยชน์และสรรพคุณ ( วิทยุ เทียงบูรณธรรม, 2534; พร้อมจิต ศรสัมพ์ และคณะ, 2535; กนกกาญจน์ ปิ่นแสง, 2536)

ตะไคร้เป็นพืชเครื่องเทศและสมุนไพร ส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์คือ ราก ต้น หัว ใบ และหังคั้น

#### 1. ประโยชน์ทางเครื่องเทศ

ตะไคร้เป็นพืชเครื่องเทศและสมุนไพรที่ใช้ในการปรุงอาหารและแต่งกลิ่นรสอาหาร ทำให้อาหารมีกลิ่นหอม ช่วยดับกลิ่นคาว ทำให้อร่อยขึ้น และตะไคร้ยังมีประโยชน์ต่อร่างกาย เพราะช่วยเพิ่มเกลือแร่ที่จำเป็นหลายชนิด เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และยังมีวิตามินเอ รวมอยู่ด้วย

#### 2. ประโยชน์ทางยา

ตะไคร้ยังใช้ เป็นพืชสมุนไพรที่นิยมใช้รักษาโรคในหลาย ประเทศ เช่น บราซิล กัวเตมาลา และจีน และตำรายาไทยส่วนต่างๆ ของตะไคร้ สามารถใช้รักษาโรคได้ ดังนี้

ราก แก้เสียดแน่นแสบบริเวณหน้าอก ปวดกระเพาะอาหาร และขับปัสสาวะ

ต้น มีสรรพคุณเป็นยาขับลม แก้ลมแตกปลาย เป็นยาช่วยยาลมแบ่งในขณะคลอดลูก แก้เบื่ออาหาร แก้โรคทางเดินปัสสาวะ และรักษาโรคผิวหนัง

หัว มีสรรพคุณในการบำรุงไฟธาตุ แก้โรคทางเดินปัสสาวะ รักษาผิวหนัง รักษาเกลือ แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ แน่นจุกเสียด แก้อาการช็อคเบา ใช้ร่วมกับสมุนไพรชนิดอื่นจะเป็นยาแก้ไอ เจียน แก้ทราง ยานอนหลับ ลดความดันสูง แก้ฮัมพาด แก้ลม และแก้กษัยเส้น

ใบสด มีสรรพคุณช่วยลดความดันโลหิตสูง ลดไข้

หังคั้น แก้ปัสสาวะเป็นเลือด ขับปัสสาวะ แก้ปวดท้อง ท้องอืดแน่น แก้โรคหืด เป็นยาทานวด แก้ปวดเมื่อยเส้นตึง พกซ่า ปวดข้อ แก้ลมวิงเวียนประจำเดือนมาไม่ปกติ และยังใช้ร่วมกับสมุนไพรอื่นรักษาโรคได้ เช่น บำรุงธาตุ เจริญอาหาร และขับเหงื่อ

### 3. ประโยชน์ทางอุตสาหกรรม

ตะไคร้สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ อีกหลายชนิด เช่น ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางค์ สบู่ และเครื่องหอมต่างๆ หรือใช้เป็นวัตถุดิบหรือสารเริ่มต้นในการผลิต ionone, methylionone และวิตามินเอ เพราะ citral ที่พบในน้ำมันหอมระเหยของตะไคร้ สามารถเปลี่ยนแปลงเป็น  $\beta$ -ionone ได้ ซึ่งสารนี้จะนำไปใช้ เป็นสารเริ่มต้นในการสังเคราะห์วิตามินเอต่อไป (ปัญญศิริ สุขศรีงาม, 2527; พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ, 2529; นิจศิริ เรืองรังษี, 2535; Formacek and Kubeczba, 1982)

### คุณสมบัติทางเภสัชวิทยาและคลินิคของตะไคร้

ผลทางเภสัชวิทยามีรายงานว่า มีผู้ศึกษาวิจัยฤทธิ์ของสารจากตะไคร้ไว้หลายๆ ด้านด้วยกัน คือ ใบและรากตะไคร้มีสารที่มีฤทธิ์คล้ายอินซูลิน เป็นผงสีขาวออกเทา มีรสขม ไม่ใช่อัลคาลอยด์ กลัยโคไซด์ หรือแทนนิน รับประทานผงนี้ 1 กรัม มีความแรงเทียบเท่าอินซูลิน 440 หน่วย การฉีดเข้าใต้ผิวหนังจะแรงเทียบเท่าอินซูลิน 880 หน่วย สาร citronellal ในส่วนของน้ำมันหอมระเหยเมื่อใช้ร่วมกับ citronellic acid หรือ rhodinic acid ฉีดเข้าใต้ผิวหนังหนูเล็กจะทำให้ชาเฉพาะที่ ผลต่อหัวใจคางคกที่แยกจากตัว มีผลทำให้หัวใจบีบตัวแรงขึ้น ถ้าให้ปริมาณมากจะทำให้หัวใจหยุดการบีบตัว ผลต่อลำไส้เล็กของกระต่ายที่แยกออกจากตัวทำให้ลดการบีบตัวของกล้ามเนื้อลำไส้เล็ก เมื่อทดลองกับ เม็ดเลือดกระต่ายที่แยกจากตัวมีผลย่อยเม็ดเลือดแดงของกระต่าย (โครงการศึกษาวิจัยสมุนไพร, 2524; วีรชัย มาศจมาตล, 2530) เมื่อทำการทดลองในหนูแรท โดยป้อนตะไคร้แห้งที่ชงในน้ำ โดยให้ความเข้มข้นสูงสุดมากกว่าที่คนได้รับ 20 เท่า เป็นเวลา 2 เดือน ในหนูทั้ง 2 เพศ แล้วศึกษาอุปรีมาณน้ำตาลในเลือด estrus cycle ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์และพยาธิวิทยา (Anatomy-Pathology) พฤติกรรมการสืบพันธุ์ พฤติกรรมขณะตั้งครรภ์ จำนวนลูกหนูที่เกิด และพฤติกรรมของหนูแรกเกิด พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม สรุปได้ว่า ตะไคร้ไม่มีผลทำให้เกิดความเป็นพิษ (toxicity) และไม่ใช่สารก่อลูกวิรูป (teratogenic agent) ต่อหนูที่ศึกษา (Formigoni et al., 1986) และมีรายงานว่า ส่วนรากแห้งของตะไคร้เมื่อนำมาสกัดด้วยน้ำร้อนในอัตราส่วนตะไคร้ 2.5 กรัมต่อน้ำร้อน 1 กิโลกรัม พบว่าสารสกัดที่ได้ไม่มีผลในการ

