น้ำตาลโตนดจัดเป็นน้ำตาลสดที่ได้จากต้นตาลโตนด (Palmyra Palm) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Borassus flabellifer linn. อยู่ในตระกูลปาล์มซึ่งเป็นพืชที่ขึ้นทั่วไปในเขตร้อนทั้งในทวีปเอเชีย แอฟริกาและอเมริกาใต้ พบในอินเดีย พม่า ไทย ศรีลังกา และเขมร เป็นที่รู้จักกันแพร่หลายในแอฟริกาตอนกลาง , และด้านตะวันตก ภายใต้ชื่อว่า "Ronier" (Borassus aethiopium) แต่ละประเทศมีการทำน้ำตาลสดจากต้นปาล์มต่างชนิดกัน ขึ้นกับสภาพแวดล้อมและดินฟ้าอากาศของประเทศนั้น ๆ เช่น ประเทศไทยและอินเดีย ทำน้ำตาลสดจากต้นตาลโตนดและมะพร้าว ในฟิลิปปินส์ ศรีลังกา และหมู่เกาะอาวายทำน้ำตาลสดจากมะพร้าว(Elaeis guineensis และ Paphia vinifera) (Ayernor,1971)

ลักษณะต้นตาลโตนด

มีความสูงประมาณ 90 ฟุต และเส้นรอบวงของลำต้นประมาณ 180 เซนติเมตร ไม้เนื้อแข็งมากเป็นพืชที่มีเพศแยกกัน โดยต้นตัวเมียจะให้ผลและต้นผู้จะมีงวงแตกแขนงออกจากข้อ 2-4 งวง แต่ละงวงยาวประมาณ 30-40 เซนติเมตร งวงดอกประกอบด้วยดอกเล็ก ๆ ต้นตัวผู้ต้นหนึ่งมีช่อดอกได้ถึง 3-9 ช่อ ดอกต้นตัวเมียจะออกหลังต้นตัวผู้เล็กน้อยแต่ขนาดใหญ่และชุ่มน้ำหวานมากกว่า (กี เทรบุลย์, 2526) ผลมีลักษณะทรงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 6-8 นิ้ว ผิวภายนอกมีสีน้ำตาล และเรียบ ส่วนภายในเต็มไปด้วยเส้นใย การขยายพันธุ์ของตาลโตนดทำได้โดยเอาเมล็ดแก่ที่ตกพื้นมาฝังดิน (ตาลแต่ละผลมี 2-4 เมล็ด แต่โดยปกติมี 3 เมล็ด) โดยฝังในดินลึกประมาณ 10 เซนติเมตร หลังจากฝังดินแล้ว 2-3 เดือน เมล็ดจะงอกขึ้นมา

การทำน้ำตาลสด

การทำน้ำตาลสดจะเริ่มทำจากช่อดอกที่ยังไม่บาน โดยใช้เชือกมัดรอบช่อดอกเพื่อป้องกันไม่ให้ช่อดอกบาน และใช้ไม้นวดงวงเบาๆ วันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 3 วัน จึงใช้มีดปาดงวงตาลให้ห่างจากปลายสุดของงวงประมาณ 5 เซนติเมตร (Nathanael, 1970) หลังจากนั้นนวดงวงทุกวันเฉพาะช่วงเช้าเท่านั้น พร้อมกับใช้มีดปาดงวงทุกวันวันละ 2 ครั้ง โดยปาดให้ห่างจากเนื้อเยื่อส่วนปลายสุดประมาณ 2 มิลลิเมตร ทำเช่นนี้

ทุกวันจนกระทั่งมีน้ำหวานหยดออกจากงวงตาล ซึ่งจะใช้เวลาจากเริ่มต้นประมาณ 2 สัปดาห์ ในบางประเทศขณะที่นวดงวงจะค่อย ๆ ใช้เชือกโน้มช่อดอกลงเพื่อป้องกันน้ำตาลไหลเข้าไปเปื้อนภายในช่อดอก ซึ่งวิธีการทำน้ำตาลสดในแต่ละประเทศอาจจะแตกต่างกันเล็กน้อย (Ohler,1984)

เมื่อน้ำตาลสดเริ่มไหลออกจากงวง เกษตรกรจะนำภาชนะไปรองรับ ภาชนะที่ใช้อาจแตกต่างกันไปตามวัสดุที่หาง่ายในแต่ละพื้นที่ เช่นในประเทศศรีลังกา ใช้หม้อดินเป็นภาชนะในการรองรับน้ำตาลสด (Child, 1974) แต่ที่อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา ภาชนะที่ใช้มักเป็นกระบอกไม้ไผ่ หรือพลาสติกขนาดความจุ ประมาณ 2-3 ลิตร โดยใช้เวลาในการรองรับน้ำตาลแต่ละครั้งประมาณ 10-14 ชั่วโมง (เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล, 2532)

ผลผลิตของน้ำตาลสด

ผลผลิตของน้ำตาลสดขึ้นกับฤดูและสภาพดินฟ้าอากาศ Gibbs(1911) รายงานว่า ได้ทำการทดลองในประเทศฟิลิปปินส์ โดยรองรับน้ำตาลจากต้นปาล์มที่คัดเลือกไว้ 100 ต้น ทำวันละ 2 ครั้ง คือช่วงเช้า และช่วงเย็นตลอดระยะเวลา 31 วัน พบว่าได้ผลผลิตเฉลี่ย 1,400 มิลลิลิตรต่อต้นต่อวัน Browning และ Symons (1916) รายงานว่าถ้าทำการรองน้ำตาลวันละ 1 ครั้งจะได้ผลผลิตเฉลี่ย 600-1,200 มิลลิลิตรต่อต้นต่อวัน แต่ถ้ารองน้ำตาลสดวันละ 2 ครั้ง ผลผลิตจะอยู่ในช่วง 600-3,000 มิลลิลิตรต่อต้นต่อวัน สำหรับผลผลิตรวมของน้ำตาลสด จากเริ่มต้นจนสิ้นสุดเฉลี่ยประมาณ 16-80 ลิตรต่องวง หรือประมาณ 270 ลิตรต่อต้น ในช่วงของการรองรับน้ำตาลสด 8 เดือน (Ohler,1984) ในขณะที่ Child (1974) รายงานว่าในประเทศศรีลังกาผลผลิตรวมของน้ำตาลสดจากเริ่มต้นจนสิ้นสุดเฉลี่ยประมาณ13.16-65.8 ลิตรต่องวงหรือ 225.6 ลิตรต่อต้นในช่วงการรองรับน้ำตาลสด 8 เดือนเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามต้นตาลโตนดที่ดีควรให้ผลผลิตประมาณ 500-600 ลิตรต่อปี หรือประมาณ 1,350-1,600 มล.ต่อวัน (Ohler, 1984)

การไหลของน้ำตาลสดในช่วงเวลากลางคืนจะไหลเร็วกว่าเวลากลางวัน และในสภาพภูมิอากาศมีเมฆฝนจะมีผลให้น้ำตาลสดไหลมากกว่าสภาพท้องฟ้าโปร่งมีแดด นอกจากนี้การไหลของน้ำตาลสดในฤดูฝนจะเพิ่มขึ้นกว่าในฤดูแล้ง (Ohler, 1984)

ตาลโตนดต้นเตี้ยให้ผลผลิตต่ำกว่าตาลโตนดต้นสูง แม้ว่าตาลโตนดต้นเตี้ยจะได้เปรียบกว่าในแง่ความสะดวกในการรองรับน้ำตาลสด และการปลูกที่สามารถปลูกได้ชิดกันมากกว่าตาลโตนดต้นสูง แต่การรองรับน้ำตาลสดจากตาลโตนดต้นเตี้ยในระยะยาวจะมีผลเสียอย่างรุนแรงต่อสรีระของตาลโตนด และผลผลิตเฉลี่ยต่อวันจะได้เพียง 303 มิลลิลิตร เท่านั้น ดังนั้น ตาลโตนดต้นเตี้ยจึงไม่เหมาะในการทำน้ำตาลสดเป็นการค้า (Nathanael, 1955)

การรองรับน้ำตาลสดจากตาลโตนดจะทำให้ผลผลิตของตาลโตนดลดลง เนื่องจากดอกถูกทำลายขณะรองรับน้ำตาลสดจะไม่ให้ผลนั่นเอง และเมื่อหยุดทำการรองน้ำตาลสดแล้ว ผลผลิตจะสูงขึ้นเล็กน้อยในช่วง 2-3 ปีแรก ก่อนเข้าสู่สภาวะปกติในเวลาต่อมา (Piggott, 1964)

องค์ประกอบของน้ำตาลสด

น้ำตาลสดมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ น้ำตาลซูโครสร้อยละ 13-17 และโปรตีนร้อยละ 0.02-0.03 (Woodroof, 1978) แต่จากรายงานของ Norris และคณะ (1922) พบว่าในน้ำตาลสดมีคาร์โบไฮเดรท ร้อยละ 12.0-18.0 ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส เป็นส่วนใหญ่และน้ำตาลกลูโคสในปริมาณเล็กน้อย นอกจากส่วนประกอบที่เป็นน้ำตาล น้ำตาลสดยังมีองค์ประกอบที่ไม่สามารถหมักได้ปริมาณร้อยละ 2.50 ซึ่งได้แก่ เถ้าร้อยละ 0.5 และสารอินทรีย์ร้อยละ 2.0 (รวมทั้งโปรตีน ไขมัน และกัม) (Nathanael, 1960) น้ำตาลสดมีเกลือแร่และไวตามินในปริมาณน้อย Banerjee (1935) รายงานว่า มีกรดแอสคอร์บิก 16-30 มิลลิกรัมต่อน้ำตาลสด 100 มิลลิลิตร อย่างไรก็ตาม Browning และ Symons (1916) ได้รายงานองค์ประกอบของน้ำตาลสดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบของน้ำตาลสด

องค์ประกอบ	ปริมาณ
ความถ่วงจำเพาะ (29 องศาเซลเซียส)	1.058-1.077
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (กรัมต่อ100 มล.)	15.2-19.7
น้ำตาลซูโครส (กรัมต่อ100 มล.)	12.3-17.4
เถ้า (กรัมต่อ100 มล.)	0.11-0.41
โปรตีน (N x 6.25) (กรัมต่อ 100 มล.)	0.23-0.32

ที่มา : ดัดแปลงจาก Browning และ Symons (1916)

การป้องกันการเสื่อมเสียของน้ำตาลสด

เนื่องจากการรองรับน้ำตาลสดจากต้นปาล์มจะต้องใช้เวลานานกว่า 10 ชั่วโมง และไม่ได้ใช้เทคนิคปลอดเชื้อ ดังนั้นจึงทำให้จุลินทรีย์หลายชนิด เช่น ยีสต์ แบคทีเรีย และรา ปนเปื้อน และมีโอกาสเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาที่รองรับน้ำตาลสด ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย คือมีรสเปรี้ยว เป็นเมือก เป็นฟอง และปริมาณน้ำตาลลดลง วิธีที่ง่ายที่สุดในการป้องกันการเสียของน้ำตาลสด คือ การทำความสะอาดภาชนะที่จะนำไปรองน้ำตาลสดก่อน โดยการรมควันหรือลวกน้ำร้อน ในการลวกน้ำร้อนอาจใช้น้ำตาลสดที่เคี่ยวกำลังเดือดลวกก็ได้ แต่ต้องมีที่ควำให้เหมาะสมกันแมลงหรือมดรบกวน ทำให้ภาชนะสกปรก(ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, 2521) นอกจากนี้อาจใช้เปลือกไม้บางชนิด เช่น ไม้เคี่ยม (Cotylebium lanceolatum) สับเป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่ไว้ในภาชนะรองรับน้ำตาลสด ในปริมาณ 4-5 กรัม ต่อน้ำตาลสด 1 ลิตร สารประกอบพวกโพลิฟินอล ในไม้เคี่ยมจะช่วยป้องกัน และยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ (เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล, 2522) ในประเทศศรีลังกาใช้ Hal bark (Vateria acuminata L.)ในประเทศฟิลิปปินส์ใช้ผงของเปลือกไม้โกงกาง เช่น Rhizophora muronata Lam.หรือ Ceriops tagal C.B. Robinsonในการยับยั้งการหมักในน้ำตาลสด (Child, 1974)