ลดน้ำตาลในเลือดกระต่ายเลย และถ่านำทั้งต้นมาสกัดด้วยอัลกอฮอล์ 95 % สารสกัดจะมีฤทธิ์  
 ขับพยาธิไส้เดือน โดยทำให้พยาธิไส้เดือนเป็นอัมพาตภายใน 24 ชั่วโมง แต่พยาธินั้นจะไม่ตาย  
 (วิทย์ เทียงบูรณธรรม, 2531) นันทวัน บุญยะประภัสร์ (2532) รายงานว่าการที่ตะไคร้  
 สามารถลดการแปนจุกเสียได้ เนื่องจากตะไคร้มีสารซึ่งลดการบีบตัวของลำไส้ คือ citral,  
 camphor, cincole, citronellal, citronellol, fenchone, linalool,  
 menthol และมีสารขับน้ำดีมาช่วยย่อย คือ borneol, menthol และ fenchone อีกทั้ง  
 มีฤทธิ์ขับลมได้เพราะ menthol ในตะไคร้ นอกจากนี้ Lorenzetti และคณะ (1991) พบว่า  
 myrcene ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญที่พบในตะไคร้ ยังมีคุณสมบัติลดความเจ็บปวดที่ระบบประสาท  
 ส่วนปลาย (peripheral analgesic effect) ในหนูแรท และมีคุณสมบัติในการ inducing  
 antinociception ในหนูถีบจักร (Rao et al., 1990) ในปี พ.ศ.2535 นันทวัน  
 บุญยะประภัสร์ รายงานว่าน้ำชาที่เตรียมจากการต้มใบตะไคร้แห้ง 10-40 กรัมต่อน้ำ 100  
 มิลลิลิตร ต้มเดือด 5 นาที กรองและทิ้งให้เย็น เมื่อนำมาทดลองฤทธิ์แก้ปวดโดยให้หนูขาวกิน  
 น้ำชานี้ พบว่ามีฤทธิ์แก้ปวด ซึ่งขึ้นกับขนาดที่ให้ น้ำชาตะไคร้สามารถต้านการปวดที่เหนียวน้ำให้  
 เกิด โดยใช้คาราอีนิล และโพสตาแกลนดิน E แต่ไม่ได้ผลถ้าการปวดนั้นเกิดจาก dibutyl  
 cyclic AMP และน้ำมันหอมระเหยของตะไคร้ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน จากการแยกน้ำมันหอมระเหย  
 ตะไคร้ พบว่าสารสำคัญในการแก้ปวดคือ เมอร์ซีน (myrcene) ซึ่งมีฤทธิ์คล้ายคลึงกับสารจากต้น  
 และไคไฟโรน Zheng, Kenney และ Lam (1993) ได้ศึกษา d-limonene และ geraniol  
 ซึ่งเป็นสารสกัดจากน้ำมันตะไคร้ (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.) โดยทดสอบ  
 ความสามารถในการเหนียวน้ำให้เกิด activity ของ glutathione S-transferase  
 (GST) ในเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ของหนู A/J เพศเมีย พบว่า d-limonene สามารถเพิ่ม GST  
 activity ได้สูงกว่าภาวะควบคุม 2.4-3.0 เท่าในตับหนู และ mucosa ของลำไส้เล็กและ  
 ลำไส้ใหญ่หนู ส่วน geraniol สามารถเพิ่ม GST activity ได้เฉพาะในส่วน mucosa  
 ของลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่เท่านั้น โดยเพิ่มประมาณ 2.5 เท่าของภาวะควบคุมซึ่งการเพิ่ม  
 GST activity นี้เชื่อว่าเป็นกลไกสำคัญสำหรับ Chemical carcinogen detoxification  
 ซึ่งเป็นลักษณะอย่างหนึ่งของการทำงานของสารยับยั้งมะเร็ง (anticarcinogens) ดังนั้น  
 d-limonene และ geraniol จากน้ำมันตะไคร้ จึงเป็นสารยับยั้งมะเร็งที่ได้จากผลิตภัณฑ์

ธรรมชาติ และในปี พ.ศ.2536 กนกกาญจน์ บินแสง ทำการศึกษาฤทธิ์ด้านการเกิดไมโครนิวเคลียสของสารสกัดจากตะไคร้ (Cymbopogon citratus (DC.) Stapf.) ด้วยเมธานอล โดยศึกษาจากการด้านการเกิดไมโครนิวเคลียสที่ถูกเหนี่ยวนำโดย cyclophosphamide ซึ่งเป็น premutagen ที่ต้องการออกซิโคไซด์โดย liver microsomal cytochrome p-450 system จึงจะสามารถออกฤทธิ์ได้ และ mitomycin C ซึ่งเป็น direct acting mutagen ใน Swiss albino mice เพศเมีย โดยใช้สารสกัดจากตะไคร้ที่ 4 ความเข้มข้น คือ 3.2, 6.4, 12.8 และ 25.6 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักหนู หนูทดลองแบ่งออกเป็น 15 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้รับความเข้มข้น, กลุ่มที่ 2 ได้รับความเข้มข้น cyclophosphamide, กลุ่มที่ 3 ได้รับความเข้มข้น mitomycin C และกลุ่มทดสอบ ได้แก่ กลุ่มที่ 4-7 ได้รับความเข้มข้นสารสกัดจากตะไคร้ ที่แต่ละความเข้มข้น, กลุ่มที่ 8-11 ได้รับความเข้มข้นสารสกัดจากตะไคร้ที่แต่ละความเข้มข้น และได้รับ cyclophosphamide 240 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักหนู และ กลุ่มที่ 12-15 ได้รับความเข้มข้นสารสกัดจากตะไคร้ที่แต่ละความเข้มข้นและได้รับ mitomycin C 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักหนู ทำการบ่มสารสกัดจากตะไคร้ที่แก่หนูทดลองในกลุ่มทดสอบเป็นเวลา 3 วัน หลังการบ่มสารสกัดจากตะไคร้ครั้งสุดท้าย 12 ชั่วโมง ให้ cyclophosphamide หรือ mitomycin C หลังจากนั้น 30 ชั่วโมง ทำการฆ่าหนูนำไขกระดูกออกมาวิเคราะห์หาจำนวนไมโครนิวเคลียสใน polychromatic erythrocytes พบว่าสารสกัดจากตะไคร้ที่ความเข้มข้น 6.4, 12.8 และ 25.6 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักหนู สามารถลดจำนวนไมโครนิวเคลียสที่ถูกเหนี่ยวนำโดย cyclophosphamide ได้อย่างมีนัยสำคัญที่  $p < 0.001$ ,  $p < 0.02$  และ  $p < 0.001$  ตามลำดับ และสารสกัดจากตะไคร้ที่ความเข้มข้น 3.2, 6.4, 12.8 และ 25.6 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักหนู สามารถลดจำนวนไมโครนิวเคลียสที่ถูกเหนี่ยวนำโดย mitomycin C ได้อย่างมีนัยสำคัญที่  $p < 0.001$  แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากตะไคร้ในส่วนเมธานอล สามารถด้านการกลายพันธุ์ของ premutagen คือ cyclophosphamide และ direct acting mutagen คือ mitomycin C ได้ โดยอาจทำปฏิกิริยากับสารก่อกลายพันธุ์โดยตรง หรือตะไคร้อาจถูกเอนไซม์บางชนิดในร่างกายเปลี่ยนแปลงเป็นสารตัวกลาง (intermediate) ที่มีฤทธิ์ในการด้านสารก่อกลายพันธุ์หรืออาจมีผลที่ Cytochrome P-450 system แล้วทำให้ออกฤทธิ์ของ cyclophosphamide และ mitomycin C ลดลง

ผลการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์มีรายงานว่า Onawunmi, Yisak และ Ogunlana (1984) ได้ศึกษาผลในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ในส่วนน้ำมันหอมระเหยของตะไคร้ พบว่าน้ำมันหอมระเหยของตะไคร้สามารถต้านการเจริญของเชื้อ Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis และ Escherichia coli ซึ่งสารที่เป็นตัวสำคัญในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดนี้ คือ  $\alpha$  และ  $\beta$ -citral นั้นเอง ในปี ค.ศ.1987 Ogunlana และคณะ ได้ศึกษาผลของน้ำมันตะไคร้ต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างและการสังเคราะห์ peptidoglycan ของเซลล์ของเชื้อ Escherichia coli พบว่า ผลในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ของน้ำมันตะไคร้ที่ได้จากส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินของ (Cymbopogon citratus) มีผลยับยั้งการสร้าง septum ของผนังเซลล์ของเชื้อ E. coli เป็นต้น ทำให้การพัฒนาารูปร่างของเซลล์ผิดปกติไป อัจฉรา เหมาทานนท์ สุมาลี เหลืองสกุล และ ธารารัตน์ สุภศิริ (2532) ได้ศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากตะไคร้ในการต้านเชื้อราที่เป็นต้นเหตุของโรคผิวหนังบางชนิด จากการนำน้ำมันหอมระเหยและสารสกัดด้วยตัวทำละลาย 4 ชนิดคือ เฮกเซน คลอโรฟอร์ม เอทานอล และ น้ำ จากตะไคร้มาทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อรา 4 ชนิด คือ Epidermophyton floccosum, Microsporum gypseum, Trichophyton mentagophytes และ T. rubrum ผลปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ และสารสกัดจากตะไคร้ด้วยเฮกเซนที่ความเข้มข้น 250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถต้านเชื้อราทดสอบทั้ง 4 ชนิดได้ดี และเมื่อแยกองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยและสารสกัดด้วยเฮกเซนด้วยวิธีอินฟราเรดมาวิเคราะห์ แล้วทดสอบฤทธิ์การต้านเชื้อราของแต่ละแพรคชันที่แยกได้ พบว่าสารประกอบที่ต้านเชื้อราที่ทดสอบได้ดีในน้ำมันหอมระเหย และในสารสกัดด้วยเฮกเซนเป็นชนิดเดียวกัน คือ ซิตรอล (citral) และมีรายงานว่าตะไคร้มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียในลำไส้ซึ่ง ได้แก่ Salmonella enteritidis และ Escherichia coli โดยจะไปทำให้อผนังเซลล์ของ E. coli แตกออก (นันทวัน บุญยะประภัสร์, 2532) ต่อมาในปี ค.ศ.1994 Alam และคณะได้ศึกษาผลของน้ำมันตะไคร้จากป่าบิวาวิกินี ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย โดยนำตะไคร้ (Cymbopogon citratus) มากลับน้ำมันหอมระเหยด้วยไอน้ำ แล้วแยกน้ำมันหอมระเหยออก นำมาสกัดด้วยอีเธอร์ ทดสอบกับ เชื้อ Bacillus subtilis UPNG 85W0200, Staphylococcus aureus ATCC 25923 และ Escherichia coli ATCC 11775 พบว่า น้ำมันตะไคร้สามารถต้านการเจริญของเชื้อ Bacillus subtilis, Staphylococcus

aureus และ Escherichia coli ได้ดี เพราะในตะไคร้มีน้ำมันหอมระเหยที่มีสารจำพวก terpene และ sesquiterpenes ซึ่งจะเป็นพิษต่อจุลินทรีย์