ประเทศไนจีเรีย ใช้เปลือกของต้น Saccoglottis gabonensis ซึ่งเป็นพืชอยู่ในวงศ์ Humiriaceae เปลือกไม้ชนิดนี้มีขายตามท้องตลาดในลักษณะแผ่นแห้ง(Faparusi and Bassir,1972) สำหรับประเทศไทยนอกจากไม้เคี่ยมแล้ว ยังนิยมใช้ไม้พยอม (Shorea floribunda) ไม้ตะเคียน (Hopea adorata) และ ไม้มะเกลือ (Diospyros mollis) (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, 2521)

ณรงค์ นิยมวิทย์ และคณะ (2525) ได้ทำการศึกษาถึงผลของรากมะเกลือที่มีต่อการหมักและสารประกอบที่เกิดจากการหมักแอลกอฮอล์ พบว่ารากมะเกลือมีผลต่อการหมักแอลกอฮอล์ในระยะแรกน้อยมาก แต่จะมีผลปรากฏเด่นชัดในระยะสุดท้าย กล่าวคือในตัวอย่างที่มีรากมะเกลือการหมักยังคงดำเนินต่อไปอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ตัวอย่างที่ไม่มีรากมะเกลือ การหมักได้สิ้นสุดไปแล้ว สันนิษฐานว่ารากมะเกลืออาจมีสารประกอบที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของยีสต์อยู่บ้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงสุดท้ายของการหมัก นอกจากนี้ รากมะเกลือยังมีผลต่อกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ด้วย

การใช้สารเคมีในการป้องกันการเสื่อมเสียของน้ำตาลสด ก็เป็นวิธีที่น่าสนใจ เช่น การใช้กรดเบนโซอิก(Benzoic acid) ร้อยละ 0.2 จะสามารถยับยั้งการหมักแอลกอฮอล์และกรดอะซิติกได้อย่างสมบูรณ์ แต่ปริมาณสารเคมีในระดับนี้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค(Child,1974) นอกจากนี้ Walawalkar (1950) แนะนำว่า น้ำตาลสดสามารถเก็บรักษาได้ โดยการใช้ซัลฟานิลาไมด์ (Sulphanilamide) 10-60 ppm.

Tirawat และคณะ (1986) ได้ศึกษาผลการใช้โซเดียมเบนโซเอท(Sodium benzoate) โปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ (Potassium metabisulfite) และปูนขาว เปรียบเทียบกับไม้เคี่ยม ซึ่งเป็นสารกันเสียแบบชาวบ้านในการถนอมรักษาคุณภาพของน้ำตาลสด โดยวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ เมื่อใช้สารกันเสียที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน พบว่าคุณภาพทางเคมีของน้ำตาลสด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่ปูนขาวและสารผสมระหว่าง โซเดียมเบนโซเอทกับโปแตสเซียมเมตาไบซัลไซท์จะสามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้ดีกว่าสารชนิดอื่น แต่อย่างไรก็ตาม สารผสมระหว่างโซเดียม-เบนโซเอท กับโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ มีคุณสมบัติดีกว่าในขณะที่การใช้ปูนขาวเป็นสารกันเสียจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำตาลสดนั้นด้อยคุณภาพลง

การใช้ประโยชน์จากน้ำตาลสด

จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำตาลสดจะเจริญเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำตาลสดเกิดการเสื่อมเสียไม่สามารถเก็บไว้บริโภคลดได้เป็นเวลานานๆ ดังนั้นเกษตรกรจึงหาวิธีในการแปรรูป น้ำตาลสดไปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่นการนำน้ำตาลสดไปเคี่ยวเป็น น้ำตาลเข้มข้น หรือน้ำผึ้ง Child (1974) รายงานว่า จากการสุ่มตัวอย่างน้ำตาลเข้มข้นที่จำหน่ายใน Mara wila มาทำการวิเคราะห์ในปี 1964 ที่ Sri Lanka Coconut Institute พบว่า น้ำตาลเข้มข้นมีองค์ประกอบดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงองค์ประกอบของน้ำตาลเข้มข้น

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)
ความชื้น	27.1-31.9
เถ้า	2.01-2.66
น้ำตาล (ซูโครส)	47.4-54.5

ที่มา : ดัดแปลงจาก Child (1974)

นอกจากนี้น้ำตาลสดอาจถูกนำไปทำน้ำตาลแว่น โดยนำน้ำตาลสดที่ผ่านการกรองแล้วต้มด้วยความร้อนสูงถึง 115 องศาเซลเซียสจนเป็นผลึก ซึ่งจะได้ผลผลิตเป็นน้ำตาลแว่นประมาณร้อยละ 12-15 ของน้ำตาลสดที่ใช้ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะแข็ง และสีน้ำตาล ซึ่งสามารถส่งไปจำหน่ายยังท้องถิ่นที่ห่างไกล และขาดแคลนมะพร้าวได้ (Child, 1974) อย่างไรก็ตาม การผลิตน้ำตาลแว่นและน้ำผึ้งก็เป็นเพียงอุตสาหกรรมในครัวเรือนเท่านั้น

การนำน้ำตาลสดมาทำน้ำตาลเมาเป็นวิธีการดั้งเดิมที่ทำกันมานานแล้ว โดยใช้เชื้อจากธรรมชาติเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์

Nathanael (1960) รายงานว่าน้ำตาลเมามีแอลกอฮอล์ร้อยละ 6.0-7.5 (โดยปริมาตร) แต่จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการอาจได้แอลกอฮอล์สูงถึงร้อยละ 10.0 เนื่องจากมีการปรับปรุงและควบคุมขั้นตอนในการทำงานตั้งแต่วิธีการเก็บน้ำตาลสดตลอดจนวิธีในการหมัก แต่จากรายงานของ Leong (1953) ได้แสดงองค์ประกอบของน้ำตาลเมาโดยเฉลี่ยดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงองค์ประกอบของน้ำตาลเมา

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)
เถ้า	0.28
โปรตีน	0.22
สารสกัดอื่นๆ	0.04
น้ำตาลเดกซ์โตรส	1.94
น้ำตาลซูโครส	1.13
กรดอะซิติก	0.42
แอลกอฮอล์	5.01

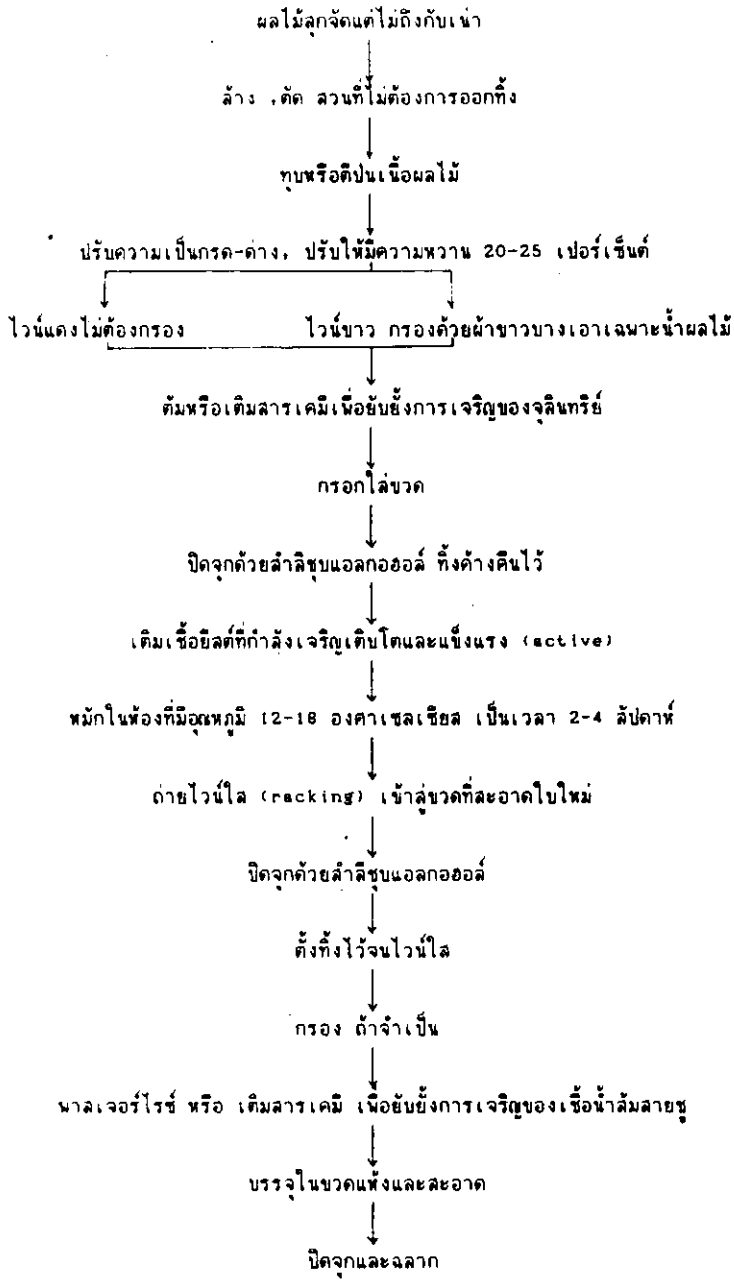
ที่มา : ดัดแปลงจาก Leong (1953)

เมื่อนำน้ำตาลเมามากลั่นจะได้ผลิตภัณฑ์อีกชนิดหนึ่งคือ arrack ซึ่งเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ปัจจุบันมีการผลิตเป็นการค้าในประเทศศรีลังกาและฟิลิปปินส์ (Grimwood, 1975) ในประเทศฟิลิปปินส์ arrack จะถูกส่งไปยังกรุงมะนิลา และถูกกลั่นซ้ำอีกครั้งเพื่อใช้สำหรับผลิต รัม ยิน และ ลิเคอร์ โดยการเติมสารปรุงแต่ง กลิ่นและสี เช่นเดียวกับประเทศศรีลังกา arrack ที่ถูกกลั่นซ้ำจะใช้ในการผลิตยินของท้องถิ่น (Gibbs,1911)

ผลิตภัณฑ์อีกชนิดหนึ่งที่ทำจากน้ำตาลสดคือน้ำส้มสายชู พบว่าในประเทศศรีลังกาและฟิลิปปินส์มีการทำน้ำส้มสายชูเป็นการค้ามานานแล้ว (Child, 1974)

ไวน์

ไวน์ คือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ซึ่งเกิดจากการหมักน้ำองุ่นคั้นด้วยเชื้อยีสต์ โดยควบคุมขบวนการหมักอย่างเหมาะสม ไวน์ที่เกิดจากการหมักผลไม้อื่น เรียกว่าไวน์ผลไม้ (ประดิษฐ์ ครุวัณณา, 2530) ขั้นตอนในการหมักไวน์โดยทั่วไป แสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการผลิตไวน์

ที่มา : ดัดแปลงจาก ประดิษฐ์ ครุวัณณา (2530)