#### ความปลอดภัยในการบริโภค

Leite และคณะ (1986) ศึกษาโดยการทำการทดสอบในคน โดยให้อาสาสมัครที่มีสุขภาพดี 50 คนรับประทานยาขงจากตะไคร้ที่เตรียมจาก 4 กรัมตะไคร้แห้งต่อน้ำ 150 มิลลิลิตร 1 ครั้งทุกวันเป็นเวลา 2 สัปดาห์ แล้ววัดปริมาณของสารต่างๆ ในเลือดและปัสสาวะ เช่น glucose, urea, cholesterol และ bilirubin ฯลฯ พร้อมทั้งวัดค่าความถี่ของคลื่นสมอง (Electroencephalogram, EEG) และความถี่ของคลื่นหัวใจ (Electrocardiogram) รวมทั้งพฤติกรรมในการหลับและขณะหลับ พบว่าไม่มีความผิดปกติเกิดขึ้น จึงสรุปว่าตะไคร้ไม่เป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์ และไม่มีผลต่อการกดระบบประสาทส่วนกลาง (lack of CNS depressant effect)

องค์ประกอบของเครื่องดื่มทั่วไป (ทอง ภักฤษพันธุ์, 2524)

คุณภาพของ เครื่องดื่มขึ้นกับชนิดและปริมาณขององค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

#### น้ำในเครื่องดื่ม

น้ำเป็นส่วนสำคัญในเครื่องดื่มคล้ายกับส่วนประกอบอื่นๆ ที่ทำให้เป็นเครื่องดื่มขึ้นมาได้ ทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายและพาส่วนประกอบอื่นๆ เช่น น้ำตาล สารให้รส กลิ่น สี และคาร์บอน-ไดออกไซด์ ทำให้การผสมเป็นเนื้อเดียวกันมากที่สุด มากกว่าร้อยละ 85 ของปริมาณทั้งหมดของเครื่องดื่มเป็นน้ำ น้ำจะต้องมากพอที่จะรักษาคุณภาพ และความสมดุลย์ของส่วนผสม และน้ำที่ใช้นี้จะต้องเป็นน้ำที่มีคุณภาพ ปัจจุบันเรามีน้ำประปาที่มีคุณภาพดี ซึ่งในขั้นตอนการผลิตมีเพียงการ

เอาส่วนที่เป็นคอลลอยด์ออกและลดความกระด้างลงบ้าง พร้อมทั้งลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพื่อความปลอดภัยในการดื่มเท่านั้น แต่ในน้ำที่ใช้นอกอุตสาหกรรม เครื่องดื่มจะต้องมีคุณสมบัติ คือ ไม่มีแบคทีเรียต่างๆ เจือปน ไม่มีสารต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของลักษณะรสชาติและความคงตัวของเครื่องดื่ม อาจจะมีการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างตามความต้องการ และมีคุณภาพคงที่ตลอดปี

การควบคุมคุณภาพของน้ำสำหรับเครื่องดื่ม เป็นสิ่งสำคัญ เพราะน้ำที่กระด้างด้วยคาร์บอเนต จะทำให้รสชาติของเครื่องดื่มที่เป็นกรดนั้นเหม็น จึงควรกำจัดความกระด้างออกเสียก่อนโดยวิธีการต่างๆ เช่น การต้ม การใช้สารเคมี การผ่านลงในเรซิน เป็นต้น

สารให้ความหวาน

น้ำตาลเป็นองค์ประกอบของเครื่องดื่มที่มีความสำคัญมาก นอกจากจะเป็นสารให้ความหวานและให้รสชาติแก่เครื่องดื่มแล้ว ยังทำให้เกิดความสมดุลของรสชาติอื่นๆ ที่มีในเครื่องดื่มอย่างเช่น รสเปรี้ยว เค็ม และขม เป็นต้น นอกจากนั้นน้ำตาลยังเป็นสารให้ความหนืด ให้น้ำหนัก ซึ่งเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของเนื้อ (body) ของเครื่องดื่ม ในเครื่องดื่มทั่วๆ ไป น้ำตาลจะทำหน้าที่เป็นส่วนารสชาติมากกว่าสารอื่นใด ในระดับความเข้มข้นสูงขึ้นไปนั้น น้ำตาลยังทำหน้าที่ระงับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์โดยแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) ได้อีกด้วย น้ำตาลที่นิยมใช้ในเครื่องดื่ม ได้แก่

1) น้ำตาลทราย (sucrose)

เป็นน้ำตาลที่ใช้กันมากและแพร่หลายที่สุดในอุตสาหกรรม เป็นสารเคมีที่ได้จากอ้อยและหัวบีท เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความบริสุทธิ์ถึงร้อยละ 99.9 ไม่มีวิตามินและแร่ธาตุปน ถ้าเป็นน้ำตาลที่ผ่านกรรมวิธีอย่างถูกต้อง น้ำตาลทรายที่มีจำหน่ายในปัจจุบันอาจจะเป็นน้ำตาลทรายขาวล้วน น้ำตาลทรายแดง หรือน้ำตาลทรายสีน้ำตาล ซึ่งระดับสีจะขึ้นอยู่กับปริมาณกากน้ำตาลที่ปะปนมา และพวกนี้มักจะมีกลิ่นสูงกกว่าน้ำตาลทรายขาวธรรมดา มีความหวานมากกว่าเล็กน้อย ประกอบด้วยส่วนที่เป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตส เมื่อน้ำตาลละลายน้ำจะทำให้คุณสมบัติของอาหาร

เปลี่ยนแปลงไป เช่น ช่วยเพิ่มความหนืด เพิ่มจุดเดือด ลดความดันไอ แต่เพิ่มแรงดันออสโมติก

## 2) น้ำตาลฟรุคโตส (fructose)

เป็นน้ำตาลผลไม้ที่หวานกว่าน้ำตาลทราย อาจเรียกว่าลิวโลส (levulose) ความหวานของฟรุคโตสจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง น้ำตาลฟรุคโตส เป็นส่วนหนึ่งของน้ำตาลซูโครส ซึ่งจับกับกลูโคสหรือเดกซ์โตรส น้ำตาลฟรุคโตสเป็นยาบารุงกำลังได้เป็นอย่างดี ช่วยเพิ่มการย่อย แอลกอฮอล์ในร่างกาย ช่วยพอกติดเหง้าได้เป็นอย่างดี ฟรุคโตสที่มีจำหน่ายในตลาดจะได้จากการหมักหรือปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงจากน้ำตาลกลูโคส

## 3) High fructose corn syrup

มีลักษณะเป็นของเหลว ประกอบด้วยน้ำตาลฟรุคโตสประมาณร้อยละ 42 น้ำตาลเดกซ์โตรสร้อยละ 5 มีความหวานเท่ากับน้ำตาลทรายแต่หวานกว่าน้ำตาลเดกซ์โตรส แต่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย ช่วยเสริมความหวานให้กับสารให้ความหวานอื่นๆ ได้ดี เช่น แซคคาริน (saccharin) ซึ่งจะให้ความหวานสูงกว่าในน้ำตาลซูโครสที่มีปริมาณแซคคารินเท่ากัน การใช้น้ำตาลฟรุคโตสนี้ใช้แทนน้ำตาลซูโครสได้ทุกกรณีรวมทั้งแทนน้ำเชื่อมอื่นๆ ปัจจุบันในต่างประเทศใช้กันมากในเครื่องดื่ม ผักดอง ไซรัป และอาหารกระป๋อง

## สีผสมอาหารและเครื่องดื่ม (สีวาพร สีวาเชช, 2535)

ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเครื่องดื่มก็คล้ายกับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่มีสี เป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่บ่งบอกคุณภาพของผลิตภัณฑ์ สำหรับสีที่มีการใช้ในผลิตภัณฑ์ อาจเป็นสีสังเคราะห์ สีอนินทรีย์ และสีที่ได้จากธรรมชาติ เป็นต้น การจะเลือกใช้สีอะไร จะขึ้นกับชนิดของผลิตภัณฑ์เป็นสำคัญ เช่น เครื่องดื่มประเภทส้ม ควรจะมีการใช้สีที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มองดูแล้วทราบว่าเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากส้ม นอกจากนี้จะต้องคำนึงถึงกรรมวิธีการผลิตหรือแปรรูปด้วย เครื่องดื่มบรรจุกระป๋องมักจะมีปัญหาในเรื่องการมีสีซีดจางลงหรือเปลี่ยนแปลงหลังจากเก็บไว้ระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งอาจจะแก้ไขได้โดยการกำจัดออกซิเจนที่หลงเหลืออยู่ที่ช่องว่างของกระป๋อง (head space) ด้วยกลูโคส-



ออกซิเจน หรือใช้ EDTA ร่วมช่วยในการกำจัดโลหะที่ปนเปื้อนมา ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่บรรจุในขวดแก้ว ถ้าหากในช่องของการเก็บ เก็บไว้นานที่ แสงแดดส่องถึงได้ สีของผลิตภัณฑ์จะมีการเปลี่ยนแปลง เช่น เคียวกัน เพื่อป้องกันปัญหาต่างๆ ที่จะทำการเปลี่ยนแปลงของสีเกิดขึ้น จึงควรเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับชนิดของผลิตภัณฑ์และกรรมวิธีการแปรรูปที่ใช่ โดยใช้น้ำปริมาณที่เหมาะสม และในการเก็บผลิตภัณฑ์ควรจะมีการเก็บในสภาวะที่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น เก็บในที่มืดที่มีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณแสง เป็นต้น

สีผสมอาหารแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ (เสาวณี สุริยารามานนท์, 2532)

1. สีสังเคราะห์ (coal-tar dyes) เป็นสีอินทรีย์ที่ได้จากการสังเคราะห์ เช่น เออร์โรซีน (erythrosine) บริลเลียนท์บลู เอฟซีเอฟ (brilliant blue FCF) เป็นต้น
2. สีธรรมชาติจากพืชและสัตว์ (natural or vegetable colors) เป็นสีอินทรีย์ที่สกัดได้จากพืชและสัตว์ ซึ่งบริโภคได้โดยไม่เกิดอันตราย เช่น คลอโรฟิลล์ และคาโรทีนอยด์ เป็นต้น
3. สีจากแร่ธาตุ (mineral colors) เป็นสีอนินทรีย์จากธรรมชาติซึ่งไม่มีชีวิต เช่น ผงถ่าน (vegetable charcoal) ทิตานียมไดออกไซด์ (titanium dioxide) เป็นต้น

กรด (คิวพร คิวเวซช, 2529; Woodroof และคณะ 1981)

กรดเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของ เครื่องดื่มรองจากน้ำและน้ำตาล โดยทั่วไปจะมีจุดประสงค์ในการเติมเพื่อ ให้รสฝาดและเปรี้ยว ช่วยให้เกิดความพอใจในการรับรส ช่วยระงับความกระหายโดยจะไปกระตุ้นต่อมน้ำลายในปากให้ขับน้ำลายออกมา ช่วยเพิ่มความหวานของน้ำตาล ช่วยเสริมการถนอมรักษาเครื่องดื่ม ทำให้เก็บได้นานขึ้น

ปริมาณกรดที่แน่นอนที่จะใช้นั้น เครื่องดื่มขึ้นกับระดับความชอบของรสชาติ ซึ่งต้องให้ผู้ชิมที่มีประสบการณ์ (flavor technicians) เป็นผู้กำหนด เมื่อพบลักษณะผิดปกติหรือ เครื่องดื่มเกิดเสีย (spoilage) ก็ต้องมีการตรวจสอบชนิด คุณภาพ และปริมาณของกรดที่ใช้นั้นมีส่วน

เกี่ยวข้องกับลักษณะผลิตภัณฑ์นั้นๆ หรือไม่ การใช้กรดมักจะเตรียมในรูปของสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายแล้ววัดความเข้มข้นโดยใช้ Hydrometer หรือ Refractometer (วัดออกมาเป็น Baume หรือ °Brix ตามลำดับ) แต่เมื่อผสมลงในเครื่องดื่มซึ่งมีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบแล้ว จะต้องใช้การวัด pH และปริมาณกรดที่สามารถไทเทรตได้ (titratable acidity หรือ TA) แทน และเมื่อเครื่องดื่มนั้นมีน้ำตาลหรือกรดมากกว่า 1 ชนิด เป็นองค์ประกอบจะต้องวัดปริมาณกรดด้วยวิธีที่ซับซ้อนมากขึ้นอีกตามแต่ชนิดของเครื่องดื่มนั้นๆ เพราะความเข้มข้นสุดท้ายในเครื่องดื่มอาจไม่เท่ากับปริมาณของกรดที่เติมลงไป เนื่องจากสารที่เติมลงไปอาจจะทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบอื่นๆ และสารที่มีอยู่ในเครื่องดื่มอยู่แล้วได้ทำให้ปริมาณลดลงกว่าที่เติมลงไป การใช้กรดในอุตสาหกรรมมักจะเตรียมเป็นสารละลายกรดเข้มข้นประมาณร้อยละ 50 เพื่อความสะดวกในการผสมกรดที่นิยมในเครื่องดื่ม ได้แก่

- กรดซิตริก (citric acid)

กรดซิตริก ( $C_6H_8O_7$ ) เป็นกรดประเภท tricarboxylic เป็นกรดที่ถูกนำมาใช้ในอาหารมากกว่า 100 ปีแล้ว และมีการใช้มากกว่ากรดชนิดอื่นๆ ด้วย โดยมีการใช้ถึงร้อยละ 60 ของบรรดากรดทั้งหมด นอกจากนี้ยังมีการใช้กรดซิตริกเป็นมาตรฐานเปรียบเทียบในการศึกษาผลของกรดชนิดต่างๆ ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ กรดซิตริกมีส่วนคล้ายกรดมาลิก คือ พบมากในธรรมชาติในผลไม้ประเภทส้มและมะนาวและเป็นกรดที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับ respiration cycle ของพืชและสัตว์ กรดซิตริกมีคุณสมบัติดีกว่ากรดชนิดอื่นๆ คือสามารถละลายน้ำได้ดี มีกลิ่นรสเป็นที่ยอมรับ และเป็น chelating agent ที่มีประสิทธิภาพสูง กรดซิตริก และเกลือของกรดซิตริกนั้น นิยมใส่ในอาหารประเภทน้ำผลไม้และน้ำหวานชนิดต่างๆ ทั้งชนิดที่อัดคาร์บอนไดออกไซด์ และไม่อัดคาร์บอนไดออกไซด์ เครื่องดื่มประเภทที่มีแอลกอฮอล์ ทั้งนี้เพื่อช่วยปรับปรุงกลิ่นรสและความเป็นกรด-ด่างให้พอเหมาะ เป็นวัตถุกันเสียและจะช่วยทำปฏิกิริยากับโลหะที่อาจปนเปื้อนมาในวัตถุดิบเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนขึ้น กรดชนิดนี้จะช่วยเน้นกลิ่นรส tang ของเครื่องดื่มให้ปรากฏชัดยิ่งขึ้น

- กรดมาลิก (malic acid)