ปัจจัยที่มีผลต่อการหมักไวน์

1. แหล่งคาร์บอนและพลังงาน

โดยทั่วไปได้จากน้ำตาลต่าง ๆ เช่น กลูโคส ฟรุกโตส ซูโครส และมอลโตส (Barnett, 1976) กลูโคสจะถูกหมักอย่างรวดเร็วในน้ำผลไม้ที่มีน้ำตาลรีดิวซ์ร้อยละ 17-20 (Szabo and Rakcsanyi, 1937) น้ำผลไม้ที่มีน้ำตาลร้อยละ 25 การหมักจะช้าลง และถ้าปริมาณน้ำตาลสูงกว่านี้ (ประมาณร้อยละ 70) ยีสต์ส่วนใหญ่จะไม่สามารถหมักได้เหตุผลหนึ่งเนื่องมาจากผลของการเกิดออสโมซิส (osmosis) ในเซลล์ยีสต์นั่นเอง (Amerine et al., 1980) อย่างไรก็ตาม ปราโมทย์ ธรรมรัตน์ (2532) รายงานว่า ในการหมักไวน์ น้ำตาลเริ่มต้นที่เหมาะสมโดยปกติควรปรับให้มีความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 20-24 องศาบริกซ์ หากต้องการไวน์ไม่หวานควรเริ่มจากน้ำตาลประมาณ 20-22 องศาบริกซ์ แต่ถ้าต้องการไวน์หวานก็อาจเพิ่มความเข้มข้นของน้ำตาลเป็น 22-25 องศาบริกซ์ ก็ได้

2. แอลกอฮอล์

แอลกอฮอล์มีผลต่อการหมักทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิด้วย (Amerine et al., 1980) นั่นคือที่อุณหภูมิต่ำยีสต์มีความสามารถทนต่อแอลกอฮอล์ได้ดีกว่าที่อุณหภูมิสูง

3. คาร์บอนไดออกไซด์และความดัน

Schmitthenner (1950) รายงานว่า ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ 15 กรัมต่อลิตร (หรือประมาณ 7.2 บรรยากาศ) จะทำให้ยีสต์หยุดการเจริญเติบโต และพบว่าผลของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการเจริญของยีสต์ จะไม่ป้องกันการหมักแอลกอฮอล์ แต่ถ้าความดันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นสูงถึง 30 บรรยากาศ จะทำให้การหมักหยุดลง

4. ความเป็นกรด

กรดมีความสำคัญในการคงสภาพความเป็นกรด-ด่างให้ต่ำลง ซึ่งเป็นผลดีในการช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน ทำให้ยีสต์เจริญได้ดีขึ้น แต่ถ้าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 3.0 จะทำให้การหมักลดลง (Amerine et al., 1980) ระดับความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมสำหรับการหมักไวน์ ควรอยู่ในช่วง 3.3-4.0 (ปราโมทย์, 2532)

5. ไนโตรเจน

ปกติยีสต์สามารถสังเคราะห์ กรดอะมิโนที่จำเป็นขึ้นเองได้จากแอมโมเนียมอิออน หรือแหล่งไนโตรเจนอื่น และมีน้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอน (Amerine et al., 1980) แต่ถ้าในน้ำผลไม้ที่ใช้ทำไวน์มีสารไนโตรเจนไม่เพียงพอก็จำเป็นต้องเติมลงไป โดยสารไนโตรเจนที่นิยมมักเติมในรูปของเกลือแอมโมเนียมซัลเฟท (ในปริมาณร้อยละ 0.05-0.10 หรือเท่ากับ 0.5-1.0 กรัมต่อน้ำผลไม้ 1 ลิตร) เกลือแอมโมเนียมฟอสเฟท หรือยูเรีย (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, 2532)

6. สารที่จำเป็นในการเจริญ (growth factors)

Amerine และคณะ (1980) รายงานว่า สารที่จำเป็นในการเจริญที่สำคัญสำหรับยีสต์ ได้แก่ ไบโอติน (biotin), อิโนซิตอล (inositol), กรดนิโคตินิก (nicotinic acid), กรดแพนโตธินิก (pantothenic acid), กรดอะมิโนเบนโซอิก (p-aminobenzoic acid), ไพริดอกซิน (pyridoxine) และไธอะมิน (thiamin) โดยปกติในน้ำผลไม้จะมีสารเหล่านี้อยู่บ้างแล้ว และพบว่ายีสต์ส่วนใหญ่ก็สามารถสร้างสารที่จำเป็นในการเจริญขึ้นเองได้ด้วย

7. เกลือแร่

ในกระบวนการหมักแอลกอออล์ ต้องการแร่ธาตุที่สำคัญคือ แมกนีเซียม โปแตสเซียม สังกะสี โคบอลท์ ไอโอดีน แคลเซียม เหล็ก ทองแดง ฟอสฟอรัส และซัลเฟอร์ แต่สำหรับการเจริญของยีสต์เพียงอย่างเดียวแร่ธาตุที่ต้องการคือ ทองแดง เหล็ก แมกนีเซียม โปแตสเซียม ฟอสฟอรัสและซัลเฟอร์ (Amerine et al., 1980)ปราโมทย์ ธรรมรัตน์ (2532)รายงานว่า เกลือฟอสเฟทมีความสำคัญในกระบวนการหมักแอลกอออล์ของยีสต์ โดยเมื่อยีสต์เริ่มทำการหมักน้ำตาล ยีสต์จะสร้างสารเอสเทอร์ที่มีฟอสเฟทเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นการเติมสารอาหารหากใช้เกลือแอมโมเนียมฟอสเฟทในปริมาณ 0.5 กรัมต่อไวน์ 1 แกลลอน ก็จะได้ทั้งสารไนโตรเจนในกลุ่มแอมโมเนียและมีฟอสเฟทอยู่ด้วย Schanderl (1959) พบว่า ถ้าในอาหารมีธาตุอะลูมินัมมากกว่า 25 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีผลในการยับยั้งการเจริญของยีสต์ได้

8. อุณหภูมิ

อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการหมักไวน์ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง22-27 องศาซลเซียส (Schanderl,1959) Amerine และคณะ (1979) รายงานว่า อุณหภูมิที่ใช้สำหรับการหมักไวน์ ควรเป็นอุณหภูมิต่ำ โดยอยู่ในช่วง 7.2-12.8 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิในการหมักสูงกว่า 21.1 ทองศาเซลเซียส จะทำให้กลิ่นและรสของไวน์ถูกทำลายไป Namba และคณะ (1987) ศึกษาการหมักเอทานอล ของเชื้อ Saccharomyces cerevisiae แบบกะ พบว่า เมื่อเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิต่ำ จะทำให้เชื้อมีการเจริญและผลิตเอทานอลช้ากว่าที่อุณหภูมิสูง แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อสิ้นสุดการหมัก พบว่าที่อุณหภูมิต่ำจะได้ความเข้มข้นของเอทานอลสูงกว่าที่ใช้อุณหภูมิสูง

การทำให้ไวน์ใส

ไวน์เป็นเครื่องดื่มที่นิยมดื่มในลักษณะใส ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องผ่านกรรมวิธีการทำให้ใสโดยขจัดสารพวกโปรตีนและเพคติน ที่ทำให้เกิดคอลลอยด์ซึ่งทำให้ไวน์ขุ่น ประสิทธิ์ อติวิรกุล (2527) ได้รายงานถึงวิธีการทำให้ไวน์ใสดังนี้

1. การใช้ความร้อน ปกติไวน์มักจะใสหลังการพาสเจอไรซ์แล้วเก็บไว้ ความร้อนทำให้สารแขวนลอยเกิดการตกตะกอน ช่วยให้กรองง่ายขึ้น ส่วนใหญ่มักทำการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 72-85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 วินาที แล้วลดอุณหภูมิลงเหลือประมาณ 27 องศาเซลเซียส นำมาเข้าเครื่องกรองหรือเข้าเครื่องเหวี่ยงแยกตะกอนออกจากน้ำใส

2.การใช้สารช่วยตกตะกอน (fining agent) เนื่องจากไวน์ตกตะกอนช้าและกรองยาก การทำให้ใสจำเป็นต้องอาศัยสารช่วยตกตะกอน เช่น ไข่ขาว เบนโตไนท์ ซึ่งเป็นผงดินที่มีพื้นที่ผิวสูง มีประจุลบ สามารถจะจับกับโปรตีนซึ่งมีประจุบวกได้เกิดเป็นตะกอนที่รวมเอาพวกฟีนอลิกและแทนนินลงมาด้วย ก่อนใช้จะนำมาแช่น้ำในอัตราส่วน 5 กรัมต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เซ็นติเมตร แล้วตั้งทิ้งไว้หลายวัน เพื่อให้ผงดินเกิดการกระจายตัว แล้วจึงเติมลงในไวน์ในอัตราส่วน 2-3 กรัมต่อลิตร มักใช้ร่วมกับการพาสเจอไรซ์ โดยเติมลงในไวน์ แล้วทำให้ร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า อาจมีการใช้สารช่วยกรองเติมหลังจากพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 82-85 องศาเซลเซียส และลดอุณหภูมิลง ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมงก่อนกรอง

3.การใช้เอนไซม์ เอนไซม์ย่อยเพคติน เช่น เพคตินอล (pectinol) ซึ่งเป็นชื่อทางการค้า ได้จากเชื้อราเป็นส่วนผสมของเอนไซม์เพคตินเมทธิลเอสเทอเรสกับโพลิกาแลคทิวโลเนส สามารถเร่งการย่อยสลายของเพคติน ลดความหนืดของไวน์และตกตะกอนพวกสารแขวนลอย การใช้เอนไซม์ในการทำให้ใสนั้น จะต้องมีการศึกษาถึงสภาวะที่เหมาะสม เช่น pH อุณหภูมิ ปริมาณ และความเข้มข้นของเอนไซม์และระยะเวลาที่ปล่อยให้เอนไซม์มีกิจกรรม เอนไซม์จะมีกิจกรรมที่อุณหภูมิระหว่าง 10-40 องศาเซล่เซียส ปริมาณเอนไซม์ที่ใช้ขึ้นอยู่กับปริมาณเพคตินในไวน์ อาจใช้ตั้งแต่ 0.02-0.15 เปอร์เซนต์ และระยะเวลาตั้งแต่ 1-16 ชั่วโมง

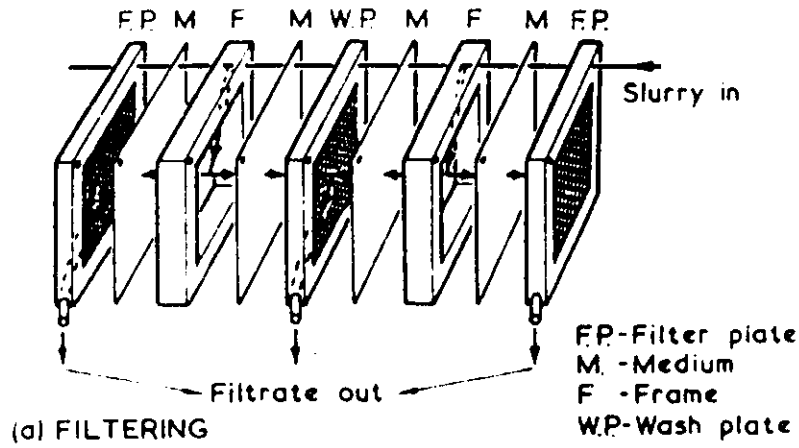
4.การใช้เครื่องเหวี่ยง (centrifuge) อาจใช้ร่วมกับการใช้สารช่วยตกตะกอน หรือใช้ตามลำพัง ซึ่งจะแยกได้เฉพาะตะกอนที่มีขนาดใหญ่ และไม่สามารถทำให้ไวน์มีลักษณะใสมาก ๆ ได้

5.การกรอง เครื่องกรองที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ filter press ประกอบด้วย plate และ frame วางสลับกัน และมีผ้ากรองแทรกอยู่ระหว่าง plate และ frame (รูปที่2) ไวน์จะถูกปั๊มเข้าเครื่องกรอง ทางรูเปิดของ frame ไหลผ่านผ้ากรองเข้าไปใน plate และไหลออกจากเครื่องกรองทางรูเปิดของ plate ในการกรองโดยอาศัยเครื่องกรอง (filter press) นิยมเติมสารช่วยกรอง (filter aid) เช่น diatomaceous earth ปริมาณ 0.5-1.0 กิโลกรัมต่อ 380 ลิตร เพื่อให้สารช่วยกรองนี้ไปเคลือบผิวหนังของผ้ากรอง สารช่วยกรองมีโครงสร้างเป็นรูพรุนจะช่วยป้องกันการอุดตันของผ้ากรองทำให้กรองได้เร็วและไม่ต้องหยุดเครื่องบ่อย ๆ