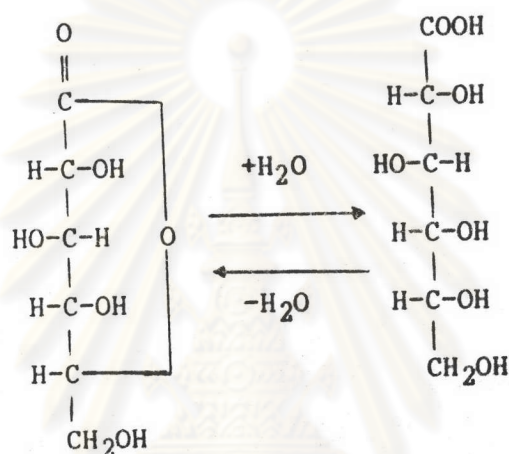
กรดมาลิก ( $C_4H_6O_5$ ) เป็นผงผลึกสีขาวแบบ triclinic กรดมาลิกที่ขายในท้องตลาดจะเป็นส่วนผสมของ D- และ L-isomers ในขณะที่กรดมาลิกที่พบตามธรรมชาตินั้นจะอยู่ในรูปของ levorotatory L-malic ซึ่งพบมากในผักและผลไม้พวกแอปเปิล องุ่น เปลือกส้ม ลูกแพร์ และ เชอร์รี่ เป็นต้น เป็นกรดที่พบมากเป็นอันดับสอง รองจากกรดซิตริกในผลไม้ประเภทตระกูลส้ม (citrus) มะเขือ และมะเขือเทศ เป็นกรดที่อยู่ใน respiration cycle ของทั้งพืชและสัตว์ D,L-malic acid นั้น มีการนำมาใช้เป็นอาหารมานานแล้ว ทั้งนี้เพื่อช่วยปรับปรุงกลิ่นรสของเครื่องดื่มประเภทที่ไม่มีแอลกอฮอล์ แยมและเยลลี่ เป็นต้น เนื่องจากกรดชนิดนี้จะมีจุดหลอมเหลวต่ำมากเมื่อเทียบกับกรดชนิดอื่นๆ และละลายได้ดีมากในน้ำ จึงมีการนิยมนำใช้กันมากในผลิตภัณฑ์ประเภทขนมหวาน และจากการที่มีความสามารถในการทำให้กลิ่นรสของอาหารกลมกล่อมขึ้น จึงนิยมนำใช้กันมากในการผลิตภัณฑอาหารและเครื่องดื่มที่มีกลิ่นรสผลไม้ เนื่องจากจะทำให้มีกลิ่นรสกลมกล่อมขึ้นแล้ว ยังช่วยเป็นกลิ่นรสผลไม้ของเครื่องดื่มประเภทอัดคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย และจากการทดลองยังพบว่ากรดชนิดนี้ไม่มีผลต่อสีธรรมชาติของอาหารหรือสีสังเคราะห์ที่เติมลงไปในอาหาร

- กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid)

กรดฟอสฟอริก ( $H_3PO_4$ ) เป็นกรดอินทรีย์เพียงชนิดเดียวที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในอาหาร โดยมีการใช้มากถึงร้อยละ 25 ของบรรดากรดทั้งหลายที่ใช้ เป็นวัตถุเจือปนอาหาร เป็นกรดที่ใช้กันมากในเครื่องดื่มประเภทโคลา และมีความเป็นกรดมากกว่ากรดซิตริก ให้รสเปรี้ยวธรรมดาซึ่งต่างจากกรดซิตริก ซึ่งให้รสเปรี้ยวของผลไม้ใช้มากกับเครื่องดื่มที่ไม่มีรสผลไม้ เช่น เครื่องดื่มรสชาลี (root beer) และรส sarsaparilla เพราะเป็นกรดที่ช่วยเพิ่มกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้ กรดฟอสฟอริกในสภาพที่เป็นกรดมีอยู่ในรูปของแข็งละลายน้ำได้ทุกอัตราส่วน ที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดจะอยู่ในรูปของสารละลายกรดเข้มข้น 75, 80, และ 85 เปอร์เซ็นต์

- กลูโคโนแลคโตน (glucono delta lactone หรือ GDL)

กลูโคโนแลคโตน ( $C_6H_{10}O_6$ ) เป็น intramolecular ester ซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสได้อย่างช้าๆ ใน aqueous system แล้วได้ผลิตภัณฑ์เป็น กรดกลูโคนิก (Fennema, 1985) ดังรูปที่ 3 โดยเมื่อ GDL เปลี่ยนไปเป็นกรดกลูโคนิกธรรมชาติของ GDL ก็เปลี่ยนจากรสหวานเป็นไม่มีรสแต่จะให้ความรู้สึกหลังดื่มเป็นรสกรดอ่อนๆ (Klis, 1990)



กลูโคโนแลคโตน

กรดกลูโคนิก

รูปที่ 3 แสดงการเกิดกรดกลูโคนิกจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ของกลูโคโนแลคโตน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### เครื่องคั้นประเภทสมุนไพร

เครื่องคั้นประเภทสมุนไพรมีหลายชนิด ส่วนใหญ่ประกอบด้วยน้ำผักและน้ำผลไม้ เพราะผักและน้ำผลไม้สด เป็นน้ำสมุนไพร เมื่อนำมาปรุงเป็นเครื่องคั้นจึงเรียกว่าเครื่องคั้นประเภทสมุนไพร ซึ่งจะอุดมไปด้วยวิตามิน และเกลือแร่ชนิดต่างๆ หรืออาจมีเส้นใยอาหาร (dietary fiber) ซึ่งแม้จะไม่มีคุณค่าทางโภชนาการแต่ก็มีประโยชน์ต่อระบบขับถ่ายของเสียของร่างกายได้ และยังได้รับสารบางชนิดในผักและผลไม้ ซึ่งเป็นสมุนไพรที่มีคุณสมบัติหรือสรรพคุณทางยาอีกด้วย เช่น น้ำมะนาว ทำให้ชุ่มคอ แก้คอแห้งบ่ารุงเสียงและแก้เลือดออกตามไรฟัน น้ำส้มคั้น ทำให้ชุ่มคอ ช่วยขับปัสสาวะและมีวิตามินเอ, บี, ซี และกรดซิตริก น้ำมะเขือเทศ ช่วยลดความดัน และมีวิตามิน เอ, ซี และธาตุโปแตสเซียม น้ำข้าวบัก แก้อ่อนเพลีย แก้ไข้หวัด ช่วยให้แผลหายเร็วขึ้น น้ำขิง ช่วยขับลม แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ และน้ำแตงกวา ช่วยบ่ารุงร่างกายให้สดชื่น แก้อาการชดเบา มีกรดอะมิโนสูง มีวิตามินบี และ ซี ธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก เป็นต้น (วันดี กฤษณพันธ์, 2536)

### กระบวนการผลิตน้ำผลไม้

กระบวนการผลิตน้ำผลไม้ ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ได้แก่ การคัดเลือกผลไม้ การล้าง การสีกัดน้ำผลไม้ การทำให้ น้ำผลไม้ใส การไล่อากาศ การให้ความร้อน การทำให้ เย็นขึ้น หรือการใช้สารเจือปนเพื่อเก็บถนอม และการบรรจุ (Crues, 1958)

- การคัดเลือกผลไม้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ น้ำผลไม้ที่มีคุณภาพสูง มีความสม่ำเสมอในด้านสี กลิ่นรส และรสชาติ หลักเกณฑ์สำคัญที่ใช้คือ คัดเลือกผลไม้ที่มีความสุกพอดี หรือมีระยะการสุกเท่าๆ กัน เกณฑ์ที่ใช้วัด ได้แก่ ขนาดของผลไม้ ความตวงจำเพาะของผลไม้ ลักษณะรูปร่างของผลไม้ และสมบัติการยอมให้แสงผ่าน การคัดเลือกตามขนาดของผลไม้ อาจใช้น้ำหนักหรือตะแกรงที่ออกแบบต่างๆกันเป็นเกณฑ์ ตะแกรงที่นิยมมาใช้ ได้แก่ ตะแกรงราบ และตะแกรงรูปทรงกระบอก (Brennan, Butter and Cowell, 1976)