การป้องกันการเสื่อมเสียของไวน์

Faparusi และ Bassir (1972) ได้ทำการศึกษาผลของสารสกัดจากเปลือกไม้ Saccoglottis gabonensis ต่อจุลินทรีย์ในปาล์มไวน์ พบว่า สารสกัดจากเปลือกไม้ชนิดนี้ มีผลในการยับยั้งการเจริญของบักเตรี โดยเฉพาะอย่างยิ่งบักเตรีที่สร้างกรด แต่สำหรับยีสต์ พบว่าสารสกัดจากเปลือกไม้ชนิดนี้ไม่มีผลต่อยีสต์อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นไวน์จากน้ำตาลโตนดจะเกิดการเปรี้ยวช้าลง แต่การใส่เปลือกไม้ชนิดนี้ลงไปในไวน์น้ำตาลโตนด จะทำให้ไวน์เป็นสีเหลือง และมีรสขม

Okafor (1975) ได้ศึกษาการรักษาคุณภาพของไวน์น้ำตาลโตนดโดยใช้สารสกัดจาก Saccoglottis gabonensis โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ ไดเอทิลไพโรคาร์บอเนท (DEPC) และกรดซอร์บิก (Sorbic acid) พบว่า กรดซอร์บิกเป็นสารที่เหมาะสมที่สุดในการรักษาคุณภาพของไวน์น้ำตาลโตนด ในขณะที่ DEPC มีผลทำให้เกิดกลิ่นฉุนในไวน์ และโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ไม่เหมาะสมในการใช้รักษาคุณภาพของไวน์น้ำตาล์โตนดเพราะต้องใช้ในปริมาณมาก ดังนั้นจะไม่เป็นที่ยอมรับสำหรับผู้บริโภค สำหรับการต้มฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จะมีผลในการลดจำนวนจุลินทรีย์มากกว่าการใช้สารเคมี แต่ก็แนะนำว่าควรใช้วิธีต้มฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที ร่วมกับการใช้กรดซอร์บิกจึงจะให้ผลดีในการรักษาคุณภาพของไวน์น้ำตาลโตนด



รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบและการทำงานของเครื่อง horizental plate filter

ที่มา : Brennan (1976)

คูลเลอร์

คูลเลอร์ เป็นเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ผสมอยู่ แอลกอฮอล์ที่ใช้ผสมอาจเป็น วิสกี้ ไวน์ รัม บรั่นดี หรือ วอสก้า เป็นต้น อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ แต่ถ้าแอลกอฮอล์นั้นได้จากไวน์ จะเรียก คูลเลอร์นั้นว่า "ไวน์คูลเลอร์" ถ้าแอลกอฮอล์ได้มาจากอย่างอื่น จะเรียกว่า "คูลเลอร์" เฉย ๆ (ประดิษฐ์ ครุวัณณา, 2531)

ไวน์คูลเลอร์ มีต้นกำเนิดในสหรัฐอเมริกาเมื่อปี ค.ศ.1981 โดยชาวอเมริกันสองคน คือ Michael Crete และ Stuart Bewley ได้ร่วมกันทดลอง และ ผลิตจำหน่าย ได้ตั้งชื่อบริษัทว่า Island Wine Cooler Company และตั้งชื่อผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายว่า Island Wine Cooler ต่อมาได้เปลี่ยนชื่อบริษัทเป็น California Cooler Co., Inc. และเปลี่ยนชื่อผลิตภัณฑ์เป็น California Cooler สำหรับประเทศไทย บริษัทประมวลผลจำกัด เป็นบริษัทแรกที่ผลิตไวน์คูลเลอร์ออกจำหน่าย เมื่อประมาณปลายเดือนมกราคม พ.ศ. 2530 โดยตั้งชื่อผลิตภัณฑ์ว่า คูลเลอร์คลับ (cooler club) ต่อมาประมาณเดินกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2530 บริษัท ที.ซี. ฟาร์มาซูติคอล จำกัด ได้ผลิตไวน์คูลเลอร์ยี่ห้อสปาย (spy) ออกจำหน่าย และเมื่อประมาณต้นเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2530 บริษัทซีแกรม (ประเทศไทย) จำกัด ก็ผลิต ซีแกรม'ส คูลเลอร์ เป็นไวน์คูลเลอร์ยี่ห้อที่ 3 ของประเทศไทยออกจำหน่าย (ประดิษฐ์ ครุวัณณา, 2531) ซึ่งประดิษฐ์ ครุวัณณาได้แสดงเปรียบเทียบไวน์คูลเลอร์ทั้งสามชนิดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบไวน์คูลเลอร์ ที่ผลิตในประเทศไทย (เก็บข้อมูลและวิเคราะห์เมื่อ กรกฎาคม พ.ศ.2530)

ข้อเปรียบเทียบ	คูลเลอร์คลับ	สปาย	ซีแกรม
วัน เดือน ปี ที่ออกจำหน่าย	ม.ค.2530	ก.พ.2530	พ.ค.2530
ผลิตโดย	บ.ประมวลผล จำกัด อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม	บ.ฟาร์มาซูติคอล จำกัด อ.นาดี จ.สมุทรสาคร	บ.ซีแกรมประเทศไทย จำกัด อ.เมือง จ.ปทุมธานี
ปริมาณบรรจุ	300 มล.	330 มล.	330 มล.
สีขวด	เขียว	เขียว	เขียว
สีของคูลเลอร์	ขาว	ชมพู,แดงอ่อน	ขาว
ลักษณะจุกขวด	ปิดเปิด (Twist cap)	ฝาจีบ (Crown cap)	ดึงเปิด (Pull cap)
กลิ่นเด่น	เสาวรส (Passion fruit)	องุ่น (Grape)	สับปะรด (Pineapple)
แอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	5.0	5.0	4.5
ความหวาน(ร้อยละ)			
:กลูโคส	4.24	2.97	2.85
:ฟรุคโตส	5.33	3.97	3.46
:ซูโครส	0.06	0.03	1.39
กรดทั้งหมด,ซิตริก (%)	0.595	0.693	0.784
กรดระเหย,อะซิติก (%)	0.048	0.063	0.048
ความเป็นกรด-ด่าง	2.75	2.90	3.15

ที่มา : ดัดแปลงจาก ประดิษฐ์ ครุวัณณา (2531)

ปัจจุบันมีการจัดประเภทเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ใหม่ ไวน์คูลเลอร์ซึ่งถูกแยกเป็นประเภทใหม่ต่างหาก โดยแต่เดิมเป็นประเภทเดียวกับไวน์ ฉะนั้นการตลาดเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ จึงแบ่งเป็น 4 ประเภท คือ ไวน์ สุรา เบียร์ และ คูลเลอร์ (ประดิษฐ์ ครุวัฒนา, 2530)

ประดิษฐ์ ครุวัฒนา (2529a) ได้บรรยายลักษณะไวน์คูลเลอร์ที่ต่างจากไวน์ทั่วไป ดังนี้

1. มีปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำประมาณร้อยละ 6.0 โดยปริมาตร หรือประมาณครึ่งหนึ่งของไวน์ปกติ

2. มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อัดอยู่ คล้ายสปาร์คลิ่งไวน์(Sparkling wine) หรือผสมน้ำโซดา (Carbonated water) แล้วปิดจุกฝาบิด (Twist crown cap) ดื่มไม่หมดสามารถปิดจุกเก็บไว้ได้

3. มีน้ำผลไม้รสเปรี้ยวผสมอยู่ ถ้าเป็นน้ำผลไม้แท้จะสังเกตุเห็นความขุ่น แต่ส่วนใหญ่จะใช้กลิ่นรสผลไม้สกัดจากธรรมชาติ ทำให้ไวน์มีลักษณะใส ไม่มีตะกอน

4. มีรสหวานเล็กน้อย

5. มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย

6. เติมสารกันบูด (Preservatives) หรืออาจพาสเจอร์ไรซ์ด้วยความร้อนเพื่อยับยั้งและทำลายจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อน

ส่วนประกอบของไวน์คูลเลอร์ ประดิษฐ์ ครุวัฒนา (2529b) ได้อธิบายไว้ว่าประกอบด้วย

1. ไวน์ขาว ไวน์แดง หรือไวน์โรเซ่ แบบธรรมดา (Still table wine)

2. น้ำผลไม้คั้นรสเปรี้ยวหลายชนิดผสมกัน เช่น น้ำมะนาว น้ำสับปะรด น้ำเกรฟฟรุต (Grape fruit) หรืออาจใช้กลิ่นและรสธรรมชาติซึ่งสกัดจากผลไม้ดังกล่าวก็ได้

3. น้ำโซดา หรือน้ำดื่มอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

4. น้ำตาลหรือน้ำเชื่อมฟรุคโตส

5. กรดมะนาว

6. สารกันบูด เช่น โปแตสเซียมซอร์เบท โปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ และโซเดียมเบนโซเอท เป็นต้น มักใส่หลายชนิดผสมกัน อาจทำการพาสเจอร์ไรซ์แทนการเติมสารกันบูดก็ได้

ภาชนะและขนาดบรรจุ

ไวน์คูลเลอร์มักจะบรรจุในขวดแก้ว ขนาดความจุต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 6.8 ออนซ์(200 มิลลิลิตร) ถึง 12 ออนซ์ (355 มิลลิลิตร) ส่วนใหญ่จะบรรจุโดยใช้ขวดขนาด 12 ออนซ์ จุกเป็นแบบฝาปิดโลหะ(twist crown cap) นอกจากนี้ยังบรรจุในประป๋องอลูมิเนียมขนาด 12 ออนซ์ จำหน่ายในลักษณะเป็นหีบหรือกล่องกล่องละ 4-6 ขวดหรือกระป๋อง

การจัดจำแนกประเภทเครื่องดื่ม ภาษี และวิธีการจัดจำหน่าย

เนื่องจากไวน์คูลเลอร์มีปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำกว่า 7 % จึงไม่ได้อยู่ในความควบคุมของกฎหมายประเทศสหรัฐอเมริกา โดย The Bureau of Alcohol Tobacco and Firearms ในเรื่องฉลากและการโฆษณา แต่เสียภาษีเช่นเดียวกับไวน์ไม่มีก๊าซ (Still wine) คือ 17 เซนต์ ต่อหนึ่งแกลลอน(4.55 ลิตร) ในขณะที่แชมเปญหรือสปาร์คคลิ่งไวน์ ต้องเสียภาษีถึง 2.40 เหรียญต่อหนึ่งแกลลอน ฉะนั้นไวน์คูลเลอร์จึงไม่สามารถโฆษณาว่าเป็นสปาร์คคลิ่งไวน์ได้ ทั้ง ๆ ที่มีส่วนคล้ายอยู่มาก ผลิตภัณฑ์มีทั้งสีขาว แดง และ โรเซ่ มักบรรจุในขวดเบียร์ขนาด 12 ออนซ์(355 มิลลิลิตร) อยู่ในกล่องหรือหีบละ 4 ขวด จำหน่ายราคาหีบละ 2.99-3.45 ดอลลาร์ นอกจากนี้ยังบรรจุในภาชนะและความจุต่าง ๆ อีกด้วย ที่น่าสนใจประการหนึ่งก็คือจัดจำหน่ายโดยผู้ขายเบียร์หรือในร้านเบียร์ โดยแช่ในตู้แช่เบียร์ มีวางขายในร้านที่จำหน่ายสุราหรือไวน์มาก

ในประเทศไทยจะวางขายไวน์คูลเลอร์ในซุปเปอร์มาเก็ต โดยวางรวมอยู่กับเครื่องดื่ม ที่บรรจุขวดประเภทอื่น ๆ ทั้งที่มีแอลกอฮอล์และไม่มีแอลกอฮอล์ ได้แก่ เบียร์ เหล้า น้ำอัดลม เป็นต้น