- การล้างผลไม้ มีวัตถุประสงค์เพื่อกำจัด หรือลดสิ่งปนเปื้อน ได้แก่ ผุนละออง สิ่งสกปรก ยาฆ่าแมลง รวมทั้งจุลินทรีย์ วิธีสร้างขึ้นกับลักษณะของผลไม้ และลักษณะของสิ่งปนเปื้อน อาจใช้วิธีเดียวหรือหลายวิธีร่วมกัน วิธีล้างทั่วๆ ไปที่ใช้ในกระบวนการผลิต ได้แก่ การแช่ การล้างด้วยน้ำแบบพ่นฝอย การล้างในเครื่องล้างแบบลอยตัว (floatation washer) และการล้างด้วยน้ำเคลื่อนไหว การแช่เป็นวิธีการที่ทำได้ง่ายแต่มีประสิทธิภาพต่ำ ใช้เป็นการล้างขั้นต้นของผลไม้ที่สกปรกมาก การล้างวิธีนี้เพิ่มประสิทธิภาพได้โดยการขัดถูด้วยแปรงขณะแช่ การใช้ผ้าถูหรือเค็มสารเคมีในน้ำที่แช่ (Woodroof and Luh, 1975)

- การสกัดน้ำผลไม้ ผลไม้มีน้ำเป็นองค์ประกอบค่อนข้างมาก น้ำที่อยู่ในผลไม้เป็นพหุาละลายของสารอาหารหลายประเภท ได้แก่ น้ำตาล กรด และเกลือชนิดต่างๆ เมื่อมีการสกัดน้ำผลไม้ สารอาหารเหล่านี้จะถูกสกัดออกมาพร้อมกับสารให้กลิ่นรสที่ละลายอยู่ ผลไม้แต่ละชนิดใช้กรรมวิธีการสกัดแตกต่างกันมาก ขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้าง ตำแหน่งและลักษณะของเนื้อเยื่อที่มีน้ำผลไม้อยู่ รวมทั้งลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ น้ำผลไม้บางอย่างมีลักษณะใส บางอย่างขุ่น

- การตีปั่น เป็นการทำให้ผลไม้มีขนาดเล็ก เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสำหรับการสกัด ผลไม้ที่ผ่านการตีปั่นแล้วประกอบด้วยส่วนที่เป็นของเหลวและเนื้อผลไม้ หลังการตีปั่นสารอาหารและสารให้กลิ่นรสที่ละลายน้ำได้ในเนื้อผลไม้จะออกมาอยู่ในส่วนที่เป็นของเหลว การตีปั่นทำได้หลายวิธี ได้แก่ การสับด้วยเครื่องสับขนาดเล็ก (blender) การตีปั่นด้วยเครื่องสับขนาดใหญ่ที่เรียกว่า hammer mill (Crues, 1958) ขนาดชิ้นเนื้อผลไม้จากการตีปั่นต้องเหมาะสมกับชนิดของผลไม้ เพื่อให้ได้น้ำผลไม้ที่มีลักษณะดีที่สุดและปริมาณมากที่สุด

- การคั้น หลังจากการตีปั่นแล้วคั้นส่วนที่เป็นน้ำแยกออกจากส่วนเนื้อ การคั้นน้ำผลไม้มีหลักในการทำงานเหมือนกันคือ ใช้แรงกดทับ หรือใช้แรงกดชนิดแบบ hydraulic กับเนื้อผลไม้ตีปั่น เพื่อบีบคั้นส่วนที่เป็นของเหลวแยกออกจากเนื้อผลไม้ เครื่องคั้นมีอยู่หลายประเภท มีชื่อเรียกต่างกันตามภาษาคนที่ใช้บรรจุเนื้อผลไม้ตีปั่น และแรงกดยึดที่ใช้ ได้แก่ ถาดบรรจุในถุงผ้าเนื้อหนาเรียกว่า rack and cloth press ถาดบรรจุอยู่ในตะกร้าไม้เรียกว่า basket press ถาดใช้

แรงกดอัดแบบ hydraulic เรียกว่า hydraulic press (Crues, 1958)

- การต้ม (boiling) การต้มนี้จะใช้น้ำประมาณ 4-5 เท่าของน้ำหนักผลไม้ และถือเป็นขั้นตอนการสกัดน้ำผลไม้ (juice extraction) โดยที่น้ำจะเข้าไปละลายสารอาหารที่มีอยู่ภายในเซลล์ของผลไม้และความร้อนจะช่วยทำให้ผนังเซลล์แตก สารอาหารดังกล่าวได้แก่ น้ำตาล สิว กรดอินทรีย์ กรดไขมัน กรดอินทรีย์ และอื่น ๆ การต้มมักใช้กับผลไม้ที่มีกลิ่นรสสามารถทนความร้อนได้ดี เช่น กล้วย มะยม เป็นต้น ระยะเวลาที่ใช้น้ำขึ้นกับชนิดของผลไม้ด้วย ความร้อนจากการต้มนอกจากจะช่วยเร่งในการสกัดเป็นน้ำผลไม้แล้ว ความร้อนยังช่วยทำลายน้ำย่อย (enzyme) ที่เป็นตัวการในการลดปริมาณของสารเพคตินที่มีอยู่คือ pectinase enzymes เช่น ในผลไม้พวกฝรั่ง จะทำให้น้ำฝรั่งที่ได้มีความคงตัวของความเข้มข้นดีมีเนื้อแขวนลอยอยู่มาก (วันชัย สมจิต, 2524)

นอกจากนั้นยังมีการใช้เอนไซม์เพื่อช่วยในการสกัด โดยเอนไซม์จะย่อยสารเพคติน ทำให้สกัดของเหลวได้เพิ่มขึ้น กรองและทำให้ใสได้ง่ายอีกทั้งยังช่วยสกัดสีออกมาได้มากขึ้นด้วย นิยมใช้ในผลไม้ที่มีลักษณะนิ่ม เช่น สตรอเบอร์รี่ ราสเบอร์รี่ และผลไม้ที่มีความหนืดสูง เช่น กล้วย มะม่วง มะละกอ Charley (1937) ศึกษาการใช้เอนไซม์ filtragel สกัดน้ำผลไม้ประเภทเบอร์รี่ โดยบดเนื้อผลไม้และเติมเอนไซม์ 2 ปอนด์ต่อเนื้อผลไม้บด 100 แกลลอนสกัดที่ pH 3-3.5 ใช้เวลา 24 ชั่วโมงได้น้ำผลไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 50-80

- การทำให้น้ำผลไม้ใส น้ำผลไม้บางชนิดนิยมบริโภคในลักษณะใสไม่มีตะกอนหรือความขุ่น อาทิ น้ำองุ่น น้ำแอปเปิล น้ำมะนาว กรรมวิธีทำให้ใสจึงมีบทบาทสำคัญในการผลิตน้ำผลไม้ชนิดใส ซึ่งทำได้หลายวิธีได้แก่ การใช้ความร้อน การกรอง การใช้เอนไซม์ และการใช้เครื่องปั่นแยก

การใช้ความร้อนเพื่อพาสเจอร์ไรซ์น้ำผลไม้จะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะใสขึ้น เนื่องจากพลังงานความร้อนทำให้สารแขวนลอยต่างๆ เกิดการตกตะกอน และกรองออกได้ง่ายขึ้น ในการผลิตน้ำแอปเปิล โดยทั่วไปจะพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 82-85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา



2-3 วินาที แล้วลดอุณหภูมิลงถึง 27 องศาเซลเซียส โดยเร็วแล้วจึงกรองหรือปั่นแยกตะกอนออกจากส่วนน้ำใส (Nelson and Tresser, 1980)

การกรองเป็นวิธีทำให้น้ำผลไม้ใสที่ง่ายที่สุด เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ bag filter pulp filter และ filter press bag filter มีลักษณะเป็นถุงกรองที่ทำจากผ้าใยผ้าสักหลาด หรือผ้าฝ้ายเนื้อหนา เป็นเครื่องกรองที่มีประสิทธิภาพต่ำ ใช้เป็นการกรองขั้นต้น pulp filter ประกอบด้วยกระบอกที่ทำด้วยทองแดงหรือโลหะไร้สนิม ภายในบรรจุชั้นไม้หรือใยฝ้ายอัดแน่น หลักการทำงานคือ บ่อน้ำผลไม้ผ่านเครื่องกรองโดยใช้แรงดันจากบีบ หรือบ่อน้ำผลไม้เหนือเครื่องกรอง และกรองโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก เครื่อง filter press ประกอบด้วยโลหะหรือแผ่นไม้จะมีรูเปิดที่ทำให้น้ำผลไม้ไหลผ่าน หลักในการทำงาน บ่อน้ำผลไม้ผ่านเครื่องกรองโดยใช้แรงดันจากบีบ (Crues, 1958)

สารช่วยตกตะกอน (fining agent) เป็นสารที่มีประจุตรงข้ามกับประจุของอนุภาคแขวนลอยในน้ำผลไม้ ซึ่งทำปฏิกิริยากับอนุภาคแขวนลอย ทำให้มีขนาดใหญ่อันจนตกลงมาเป็นตะกอนได้ สารช่วยตกตะกอนบางชนิดของหัวในน้ำผลไม้ คือ ซอสสารที่ทำให้ขุ่นแล้วตกตะกอน สารช่วยตกตะกอนมีกเดิมในน้ำผลไม้ที่กรองได้ยาก หรือทิ้งให้ตกตะกอนได้ยาก สารดังกล่าวนี้ ได้แก่ ไข่ขาว เคซีน (casein) เจลลาติน (gelatin) แทนนิน (tannin) และ bentonite clay ประสิทธิภาพการทำงานของสารเหล่านี้ขึ้นกับอุณหภูมิ pH ปริมาณที่ใช้ (Crues, 1958)

เอนไซม์ทำให้น้ำผลไม้ใส โดยเอนไซม์จะย่อยเพคติน ทำให้น้ำผลไม้เกิดการแยกชั้นได้ส่วนตะกอนและส่วนใส เอนไซม์ที่ใช้ในทางการค้าเป็นกลุ่ม pectic enzyme มีอยู่หลายชนิด ได้แก่ Pectinol Pectinex การใช้เอนไซม์ต้องมีการศึกษาภาวะที่เหมาะสม ได้แก่ เวลา pH อุณหภูมิ ปริมาณ และความเข้มข้นของเอนไซม์ เอนไซม์กลุ่มนี้ทำงานได้ที่อุณหภูมิ 10-40 องศาเซลเซียส ปริมาณเอนไซม์ขึ้นกับปริมาณเพคตินในน้ำผลไม้ อาจใช้ตั้งแต่ร้อยละ 0.02-0.15 ระยะเวลาที่ใช้ได้ตั้งแต่ 1-16 ชั่วโมง (Sreekantiah และคณะ, 1968)

- การใส่อากาศ เนื่องจากอากาศที่ละลายในน้ำผลไม้ทำให้เกิดการเปลี่ยนสี และกลิ่น โดยทำให้เกิดปฏิกิริยา oxidation ของสารอาหารต่างๆ ได้แก่ วิตามินซี น้ำมันหอมระเหยและ



รงควัตถุที่มีในผลไม้ อาทิ lycopene carotenoid ผลของปฏิกิริยา oxidations ทำให้สารอาหารลดลงในชวงอายุการเก็บ เกิดกลิ่นแปลกปลอม และสีซีดจาง (Potter, 1978) การเก็บผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ในการผลิตทางอุตสาหกรรมมักใช้เครื่อง deaerator ซึ่งทำงานเป็นระบบค่อเนื่องที่ภาวะสุญญากาศกำจัดอากาศออกจากน้ำผลไม้ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการไล่อากาศแล้วนำไปพาสเจอร์ไรซ์แล้วบรรจุทันที การไล่อากาศอาจทำก่อนบรรจุก็ได้โดยใช้กระบวนการแทนที่อากาศในน้ำผลไม้ด้วย inert gas เช่น ไนโตรเจน หรือใช้กระบวนการ vacuum degassing แบบค่อเนื่อง (Engelbrecht, 1991) นอกจากนี้ยังใช้เอนไซม์ gluco oxidase-catalase สำหรับกำจัดออกซิเจนในน้ำผลไม้อีกด้วย (Vaha-Vahe, 1991)

- การให้ความร้อน การทำให้เข้มข้น หรือการใช้สารเจือปนเพื่อถนอมน้ำผลไม้ การเสียวของน้ำผลไม้ส่วนใหญ่อเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี ชีวเคมี จากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ หรือจากเอนไซม์ที่มีในน้ำผลไม้ น้ำผลไม้โดยทั่วไปจะมีความเป็นกรดค่อนข้างสูง จุลินทรีย์ที่เจริญได้จึงเป็นพวกที่ทนกรดได้ เช่น lactic acid bacteria ยีสต์ และเชื้อราบางชนิดซึ่งเจริญได้ที่ผิวหน้าของน้ำผลไม้ถ้ามีอากาศอยู่ จึงต้องมีวิธีเก็บถนอมที่ถูกต้องและเหมาะสมกับน้ำผลไม้แต่ละชนิด เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และการอายุการเก็บตามที่ต้องการ วิธีการเก็บถนอมที่ใช้น้ำได้แก่ การให้ความร้อน การทำให้เข้มข้น และการเติมสารเคมี ซึ่งทั้ง 3 วิธีอาจใช้รวมกับการเก็บน้ำผลไม้ที่อุณหภูมิค่า

การให้ความร้อนแก่ น้ำผลไม้ ทำเพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ กระบวนการที่ใช้มากในอุตสาหกรรม ได้แก่ การพาสเจอร์ไรซ์ ซึ่งเป็นการให้ความร้อนในระดับปานกลาง เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค แต่ไม่มากพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ทุกชนิดได้ ความร้อนระดับปานกลางที่ใช้ในกระบวนการนี้ มีผลทำให้คุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ รวมทั้งคุณค่าทางโภชนาการของน้ำผลไม้ เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย แต่อายุการเก็บค่อนข้างจะสั้น และต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น อุณหภูมิที่ใช้สำหรับการพาสเจอร์ไรซ์โดยทั่วไปคือ 80°C สำหรับน้ำผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูงใช้อุณหภูมิ 72-75 องศาเซลเซียส ก็เพียงพอต่อการทำลายเซลล์ของแบคทีเรีย ยีสต์ และราได้ นอกจากนี้ยังมีการใช้กระบวนการ flash pasteurization ซึ่งเป็นการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงในเวลาสั้นแล้วทำให้เย็นทันที เช่น ที่อุณหภูมิ 82-85 องศา

เซลเซียส 2-3 วินาที วิธีนี้มีผลต่อคุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ และคุณค่าทางโภชนาการของ น้ำผลไม้ น้อยมาก (Crues, 1958) อุณหภูมิที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์นอกจากจะทำลาย จุลินทรีย์แล้วยังทำลาย pectic enzyme ซึ่งเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่นำไปสู่ การแยกชั้นหรือการคกตะกอนในน้ำผลไม้ได้ (Sreekantiah, Murdock, Brokaw และ Allen (1955) รายงานว่า การพาสเจอร์ไรซ์น้ำผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูงที่อุณหภูมิ- เวลา ต่อไปนี้ คือ 60-65 องศาเซลเซียส 2-3 นาที ทำลาย lactic acid และ acetic acid bacteria ได้ 71-75 องศาเซลเซียส 4-5 นาที ทำลายแบคทีเรียบางชนิด ยีสต์ และ เชล ของราได้ 80 องศาเซลเซียส 20 นาที ทำลาย spore ของแบคทีเรียหรือราเจริญไม่ได้

กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์มี 2 ระบบคือ แบบไม่ต่อเนื่อง และ แบบต่อเนื่อง แบบไม่ต่อเนื่อง ทำใน steam jacket kettle และแบบไม่ต่อเนื่องใช้เครื่อง heat exchanger ซึ่งประกอบด้วย ท่อโลหะปลอดสนิม หรือท่อที่ทำด้วยแก้วสำหรับให้น้ำผลไม้ผ่านเข้าไป รอบๆ ท่อจะมีการให้ความร้อนโดยใช้น้ำร้อนหรือน้ำมัน น้ำผลไม้ผ่านท่อตามระยะเวลาที่กำหนดไว้จากนั้นทำให้อุณหภูมิลงทันทีโดยการแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนกับน้ำผลไม้ใหม่ที่ผ่านเข้าเครื่อง heat exchanger แล้วจึงบรรจุ (Joslyn and Heid, 1967) Nikdel และ MacKellar (1992) ศึกษากระบวนการพาสเจอร์ไรซ์แบบต่อเนื่องโดยใช้ microwave oven กับน้ำผลไม้ ได้แก่ น้ำส้ม ส่วนให้ความร้อนเป็นท่อขด (coil) ที่ทำจากแก้วหรือ teflons วางอยู่ใน oven microwave ที่ใช้มีขนาดความถี่ 915 เมกกะเฮิรตซ์ ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75-95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15-25 วินาที การเกิดพลังงานความร้อนในน้ำผลไม้มีกลไกเช่นเดียวกับในน้ำ ความยาวของท่อขดเป็นปัจจัยกำหนดเวลาในการให้ความร้อน และระบบนี้มี counter current heat exchanger เพื่อใช้ pre-heat น้ำผลไม้ก่อนเข้าเครื่อง microwave จากการแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนกับผลิตภัณฑ์ที่พาสเจอร์ไรซ์แล้ว การควบคุมอุณหภูมิทำได้โดยแปรค่า flow rate น้ำผลไม้ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ด้วยวิธีนี้เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าไม่แตกต่างจาก น้ำผลไม้ที่พาสเจอร์ไรซ์ด้วยวิธีปกติ (Nikdel et al., 1993) หลังการพาสเจอร์ไรซ์แล้วต้อง เก็บน้ำผลไม้ที่อุณหภูมิค่า คือ อุณหภูมิแช่เย็น หรือแช่แข็ง ที่อุณหภูมิทั้ง 2 นี้ อัตราเร็วของปฏิกิริยาทางเคมี ชีวเคมี และจุลินทรีย์ลดลง ทำให้อุณหภูมิไม่ไหวได้เป็นเวลานานระหว่างเก็บที่อุณหภูมิต่ำถ้าผลิตภัณฑ์ไม่สัมผัสกับอากาศอายุการเก็บจะยาวขึ้น

การทำให้น้ำผลไม้เข้มข้นจนได้ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมากกว่า 45 °Brix จะช่วยรักษาเสถียรภาพของความชุ่มและกลั่นรสขณะเก็บได้ดี นอกจากนี้ยังช่วยประหยัดภาชนะบรรจุ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งและเก็บรักษาด้วย วิธีการทำให้น้ำผลไม้เข้มข้นทางการค้ามีอยู่หลายวิธี ได้แก่ การระเหยที่ภาวะสูญญากาศ การทำให้เข้มข้นที่ภาวะเยือกแข็ง และ reverse osmosis (Woodroof and Luh, 1975)

การใช้สารเคมีในการเก็บถนอมน้ำผลไม้ เป็นวิธีที่นิยมกันมาก สารเคมีที่ใช้ได้แก่ เกลือ benzoate sulfurdioxide กรด sorbic และ ascorbic การเลือกชนิดของสารเคมีขึ้นกับสมบัติของน้ำผลไม้โดยเฉพาะค่าความเป็นกรด และขึ้นกับชนิดของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำผลไม้บ้าง ส่วนปริมาณที่ใช้ขึ้นอยู่กับกฎหมายทางอาหาร หรือมาตรฐานอุตสาหกรรมของแต่ละประเทศ Tressler และ Joslyn (1971) อย่างไรก็ตามวิธีการเก็บถนอมโดยใช้สารเคมีมักจะใช้ร่วมกับการเก็บถนอมโดยใช้ความร้อนหรือการเก็บที่อุณหภูมิต่ำด้วย

- การบรรจุ ภาชนะที่ใช้บรรจุ ได้แก่ ขวดแก้ว ขวดพลาสติก ถุงพลาสติก กระป๋องโลหะ และกล่องกระดาษ laminate กับพลาสติก ก่อนการบรรจุให้อากาศออกไปแล้ว บรรจุที่อุณหภูมิ 76-82 องศาเซลเซียส ปิดผนึกที่ภาวะสูญญากาศ ปริมาณบรรจุต้องไม่มากเกินไป เพราะอาจทำให้ภาชนะบรรจุโป่งบวมจากการขยายตัวของน้ำผลไม้ สำหรับการบรรจุในกล่อง tetra pak ทำในห้องปลอดเชื้อ โดยภาชนะบรรจุผ่านการกำจัดเชื้อแยกต่างหากก่อนการบรรจุ และเมื่อบรรจุแล้วเครื่องจะปิดผนึกทันทีโดยอัตโนมัติ (Crues, 1958) Satter และคณะ (1989) ศึกษาคุณภาพน้ำส้มที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์แบบ high temperature short time ในภาชนะบรรจุต่างๆ คือ ขวดแก้วใส ขวดแก้วเหลืองอำพัน ขวดแก้วเขียว และ coextruded wax laminated paperbox (tetra pak) หลังเก็บไว้ 32 วัน ที่ 25-30 องศาเซลเซียส พบว่าวิตามินซีในน้ำส้มที่บรรจุในขวดแก้วใสและขวดแก้วเขียว tetra pak และขวดแก้วเหลืองอำพัน ลดลง 66.0, 59.9, 51.9 และ 50.3% ตามลำดับ เมื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางประสาทสัมผัส พบว่า ตัวอย่างที่บรรจุในขวดแก้วเหลืองอำพันมีคุณภาพดีกว่าพวกที่บรรจุในภาชนะชนิดอื่นๆ

Chaiwanichsin, Monsikarn และ Suebsuk (1991) ศึกษาสมบัติทางประสาทสัมผัสของน้ำบัวบกกระป๋อง (Sensory Quality of Canned Buo-Bok Juice) โดยผลิตน้ำบัวบกจากใบและต้นบัวบก (*Hydrocotyl asiatica* Linn.) ที่สกัดในอัตราส่วนบัวบก 135 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร และปรับรสชาติโดยการเติมน้ำตาลทรายให้มีความหวาน 10 องศาบริกซ์ เติมโซเดียมอัลดีเบนตปริมาตรร้อยละ 0.1 (น้ำหนักรวม/ปริมาตร) ลงในน้ำบัวบกที่สกัดได้ พบว่าช่วยรักษาสี กลิ่นรส และลักษณะปรากฏของน้ำบัวบกหลังผ่านความร้อนอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการสเตอริไลซ์เชื้อคือที่ 116 องศาเซลเซียส นาน 14 นาที และน้ำบัวบกบรรจุกระป๋องเก็บที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ยังมีคุณภาพไม่แตกต่าง ( $p < 0.05$ ) จากน้ำบัวบกกระป๋องที่เตรียมใหม่

Aruna, Malathi และ Surheela (1993) พัฒนาเครื่องคั้นน้ำแครอทชนิดพร้อมดื่ม โดยเตรียมน้ำแครอทและปรับให้มีปริมาณน้ำตาลซูโครสร้อยละ 15 กรดซิตริกร้อยละ 0.15 และโซเดียมเบนโซเอท (sodium benzoate) 100 ppm ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ 2 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 80°C นาน 5 นาที ทำให้เป็นอย่างรวดเร็วก่อนบรรจุลงขวดแก้ว ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับทั้งในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และลักษณะปรากฏ อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ในขวดแก้วประมาณ 6 เดือน ในระหว่างนี้พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total solid) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และค่า pH ลดลง ขณะที่ปริมาณน้ำตาล reduced และค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น

รัชดา เลหาพันธุ์ และ วิจิต อีทรหะ (2536) พัฒนาน้ำสมุนไพรวานหางจระเข้ (Reduction of natural product juice from aloe vera) ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสูตรที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัส ประกอบด้วยน้ำมะตูมผสมวานหางจระเข้ในอัตราส่วน 9:1 โดยปริมาตร และทำการปรับปรุงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ โดยใช้โซเดียมอัลดีเบนตร้อยละ 0.1 จะให้ลักษณะปรากฏที่ใสและวานหางจระเข้สามารถลอยตัวอยู่ได้โดยไม่ตกตะกอน นานกว่า 30 นาที เพื่อรักษาคุณภาพทางชีวภาพของน้ำสมุนไพรวานหางจระเข้จึงใช้กรดฟอสฟอริกปรับ pH ให้ต่ำกว่า 4.6 เพื่อให้อยู่ในเกณฑ์ของอาหารที่มีความเป็นกรดสูง (acid food) และสามารถทำการฆ่า

เชื้อผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิต่ำ เมื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มี pH 4.2 ไม่มีความแตกต่างกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติมกรดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นำผลิตภัณฑ์มาทดลองอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (100 psig) เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์ที่อัดก๊าซไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จึงศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ที่ไม่อัดก๊าซ โดยนำมาฆ่าเชื้อที่ 62.5 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที บรรจุในขวดแก้วที่ต้มฆ่าเชื้อแล้ว เก็บที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 28 วัน ตรวจสอบหาความเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งทั้งหมด เเปอร์เซ็นต์ของความเป็นกรด-ด่าง pH และยีสต์กับรา ทุก 1 สัปดาห์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าลักษณะทางกายภาพและทางเคมีเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย