

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

หม่อน

หม่อน (mulberry) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Morus spp.* เป็นไม้ยืนต้นจำพวกไม้พุ่มอยู่ในวงศ์ Moraceae อยู่ในประเภทพุ่มใบใหญ่พวก Dioecious เช่นเดียวกับปอสา ขนุน และโพธิ์(สมโพธิ์ อัครพันธุ์, 2539) พืชในวงศ์นี้มียางและขนที่ใบ (บางพันธุ์อาจมีน้อยมาก) มีเส้นใย ใบมีรูปร่างแตกต่างกัน ทั้งที่เป็นแฉกและไม่เป็นแฉก แต่ละพันธุ์จะมีเพศเดียวไม่เพศผู้ก็เพศเมีย มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่พบดอกทั้งสองเพศอยู่ในต้นเดียวกัน หม่อนที่มีดอกเพศเมียจะมีเมล็ดสำหรับขยายพันธุ์แต่ไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากได้ต้นที่ไม่เหมือนพันธุ์เดิมเพราะมีการผสมข้ามพันธุ์ จึงนิยมขยายพันธุ์ด้วยการปักชำก่อนพันธุ์เนื่องจากสะดวก และเจริญเติบโตก็เกี่ยวกับเกี่ยวผลผลิตได้เร็วกว่าการใช้เมล็ด หม่อนสามารถเจริญได้ดีตั้งแต่เขตอบอุ่นจนถึงเขตร้อน จึงปลูกได้ในทุกสภาพอากาศในประเทศไทย (วิโรจน์ แก้วเรือง, 2540) ปัจจุบันยังไม่มี การจำแนกพันธุ์หม่อนที่ปลูกไว้ใช้เพื่อเลี้ยงไหม หรือพันธุ์ที่ใช้สำหรับบริโภค แต่โดยทั่วไปพันธุ์ *M. alba* จะปลูกเพื่อใช้เลี้ยงไหม *M. nigra* ปลูกไว้เพื่อเอาผลเช่นเดียวกับ *M. rubra* และ *M. macroura* ให้ผลที่มีขนาดใหญ่ อาจมีความยาวถึง 8 เซนติเมตร ซึ่งพันธุ์นี้ชาวอินเดียทางเหนือนิยมปลูกไว้บริโภค ส่วนของไทยจะปลูก *M. alba* เพื่อการเลี้ยงไหมซึ่งเป็นพันธุ์พื้นเมืองที่เป็นเพศเมีย เช่น หม่อนไผ่ หม่อนคุณไผ่ จะมีผลขนาดเล็กจึงไม่นิยมนำมาบริโภค ปัจจุบันกรมวิชาการเกษตรได้ปรับปรุงพันธุ์หม่อนจนได้พันธุ์ลูกผสมที่มีผลและใบขนาดใหญ่ และให้ผลดก เช่น พันธุ์นครราชสีมา 60 และบุรีรัมย์ 60 โดยจะให้ผลผลิตประมาณ 30-50 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ขึ้นอยู่กับการตัดแต่งกิ่งและระยะปลูก โดยทั่วไปหม่อนจะออกผลในช่วงเดือนธันวาคมถึงมีนาคม แต่อาจจะออกผลนอกฤดูได้ถ้ามีการตัดแต่งกิ่ง ขณะนี้ยังไม่มีการศึกษาว่าการตัดแต่งกิ่งอย่างไรจึงจะให้ผลหม่อนที่มีคุณภาพดีและมีปริมาณมาก มีเฉพาะการตัดแต่งกิ่งเพื่อเอาผลผลิตใบหม่อนเท่านั้น

ในอดีตการปลูกหม่อนก็มุ่งเน้นที่จะนำใบหม่อนไปเลี้ยงไหมเพียงอย่างเดียว ต่อมาได้มีการนำส่วนต่างๆ ของต้นหม่อน เส้นใยไหม หนอนไหม ดักแด้ไหม ไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ปัจจุบันเมื่อวิทยาการด้านต่างๆ เจริญมากขึ้น นักวิทยาศาสตร์เริ่มพัฒนาการใช้ประโยชน์จากหม่อนและไหม เพื่อให้มีคุณค่าและศักยภาพการใช้ประโยชน์มากขึ้นและกว้างขวางขึ้น ซึ่งประโยชน์ของหม่อนตั้งแต่อดีตจนกระทั่งถึงปัจจุบันในด้านต่างๆมีดังนี้ (วิโรจน์ แก้วเรือง, 2539)

1. อาหารหนอนไหม ใบหม่อนมีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ความชื้นร้อยละ 22.60, 42.25, 4.57 และ 6.55 ตามลำดับ มีเส้นใยและเถ้าร้อยละ 24.03 ใบหม่อนเป็นอาหารที่พิเศษที่สุดสำหรับหนอนไหม (*Bombyx mori*) หนอนไหมมีความสามารถในการเปลี่ยนโปรตีนจากใบหม่อนเป็นเส้นใยไหมได้ดีกว่าพืชชนิดอื่น

2. พืชสมุนไพร ตำราสมุนไพรจีนกล่าวถึงสรรพคุณของหม่อนไว้มากมาย เช่น “ยอดหม่อน” นำมาต้มใช้ดื่มและล้างตาเพื่อบำรุงสายตา นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นพบว่าใบหม่อนสามารถลดคอเลสเตอรอล (cholesteroi) ในกระต่าย ลดปริมาณน้ำตาลในเลือด ลดความดันโลหิตและลดอัตราการตายของหนูที่มีสาเหตุจากมะเร็งในตับได้ “กิ่งหม่อน” นำมาต้มใช้ดื่ม ช่วยทำให้เลือดไหลเวียนสะดวก รักษาอาการ ปัสสาวะสีเหลือง กลิ่นฉุนอันเกิดจากความร้อนภายใน ทำให้ลำไส้ทำงานได้ดี ขจัดความร้อนในปอดและกระเพาะอาหาร ขจัดกรหมักหมมในกระเพาะอาหารและเสลดในปอด นอกจากนี้ใช้รักษาอาการปวดมือ เท้าเป็นตะคริว เหน็บชา “ผลหม่อน” ใช้รักษาโรคไขข้อ บำรุงหัวใจ บำรุงผมให้ดกดำ เส้นประสาทตาดี สายตาแจ่มใส “รากหม่อน” สามารถลดปริมาณน้ำตาลในเส้นเลือดโดยช่วยลดความรุนแรงและรักษาโรคเบาหวานได้ สารอัลคาลอย deoxynojirimycin (DNJ) จากส่วนเปลือกกรากหม่อน *M. nigra* ได้นำมาทำเป็นยาชื่อ homonojirimycin เพื่อใช้เป็นยารักษาโรคเบาหวาน นอกจากนี้ DNJ ที่มีคุณสมบัติทางเคมีคล้ายกับกลูโคส (glucose) จะไปเพิ่มโมเลกุลของน้ำตาลที่ผิวด้านนอกของเชื้อ HIV จึงเป็นอุปสรรคขัดขวางเชื้อ HIV ในการเข้าทำลายเซลล์ ซึ่งการทดลองในสัตว์ได้ผลดีระดับหนึ่ง

3. อาหารและเครื่องดื่ม ผลหม่อนใช้รับประทานสดได้ “ผลสุก” ใช้ทำน้ำผลไม้ แยม เยลลี่ และไวน์หม่อน กากที่เหลือจากการทำน้ำผลไม้หรือไวน์หม่อนใช้ทำแยมได้ “ยอดหม่อนและใบหม่อน” ใต้มยาไก่ ต้มยาเป็ด และชาวญี่ปุ่นนิยมดื่มชาจากผงใบหม่อนและรากหม่อนมาเป็นเวลานานกว่า 60 ปี เพราะเชื่อกันว่าช่วยรักษาสุขภาพ Shimizu et al. (1992) ได้ตรวจพบ gamma-aminobutyric acid (GABA) ในชาที่ทำจากใบหม่อน ซึ่งมีคุณสมบัติในการปรับระดับความดันโลหิต และลดการอักเสบในสมองของผู้ที่ได้รับอุบัติเหตุทางสมอง นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นพบว่าใบหม่อนมีแร่ธาตุและวิตามินที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายโดยรวมสูงกว่าชา เช่น แคลเซียม โปแตสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี ไวตามินเอ ไวตามินบี 1 และบี 2 และไวตามินซีสูง

4. สารป้องกันกำจัดโรคพืช นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นพบว่าเนื้อเยื่อของกิ่งหม่อนบริเวณ cortex และ xylem จะสร้างสาร phytoalexins (PA) ที่มีคุณสมบัติในการต่อต้านเชื้อรา จึงทำให้หม่อนมีความสามารถในการต้านทานต่อเชื้อราบางชนิดเช่น *Stigmia mori* และ *Fusarium solanif*

5. ประโยชน์อื่นๆ ได้แก่ เปลือกลำต้นหม่อนใช้ทำกระดาษ ต้นหม่อนปลูกเป็นไม้ประดับ ใบใช้เป็นอาหารสัตว์ เศษกิ่งหม่อนที่เหลือจากการเลี้ยงไหมใช้ทำวัสดุเพาะเห็ด ไม้หม่อนที่เหลือจากการตัดแต่งกิ่งสามารถนำมาประดิษฐ์เป็นของที่ระลึกได้หลากหลายชนิด เช่น กระเป๋า ตะกร้า และพวงกุญแจ ฯลฯ ในอินเดียใช้ไม้หม่อนทำไม้เบสบอล คริกเก็ต และอุปกรณ์กีฬาอื่นๆ กิ่งที่เหลือจากการเลี้ยงหม่อนและต่อหม่อนที่หมักคั่วใช้ทำเชื้อเพลิง ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยพืชสด เป็นต้น (วิโรจน์ แก้วเรือง, 2540)

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบต่างๆ ในผลหม่อนโดยคิดจากส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ
พลังงาน (แคลอรี)	53.00
น้ำ (กรัม)	84.00
โปรตีน (กรัม)	1.70
ไขมัน (กรัม)	0.40
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	12.20
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	30.00
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	32.00
เหล็ก (มิลลิกรัม)	3.70
Vitamin A (มิลลิกรัม)	17.00
Vitamin B ₁ (มิลลิกรัม)	0.03
Vitamin B ₂ (มิลลิกรัม)	0.06
Vitamin C (มิลลิกรัม)	5.00
Niacin (มิลลิกรัม)	0.20

ที่มา : เกศินี ระมิงค์วงศ์ (2528)

ไวน์

ไวน์ (Wine, Vin, Vino, Vinho หรือ Weine) หมายถึงเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักน้ำองุ่นโดยใช้เชื้อยีสต์ เป็นผลให้น้ำตาลบางส่วนหรือทั้งหมดในน้ำองุ่นกลายเป็นแอลกอฮอล์ โดยควบคุมกระบวนการผลิตที่เหมาะสม ไวน์เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่มีคุณภาพทางโภชนาการที่มนุษย์ใช้ดื่มแทนน้ำมาแต่อดีตกาลนับพันปีมาแล้ว ไวน์สามารถทำได้จากผลไม้ต่างๆ ที่มีสารอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตที่เพียงพอต่อการหมักได้ แต่จะมีชื่อเรียกต่างๆ กันไป โดยทั่วไปจะเรียกตามชื่อผลไม้ที่นำมาหมัก องุ่น (*Vitis vinifera* หรือ *V. rotundifolia*) เป็นผลไม้ที่เหมาะสมในการทำไวน์มาก (Amerine, Berg and Cruess, 1972) ผลไม้อื่นๆ เช่นหม่อน มะเกี๋ยง สตรอเบอร์รี่ มะยม สับปะรด และอื่นๆ เป็นผลไม้ที่มีศักยภาพในการทำไวน์ผลไม้ที่มีคุณภาพดี ซึ่งในปัจจุบันมีผู้ให้ความสนใจและบริโภคมากขึ้น ไชเดอร์ (cider) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักน้ำแอปเปิ้ล ซึ่งโดยกฎหมายอาหารไม่จัดว่าเป็นไวน์ แต่กระบวนการผลิตคล้ายคลึงกับการทำไวน์ เพอรี (perry) เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักน้ำลูกสาเก (pear) เมียด (mead) เป็นเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักน้ำผึ้ง น้ำตาลเมา (palm wine) เป็นเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักน้ำตาลจากต้นตาล (ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน, 2542)

ไวน์เริ่มเป็นที่รู้จักกันตั้งแต่สมัยอียิปต์และบาบิโลเนียเก่า โดยเริ่มจากการที่ปล่อยน้ำองุ่นทิ้งไว้ตามธรรมชาติ ยีสต์ในอากาศเจริญใช้น้ำตาล กรด และสารอาหารที่มีอยู่ในน้ำองุ่นสร้างเป็นแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์เล็กน้อย ทำให้ได้เครื่องดื่มที่มีรสชาติแปลกออกไป คนโบราณนิยมดื่มไวน์ที่มีน้ำตาลผสมเครื่องเทศสมุนไพรจากรากไม้ เปลือกดอกไม้ เมล็ดพืช เป็นเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสและกลิ่นให้หอมชวนดื่มและดื่ม การทำไวน์เป็นศิลปทางวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งซึ่งภาษาอังกฤษเรียกว่า Enology หรือ Oenology แปลว่าความรู้ในการผลิตไวน์ ซึ่งรวมเอาหลักการทางเคมี ชีวเคมี เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางจุลินทรีย์รวมทั้งอนินทรีย์ โดยเฉพาะเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์และกระบวนการเปลี่ยนแปลงสารประกอบอินทรีย์ไปเป็นกลิ่นและรสชาติของไวน์ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาถึงยีสต์และสภาวะที่ยีสต์สามารถดำเนินการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ได้แอลกอฮอล์ในปริมาณที่ต้องการ ไวน์ทำจากน้ำผลไม้หลากหลายสายพันธุ์ มีปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำ มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย อาจมีหรือไม่มีรสหวานก็ได้ มีกลิ่นหอมจากผลไม้ชนิดนั้นๆ และกลิ่นหอมที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีตามธรรมชาติ จึงทำให้ไวน์แตกต่างจากเหล้าหรือเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์อื่นๆ

การจำแนกชนิดของไวน์สามารถจำแนกได้หลายแบบคือ

1. จำแนกตามสีของไวน์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ (Norman, 1977; สมสุข ตั้งเจริญ และอรวิทย์ เลาหรัชตพันธ์, 2536)

1.1 ไวน์แดง (red wine) ทำจากองุ่นแดงหรือผลไม้สีแดง ไวน์แดงจะมีสีตั้งแต่สีอ่อนๆ เช่น สีแดงเข้มจนถึงสีทับทิม หรือสีม่วงเข้มซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทขององุ่นที่นำมาทำไวน์ ไวน์แดงจะมีรสชาติ ความฝาด กลิ่น และความเข้มข้นมากกว่าไวน์ชนิดอื่นๆ แต่หวานน้อยกว่า

1.2 ไวน์ขาว (white wine) ทำจากองุ่นเขียวหรือผลไม้สีอื่น สีของไวน์จะมีระดับต่างๆ กัน ตั้งแต่สีเหลืองซีดจนถึงสีเหลืองทองใส ไวน์ขาวมีรสชาติอ่อน

1.3 ไวน์โรเซ่ (rose หรือ pink wine) ได้จากการหมักน้ำองุ่นเขียวและองุ่นแดงรวมกัน จะมีสีชมพูระดับที่แตกต่างกันไปตั้งแต่สีชมพูซีดๆ จนถึงสีเกือบแดง มีลักษณะและรสชาติคล้ายไวน์ขาว

2. จำแนกตามปริมาณแอลกอฮอล์ที่มีในไวน์ (Vine, 1991; Amerine et al., 1972) คือ

2.1 Table wine คือไวน์ที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ระหว่างร้อยละ 9-14 โดยปริมาตร และมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียงเล็กน้อย ซึ่งได้จากการหมักตามธรรมชาติ โดยไม่มีการเติมสิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไป นิยมใช้ดื่มก่อนอาหารเพื่อเรียกน้ำย่อยหรือดื่มในระหว่างการรับประทานอาหาร

2.2 Fortified wine คือไวน์ที่มีการเติมแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ที่ได้จากการกลั่นเหล้าองุ่นหรือบรันดี (brandy) หรือเหล้าชนิดอื่นๆ (spirits) ที่มีรสชาติจัดจ้านเข้มข้นลงไป เพื่อเพิ่มปริมาณแอลกอฮอล์ให้สูงขึ้นประมาณร้อยละ 12-24 โดยปริมาตร จึงสามารถเก็บได้นานกว่า Table wine โดยทั่วไปจะเป็นไวน์ที่มีความหวาน และมีรสชาติจัดจ้าน นิยมใช้รับประทานหลังอาหารหรือเรียกว่าเป็นไวน์ย่อยอาหาร เช่น Port wine และ Sherry แบ่งได้ 2 ชนิด

2.1.1 Aperitif wine เป็นไวน์ที่เติมแอลกอฮอล์ และมีการเพิ่มสี กลิ่น รส รากไม้ ยา และเครื่องเทศที่มีกลิ่นหอมลงไปด้วย

2.1.2 Dessert wine เป็นไวน์ที่มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงมีการเพิ่มแอลกอฮอล์เข้าไปในไวน์เพียงอย่างเดียว แต่มีลักษณะต่างจากไวน์ธรรมดา คือ มีรสหวาน กลิ่น และแอลกอฮอล์มากกว่า นิยมดื่มหลังอาหารเพื่อย่อยอาหาร

3. จำแนกตามปริมาณน้ำตาลที่มีอยู่ในไวน์ ซึ่งขึ้นกับมาตรฐานของแต่ละประเทศ เช่นที่ประเทศออสเตรเลีย Wine Committee of The Royal Agricultural and Horticulture Society of South Australia (Rankine, 1989) กำหนดว่า

3.1 ไวน์ไม่หวาน (dry wine) คือไวน์ที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) ไม่เกิน 7.5 กรัมต่อลิตร

3.2 ไวน์หวาน (sweet wine) คือไวน์ที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ตั้งแต่ 10-200 กรัมต่อลิตร ในบางแห่งจะแบ่งไวน์ตามความหวานออกเป็นหลายระดับ เช่น ไวน์ไม่หวาน ไวน์หวานเล็กน้อย

(semi-dry wine) ซึ่งมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ระหว่าง 7.5-10 กรัม/ลิตร ไวน์หวาน และไวน์หวานมาก (very sweet wine)

4. จำแนกตามปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Vine, 1991; Rankine, 1989) คือ

4.1 ไวน์ไม่มีฟอง (still wine) คือ ไวน์ที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียงเล็กน้อยซึ่งเกิดจากการหมักตามธรรมชาติ โดยทั่วไปหมายถึง Table wine มีปริมาณแอลกอฮอล์ระหว่างร้อยละ 9-14

4.2 สปาร์กลิงไวน์ (sparkling wine) คือ ไวน์ที่มีการเติมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หลังการหมัก หรือไวน์ที่มีการหมักซ้ำ (refermentation) ในขวดอีกครั้งหนึ่ง เช่น แชมเปญ (Champagne) มีรสซ่าเนื่องจากมีก๊าซบรรจุในขวด ปกติมีแอลกอฮอล์ร้อยละ 10-13 โดยปริมาตร

5. จำแนกตามการเติมกลิ่นสมุนไพร (สันติ วงศ์สุวรรณ, 2532)

5.1 ไวน์ที่มีการเติมกลิ่นสมุนไพร (herbs) เปลือกไม้ รากไม้ พืชต่างๆ เครื่องเทศ (exotic spices) หรือสารสกัดให้กลิ่น เพื่อแต่งเติมปรับปรุงสีกลิ่นและกลิ่นหอม ปรับปรุงรสชาติให้กลมกล่อมขึ้น เช่น เวอร์มูท (vermouth) และมาตินี (matini)

5.2 ไวน์ที่ไม่มีการเติมกลิ่นสมุนไพร เครื่องเทศหรือสารสกัดให้กลิ่น

6. จำแนกตามโอกาสที่ดื่ม

6.1 ไวน์ดื่มก่อนอาหาร (aperitif wine) เป็นไวน์หวาน มีแอลกอฮอล์สูง ใช้น้ำดื่มก่อนรับประทานอาหารเพื่อเรียกน้ำย่อย ปริมาณแอลกอฮอล์ที่สูงถึงร้อยละ 20 ได้มาจากการเติมแอลกอฮอล์ ซึ่งอาจเติมในรูปของวีสกีหรือบรันดี หรือวอดก้า (vodka) หรือเอทิลแอลกอฮอล์ชนิดทานได้ ตัวอย่างของไวน์ชนิดนี้ได้แก่ ไวน์เชอรี (sherry)

6.2 ไวน์ดื่มระหว่างอาหาร หรือดื่มพร้อมอาหาร ไวน์ชนิดนี้ส่วนมากไม่หวาน มีแอลกอฮอล์ประมาณร้อยละ 9-14

6.3 ไวน์ดื่มหลังอาหาร ได้แก่ พอร์ท (port) ครีมเชอรี (cream sherry) โทเก (tokay) และมาลากา (malaga)

กรรมวิธีการทำไวน์

1. การเตรียมน้ำผลไม้สำหรับหมัก

1.1 ชนิดของผลไม้

ผลไม้แทบทุกชนิดสามารถนำมาใช้ทำไวน์ได้ แต่กลิ่นรสและคุณภาพจะแตกต่างกันไปตามชนิดของผลไม้ต่างๆ ผลไม้ที่เหมาะสมสำหรับทำไวน์ควรมีลักษณะกลิ่นรส และคุณสมบัติเฉพาะที่แตกต่างกันไป และควรมีทั้งรสเปรี้ยว รสฝาด และรสหวาน หรือประกอบด้วยกรดอินทรีย์ในปริมาณที่เหมาะสม มีสารพอลิฟีนอล (polyphenol) ซึ่งได้แก่ แทนนิน (tannin) และควรมีน้ำตาลเพียงพอ อย่างไรก็ตามผลไม้บางชนิดสามารถเติมสารอาหารที่ขาดหายไปบางอย่างลงไปได้ (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, 2532) องุ่นเป็นผลไม้ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมและนิยมใช้ทำไวน์มากเพราะมีคุณภาพดีที่สุด

พันธุ์องุ่นที่นิยมใช้ทำไวน์ได้แก่ Alicante Bouschet, Ohanez, Carbernet, Sauvignon, Merlot, Sauvignon Blanc, Bordeaux, Semillion เป็นต้น (Amerine et al., 1972)

การเลือกผลไม้ยังต้องคำนึงถึงการเลือกพันธุ์ของผลไม้หรือแหล่งที่ปลูกของผลไม้นั้นด้วย เพราะผลไม้ที่ต่างพันธุ์กันจะมีองค์ประกอบแตกต่างกัน คือ ความหนาแน่นของเนื้อซึ่งจะมีผลต่อการบดคั้นน้ำออกมา ปริมาณน้ำตาลในผลไม้ ปริมาณกรดในผลไม้ และปริมาณสารอาหารที่เชื้อยีสต์ต้องการต่างกัน ซึ่งจะทำให้การหมักเร็วหรือช้าก็ได้ ผลไม้ชนิดต่างๆ ที่ใช้ผลิตไวน์ให้มีคุณภาพดี สภาพแวดล้อมที่ใช่ปลูกควรเหมาะสมต่อผลไม้แต่ละชนิด เช่น อุณหภูมิ ดิน ฝน และความชื้น ดินที่เหมาะสมต่อการปลูกผลไม้ควรเป็นดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูง ดินควรร่วน น้ำสามารถซึมผ่านได้ดี ไม่เป็นกรดหรือด่างมากเกินไป องค์ประกอบของดินเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้กลิ่น รส และคุณภาพของน้ำผลไม้แตกต่างกัน ส่วนปริมาณน้ำฝนและการให้น้ำจำเป็นสำหรับการปลูกพืช ถ้าได้รับน้ำอย่างเพียงพอจะทำให้ผลไม้มีความชุ่มน้ำ ถ้าขาดน้ำเมื่อผลไม้แก่จะทำให้คายน้ำออกมา มีการสูญเสียน้ำออกจากผลไม้ ทำให้ผลเหี่ยว และอาจทำให้ได้ไวน์ที่มีคุณภาพต่ำ แสงแดด และลมก็มีความสำคัญต่อคุณภาพของผลไม้ที่ใช้ทำไวน์เช่นกัน ขณะที่ผลไม้สุกมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบต่างๆ ทางเคมี โดยเฉพาะความหวาน และความเปรี้ยว ซึ่งขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างน้ำตาล ความเป็นกรด หากเก็บเกี่ยวผลไม้ในช่วงที่ผลไม้มีความสมดุลของอัตราส่วนน้ำตาลกับกรดเหมาะสม ก็จะได้ไวน์ที่มีคุณภาพที่ดีได้ (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, 2532)

1.2 การเตรียมน้ำหมัก

การเตรียมน้ำผลไม้สำหรับการหมักไวน์ เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการทำไวน์ เพราะคุณภาพของน้ำหมักมีผลต่อคุณลักษณะ และคุณภาพของไวน์ที่หมักได้ทั้งหมด ผลไม้ที่ทำไวน์ควรเลือกผลไม้ที่สุกจัด ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงภายในผลอย่างเต็มที่แล้ว ปกติผลไม้ที่สุกจัดจะมีความเปรี้ยวลดลง มีความหวานเพิ่มขึ้น ไวน์ที่ได้จะมีรสชาติดี และมีกลิ่นหอมของผลไม้ที่สุกเต็มที่ ผลไม้ที่อ่อนอยู่เมื่อนำมาทำไวน์อาจมีรสฝื่อน ขม และอาจมีกลิ่นของผลไม้อ่อน สำหรับผลไม้ที่เน่าเสียบางส่วนไม่ควรนำมาทำไวน์ เพราะเมื่อผลไม้เริ่มเน่าจะมีเชื้อยีสต์และจุลินทรีย์อื่นๆ เจริญอยู่รอบๆ รอยเน่าจำนวนมาก เชื้อเหล่านี้จะสร้างกลิ่นและรสที่ไม่ดี มีผลถึงคุณภาพไวน์ที่ได้ด้วย ส่วนประกอบที่ใช้ในการเตรียมน้ำหมัก และการล้างทำความสะอาดวัตถุดิบเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกก็มีผลต่อคุณภาพของไวน์ (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, 2532; ชีรวัดย์ ชาญฤทธิเสนา, 2542)

วิธีการเตรียมน้ำหมัก

1.2.1 การต้ม ผลไม้ที่จะเตรียมโดยการต้มควรมีปริมาณเพคติน (pectin) ต่ำ การต้มมีผลเสียต่อคุณภาพของน้ำหมักคือ

1.2.1.1 ปริมาณเพคตินในผลไม้ถูกทำให้ละลายด้วยความร้อนทำให้เกิดปัญหาไวน์ขุ่นยากในการทำให้ใส เนื่องจากเอนไซม์ที่ย่อยเพคตินที่มีผลไม้มากเกินไป จึงไม่สามารถเปลี่ยนเพคตินที่ไม่ละลายน้ำให้เป็นสารประกอบเพคตินที่ละลายน้ำได้ในระหว่างการหมัก

1.2.1.2 การต้มทำให้เกิดกลิ่นสุก (cooked flavor) ของผลไม้ ทำให้ไวน์มีกลิ่น และรสชาติที่เปลี่ยนไปจากธรรมชาติ

1.2.1.3 ความร้อนทำให้กลิ่น และรสชาติของน้ำผลไม้โดยธรรมชาติสูญเสียไป การต้มผลไม้อ่อนการสกัดน้ำผลไม้สำหรับการหมักไวน์มีข้อดีบางอย่าง เช่น ช่วยทำการสกัดสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของยีสต์ และเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคไวน์มากกว่าการไม่ต้ม ซึ่งจะช่วยให้ไวน์ผลไม้มี body สูง นอกจากนี้การต้มช่วยในการสกัดสีของผลไม้ได้มากกว่าการไม่ต้ม เมื่อต้มผลไม้แล้วนำมาบีบคั้นน้ำ และเติมสารประกอบซัลเฟอร์หรือเกลือซัลไฟท์เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำผลไม้ที่สกัดได้เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย แล้วควรเก็บน้ำผลไม้ไว้ในภาชนะที่ปิด ทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง เพื่อระเหยหรือลดสารประกอบซัลเฟอร์ลงให้เหลือในปริมาณที่ยีสต์สามารถเจริญเติบโต ใช้น้ำตาลและสารอาหารในน้ำหมักไวน์ให้เกิดเป็นแอลกอฮอล์ได้ และช่วยให้สารแขวนลอย หรือกากผลไม้ชิ้นใหญ่ๆ ตกลงสู่ก้นถัง (ซีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน, 2542)

1.2.2 การสกัดน้ำผลไม้ หรือคั้นน้ำผลไม้

เมื่อเลือกผลไม้ได้ตามต้องการแล้ว นำมาปอกเปลือก และล้างน้ำให้สะอาด ผลไม้บางชนิดอาจมียาฆ่าแมลงติดอยู่มาก ต้องล้างออกให้หมดก่อนจึงนำมาสกัดน้ำหรือคั้นน้ำ การคั้นจะใช้วิธีใดก็ได้แล้วแต่ชนิดของผลไม้ และปริมาณของผลไม้ ในการสกัดน้ำผลไม้มีข้อควรระวังคือ ผลไม้ต้องสะอาด ไม่มีการเน่าเสีย ปราศจากยาฆ่าแมลง ผลไม้บางชนิดควรระวังไม่ให้เม็กลัดแตกในระหว่างการสกัดหรือคั้น เพราะในเมล็ดมีสารแทนนินสูง ทำให้มีรสขมจัด ระวังไม่ให้มีการเติมออกซิเจนให้แก่ผลไม้ โดยไม่ให้น้ำผลไม้สัมผัสกับอากาศนานเกินไป และอาจใช้สารเคมี เช่น สารประกอบซัลเฟอร์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือเกลือซัลไฟท์ลงไป ป้องกันไม่ให้เกิดการเติมออกซิเจน และพยายามสกัดน้ำผลไม้ให้ได้มากที่สุด เพื่อลดการสูญเสีย

ผลไม้ที่มีความนุ่มเช่น สตรอเบอรี่ (strawberry) มะม่วง (mango) มะขาม (lamarind) การสกัดน้ำผลไม้ทำได้ค่อนข้างยาก เมื่อใช้แรงบีบอัดผลไม้จะทำให้เนื้อผลไม้และ ได้ส่วนของเนื้อและน้ำผลไมรรวมกัน (pulp) แทนที่จะได้เฉพาะน้ำผลไม้ซึ่งจะทำให้ไวน์ที่ได้ขุ่น เพื่อที่จะลดความขุ่นของไวน์ควรทำการเตรียมน้ำผลไม้โดยการตัดผลไม้ให้เป็นชิ้นๆ แช่ในน้ำในระหว่างการหมัก

ผลไม้ที่มีความนุ่มปานกลางเช่น มะเฟือง (star fruit) สับปะรด (pineapple) และเสาวรส (passion fruit) ส่วนใหญ่จะมีปริมาณน้ำผลไม้มาก ง่ายในการสกัดโดยหลังจากสับให้ละเอียดแล้ว ทำการบีบคั้นด้วยผ้าขาวบางหรือเครื่องบีบน้ำผลไม้แบบไฮดรอลิก ส่วนผลองุ่นจะใช้การบีบคั้นให้ผลองุ่นแตกเป็นน้ำ และเนื้อออกมาด้วยการใช้เครื่องตัดเตี๊ยมก้านพร้อมบีบคั้น (crusher-stemmer) หรือใช้เท้าเหยียบย้ำพวงองุ่นในการทำไวน์แดง แล้วจึงบีบคั้นน้ำ น้ำองุ่นดิบที่ผ่านกรรมวิธีการบีบคั้นสดๆก่อนการหมัก เรียกว่า มัสต์ (must) (สตัยพร ดันเต็มทรีพฟ์, 2541)

ผลไม้ที่มีความแข็งหรือมีน้ำน้อยเช่น มะยม (star gooseberry) มะเกี๋ยง (makiang) ลูกหว้า (jambolan) และกระเจี๋ยบแดง (roselle) โดยทั่วไปจะทำกรดส้มเพื่อสกัดน้ำ และสารอาหารที่มีในผลไม้ ออกให้มากที่สุด แต่การต้มจะทำให้สี กลิ่น และรสชาติของน้ำผลไม้เปลี่ยนไป จึงควรใช้วิธีการสกัดที่ไม่ผ่านความร้อนจะดีที่สุด

1.3 การปรับปริมาณกรดและน้ำตาลในน้ำหมัก

น้ำผลไม้ที่จะใช้หมักจะต้องมีคุณสมบัติเหมาะสมกับการทำไวน์ ปริมาณกรดและน้ำตาลในน้ำหมักควรมีปริมาณที่เหมาะสมและเพียงพอที่ยีสต์จะเจริญและใช้ในการสร้างแอลกอฮอล์ในระดับที่ต้องการ ปริมาณกรดที่เหมาะสมอยู่ระหว่างร้อยละ 0.4-0.6 และปริมาณน้ำตาล 180-200 กรัมต่อลิตร ดังนั้นจึงต้องตรวจวัดปริมาณกรดและน้ำตาลในน้ำหมักก่อน เพื่อให้ปรับให้ได้ในปริมาณที่เหมาะสม (ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน, 2542)

1.3.1 ปริมาณกรดในน้ำหมัก มีความจำเป็นต่อการหมักที่สมดุลในการสร้างรสชาติในระหว่างการบ่มและยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้รสชาติของไวน์เปลี่ยนไป กรดมีคุณสมบัติในการรักษาความคงตัวของชีวภาพของไวน์คือ เป็นบัฟเฟอร์ (buffer) และมีความสัมพันธ์กับ pH โดยที่ pH ต่ำ ค่าความเป็นกรดหรือปริมาณกรดจะมีค่าสูง ปริมาณกรดถ้ามีสูงหรือต่ำเกินไปจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อยีสต์และการทำงานของยีสต์ (Amerine et al., 1972) โดยทั่วไปน้ำผลไม้แต่ละชนิดจะมีปริมาณกรดมากน้อยแตกต่างกันไป ส่วนใหญ่จะมีไม่มากพอที่จะใช้ในการหมักไวน์จึงต้องเติมกรดลงไป การปรับปริมาณกรดในไวน์นิยมใช้กรดทาร์ทาริก (tartaric acid) กรดซิตริก (citric acid) และกรดมาลิก (malic acid) ขึ้นอยู่กับชนิดของกรดหลักที่มีมากในผลไม้ชนิดนั้น แต่การปรับปริมาณกรดโดยใช้กรดมาลิก ควรระมัดระวัง เพราะกรดนี้สามารถถูกเปลี่ยนให้เป็นกรดแลคติก (lactic acid) ในระหว่างการหมักโดยเชื้อแบคทีเรีย ควรใช้กรดนี้ในปริมาณเพียงเล็กน้อยเมื่อต้องการปรับกรดให้ตรงกับชนิดของกรดหลักที่มีในผลไม้ชนิดนั้นๆ ถ้าจำเป็นต้องใช้กรดนี้ในปริมาณที่มากควรทำลายแบคทีเรียที่มีในน้ำหมักด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เพียงพอ เพื่อป้องกันการเกิดการเปลี่ยนแปลงของกรดมาลิกไปเป็นกรดแลคติก เนื่องจากปฏิกิริยาการหมักแบบมาโลแลคติก (malo-lactic fermentation) การเติมกรดนอกจากจะเติมในรูปกรดชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดหนึ่งแล้ว อาจเติมในรูปของกรดผสมได้

ในการปรับปริมาณกรดนั้น ปริมาณกรดที่น้อยเหมาะในการทำไวน์ที่ไม่หวาน (pH 4.0-4.5) ปริมาณกรดที่มากเหมาะในการทำไวน์หวาน (pH 3.0-4.0) เนื่องจากไวน์หวานมีปริมาณน้ำตาลสูงกว่าไวน์ที่ไม่หวานจึงต้องการกรดสูงเพื่อให้เกิดความสมดุลของรสชาติ โดยทั่วไปในการหมักจะปรับ pH ระหว่าง 3.0-3.6 หรือมีปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.4-0.6 (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, 2532; ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน, 2542) แต่ถ้าในน้ำหมักมีปริมาณกรดมากเกินไปสามารถลดปริมาณกรดได้โดยการเจือจางด้วยน้ำสะอาดหรือใช้สารเคมีเช่น แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate) แคลเซียมคาร์บอเนตมาเลท (calcium carbonate-malate) หรือ double salt โพแทสเซียมไบคาร์บอเนต (potassium bicarbonate) ปกติการลดกรดจะเกิดจากการตกตะกอนของสารประกอบเกลือ จึงมีผลให้ปริมาณกรดลดลง (Amerine et al.,

1972) การเติมเกลือคาร์บอเนตเพื่อลดปริมาณกรดในน้ำผลไม้ มีข้อจำกัดในการใช้คือ สามารถใช้กับกรดทาร์ทริกเท่านั้น ดังนั้นไวน์จากผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวจากกรดอื่นหรือมีกรดหลักเป็นกรดอื่นมาก ไม่ควรลดกรดโดยการเติมสารเคมี หากเติมลงไปแล้วไม่สามารถลดกรดลงได้ แต่กลับมีผลต่อกลิ่น และรสของไวน์ ทำให้มีรสเฟื่อน (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, 2532)

1.3.2 ปริมาณน้ำตาลในน้ำหมัก น้ำตาลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในน้ำหมัก เพราะเป็นแหล่งคาร์บอน และเป็นสารที่ยีสต์จะใช้ในการหมักเพื่อเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ น้ำตาลซูโครส (sucrose) หรือน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (refined sugar) เป็นน้ำตาลที่นิยมใช้ในการทำไวน์มากที่สุดเพราะมีราคาถูก หาได้ง่าย และยีสต์สามารถใช้เปลี่ยนไปเป็นแอลกอฮอล์ได้ ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่มีการใช้น้ำเชื่อมฟรุกโตส (fructose syrup) เพราะง่ายและสะดวกในการใช้ (ธีรวัทย์ ชาญฤทธิเสน, 2542) คุณภาพของไวน์และอัตราการหมักขึ้นกับชนิด และอัตราส่วนของน้ำตาลในน้ำหมัก ซึ่งโดยทั่วไปไวน์ยีสต์สามารถหมักกลูโคสได้เร็วกว่าฟรุกโตส (Amerine et al., 1972) ไวน์ยีสต์ทุกสายพันธุ์สามารถใช้กลูโคส แมนโนส (mannose) และฟรุกโตสได้ ซึ่งใช้ระบบขนส่งผ่านเซลล์แบบ constitutive transport และสามารถใช้อัลแกโตส (galactose) α -methyl-D-glucoside มอลโตส (maltose) และมอลโตไตรโอส (maltotriose) โดยใช้การขนส่งแบบ inducible transport system ส่วนซูโครส และเมลิไบโอส (melibiose) ที่อยู่ที่ผนังเซลล์ยีสต์จะมีเอนไซม์ invertase และ α -galactosidase ซึ่งทำให้น้ำตาลแตกตัวเป็นเฮกโซส (hexose) ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ระหว่างการหมักน้ำตาลจะถูกใช้โดยเปลี่ยนเป็น glucose-6-phosphate หรือ fructose-5-phosphate ก่อนจะเปลี่ยนเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ผ่าน Embden-Meyerhof-Parnas (EMP) pathway (Fleet, 1992; Berry, 1995)

ปริมาณน้ำตาลในน้ำหมักที่เหมาะสมในการทำไวน์คือประมาณร้อยละ 20-21 หรือ 20-21 องศาบริกซ์ ในการเติมน้ำตาลในน้ำหมักต้องคำนึงถึงปริมาณน้ำตาลที่มีอยู่ในน้ำหมักด้วย แต่ถ้าต้องการไวน์หวานก็อาจเพิ่มปริมาณของน้ำตาลให้สูงขึ้นเป็น 22-25 องศาบริกซ์ และถ้าทำการหมักที่อุณหภูมิสูง เช่น ในฤดูร้อน ควรลดปริมาณของน้ำตาลให้ต่ำลงเล็กน้อย เพราะที่อุณหภูมิสูงยีสต์มีความทนต่อแอลกอฮอล์ในปริมาณที่ต่ำกว่าที่มีอุณหภูมิต่ำ ทำให้ยีสต์ใช้น้ำตาลไม่หมดหรือทำให้ยีสต์หยุดการหมักก่อนกำหนด (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, 2532)

1.4 การปรับสารอาหารสำหรับไวน์ยีสต์

น้ำผลไม้ส่วนใหญ่ เช่น น้ำองุ่น มีสารอาหารสำหรับยีสต์เพียงพออยู่แล้ว แต่ผลไม้บางชนิดมีรสเปรี้ยวจัด เมื่อเจือจางด้วยน้ำเพื่อลดความเป็นกรดแล้ว จะทำให้สารอาหารสำหรับยีสต์ไม่เพียงพอ มีผลต่อการเจริญเติบโตของยีสต์และทำให้การหมักหยุดชะงัก สารอาหารที่ควรเติมในน้ำผลไม้ที่ใช้หมักคือ สารไนโตรเจน (nitrogen) มีความสำคัญในการกระตุ้นการเจริญของยีสต์ ยีสต์สามารถสร้างหรือสังเคราะห์กรดอะมิโนที่ต้องการจาก ammonium ions หรือจากแหล่งไนโตรเจนในรูปแบบง่าย เช่น แอมโมเนีย (ammonia) เกลือแอมโมเนีย ยูเรีย (urea) แหล่งไนโตรเจนที่นิยมใช้คือ เกลือแอมโมเนียมซัลเฟต (ammonium sulfate salt) แอมโมเนียมฟอสเฟต (ammonium phosphate) ไดแอมโมเนียม

ไฮโดรเจนฟอสเฟต (diammonium hydrogen phosphate) ไนเตรท (nitrate) และยูเรีย แต่การใช้ยูเรียจะเกิดการสร้างยูรีเทนโดยเชื้อยีสต์ ซึ่งพบว่าเป็นแหล่งกักเก็บแอมโมเนียจึงควรหลีกเลี่ยง (Amerine et al., 1972; Berry, 1995) ในกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ยีสต์ต้องการเกลือฟอสเฟตในการเจริญเติบโต โดยใช้ในการสร้างสารประกอบพวก ATP (adenosine triphosphate) เมื่อยีสต์เริ่มทำการหมักน้ำตาล ยีสต์จะสร้างน้ำตาลแอลกอฮอล์ที่มีฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบ จึงจำเป็นสำหรับกระบวนการหมัก บางครั้งยีสต์อาจจะหยุดการหมักเนื่องจากขาดฟอสเฟต อาจเติมเกลือฟอสเฟตในรูปของเกลือแอมโมเนียมฟอสเฟต โพแทสเซียมฟอสเฟต (potassium phosphate) ทั้งไนโตรเจนและฟอสเฟตต่างก็เป็นสารที่จำกัดในน้ำหมัก อาจเติมสารอาหารเสริมด้วยไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ซึ่งมีทั้งไนโตรเจนและฟอสเฟตอยู่ด้วย ส่วนวิตามินและเกลือแร่ ยีสต์มีความต้องการในปริมาณเพียงเล็กน้อย แต่มีความสำคัญในการช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโต และเร่งการหมักของยีสต์ให้เร็วขึ้น วิตามินและเกลือแร่มีมากในยีสต์สกัด (yeast extract) แต่มีราคาแพงจึงเหมาะสำหรับการหมักเพื่อทดลองและวิจัยเท่านั้น ถ้าต้องการทำไวน์สำหรับดื่มเอง ควรเติมในรูปของน้ำผลไม้ที่เข้มข้นที่มีอาหารของยีสต์สูง เช่น น้ำองุ่น วิตามินที่ยีสต์ต้องการมีหลายอย่างเช่น ไทอามีน (thiamine) ไบโอติน (biotin), pantothenic acid, inositol, pyridoxin และ nicotinic acid

ในกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ต้องการแร่ธาตุต่างๆดังนี้คือ แมกนีเซียม (magnesium) สังกะสี (zinc) โคบอลต์ (cobalt) ไอโอดีน (iodine) เหล็ก แคลเซียม (calcium) ทองแดง ฟอสฟอรัส และกำมะถัน แต่ในการเจริญของยีสต์ต้องการเฉพาะทองแดง เหล็ก แมกนีเซียม โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส และกำมะถัน ส่วนสารอื่นๆที่ต้องการเช่น คลอไรด์ (chloride) ซัลเฟอร์ และฟอสเฟต (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, 2532; Amerine et al., 1972)

1.5 การเติมแทนนิน (tannin) เพื่อเพิ่มรสฝาด

แทนนินเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในไวน์ ช่วยให้ไวน์มีรสฝาด หากไม่มีรสฝาดไวน์จะมีรสจืดไม่เข้มข้น นอกจากนี้แทนนินยังมีประโยชน์อื่นๆอีกได้แก่ ช่วยทำให้ไวน์ใส ช่วยรักษาสีของไวน์ให้สดใสอยู่เสมอ และยังมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้ไวน์เสียด้วย ในการทำไวน์จากผลไม้บางชนิดที่ขาดรสฝาด หรือการทำไวน์จากดอกไม้ เครื่องเทศ และสมุนไพร ควรเติมแทนนินลงไปด้วย แทนนินสามารถสกัดได้จากเมล็ด เปลือก และก้านขององุ่น (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, 2532)

1.6 การเติมเพคติกเอนไซม์ (pectic enzyme) ย่อยเพคติน

เพคติน (pectin) เป็นสารที่มีอยู่ในผลไม้ตามธรรมชาติ เพคตินมีอิทธิพลอย่างมากต่อความขุ่นของไวน์ ไวน์ที่มีเพคตินมากยากที่จะทำให้ใสได้เพราะมีคุณสมบัติเป็นสารแขวนลอย และทำให้สารแขวนลอยอื่นๆ หรือสารที่ทำให้เกิดความขุ่นมีความคงตัว วิธีการเหมาะสมที่จะป้องกันการขุ่นของน้ำหมักหรือไวน์อันเนื่องมาจากเพคตินทำได้โดยการเติมเพคติกเอนไซม์ย่อยเพคติน เช่น เพคตินเอส (pectinase) เพคตินอล (pectinol) เพคโตไซม์ (pectozyme) หรือเพคโตเลส (pectolase) เอนไซม์เหล่านี้

จะทำให้โมเลกุลของเพคตินที่เป็นสายโซ่ยาว (chain) ถูกทำลายลงให้เป็นหน่วยที่สั้นๆซึ่งสามารถละลายน้ำได้ ในการหมักไวน์เริ่มต้นถ้าทราบว่ามีปริมาณของเพคตินสูง ก็สามารถเติมเอนไซม์ลงไป ในน้ำหมักได้ เพื่อให้ไวน์ใสยิ่งขึ้น การเติมเอนไซม์ที่ให้ผลดีคือ ควรเติมตั้งแต่ระยะเริ่มแรกของการหมัก ซึ่งผลการทำงานของเอนไซม์จะดีกว่าการเติมลงไปในวันหลังจากที่ยีสต์หมักเสร็จแล้ว ทั้งนี้เพราะ เอนไซม์สามารถย่อยเพคตินได้เต็มที่ (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, 2532; ธีรวัชร์ ชาญฤทธิเสน, 2542) นอกจากนี้ เอนไซม์ยังช่วยให้สามารถสกัดน้ำผลไม้ได้ง่ายขึ้น การเติมเอนไซม์ในระหว่างการสกัดน้ำหมักช่วย ในการสกัดสี และยังช่วยให้ไวน์มีกลิ่นและรสชาติของผลไม้มากขึ้นด้วย (Vine, 1991; Varnam and Southerland, 1992)

1.7 การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ในน้ำผลไม้สำหรับหมักไวน์

น้ำผลไม้ที่ปรับความเป็นกรด เติมน้ำตาล และมีสารอาหารเพียงพอแล้ว ก่อนที่จะเติมเชื้อยีสต์ลงไปทำการหมักต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อเสียก่อน การฆ่าเชื้ออาจทำได้โดยการใช้ความร้อนหรือสารเคมี แต่การฆ่าเชื้อด้วยสารเคมีเป็นวิธีที่นิยมใช้มากกว่า เนื่องจากทำได้สะดวก และไวน์ที่ได้มีกลิ่นรส และคุณภาพดีกว่า ถ้าใช้ในระดับที่เหมาะสม

1.7.1 การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน เป็นการฆ่าเชื้ออย่างง่ายๆ ถ้ามีน้ำผลไม้ใน ปริมาณที่ไม่มากนัก อาจใช้วิธีการต้มฆ่าเชื้อด้วยความร้อน แต่การต้มน้ำผลไม้บางชนิดจะทำให้กลิ่นรส ของไวน์ที่หมักได้เปลี่ยนแปลงไป โดยมีกลิ่นรสที่แตกต่างกับไวน์ที่ไม่ได้ฆ่าเชื้อโดยการต้ม และมักมี คุณภาพด้อยกว่าไวน์ที่ทำการฆ่าเชื้อด้วยสารเคมี

อุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อในน้ำผลไม้อาจเลือกใช้ต่างกันแล้วแต่ชนิดของไวน์ที่ทำ และ ชนิดของผลไม้เช่น การทำไวน์จากผลไม้ ดอกไม้ สมุนไพรที่ต้องการสกัดสี แต่กลิ่นรสเปลี่ยนแปลงไม่ มากนักเมื่อต้ม ได้แก่ กระจับปี่แดง จึง อาจต้มจนเดือด 10-15 นาที การทำไวน์จากผลไม้สดทั่วไปที่กลิ่น รสมักจะแตกต่างกันมาก เมื่อฆ่าเชื้อควรใช้อุณหภูมิต่ำและระยะเวลาไม่นานเกินไป แต่ต้องสามารถฆ่า เชื้อส่วนใหญ่ที่อาจทำให้เกิดการเน่าเสีย หรือทำให้ไวน์ด้อยคุณภาพได้ ทั้งนี้อาจใช้อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียสนาน 15 นาที หรืออาจใช้อุณหภูมิที่ต่ำกว่าเช่น ที่ 69 องศาเซลเซียส นาน 15-20 นาที ถ้า เลือกใช้อุณหภูมิต่ำและระยะเวลาไม่นาน ควรเตรียมหัวเชื้อเริ่มต้นที่แข็งแรงไว้ให้พร้อม เมื่อต้มถึง อุณหภูมิที่กำหนดจนครบเวลาแล้ว ทำให้เย็นทันทีจะทำให้เชื้อจุลินทรีย์ที่ยังไม่ตายเกิดการช็อคและตาย เร็วขึ้น เพราะอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงโดยทันที จากนั้นจึงเติมเชื้อที่แข็งแรงลงไปเพื่อให้เกิดการหมัก ยีสต์ จะเจริญและเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว ทำให้เชื้อจุลินทรีย์บางชนิดที่ทนความร้อน ซึ่งอาจอยู่ในรูป ของสปอร์ไม่สามารถเจริญแข่งขันกับยีสต์ได้ (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, 2532)

1.7.2 การใช้สารเคมี

สารเคมีที่นิยมใช้คือสารประกอบซัลเฟอร์หรือเกลือซัลไฟท์ เช่น โซเดียมหรือ โพแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ ใช้เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่มีในน้ำผลไม้ที่จะใช้หมัก และช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการเติมออกซิเจน ทำให้ไวน์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสี กลิ่นและรส ปริมาณที่ใช้อยู่ระหว่างร้อยละ 0.01-

0.02 ขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำผลไม้ และชนิดของผลไม้ที่จะนำมาทำไวน์ ถ้าเป็นผลไม้ที่สกปรกมาก และเน่าเสียง่ายควรใช้ในปริมาณที่มากกว่าผลไม้ที่สะอาด

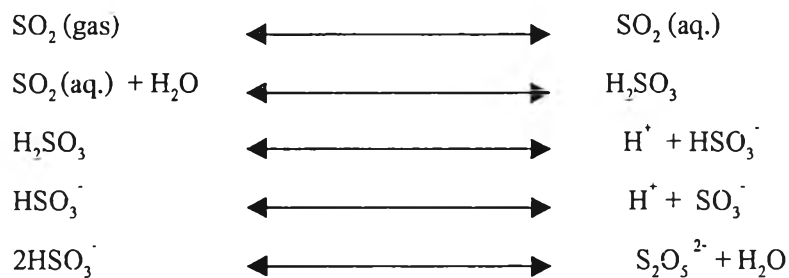
ข้อดีของการใช้สารเคมี คือ

1.7.2.1 สารประกอบซัลไฟท์ ช่วยทำให้เกิดสารกลีเซอรอล (glycerol) ในปริมาณที่เหมาะสมที่จะช่วยปรับปรุงคุณภาพของไวน์ในด้าน body ของไวน์ และทำให้ไวน์มีรสชาติที่กลมกล่อม มีความสำคัญต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพราะมีรสหวานเล็กน้อยและให้ความรู้สึกคล้ายน้ำมัน (oiliness)

1.7.2.2 สารประกอบซัลไฟท์ช่วยรักษาปริมาณวิตามินซีที่มีในน้ำผลไม้ให้หมักเพราะช่วยป้องกันการเกิดออกซิเดชัน (oxidation)

1.7.2.3 สารประกอบซัลไฟท์ช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของไวน์ (browning reaction) เนื่องจากซัลไฟท์ทำหน้าที่คล้ายสารป้องกันการเกิดออกซิเดชัน

อย่างไรก็ตามถ้าใช้ซัลเฟอร์หรือเกลือซัลไฟท์ในปริมาณที่มากเกินไปอาจทำให้เกิดความเป็นพิษ เป็นสารฟอกสีกับผลไม้บางชนิด และอาจทำให้กลิ่นรสของไวน์เปลี่ยนแปลง และเกิดกลิ่นแปลกปลอมในไวน์ได้ (ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน, 2542)



โปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์เมื่ออยู่ในสภาพสารละลายจะมีสภาพเป็นกรดซัลฟูรัส (H_2SO_3) และเปลี่ยนเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งจะแตกตัวออกเป็นไบซัลไฟท์ แบ่งเป็น 2 พวก คือ พวก free HSO_3^- form และ bound HSO_3^- form ที่สามารถรวมกับโปรตีน สารประกอบเพคติก อัลดีไฮด์ คีโตน เด็กซ์ตริน และน้ำตาลได้ จึงไม่มีฤทธิ์ในการทำลายจุลินทรีย์ ส่วน free HSO_3^- form จะมีฤทธิ์ในการทำลายจุลินทรีย์ ไบซัลไฟท์ใช้ในการทำลายจุลินทรีย์มีผลในการทำลายประมาณร้อยละ 40-50 (Rankine, 1989) ไบซัลไฟท์จะแตกตัวเต็มที่ที่ pH 3.5 เมื่อเติมลงในน้ำหมักต้องทิ้งไว้อย่างน้อย 6 ชั่วโมง จึงจะเติมเชื้อยีสต์ลงไป น้ำหมักได้มีจะนั้นจะทำให้เชื้อยีสต์หยุดการเจริญหรือตาย ข้อควรระวังคือ ต้องคำนวณปริมาณที่ใช้ให้ถูกต้อง

การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตไวน์นิยมใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือเกลือซัลไฟท์เช่น โซเดียมหรือโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ (Ough and Crowell, 1987) จะไม่ยับยั้งกิจกรรมการทำงานของเพคตินเอสที่เติมลงไปในการผลิตไวน์ (Godfrey and West, 1996) การเติมซัลเฟอร์

ไดออกไซด์จำเป็นต้องเติมในระดับที่คงอยู่ในไวน์มากเพียงพอคือประมาณ 20-30 มิลลิกรัม/ลิตร ในรูปซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ เพื่อรักษาคุณภาพของไวน์ ป้องกันการเจริญของแบคทีเรียอื่นๆ และการเกิดออกซิเดชันของไวน์ในระหว่างการผลิตจนกระทั่งบรรจุขวด (Margalit, 1990) มาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (WHO) กำหนดว่าไวน์ควรมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระในช่วง 30-40 มิลลิกรัม/ลิตร และมีซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดไม่เกิน 350 มิลลิกรัม/ลิตร (Patrick et al., 1993) ในขณะที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสุรา มอก. 39-2516 ของประเทศไทยกำหนดว่า ให้มีซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือเกลือที่แตกตัวให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยคำนวณเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในไวน์ได้ ไม่เกิน 450 ส่วนในล้านส่วน ปริมาณของซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่ต้องการในการช่วยรักษาคุณภาพของไวน์ขึ้นกับ pH ของไวน์ โดยที่ pH ต่ำ ปริมาณที่ใช้จะต่ำลง เพราะในสถานะที่มีความเป็นกรดจะช่วยยับยั้ง หรือป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์อื่นๆ เช่น ในไวน์แดงที่ pH ประมาณ 3.4-3.6 ต้องการซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระประมาณ 10-20 มิลลิกรัม/ลิตร และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมด 50-150 มิลลิกรัม/ลิตร เพื่อป้องกันหรือยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย และการออกซิเดชันในระหว่างกระบวนการผลิต (Zoecklein et al., 1995)

1.8 การหมักน้ำหมัก (Fermentation)

การหมักน้ำหมักแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1.8.1 การหมักเฉพาะน้ำผลไม้ นิยมใช้ในการหมักไวน์ขาว

1.8.2 การหมักทั้งเนื้อและน้ำผลไม้ นิยมใช้ในการหมักไวน์แดงเพื่อทำการสกัดสีแดงออกจากเปลือกหรือผิวของผลไม้ โดยทั่วไปสีของเปลือกผลไม้จะสกัดได้ดีในน้ำร้อนและน้ำที่มีแอลกอฮอล์อยู่ แต่จะสกัดได้น้อยในน้ำเย็น

การเตรียมหัวเชื้อไวน์ยีสต์ (starter)

วัตถุประสงค์ของการเตรียมหัวเชื้อไวน์ยีสต์ เพื่อที่จะให้ยีสต์เจริญและแบ่งเซลล์ขยายปริมาณเชื้อยีสต์ที่จะใช้ในการหมักให้เพียงพอต่อน้ำหมัก และให้ยีสต์ปรับตัวเพื่อให้พร้อมที่จะใช้น้ำตาลสร้างแอลกอฮอล์ในปริมาณและระยะเวลาที่เหมาะสม ทำให้การหมักมีประสิทธิภาพมากขึ้น ระบบการหมักเป็นไปได้ดี ทำให้ไวน์ที่ได้มีคุณภาพ (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, 2532; ชีรวลัย ชาญฤทธิเสน, 2542)

เชื้อยีสต์ที่ใช้ในการทำไวน์ ควรมีความสามารถเจริญได้ดีในสภาวะที่มีกรดสูง ใช้น้ำตาลในภาวะที่ไม่มีออกซิเจนเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ได้สูงกว่าร้อยละ 10 โดยปริมาตร มีความสามารถทนต่อซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เติมลงไปฆ่าเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ และควรเป็นยีสต์ที่ทำให้เกิดกลิ่นรสที่ดีอีกด้วย ซึ่งขึ้นกับชนิดและปริมาณของสารต่างๆ ที่เป็นผลพลอยได้จากการหมักของเชื้อยีสต์ (Reed and Nagodawithana, 1991) *S. spp.* เป็นเชื้อยีสต์ที่สำคัญในการหมักไวน์ และเป็นสายพันธุ์ที่ใช้ในทางการค้าเพื่อการผลิตไวน์ มีหลายสายพันธุ์ เช่น *S. cerevisiae*, *S. cerevisiae* var. *burgundy*, *S. cerevisiae* var. *montrachet*, *S. bayanus* (champagne-type yeast), *S. capensis* และ *S. chevalieri* เป็นต้น ในการผลิตไวน์จะมีสายพันธุ์ของยีสต์มากกว่า 200 species จาก 28 genera ในการศึกษาพบว่าถึงแม้จะมีเชื้อยีสต์อื่นเจริญ

ระหว่างวันแรกๆของการหมัก แต่ไวน์ยีสต์จะกลายเป็นเชื้อที่เด่น และให้การผลิตแอลกอฮอล์สูงสุด (Berry, 1995)

สายพันธุ์ของยีสต์มีความแปรปรวนในด้านความสามารถในการหมัก และมีคุณสมบัติที่แตกต่าง กันไป แต่ละสายพันธุ์เหมาะสมกับผลไม้แตกต่างกัน ซึ่งจะส่งผลถึงคุณภาพและรสชาติของผลิตภัณฑ์ ได้ ดังนั้นการเลือกใช้ยีสต์ในการหมักไวน์จึงขึ้นกับชนิดของผลไม้ และวัตถุประสงค์ของการหมัก โดยทั่วไปยีสต์ที่ทำไวน์จะทนแอลกอฮอล์ได้สูงประมาณร้อยละ 12-14 โดยปริมาตร (ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน, 2542) แต่ผู้ผลิตหลายรายนิยมใช้ champagne-type yeast เนื่องจากมีความสามารถในการตกตะกอนได้ สูง ทนแอลกอฮอล์ได้สูง สามารถใช้น้ำตาลในปริมาณที่ต่ำได้ และได้ไวน์ที่มีรสชาติดี (Reed and Nagodawithana, 1991)

เชื้อยีสต์ที่ใช้ในทางการค้าจะอยู่ในรูปของยีสต์ผง (active dried yeast) นอกจากนี้ยังมียีสต์สดที่ เลี้ยงบนอาหารร่วนด้วย ยีสต์ผงที่มีขายตามท้องตลาดในประเทศไทยจะเป็นยีสต์ที่ใช้ทำขนมปัง เมื่อนำ มาหมักไวน์จะได้ไวน์ที่มีแอลกอฮอล์ไม่สูงเท่าไวน์ยีสต์ ไวน์จะมีกลิ่นและรสชาติของขนมปัง สำหรับ ยีสต์ผงที่ใช้หมักไวน์มีขายในต่างประเทศซึ่งมีราคาค่อนข้างแพง แต่เมื่อใช้ในการทำไวน์จะได้ไวน์ที่มี คุณภาพดี มีกลิ่นหอม สำหรับยีสต์สดเป็นยีสต์ที่มีราคาค่อนข้างถูก เพราะใช้ในปริมาณน้อยในการหมัก แต่ละครั้ง และสามารถเก็บไว้ในตู้เย็นได้นานประมาณ 3-4 เดือน แต่การเตรียมหัวเชื้อโดยวิธีนี้ค่อนข้าง ยุ่งยาก และต้องทำอย่างระมัดระวัง (ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน, 2542) ส่วนใหญ่จะใช้เชื้อยีสต์เริ่มต้นประมาณ ร้อยละ 2-5 ของปริมาณน้ำผลไม้ที่ใช้หมักไวน์ น้ำผลไม้ที่นำมาทำหัวเชื้อหากมีน้อยควรต้มที่อุณหภูมิ 82-92 องศาเซลเซียส นาน 25 นาที ก่อนทำการเพาะเชื้อ หรือถ้าน้ำผลไม้มากเกินไปอาจใช้เกลือซัลไฟท์ ตั้งทิ้งไว้ 6-24 ชั่วโมง จึงเติมเชื้อยีสต์ลงไป ตั้งทิ้งไว้ ยีสต์จะเจริญและแบ่งเซลล์ขยายปริมาณเพิ่มมากขึ้น ในสภาวะที่มีออกซิเจน แล้วจึงนำไปใช้ในการหมักไวน์ต่อไป (สันติ วงศ์สุวรรณ, 2532; ไพโรจน์ วิริยาริ, 2535)

หลังจากทำการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆในน้ำหมักแล้ว ถ้าเป็นวิธีการใช้ความร้อนก็ควรทิ้งไว้จนเย็น แล้วจึงเติมเชื้อยีสต์ แต่ถ้าใส่สารประกอบซัลเฟอร์หรือเกลือซัลไฟท์ลงไปควรทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง จึงเติมเชื้อยีสต์ลงไป ในระยะแรกของการหมักจะพบพวกกาก เปลือก และเนื้อผลไม้ลอยขึ้นที่ผิวหน้าของ ภาชนะที่ใช้หมักเรียกว่า “cap” ต้องพยายามกดให้จมเสมอ การกดนี้เรียกว่า punching หรือ punch down การกดจะทำให้อุณหภูมิของ cap ไม่สูงมากนัก ช่วยในการสกัดสีและแทนนินจากวัตถุดิบได้มากขึ้น

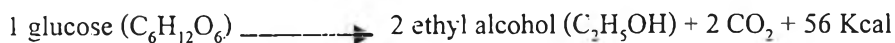
ในระหว่างการหมักความร้อนจะเกิดขึ้นมากในช่วง 12 ชั่วโมงแรก ความร้อนที่เกิดขึ้นนี้เกิดจาก กิจกรรมการทำงานของยีสต์ในการใช้น้ำตาล เพื่อเป็นแหล่งคาร์บอน ในการเจริญเติบโตของเซลล์ และการเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์อีกส่วนหนึ่ง ดังนั้นอุณหภูมิของน้ำหมักจึงสูงในช่วงนี้ ถ้าห้องที่ทำ การหมักมีอุณหภูมิที่เย็นและมีการหมุนเวียนอากาศดี ความร้อนที่เกิดขึ้นจะมีการระบายสู่บรรยากาศได้ อย่างดี เป็นการช่วยควบคุมการหมักให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าความร้อนในช่วงนี้มากเกินไป (มากกว่า 28 องศาเซลเซียส) และไม่สามารถควบคุมได้ อาจจะทำให้การหมักหยุดลงได้ ซึ่งเป็นปัญหา

ต่อการหมักทำให้ได้ไวน์ที่หวานเกินไป เนื่องจากยีสต์ไม่สามารถใช้น้ำตาลเปลี่ยนไปเป็นแอลกอฮอล์ในจำนวนที่ต้องการได้ (ลูกจันทร์ ภักษ์พันธุ์, 2521) หรือเชื้อยีสต์อาจตายและเกิดการสูญเสียแอลกอฮอล์ รวมทั้งสารประกอบที่ระเหยได้จากการหมัก หรือเกิดการเปลี่ยนรูปสารประกอบที่ให้กลิ่นรสที่ดีแก่ไวน์ เช่น เอสเทอร์ (ester) อะเซทัลดีไฮด์ (acetaldehyde) และไอโซมิล-แอคทีฟเอมิลแอลกอฮอล์ (isomyl-active amyl alcohol) เป็นต้น (Amerine, Ough and Singleton, 1979; Vine, 1991) แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไปยีสต์จะเจริญเติบโตได้ช้า นอกจากนี้ในช่วงที่ทำการหมักมีการสร้างแอลกอฮอล์ในปริมาณที่ต่ำ จะเป็นสถานะที่เหมาะสมในการเจริญของแบคทีเรียที่สร้างกรดระเหยได้ ซึ่งมีผลทำให้ไวน์เสียหรือเป็นน้ำส้มสายชูแทน (ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน, 2542)

ปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมัก

ก. ปฏิกิริยาการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ ปฏิกิริยานี้ไม่เพียงแต่ยีสต์เท่านั้นที่สามารถหมักเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเอทิลแอลกอฮอล์ สารประกอบภายในเซลล์ของยีสต์คือ เอนไซม์สามารถเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ได้ด้วย ซึ่งขั้นตอนต่างๆในการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์นี้เรียกโดยทั่วไปว่า Embden - Meyerhof pathway หรือ Embden - Meyerhof - Parnas (EMP) pathway

ปฏิกิริยานี้พบว่าจากการย่อยสลายน้ำตาล 1 โมเลกุล จะได้แอลกอฮอล์ 2 โมเลกุล และคาร์บอนไดออกไซด์ 2 โมเลกุล ซึ่งสมการนี้ Gay Lussac เป็นผู้ค้นพบในปี ค.ศ. 1810 จึงให้ชื่อสมการว่า Gay-Lussac Equation ซึ่งเขียนง่ายๆได้ดังนี้



จากปฏิกิริยา EMP pathway เป็นกระบวนการทางเคมีที่ไม่ต้องการออกซิเจน (anaerobic) ซึ่งถ้าหากมีออกซิเจนยีสต์จะไม่สร้างแอลกอฮอล์ แต่จะสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และน้ำแทน ดังสมการ พลังงาน 56 กิโลแคลอรี (Kcal) ยีสต์จะนำไปใช้ในการสร้างเซลล์ประมาณร้อยละ 40 (22 กิโลแคลอรี) เท่านั้น ส่วนที่เหลือจะเปลี่ยนไปเป็นความร้อน



ข. การเปลี่ยนแปลงสารอื่นๆ ได้แก่ กรดอินทรีย์ (organic acid) อะเซทัลดีไฮด์ กลีเซอรอล และฟูเซลอยด์ (fusel oil) สารพวกนี้มีความสำคัญต่อกลิ่นของไวน์ เช่น บางส่วนของอะเซทัลดีไฮด์อาจจะทำปฏิกิริยากับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือไบซัลไฟท์ไอออน ทำให้ไม่สามารถเป็นตัวรับไฮโดรเจนให้กลายเป็นแอลกอฮอล์ได้ นอกจากนี้กรดไพรูวิก (pyruvic) อาจจะผ่านเข้ากระบวนการ Krebs' cycle และถูกเปลี่ยนให้เป็นกรดอื่นๆ เช่น กรดซัคตริก กรดซัคซินิก (succinic) และกรดมาลิก (ลูกจันทร์ ภักษ์พันธุ์, 2521; Rankine, 1989)

ในทางปฏิบัติทันทีที่กระบวนการหมักเริ่มต้น คือหลังจากที่มีการเติมไวน์ยีสต์ลงไปจนถึงหมักแล้ว 2-3 วัน ควรลดอุณหภูมิการหมักลงเพื่อให้เกิดการหมักที่ช้าลง และใช้เวลานานขึ้น เพื่อให้กระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์เกิดขึ้นช้าๆ จะทำให้ได้ไวน์ที่มีคุณภาพดี และเมื่อกระบวนการหมักใกล้สิ้นสุดลง ควรเพิ่มอุณหภูมิการหมักให้สูงขึ้นอีกเล็กน้อยประมาณ 24-26 องศาเซลเซียส เพื่อช่วยยีสต์ใช้น้ำตาลที่มีในน้ำหมักจนหมด (ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน, 2542)

1.9 การแยกส่วนใส (Racking)

ขั้นตอนที่สำคัญมากอีกขั้นตอนหนึ่งในการทำไวน์ คือ การทำให้ไวน์ใส การแยกส่วนใสเป็นการแยกเอาไวน์ที่หมักแล้วซึ่งเป็นส่วนบนที่ใสออกจากตะกอนของยีสต์ และกากของผลไม้ที่อยู่ก้นถังหมัก การแยกส่วนใสออกควรทำอย่างน้อย 2-3 ครั้ง หลังการหมักสิ้นสุดลง โดยการตั้งถังที่บรรจุไวน์ทิ้งไว้ให้ตกตะกอนลงสู่ก้นถัง

ทันทีที่การหมักสิ้นสุดลง ควรแยกไวน์ส่วนที่ใสออก และทิ้งไวน์ไว้ให้ตะกอนยีสต์และสารแขวนลอยอื่นๆ ตกตะกอนที่ก้นถัง ซึ่งจะช่วยป้องกันการเกิดกลิ่น และรสชาติที่ไม่ดีของไวน์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากเซลล์ยีสต์ที่ตายแล้ว นอกจากนี้ยังเป็นการกำจัดยีสต์ออกให้มากที่สุด เพื่อป้องกันไม่ให้ไวน์มีปัญหาเนื่องจากยีสต์ที่หลงเหลือ เมื่อเก็บไวน์ไว้ที่อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการหมักอีกครั้งได้ หรืออาจเกิดการสลายตัวของเซลล์ยีสต์ (autolyse) จะเกิดกลิ่นแปลกปลอมและอาจมีจุลินทรีย์อื่นเกิดการปนเปื้อนได้ ทำให้ไวน์เสียรสชาติ การถ่ายไวน์ไปใส่ในถังใหม่ที่สะอาดและฆ่าเชื้อแล้วจะช่วยทำให้ไวน์ที่ปราศจากจุลินทรีย์ และป้องกันการเกิดตะกอนหรือความขุ่นขึ้นในไวน์ภายหลัง

หลังการแยกส่วนใสครั้งแรกอาจจะยังเกิดการตกตะกอนอีก จึงควรทำการแยกส่วนใสอีก การแยกส่วนใสออกจากตะกอนบ่อยๆ เป็นสิ่งที่ดี เพราะจะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการหมักอีกครั้งหลังการบรรจุไวน์ในขวดแล้ว ซึ่งเมื่อเก็บไวน์นานขึ้นจะทำให้ขวดเกิดการระเบิดได้ ดังนั้นจึงต้องแน่ใจก่อนว่าการหมักได้ยุติลง และไม่เกิดการหมักอีกครั้ง การบรรจุไวน์ส่วนที่ใสในถังควรบรรจุจนเกือบเต็มถึง เพื่อป้องกันไม่ให้มีอากาศเข้าไปสัมผัสกับไวน์มากเกินไป ซึ่งจะทำให้ไวน์เปลี่ยนแปลงสี กลิ่น และรสชาติได้ ถ้าวางบรรจุไวน์มีช่องว่างอากาศมาก อาจเติมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือไนโตรเจนลงไป (ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน, 2542)

1.10 การบ่มไวน์ (Maturation หรือ Aging)

การบ่มไวน์เป็นช่วงเวลาที่สำคัญที่ทำให้ได้ไวน์ที่มีคุณภาพดี การบ่มช่วยให้ไวน์มีกลิ่นหอมของดอกไม้มานานานชนิด (bouquet) และมีรสชาติที่ดีขึ้น ไวน์ทุกชนิดควรบ่มให้เพียงพอเพื่อให้เกิดการพัฒนาของกลิ่นหอมที่สมบูรณ์ที่สุด ไวน์แต่ละชนิดจะใช้เวลาในการทำให้เกิดกลิ่นหอมไม่เท่ากัน ภาชนะที่ใช้บ่มไม่ควรมีผลต่อคุณภาพของไวน์ อาจใช้ขวดแก้ว ถึงสแตนเลส แต่มีข้อเสียคือมีราคาแพง (Vine, 1991) สำหรับในต่างประเทศการบ่มไวน์นิยมบ่มในถังไม้โอ๊ค (oak) ในระหว่างการบ่มจะเกิดปฏิกิริยาทางเคมีอย่างช้าๆ เพื่อเปลี่ยนแปลงสารที่มีในไวน์ให้อยู่ในสมดุลเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นรส ปฏิกิริยาที่สำคัญที่เกิดระหว่างการบ่มคือ oxidation, polymerization, esterification และ

hydrolysis โดยเริ่มจากการเกิดสารประกอบฟีนอลิกจากดั่งไอ้ดโดยการออกซิไดซ์ (oxidize) เนื่องจากออกซิเจนเกิดเป็นสารประกอบเปอร์ออกไซด์ (peroxide) และตกตะกอนสารประกอบเปอร์ออกไซด์ ภายหลัง (Amerine et al., 1979) ไพโรจน์ วิริยาริ (2535) กล่าวว่า แอลกอฮอล์จะเปลี่ยนไปเป็นอัลดีไฮด์ (aldehyde) และเปลี่ยนเป็นกรดโดยขบวนการออกซิเดชัน (จากออกซิเจนที่ผ่านรูของถังไม้ไอ้ด) กรดบางตัวจะรวมตัวกับแอลกอฮอล์ได้สารประกอบพวกเอสเทอร์เกิดขึ้น การบ่มไวน์ทำให้เกิดกลิ่นที่ซับซ้อนกับไวน์ที่เรียกว่า bouquet และการบ่มในถังไม้ไอ้ดจะทำให้ได้กลิ่นและรสชาติจากไม้ไอ้ดด้วย

การบ่มไวน์แดงจะมีความสัมพันธ์กับการ “mellowing” ของไวน์ เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงโดยการออกซิเดชันของสารประกอบพวกฟีนอลิก ระยะเวลาการบ่มไวน์จะขึ้นกับตัวผลิตภัณฑ์ไวน์ ขนาด ชนิด และสภาวะที่ใช้ในการบ่ม และอุณหภูมิ (Cole and Noble, 1995) การบ่มนิยมบ่มที่อุณหภูมิ 7-15 องศาเซลเซียส เพื่อให้สารประกอบที่ทำให้เกิดความขุ่นตกตะกอน เพราะสารประกอบเหล่านี้มีความสามารถในการละลายลดลงที่อุณหภูมิต่ำ จึงตกตะกอนได้ (ไพโรจน์ วิริยาริ, 2535; ประพันธ์ ปันศิริโรดม, 2535) การบ่มไวน์ถ้าบ่มเป็นเวลานานรสชาติของไวน์จะนุ่มขึ้น ไวน์บางประเภทมีการบ่มนานตั้งแต่ 1-5 ปี

ปัจจัยที่มีผลต่อการบ่มไวน์

1.10.1 ปริมาณออกซิเจน การพัฒนาของกลิ่นรสในไวน์ไม่ต้องการออกซิเจนมาก คุณภาพของไวน์จะเสียอย่างรวดเร็วเนื่องจากการเกิดออกซิเดชัน ไวน์ซึ่งบรรจุในขวดที่รั่วหรือมีที่ว่างของอากาศที่คอกขวด (ullage) มากไปจะมีกลิ่นรสไม่ดี

1.10.2 แสงแดด แสงแดดทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่ไม่ต้องการ ซึ่งทำให้กลิ่น และรสชาติของไวน์เสียไป นอกจากนี้แสงแดดยังทำให้ไวน์แดงมีสีที่ซีดจางลงอีกด้วย

1.10.3 อุณหภูมิ ควรทำการบ่มไวน์ในที่อุณหภูมิต่ำ และมีอุณหภูมิต่ำเสมอ การบ่มไวน์ที่ดีที่สุดอุณหภูมิไม่ควรเกิน 7 องศาเซลเซียส

1.10.4 ภาชนะบรรจุ ไวน์ที่เก็บบ่มในถังไอ้ดจะให้ไวน์ที่มีคุณภาพดี เพราะถังไอ้ดมีคุณสมบัติที่ให้อากาศผ่านเข้าออกได้ช้าๆ และสม่ำเสมอ จึงไม่ทำให้เกิดปัญหาการที่ไวน์สัมผัสกับอากาศมากเกินไป แต่ถ้าใช้ขวดแก้ว หรือถังสแตนเลสซึ่งมีคุณสมบัติที่ไม่ให้อากาศผ่านเข้าออก ก็ควรทำการเปลี่ยนถ่ายไวน์ในถังทุกๆเดือน เพื่อให้ไวน์ได้สัมผัสกับอากาศบ้าง สำหรับถังพลาสติกไม่ควรนำมาใช้บ่มไวน์เป็นเวลานาน เพราะพลาสติกมีคุณสมบัติที่ให้อากาศผ่านเข้าออกได้ดี โดยเฉพาะพลาสติกชนิดขาวขุ่น ซึ่งอาจทำให้ไวน์เกิดการออกซิเดชันมากเกินไป ทำให้ได้ไวน์ที่มีสี กลิ่น และรสชาติที่เปลี่ยนไป (ศิริวัลย์ ชาญฤทธิเสนา, 2542)

1.11 การทำให้ไวน์ใส (Wine Clarification)

ผลิตภัณฑ์ไวน์นอกจากคุณสมบัติด้านกลิ่นรสแล้ว ความใสของไวน์จัดเป็นลักษณะปรากฏที่สำคัญที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค ไวน์ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการทำให้ใสเมื่อผลิตได้ใหม่ๆ แม้ว่าจะมีลักษณะใส แต่เมื่อเก็บบ่มที่อุณหภูมิต่ำระยะหนึ่งจะพบตะกอนขึ้นได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากไวน์มี

องค์ประกอบต่างๆละลายอยู่หลายชนิด (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, 2532) การทำให้ไวน์ใสเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งที่พบของการทำไวน์ โดยทั่วไปการทำไวน์ยังทิ้งให้ไวน์ตกตะกอนโดยธรรมชาติจนกว่าไวน์จะใส แต่ถ้าไวน์นั้นไม่ใสจำเป็นต้องมีการเติมสารช่วยตกตะกอน (fining agent) ซึ่งทำหน้าที่จับตะกอนที่มีขนาดเล็กที่แขวนลอยอยู่ในไวน์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และตกตะกอนลงสู่ก้นถัง หรือการกรองให้ไวน์ใสโดยใช้เครื่องกรองขนาดละเอียดมาก เช่น ขนาด 0.45 ไมครอน

การเติมสารละลายซัลไฟท์หลังการแยกส่วนใสออกจะช่วยทำให้ไวน์ใสได้ เพราะซัลไฟท์จะทำให้เกิดการรวมตัวของตะกอน และตกไปที่ก้นถัง นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันไม่ให้ยีสต์ที่หลงเหลืออยู่เจริญขึ้นมา (ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน, 2542) ปราโมทย์ ธรรมรัตน์ (2532) กล่าวว่า การขุ่นของไวน์อาจเกิดจาก

1.11.1 เซลล์ของจุลินทรีย์พวกยีสต์หรือแบคทีเรียที่ตกค้างอยู่ ถ้าปล่อยตะกอนของยีสต์ไว้นาน จะเกิดการย่อยตัวเอง ทำให้ไวน์มีกลิ่นที่ผิดปกติได้ และถ้าหากยังมีการเจริญของยีสต์ต่อไป ยีสต์อาจปล่อยธาตุอาหารที่ช่วยให้พวก malo-lactic bacteria เพิ่มขึ้น ถ้าเกิดภายหลังจากไวน์บรรจุขวดแล้ว การเพิ่มขึ้นของเซลล์จะทำให้ไวน์ขุ่นได้ และเช่นเดียวกันในขณะนี้ ถ้ายีสต์ยังคงเจริญต่อไปจะทำให้เกิด biologically unstable ซึ่งจะมีผลต่อความใสของไวน์อย่างมาก (Krum and Fellers, 1952; Amerine and Singleton, 1972)

1.11.2 ตะกอนเบารูปร่างไม่แน่นอนของสาร โปรตีน คาร์โบไฮเดรต สารประกอบโพลิฟีนอล ไวตามิน รงควัตถุหรือเม็ดสี (pigment) แทนนิน รวมทั้งสารที่ให้กลิ่นรสต่างๆ

1.11.3 สารพวกเพคตินที่มีอยู่ในน้ำผลไม้

1.11.4 ผลึกของ potassium acid tartrate หรือบางที่เรียกว่า cream of tartar

1.11.5 ไอออนของโลหะ เช่น โปแตสเซียม เหล็ก ทองแดง และแคลเซียม เป็นต้น

ประพันธ์ ปิ่นศิริธรม (2535) ยังได้กล่าวถึงความขุ่นของไวน์อีกว่า โปรตีนที่เกี่ยวข้องกับความขุ่นของไวน์ (haze forming) มีกรดอะมิโนโพรลีน (proline) เป็นองค์ประกอบสำคัญ ยังมีปริมาณโพรลีนสูงยิ่งทำให้เกิดความขุ่นมากขึ้น ส่วนสารประกอบฟีนอลิกที่ทำให้เกิดความขุ่นในไวน์นั้น แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

ก. monomeric polyphenols ได้แก่ catechin resocinol และ polycatechol เป็นต้น

ข. oligomeric and polymeric polyphenol คือ proanthocyanidin ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่จะมีความสามารถในการรวมตัวกับโปรตีน เกิดตะกอนได้ดีกว่าโมเลกุลขนาดเล็ก เนื่องจากพันธะไฮโดรเจน (hydrogen) ระหว่างหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) ของ proanthocyanidin กับ carbonyl oxygen ของพันธะเปปไทด์ (peptide) ในโปรตีน

ในการทำให้ไวน์ใส ควรทดสอบหาสาเหตุที่ทำให้ไวน์ขุ่นเสียก่อน เพื่อจะได้เลือกใช้สารที่ช่วยทำให้ไวน์ใสได้ถูกต้อง สารที่ช่วยทำให้ไวน์ใสมีหลายชนิด เช่น

1. เอนไซม์ เช่น อะมัยเลส (amylase) เพคติกเอนไซม์ ซึ่งมีหลายชนิดเช่น เพคตินเอส (pectinase) เพคตินอล (pectinol) เป็นต้น เพคติกเอนไซม์ใส่ลงไปไวน์เพื่อกำจัดตะกอนของเพคตินที่มีอยู่ในผลไม้ ปราโมทย์ ธรรมรัตน์ (2532) แนะนำว่าการใช้เพคติกเอนไซม์ควรใส่ลงไปก่อนการหมัก เพราะจะทำให้ไวน์ใสอย่างรวดเร็ว และการแยกตะกอนทำได้ง่าย ปราณี อานปรื่อง (2535) กล่าวว่า เพคตินเอสเอนไซม์เมื่อเติมลงในน้ำผลไม้ในขณะที่เตรียมสำหรับทำไวน์นั้นจะช่วยลดความหนืดลงอย่างรวดเร็ว และกำจัดความขุ่นโดยการทำให้อนุภาคต่างๆรวมตัวเป็นตะกอนและตกตะกอนลงมา การที่ความหนืดลดลงอาจเกิดจากการทำงานของเอนไซม์เพคตินเอสเทอเรส (pectinesterase) และเอนไซม์โพลีการ์แลคทูโรเนส (polygalacturonase) บนเพคตินที่ถูก esterified แล้วในสารละลาย เอนไซม์เหล่านี้จะทำให้โมเลกุลของเพคตินที่เป็นสายโซ่ยาว ถูกทำลายให้เป็นหน่วยที่สั้นๆ ซึ่งสามารถละลายน้ำได้ ถ้าทราบว่ามีปริมาณเพคตินสูง ก็สามารถเติมเอนไซม์นี้ลงในน้ำหมักได้ เพื่อให้ไวน์ใสได้ง่ายขึ้น เอนไซม์ยังช่วยทำให้สามารถสกัดน้ำผลไม้ได้มากขึ้น และการเติมเอนไซม์ในระหว่างการสกัดน้ำหมักยังช่วยให้ไวน์มีกลิ่น และรสชาติของผลไม้มากขึ้นด้วย

ในผลไม้บางชนิด เช่น มะม่วง ลิ้นจี่ อาจมีปริมาณของแป้งมาก แป้งก็ทำให้ไวน์ขุ่นได้เช่นกัน สามารถทำการกำจัดได้โดยใช้อะมัยเลสเติมลงไปไวน์ ประสิทธิภาพในการทำให้ไวน์ใส และกิจกรรมของเอนไซม์ดูได้จากการตกตะกอนหลังการหมัก ถ้าไม่มีตะกอนของเพคตินหรือตะกอนทั่วไป แสดงว่าปริมาณเพคตินได้ถูกย่อยสลายไปหมดแล้ว

2. สารโปรตีน เช่น ไข่ขาว (egg albumin) เจลาติน (gelatin) ไอซิ่งแกลส (isinglass) เคซีน (casein) และนม (milk) เป็นต้น จะใช้ได้ผลดีกับไวน์ที่มีปริมาณฟีนอลิกบางอย่าง เช่น แทนนินสูง การตกตะกอนไวน์ด้วยไข่ขาวนั้นเกิดจากการที่โปรตีนในไข่ขาวจะทำปฏิกิริยากับแทนนิน เกิดเป็นสารประกอบแทนนิน (tannin complex) จับเอาตะกอนต่างๆตกลงมา ไอซิ่งแกลสเป็นเจลาตินที่ได้จากปลาที่บริสุทธิ นิยมใช้ในการตกตะกอนสารประกอบฟีนอลิก และแทนนินในไวน์ขาว โดยไม่ทำให้สีของไวน์ขาวจางลง และเจลาตินเหมาะสำหรับการตกตะกอนไวน์แดงหรือไวน์ที่มีปริมาณแทนนินอยู่สูง เคซีนเป็นโปรตีนที่พบในนม นิยมใช้เพื่อลดสีของไวน์เมื่อไวน์มีสีเข้มเกินไป และช่วยลดสารประกอบฟีนอลิกที่ทำให้เกิดรสขมในไวน์ด้วย (ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน, 2542)

silica sol หรือ Kieselsol, Baycosol เป็นสารที่ทำให้ไวน์ใสชนิดใหม่ที่ใช้ตกตะกอนไวน์ได้อย่างรวดเร็ว silica sol เป็นสารละลายแขวนลอยของซิลิกาไดออกไซด์ (silica dioxide) ซึ่งมีประจุบวก (positive charge) จะจับสารที่มีประจุลบ (negative charge) ในไวน์ได้ดีกว่าเจลาติน แต่ถ้าใช้ silica sol และเจลาตินร่วมกันจะทำให้การทำให้ไวน์ใสมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งไวน์ที่ยากต่อการทำให้ใส และ silica sol จะช่วยกำจัดเจลาตินที่ตกค้างในไวน์ด้วย (Rankine, 1989)

3. สารดูดซับ (absorbent) ที่นิยมใช้มากที่สุดคือ เบนโทไนท์ (bentonite clay) ซึ่งจะพองตัวเมื่อผสมกับน้ำ เมื่อใส่ลงในไวน์จะดูดซับตะกอนต่างๆรวมกันตกลงสู่ก้นถัง (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, 2532) ไพโรจน์ วิริยจารี (2535) กล่าวว่า การเติมเบนโทไนท์จะเติมหลังการหมักสิ้นสุด เบนโทไนท์จะทำให้ห้องค้ประกอบต่างๆ รวมทั้งอออนของโลหะรวมตัวกันตกตะกอนลงมา และช่วยดูดซับอาหารที่มีความจำเป็นต่อการเจริญของจุลินทรีย์ เพื่อไม่ให้จุลินทรีย์ใช้สารอาหารเหล่านั้นเบนโทไนท์เป็นคอลลอยด์ที่มีประจุลบ จะรวมกับโปรตีนตกตะกอนลงสู่เบื้องล่างของถังทำให้ไวน์มีความคงตัวมากขึ้น แต่โปรตีนในไวน์มีน้อยมาก (Krum and Fellers, 1952) นอกจากนี้การใช้สารดูดซับอาจมีผลต่อคุณภาพของไวน์ในด้านารดูดกลิ่น และฟอกสีด้วย ดังนั้นผลิตภัณฑ์ไวน์ที่ใช้สารดูดซับอาจมีสีและกลิ่นที่จางลง เบนโทไนท์เป็นสารที่ช่วยในการตกตะกอนที่ดีและปลอดภัยที่สุด นอกจากนี้อาจใช้ PVPP (polyvinylpolypyrrolidone) ได้ซึ่งจะใช้ในการตกตะกอนสารประกอบฟีนอลิกที่ทำให้เกิดรสขม รสฝาดฝื่อน (astringency) และเกิดสีน้ำตาลในไวน์ขาวแต่กฎหมายไม่ให้นำใช้มากเกินไปในไวน์ เช่นในประเทศออสเตรเลียอนุญาตให้ใช้ไม่เกิน 100 มิลลิกรัมของสารที่ละลายได้ต่อลิตร PVPP ไม่นิยมใช้มากนัก เพราะมีราคาแพง (Rankine, 1989)

การมีผลึกของ potassium acid tartrate หรือ cream of tartar ในไวน์เกิดขึ้นเนื่องจากน้ำองุ่นที่ใช้หมักมี potassium acid tartrate เมื่อมีแอลกอฮอล์เกิดขึ้นในระหว่างการหมัก สารนี้จะมีความเข้มข้นตัวมากขึ้น เพราะแอลกอฮอล์ทำให้ความสามารถในการละลายลดลง จะเกิดการแยกตัวอย่างช้าๆออกมาจากไวน์ เกิดเป็นผลึกอยู่ก้นถังหมัก ถ้าไม่แยกออกโดยวิธีที่เหมาะสมหรือถูกต้องแล้วก็อาจเกิดการตกตะกอนเมื่อบรรจุลงขวด ถึงแม้จะไม่มีอันตรายแต่ผู้บริโภคไม่ชอบ เพราะเกิดความรู้สึกคล้ายกับมีทรายหรือเศษแก้วอยู่ในไวน์ สามารถทำให้คงตัวได้โดยใช้ cold stabilization หรือ ion-exchange treatment

cold stabilization : สามารถเร่งให้ potassium acid tartrate ตกตะกอนอย่างรวดเร็ว และตกตะกอนอย่างสมบูรณ์โดยการทำให้ไวน์มีอุณหภูมิเกือบถึงจุดเยือกแข็ง (ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำ เพราะมีแอลกอฮอล์ปนอยู่ด้วย) แล้วปล่อยให้วัฏระยะหนึ่งจึงกรองเอาตะกอนออก ต้องกรองในขณะเย็น เพื่อป้องกันการละลายของตะกอน

ion-exchange treatment : เป็นวิธีที่ค่อนข้างทันสมัย เมื่อผ่านไวน์ไปใน ion-exchange material รูปของ potassium acid tartrate จะเปลี่ยนไปเป็น sodium acid tartrate ซึ่งเกลือโซเดียมละลายในไวน์ได้ดีกว่าเกลือโปแตสเซียม ดังนั้นจึงป้องกันการตกตะกอนของทาร์เทรท (tartrate) จากไวน์ได้ นอกจากนี้แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และทองแดงอาจถูกแยกออกมาโดยใช้ ion-exchange treatment แต่อาจทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่ต้องการ ทำให้มีผลต่อคุณภาพของไวน์

นอกจากนี้ความขุ่นของไวน์ อาจเกิดจากไอออนของโลหะธาตุชนิดต่าง ๆ ในน้ำองุ่นมีพวกโปแตสเซียม เหล็ก ทองแดง แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม อลูมิเนียม แมงกานีส ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ และโบรอนปะปนอยู่ด้วย แร่ธาตุเหล่านี้พบในปริมาณน้อยมาก แต่ก็อาจเพิ่มขึ้นได้โดยการปนเปื้อนจากเครื่องมือและเครื่องใช้ที่เป็นโลหะ แคลเซียมไอออนปนเปื้อนมาจากถังคอนกรีต asbestos pads และ

diatomaceous earth filter aids ที่ใช้ในการกรองไวน์ แคลเซียมไอออนทำให้เกิดความขุ่นในไวน์เพราะว่าเกลือของแคลเซียมกับกรดทาร์ทาริก และกรดอินทรีย์ชนิดอื่นจะไม่ละลายน้ำ หลีกเลี่ยงโดยการล้าง asbestos pads และ diatomaceous earth filter aids ด้วยสารละลายกรดซิตริกก่อนใช้ บางทีอาจทำได้โดยการปล่อยไวน์ที่ได้จากการกรองครั้งแรกทิ้งไป สำหรับเหล็กถ้ำมีมากกว่า 10 ส่วนในล้านส่วน และทองแดงมีเพียง 1 ส่วนในล้านส่วน หรือน้อยกว่าก็อาจจะทำให้เกิดการออกซิเดชัน และปฏิกิริยาอื่นๆ ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่น รส และความใสในไวน์ได้ การเกิดความขุ่นในไวน์เนื่องจากเหล็กนั้นเกิดจากสารประกอบของเฟอร์ริกไอออน (ferric ion) กับฟอสเฟต แทนนิน และสารแขวนลอยอินทรีย์ชนิดอื่นๆของไวน์ ทำให้เกิดเป็นสารแขวนลอยอยู่ในไวน์ได้ ในตอนแรกเหล็กจะอยู่ในรูปของเฟอร์รัสไอออน (ferrous ion) ซึ่งไม่เป็นสาเหตุให้เกิดตะกอนหรือ ion "casse" เมื่อทิ้งไว้จะถูกรีดออกซิไดซ์ (oxidize) เป็นเฟอร์ริกหรือ trivalent form ทำให้เกิดตะกอน แต่มีแนวโน้มที่จะหายไปเมื่อถูกแสงและจะปรากฏอีกถ้าปล่อยไวน์ที่มีคั่ว ปฏิกิริยานี้เกิดจากการที่สารประกอบเฟอร์ริกเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบเฟอร์รัสภายใต้อิทธิพลของแสง (Krum and Fellers, 1952; Amerine and Singleton, 1972) การเกิดความขุ่นเนื่องจากทองแดงนั้นพบว่า คิวปรัสไอออน (cuprous ion) ในไวน์เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดตะกอนที่มีลักษณะเป็นคอลลอยด์ ในระหว่างการกรองและการบรรจุขวดมีออกซิเจนอย่างเพียงพอที่จะทำให้ทองแดงอยู่ในรูปของคิวพริก (cupric) เมื่อปล่อยไว้ ออกซิเจนอาจจะรวมตัวกับไวน์และพวก reducing materials เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำให้ทองแดงถูกรีดิวซ์ (reduce) ไปเป็นคิวปรัส เป็นผลให้มีตะกอนเกิดขึ้น วิธีป้องกันการเกิด iron "casse" คือการใช้ potassium ferrocyanide ซึ่งรู้จักกันในชื่อของ blue-finning เพราะว่าทำให้เกิดตะกอนสีน้ำเงิน โดย potassium ferrocyanide จะรวมกับไอออนของเหล็กและทองแดงเกิดเป็นตะกอนที่ไม่ละลายน้ำ สามารถแยกออกได้โดยการกรอง แต่วิธีนี้มีข้อเสียโดย Fessler (1949) พบว่าการเติมสารนี้ลงในไวน์ มีโอกาสที่ทำให้เกิดการย่อยสลายของ ferrocyanogen radical เกิด hydrocyanic acid ซึ่งเป็นอันตรายมาก ในประเทศอเมริกาห้ามใช้สารตัวนี้ แต่ในบางประเทศยังใช้อยู่เช่นเยอรมัน เป็นต้น ต่อมา Krum and Fellers (1952) พบว่า chelating หรือ sequestering agents เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา metal "casse" ในไวน์โดยการ de-ionize divalent และ trivalent ions เกิด stable soluble complexes ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย sequestering agents ที่ใช้คือ sequestrene ซึ่งเป็นเกลือโซเดียมของ ethylenediamine tetraacetic acid (EDTA) เติมน้ำลงไปประมาณ 8 เท่าของเหล็กหรือทองแดงที่มีอยู่จะให้ผลดีที่สุดในการทำให้ไวน์ใส หรือป้องกันความขุ่นที่เนื่องมาจากโลหะ อาจเติมในลักษณะเป็นของแข็งหรือทำเป็นสารละลายก่อนก็ได้ ไวน์จะใสภายใน 5-10 ชั่วโมง หลังการเติม sequestrene

นอกจากนี้อาจป้องกันการบ่มเปื้อนของโลหะต่างๆ ได้โดยการใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือเครื่องใช้ที่ทำด้วย stainless steel หรือแก้วแทนโลหะชนิดอื่น

1.12 การฆ่าเชื้อและการบรรจุ

ก่อนการบรรจุขวดควรนำไวน์มาทำการฆ่าเชื้อโดยการใช้ความร้อน หรืออาจใช้สารเคมีก็ได้ ความร้อนที่ใช้ควรใช้ที่ 60-70 องศาเซลเซียส และบรรจุขวดที่ล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อแล้ว

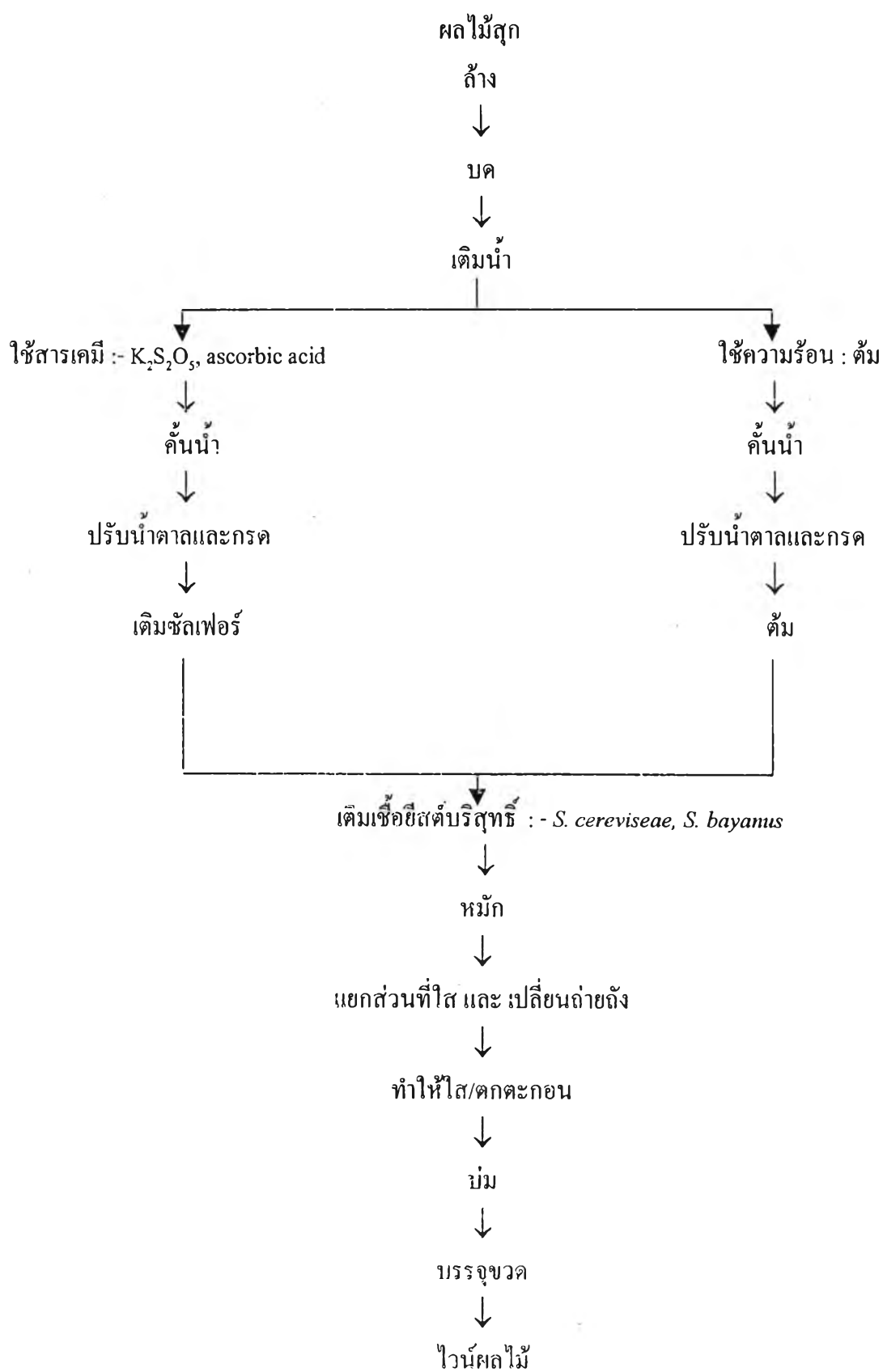
ปิดจุกและปิดฉลาก ส่วนสารเคมีที่นิยมใช้คือเกลือซัลไฟท์ เช่น โปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ในปริมาณ 200-250 ส่วนในล้านส่วน(ppm.) เพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไวน์ และการปนเปื้อนของแบคทีเรีย และจุลินทรีย์อื่นๆอีก หรืออาจใช้โปแตสเซียมซอร์เบทก็ได้ ซึ่งปริมาณที่ใช้ขึ้นกับปริมาณแอลกอฮอล์ที่มีในไวน์ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ปริมาณ โปแตสเซียมซอร์เบทที่ใช้ในไวน์ก่อนการบรรจุขวด

ปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ปริมาณ โปแตสเซียมซอร์เบท (มิลลิกรัมต่อลิตร)
9	220
10	200
11	170
12	135
13	95
14	50

ที่มา : Vine (1991)

การบรรจุขวดเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการทำไวน์เช่นกันต้องทำด้วยความระมัดระวัง สีของขวดไวน์เป็นสิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึง ไวน์ที่อยู่ในขวดสีเข้มมีแนวโน้มที่จะเกิดการออกซิไดซ์น้อยกว่าไวน์ที่บรรจุในขวดสีอ่อนหรือสีจาง ไวน์แดงควรบรรจุในขวดสีเข้มหรือสีน้ำตาลเข้ม เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงสีของไวน์ ส่วนไวน์ขาวอาจบรรจุในขวดใสได้ (ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน, 2542)



รูปที่ 2.1 กระบวนการทำไวน์ผลไม้ (ธีรวิทย์ ชาญฤทธิเสน, 2542)

เพคตินเอนไซม์

เพคตินเอนไซม์ หรือเพคตินเอสเอนไซม์ที่ใช้และผลิตเพื่อจำหน่ายในทางการค้า จะเป็นส่วนผสมของเอนไซม์ 3 ชนิด คือ pectinesterase, polygalacturonase และ pectate lyase และยังมีส่วนของเอนไซม์ชนิดอื่นรวมอยู่ด้วยในสัดส่วนต่างๆ กัน เพื่อวัตถุประสงค์ในด้านการใช้นั้นๆ เช่น เซลลูเลส (cellulase) ไชลานเนส (xylanase) อะมัยเลส ออกซิโครีดักเทส (oxidoreductase) และโปรติเอส (protease) เป็นต้น ส่วนบริษัทผู้ผลิตมีหลายบริษัท เช่น Ciba-Geigy AG แห่ง Basle ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ และ Rohm Gm bH ประเทศเยอรมัน เป็นต้น (ปราณี อ่านเปรื่อง, 2535) เพคตินเอสเป็นกลุ่มเอนไซม์ที่ย่อย galacturonan backbone โดยการเข้าทำปฏิกิริยาของเพคตินเอสมี 2 แบบ (Kilara, 1982)

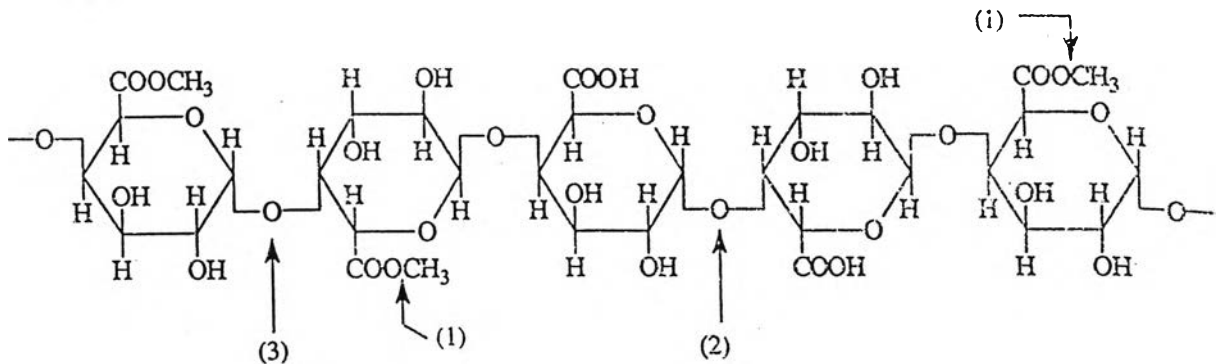
1. Depolymerization เป็นการสลายพันธะ glycosidic ของโมเลกุลเพคตินโดย depolymerase ซึ่งเกิดปฏิกิริยาได้ 2 กลไกคือ

a) Hydrolytic mechanism เป็นการย่อยสลาย โดย hydrolase ได้แก่ polygalacturanase (PG)

b) Trans-elimination mechanism เป็นการเกิด trans-elimination โดย lyases ได้แก่ pectate lyase (PAL) และ pectin lyase (PL)

2. Deesterification หรือ saponification เป็นการ deesterify โมเลกุลของเพคติน ได้แก่ pectinesterase (PE) หรือ pectin methylesterase หรือ pectin methoxylase

การเข้าทำปฏิกิริยาของเพคตินเอสเอนไซม์แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 โครงสร้างเพคตินและการเข้าทำปฏิกิริยาของเพคตินเอสเอนไซม์

(1) : pectinesterase enzyme

(2) : polygalacturonase enzyme

(3) : pectinlyase

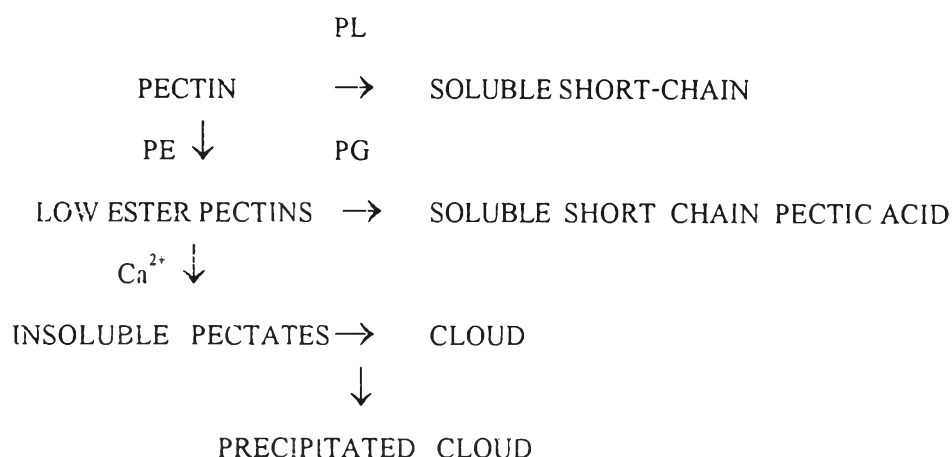
เพคตินเอสเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ มีสมบัติที่แตกต่างกันดังนี้ (บุญเทียม พันธุ์เพ็ง, 2536)

1. polygalacturonase มี 2 ประเภท คือ endo-PG (EC. 3.2.2.15) และ exo-PG (EC 3.2.1.67) ซึ่ง PG จะย่อย polygalacturonic acid ที่ตำแหน่ง 1, 4 glycosidic linkage ที่อยู่ถัดจากโมเลกุลของน้ำตาลที่มีหมู่คาร์บอกซิลอิสระ (free carboxyl group) โดย endo-PG จะย่อยแบบสุ่ม (random) ส่วน exo-PG จะย่อยจากปลายเข้ามาที่ละหนึ่งโมเลกุล เอนไซม์นี้สร้างโดยราเป็นส่วนใหญ่ พบบ้างในแบคทีเรียและพืชชั้นสูง ผลที่เกิดจากการย่อยด้วย PG คือกรดเพคติก (pectic acid) สายสั้นๆ ที่ละลายน้ำได้ (soluble short chain pectic acid), galacturonic acid และ/หรือ oligogalacturonic acid ดังรูปที่ 2.3

2. pectate lyase (PAL, EC 4.2.2.2 และ 4.2.2.9) เป็นเอนไซม์ที่ย่อยเพคตินที่เป็น low methoxyl pectin หรือย่อยกรดเพคติก โดยจะย่อยพันธะ glycosidic ที่อยู่ถัดจากโมเลกุลของน้ำตาลที่มีหมู่คาร์บอกซิลอิสระในแบบสุ่ม เอนไซม์นี้มักพบในแบคทีเรีย และในราบางชนิด แต่ไม่พบในพืช

3. pectin lyase (PL, EC 4.2.2.10) จะย่อยพันธะ glycosidic ที่อยู่ถัดจาก methyl ester group หรือ methylated pectin หรือ highly esterified pectins (Zoecklein et al., 1995) แบบสุ่ม โดยกระบวนการ β -elimination เอนไซม์นี้สร้างโดยรา ยังไม่พบในแบคทีเรียหรือพืชชั้นสูง ผลจากการย่อยด้วย PL จะทำให้เกิดผลิตภัณฑ์เป็นเพคตินสายสั้นๆ ละลายน้ำได้ (soluble short chain pectin) ดังรูปที่ 2.3

4. pectinesterase (PE, EC 3.1.1.11) จะย่อยเพคตินที่ตำแหน่งของ esterified carboxyl group ได้ เมทิลแอลกอฮอล์ และทำให้เพคตินถูกเปลี่ยนไปเป็น low methoxyl pectin และกรดเพคติก ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพคตินโดยเพคตินเอสเอนไซม์ (Crandall, Mathew and Baker, 1983)

เอนไซม์ที่ผลิตขายเป็นการค้าจาก *Aspergillus niger* มักประกอบด้วย PE, PG และ PL อยู่ในสัดส่วนที่ต่างกันดังนั้นจึงสามารถย่อยสลายเพคตินที่ถูก esterify สูงได้ โดย PE จะทำหน้าที่ deesterify และ PG จะทำหน้าที่ย่อยสลายให้เพคตินมีโมเลกุลเล็กลงหรืออาจสลายพันธะ glycosidic โดยตรงด้วยวิธี

elimination ก็ได้ อย่างไรก็ตามอาจมีการเตรียมเอนไซม์ด้วยวิธีพิเศษเพื่อให้ประกอบไปด้วยเอนไซม์หลักเพียงชนิดเดียว เช่น Rohament P ประกอบด้วย PG แต่โดยทั่วไปแล้วเอนไซม์เพคตินเอสที่ใช้ในทางการค้ามักประกอบด้วยเอนไซม์ชนิดอื่นด้วย เช่น cellulase, xylase, arabinase, glycosidase, protease, esterase และ oxidoreductase เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเอนไซม์ ผู้ผลิตบางรายอาจเติม amylase เพื่อไปย่อยสลายโมเลกุลแป้งในผลไม้บางชนิดก็ได้ เอนไซม์จากราส่วนใหญ่จะเป็นแหล่งของ PG และเอนไซม์ในผลไม้ เช่น มะเขือเทศ, grapefruit, สับปะรด จะเป็นแหล่งของ PE (Kertesz, 1951) เพคตินเอสมีชื่อทางการค้าต่างกันไปตามแหล่งผลิต เช่น Pectinols ใช้กับน้ำผลไม้ เช่น แอปเปิ้ล องุ่น ไวน์องุ่น และไวน์ผลไม้ เป็นต้น รายชื่อผู้ผลิตเพคตินเอสเอนไซม์ทางการค้า แสดงดังตารางที่ 2.3 (Pilnik and Rombouts, 1979; Zoecklein et al., 1995)

ตารางที่ 2.3 รายชื่อผู้ผลิตเพคตินเอสเอนไซม์ และการใช้งาน

Manufacturer	Brand name	Recommended application
C.H.Boehringer Sohn, Ingelheim, W.Germany	Panzyme product	Extraction and clarification of fruit juices and grape musts.
Ciba-Geigy AG, Basle, Switzerland	Ultrazyme 100	Extraction and clarification of fruit juices and grape musts; applications in citrus technology.
	Irgazyme M-10	Maceration of fruits and vegetables.
	Ultrazyme SE 504	Olive oil extraction
G.B. Fermentation Ind. Inc., Kingstreet, S. Carolina, USA	Klerzyme	Extraction, clarification and depectinization of fruit juices.
Rohm GmbH, Darmstadt, West Germany	Pectinol products	Extraction, clarification and depectinization of fruit juices and grape musts; clarification of lemon juice.
	Rohament P	Maceration of fruits and vegetables.
Rohm and Haas Co., Philadelphia, Pa. USA Swiss Ferment Co. Ltd., Switzerland	Pectinex product	Extraction, clarification and depectinization of fruit juices and grape musts.
Miles Laboratories Inc., USA.	Spark-1	Application in fruit juice and wine technology
Miles Kali-chemie GmbH, West Germany	MKC-Pectinase	Use in fruit juice and wine technology

PE ที่พบในราก ลำต้น ใบ และผลของพืชหลายชนิดมี optimum pH อยู่ในช่วง 4.0-7.5 และที่สร้างโดยจุลินทรีย์หลายชนิดมี optimum pH อยู่ในช่วง 4.0-5.5 activity จะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเมื่อ pH ต่ำกว่า 3 และสูงกว่า 8 มี optimum temperature ในช่วง 30-55 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงกว่า 60 องศาเซลเซียส เอนไซม์จะถูก inactivate ที่เล็กน้อยๆ และถูกทำลายที่ 80 องศาเซลเซียส PG ที่มาจากรามมี optimum pH อยู่ในช่วง 3.5-4.0 สำหรับ PG ที่มาจากแบคทีเรียมี optimum pH อยู่ในช่วง 3.0-5.0, optimum temperature ประมาณ 50 องศาเซลเซียส เพคตินเนสเอนไซม์ในลักษณะผงแห้งมีความคงตัวที่อุณหภูมิสูงถึง 80 องศาเซลเซียส แต่ถ้าละลายน้ำจะสูญเสีย activity อย่างรวดเร็วที่ 55 องศาเซลเซียส (Kertesz, 1951; Kirk and Othmer, 1965)

เอนไซม์ที่ผลิตออกจำหน่ายมี 3 ลักษณะคือ

1. เอนไซม์ก้อนที่ไม่ได้สกัดออกมาจากรำข้าว (enzyme bran)
2. สารละลายเอนไซม์เข้มข้น (liquid enzyme concentrate)
3. เอนไซม์ผง (crude and refined powders)

ในทางการค้าเพคตินเนสจะนำมาผสมกับกลูโคส หรือเจลาติน หรือ diatomaceous earth แบ่งเป็นเกรดต่างๆ ตาม activity ของเอนไซม์ (SPA = standard pectinase activity units) (Nyiri, 1969)

หลักการในการทำน้ำผลไม้หรือไวน์ใสด้วยเพคตินเนสเอนไซม์ Kertesz (1930) แนะนำว่าหลักการที่รวมอยู่ด้วยคือ การเปลี่ยน colloidal pectin ไปเป็นอนุภาคที่มีขนาดละเอียดหรือเล็กมาก ซึ่งจะสูญเสีย protective action ต่อสารอื่นทำให้สารต่างๆ เหล่านี้ตกตะกอนแยกตัวออกมา จากการสังเกตของ Mehlitz (1932) ในการใช้ enzymic clarification ได้บอกลักษณะที่แตกต่างกันออกเป็น 3 ระยะคือ

- 1) destabilization phase ระยะนี้ยังไม่เห็นผลของเอนไซม์ต่อความใสของน้ำผลไม้หรือไวน์ แต่ความหนืดลดลงอย่างรวดเร็ว
- 2) sedimentation phase ระยะนี้จะเกิดการตกตะกอนของสารต่างๆ สังเกตเห็นความใสได้อย่างชัดเจน
- 3) hydrolysis phase ระยะนี้เพคตินจะถูกย่อยต่อไปจนกระทั่งหมด (complete hydrolysis of pectin)

เพคตินเนสเอนไซม์ที่เติมลงไปในช่วงการทำไวน์นั้น จะช่วยเพิ่มปริมาณของน้ำผลไม้ที่สกัดได้ ช่วยลดเวลาในการบีบคั้นน้ำผลไม้ และการกรอง และทำให้ไวน์มีความใสเร็วขึ้นด้วย (Brown and Ough, 1981; Castino, Bosso and Giacomella, 1990) ช่วยให้สกัดสารฟีนอลิกเพิ่มขึ้น และทำให้กลิ่นรสดีขึ้นด้วยในไวน์บางชนิด (Gunata et al., 1990)

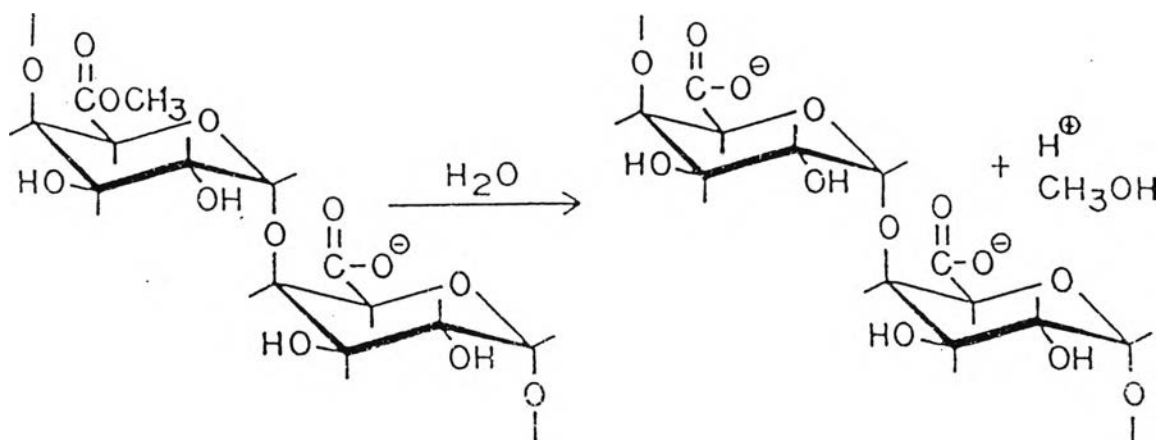
องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของไวน์

1. เอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol; ethanol)

มีความสำคัญในแง่ที่เป็นตัวช่วยในการถนอมรักษาไวน์ และให้คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสที่ดี เอทิลแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นต่ำจะมีกลิ่นบางเบา มีรสหวานอ่อนๆผสมกลมกลืนกับรสเปรี้ยวของกรดในไวน์ให้รสกรดปานกลาง (Amerine et al., 1972) Amelio (1996) กล่าวว่า ไวน์ที่แยกเอทิลแอลกอฮอล์ออกไปจะมีรสฝาดมาก เอทิลแอลกอฮอล์เป็นตัวทำลายที่ดีที่สุดสำหรับสารให้กลิ่นทั้งหลาย โดยทั่วไปเอทิลแอลกอฮอล์มีค่า threshold ในการให้กลิ่นอยู่ระหว่าง 0.004-0.0052 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร (Amerine et al., 1979) ส่วนใหญ่แอลกอฮอล์ในไวน์จะเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการหมักจนถึงช่วงบ่ม Berg, Filipello, Hinreiner และ Webb (1955) พบว่าปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ กรดและแทนนินมีผลต่อความหวาน โดยไวน์ที่มีเอทิลแอลกอฮอล์ และแทนนินในระดับที่เหมาะสมจะช่วยให้ไวน์มีความหวานเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

2. เมทิลแอลกอฮอล์ (methyl alcohol; methanol)

เมทิลแอลกอฮอล์ถือเป็นสารพิษที่ต้องควบคุมในไวน์ เพราะถ้ามีปริมาณสูงจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค เมทิลแอลกอฮอล์ไม่ได้เกิดจากการหมักแอลกอฮอล์แต่เกิดจากเอนไซม์เพคตินเอสเทอเรส (pectinesterase) ที่มีอยู่ที่ผิวของผลไม้ หรือในเพคตินเอนไซม์ที่เติมลงไปเพื่อทำให้ผลไม้อ่อนตัวหรือทำให้ไวน์ใส ทำการย่อยสลายสารประกอบเพคติกหรือเพคตินที่มีในน้ำหมักได้เมทิลแอลกอฮอล์เล็กน้อย (Zoecklein et al., 1995) ดังแสดงในรูปที่ 2.4 ปริมาณของเมทิลแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นจึงขึ้นอยู่กับปริมาณเพคตินซึ่งแตกต่างกันไปตามชนิด พันธุ์ และแหล่งปลูกของผลไม้ นั้น รวมทั้งกรรมวิธีการผลิตไวน์ด้วย (Amerine and Joslyn, 1967) Amerine et al. (1972) รายงานว่าไวน์ผลไม้ส่วนใหญ่จะมีปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์สูงกว่าไวน์จากองุ่นโดยเฉพาะผลไม้พวก pear และ stone fruits แต่ไวน์ที่ได้จากการหมักผลไม้ทั้งเปลือกจะมีปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์สูงกว่าไวน์ที่หมักจากน้ำผลไม้ เนื่องจากที่เปลือกผลไม้มีเพคตินและเพคตินเอสเทอเรสอยู่สูง จึงอาจถูกสกัดออกมาจากเปลือก ปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์ยังขึ้นอยู่กับ degree of methylation ของเพคตินอีกด้วย ซึ่ง Dekker (1994) รายงานว่าถ้า degree of methylation ในเพคตินต่ำ จะมีผลให้ปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์ในไวน์ต่ำ Kilbuck, Nussenbuam และ Cruess (1951) รายงานว่า pH และอุณหภูมิของน้ำหมักมีผลต่อปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์ เพคตินเอสเทอเรสจะทำงานได้ดีที่ pH 3.0-5.5 และที่อุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส Amerine และ Joslyn (1967) รายงานว่าไวน์แดงมีปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์มากกว่าไวน์ขาวและไวน์ชมพู ในระหว่างการหมักไวน์ขาวจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์ แต่มีปริมาณเพิ่มขึ้นในไวน์แดง Amerine et al. (1972) กล่าวว่าโดยปกติในไวน์จะมีเมทิลแอลกอฮอล์ในช่วง trace- 0.635 กรัมต่อลิตร ยังไม่มีการศึกษาว่าเมทิลแอลกอฮอล์มีความสำคัญทางด้านประสาทสัมผัสอย่างไร แต่สารประกอบพวกเมทิลเอสเทอร์ (methyl ester) ที่มีในไวน์ เป็นกลิ่นที่มาจากผลไม้ซึ่งเป็นวัตถุดิบในการผลิตไวน์



รูปที่ 2.4 การเข้าทำปฏิกิริยาของเพคตินเอสเทอร์ส

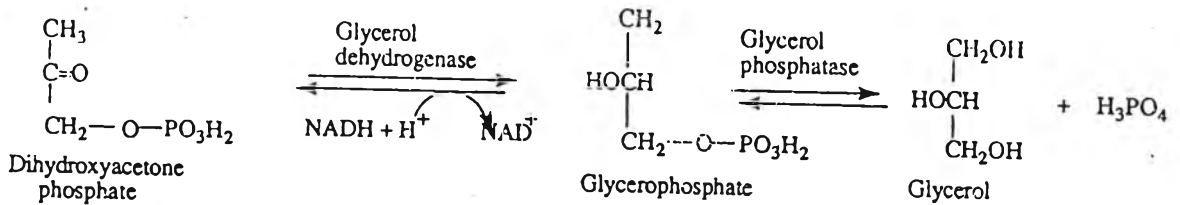
3. แอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลสูง (higher alcohol)

แอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลสูงที่พบในไวน์มีอยู่หลายชนิด ได้แก่ 1-propanol, 1-butanol, 2-butanol, 2-methyl-1-propanol, 2-methyl-1-butanol, 3-methyl-1-butanol, 3-pentanol และ 1-hexanol บางกลุ่มยังไม่เคยปรากฏว่าพบแต่กำลังมีการศึกษาอยู่ได้แก่ 2-propanol, 2-methyl-2-propanol, 3-methyl-2-propanol, 3-pentanol และ 2-hexanol สาเหตุหลักเกิดจากยีสต์หมักน้ำตาลแล้วได้แอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลสูงเป็น by product ซึ่ง Etievant (1991) กล่าวว่าบางชนิดเกิดจากการสลายกรดอะมิโน valine, leucine, isoleucine และ phenylalanine บางชนิดเกิดจากการสร้างกรดอะมิโน โดยเฉพาะ threonine, valine, isoleucine และ glutamic acid จากการสลายน้ำตาล และยีสต์บางสายพันธุ์ เช่น *Hansenula anomala*, *Debaryomyces hansenii* สามารถสร้างแอลกอฮอล์มวลโมเลกุลสูงได้โดยเฉพาะไอโซเอมิล (isoamyl) และ 2-methyl-1-butanol สารประกอบของ 3-methyl-1-butanol และ 2-methyl-1-butanol เป็นสารที่ให้กลิ่นคล้ายน้ำมัน ซึ่งเป็นกลิ่นที่ไม่ต้องการ แต่มีความสำคัญเนื่องจากเป็นตัวทำละลายสารที่ให้กลิ่นและสารระเหย ในไวน์ธรรมชาติจะพบประมาณ 0.14-0.41 กรัมต่อลิตร (Amerine et al., 1979)

ในไวน์ที่มีความเข้มข้นของแอลกอฮอล์มวลโมเลกุลสูงอยู่ต่ำ จะทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสดีขึ้น ในประเทศโปรตุเกสโรงงานผลิตไวน์พอร์ท (port wine) ต้องการให้มีปริมาณของแอลกอฮอล์มวลโมเลกุลสูงมาก แต่ใน dessert wine ไม่ต้องการให้มีสูง (Vine, 1991) ในไวน์สารประกอบนี้จะแสดงออกมาในรูปของฟูเซลอยล์ (fusel oils) และสารที่เกี่ยวข้องกับกรดอะมิโนที่เกิดตามธรรมชาติคือ 1-propanol, 2-methyl-1-butanol, 3-methyl-1-butanol และ 2-phenylethanol (Amerine et al, 1979)

4. กลีเซอรอล

กลีเซอรอลเป็นผลผลิตจากการหมักแอลกอฮอล์จากผลไม้บางชนิด ซึ่งเกิดจากการ reduction ของ dihydroxyacetone phosphate ดังแสดงในรูปที่ 2.5 (Zoecklein et al., 1995) กลีเซอรอลจะเกิดได้ดีที่ อุณหภูมิต่ำ มีกรดคาร์บอริกสูง มีอากาศ และมีการเติมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ การเพิ่มปริมาณน้ำตาลมีผล ทำให้กลีเซอรอลลดลง แต่ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำหมักสูงมากๆ อาจมีจุลินทรีย์กลุ่ม osmotolerant ได้แก่ *Zygosaccharomyces rouxii* เจริญเติบโตและสร้างกลีเซอรอลเพิ่มมากขึ้น (Spencer and Sallans, 1956) ไวน์ตามินและสารอาหารต่างๆ ไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณกลีเซอรอล กลีเซอรอลมีความสำคัญต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส เนื่องจากมีรสหวานและให้ความรู้สึกคล้ายน้ำมัน ทำให้ไวน์มี body เพิ่มขึ้น ซึ่งพบมากใน table wine (Amerine and Roessler, 1976)



รูปที่ 2.5 การสร้างกลีเซอรอลจากการ reduction ของ dihydroxyacetone phosphate

5. 2,3 butylene glycol, acetoin และ diacetyl

ปริมาณของสารประกอบเหล่านี้พบในไวน์แตกต่างกัน เนื่องจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น อายุของ เชื้อ ปฏิกริยาออกซิเดชันรีดักชัน เป็นต้น (Amerine, 1954) จะพบในระหว่างการหมักที่มีแอลกอฮอล์เกิดขึ้น ปริมาณของ 2,3 butylene glycol พบในไวน์ในช่วง 0.1-0.9 กรัมต่อลิตร สารนี้ไม่มีความสำคัญต่อคุณภาพของไวน์ เนื่องจากเป็นสารประกอบที่ไม่มีกลิ่น มีรสหวานและขมเล็กน้อย ในไวน์หวานที่มีปริมาณน้ำตาลสูงจะพบสารประกอบนี้สูงด้วย (Amerine et al., 1979)

acetoin (3-oxobutan-2-ol) จะเกิดในระหว่างช่วงกลาง (middle) ระหว่างกระบวนการหมัก ในไวน์หวานที่มีการเติมแอลกอฮอล์ (fortified dessert wine) จะพบ acetoin ในปริมาณสูง acetoin เป็นสารประกอบที่มีกลิ่นที่พบในไวน์ในปริมาณต่ำอยู่ในช่วง 2-84 มิลลิกรัมต่อลิตร

diacetyl (2,3-butan-dione) มีความสำคัญทางด้านประสาทสัมผัส เพราะเป็นสารประกอบที่มีกลิ่นคล้ายเนย ปกติในไวน์ทั่วไปพบ diacetyl ประมาณ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าปริมาณถึง 0.89 กรัมต่อลิตร จะมีกลิ่นคล้ายนมเปรี้ยว

6. อะเซทัลดีไฮด์

อะเซทัลดีไฮด์เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ ในระหว่างการหมักไม่มี อัลดีไฮด์ (aldehyde) เกิดขึ้นมาก Kielhofer และ Wurdig (1960) รายงานว่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะทำให้เกิดอัลดีไฮด์เพิ่มมากขึ้น อัลดีไฮด์จะเกิดขึ้นเมื่อการหมักไม่สมบูรณ์ มีการให้อากาศ ในขณะที่เซลล์ ยีสต์กำลังเจริญและมีกิจกรรม (activity) ในระหว่างการบ่มปริมาณอัลดีไฮด์อาจเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเกิด ออกซิเดชันของแอลกอฮอล์หรือมีฟิล์มยีสต์ปนเปื้อน เช่น *S. fermentati* (Ough and Amerine, 1958) ระดับ sensory threshold ในน้ำมีค่า 1.3-1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ในไวน์ธรรมชาติพบระดับ threshold เป็น 100-125 มิลลิกรัมต่อลิตร อัลดีไฮด์มีความสำคัญทางด้านประสาทสัมผัสเล็กน้อย เพราะอัลดีไฮด์เป็น สารประกอบที่มีกลิ่น (Amerine et al., 1979)

7. อะเซทัล (acetal)

อะเซทัลเป็นสารที่เกิดจากปฏิกิริยาของอะเซทัลดีไฮด์กับเอทิลแอลกอฮอล์ เป็นสารที่ให้กลิ่น คล้ายอัลดีไฮด์แต่กลิ่นแรงกว่า ในไวน์จะพบประมาณ 5 มิลลิกรัมต่อลิตรหรือน้อยกว่า เพราะปฏิกิริยา อะเซทัลไลเซชัน (acetalization) เกิดช้า

8. ไฮดรอกซีเมทิลเฟอฟูราล (hydroxymethyl furfural)

เกิดจากการที่น้ำตาลรีดิวซ์ได้รับความร้อนในสารละลายที่เป็นกรด จะเกิดการสูญเสียน้ำและเกิด เป็นสารไฮดรอกซีเมทิลเฟอฟูราล สารนี้จะบ่งบอกถึงความเหมาะสมของการให้ความร้อนในระหว่างการ ผลิตไวน์ ถ้าไวน์ได้รับความร้อนมากเกินไปจะทำให้เกิดสีน้ำตาลปนเหลืองและมีกลิ่นคล้ายคาราเมล (caramel) ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ต้องการในไวน์ พบในไวน์ประมาณ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร (Amerine, 1954; Amerine et al., 1979)

9. เอสเทอร์ (ester)

เอสเทอร์เป็นกลุ่มสารประกอบที่เกิดจากเอนไซม์ภายในเซลล์ของยีสต์หรือแบคทีเรีย โดยที่ เอนไซม์เอสเทอเรส (esterase) ในไวน์ใหม่ที่หมักเสร็จใหม่จะเกิดปฏิกิริยา esterification และ transesterification อย่างช้าๆหลังการสูญเสียเอนไซม์สารประกอบที่สำคัญที่พบในไวน์คือ เอทิลอะซิเตท (ethyl acetate) เอสเทอร์เป็นสารที่ให้กลิ่นที่สำคัญของไวน์และบรันดี Amerine (1954) รายงานว่าใน ไวน์ทั่วไปมีเอสเทอร์ประมาณ 200-400 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปของเอทิลอะซิเตท ถ้ามีเอสเทอร์ใน ปริมาณที่ต่ำกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร จะให้กลิ่นที่น่าพอใจ แต่ถ้าปริมาณมากเกินไปจะให้กลิ่นที่ไม่ดีกับ ไวน์ นอกจากนี้ยังมีสารประกอบพวก volatile neutral ester มีประมาณ 70-200 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูป ของเอทิลอะซิเตท (Amerine et al., 1979)

10. กรดระเหย (volatile acidity)

กรดระเหยเป็นกลุ่มของกรดที่มีโมเลกุลต่ำซึ่งระเหยได้ด้วยไอน้ำ กรดระเหยส่วนใหญ่ที่พบในไวน์ได้แก่ กรดอะซิติก (acetic acid) กรดฟอร์มิก (formic acid) กรดบิวทีริก (butyric acid) และกรดโพรพิโอนิก (propionic acid) กรดระเหยเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันที่แบคทีเรียที่ปนเปื้อนในกระบวนการทำไวน์ ใช้สารประกอบบางอย่างเช่น กรดซิตริก น้ำตาล สารประกอบทาร์เทรต (tartrate compound) กลีเซอรอล เป็นต้น (Amerine et al., 1979) ปริมาณกรดระเหยเป็นตัวบ่งชี้ถึงความเสื่อมเสียที่เกิดขึ้นในไวน์ ในผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณน้ำตาลสูงจะมีปริมาณกรดอะซิติกมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำ ถ้ามีการปนเปื้อนของแบคทีเรียในระหว่างการหมักจะทำให้ปริมาณกรดระเหยสูงขึ้น ปกติในระหว่างการหมักกรดระเหย (คิดในรูปของกรดอะซิติก) ควรมีค่าไม่เกิน 0.030 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร และระหว่างการบ่มจะต้องไม่เกิน 0.100 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ไวน์ทั่วไปพบกรดฟอร์มิกปริมาณเพียงเล็กน้อย ส่วนกรดบิวทีริกพบปริมาณน้อยมาก ประมาณ 10-20 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนกรดโพรพิโอนิกจะพบในไวน์ที่มีการเสื่อมเสียเท่านั้น ปริมาณกรดระเหยในไวน์จะมีค่าแตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งอาหารและสภาวะในกระบวนการหมัก (Rankine, 1989)

11. กรดไม่ระเหย หรือกรดคงตัว (fixed acids)

กรดไม่ระเหยหรือกรดคงตัวที่พบในไวน์ได้แก่ กรดทาร์ทาริก กรดมาลิก และกรดซิตริก ซึ่งเป็นกลุ่มกรดหลักที่พบ ส่วนกรดซักซินิก กรดแกลลลิก และกรดไพรูวิก จะเกิดขึ้นระหว่างการหมักไวน์ ปริมาณกรดมีความสำคัญต่อกระบวนการหมัก และคุณภาพของไวน์คือ

- ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการที่ทำให้ไวน์เกิดการเสื่อมเสีย
- มีคุณสมบัติเป็นตัวป้องกันการเกิดออกซิเดชันของซัลเฟอร์ไดออกไซด์
- ทำให้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ต้องการเพิ่มขึ้น
- ทำให้ไวน์ใสขึ้น
- ช่วยปรับภาวะสมดุลของไวน์
- ให้กลิ่นเปรี้ยว รสชาติกรด และมีผลต่อสีของไวน์ (Rankine, 1989)

12. น้ำตาล (sugars)

กลูโคส และฟรุกโตสมีความสำคัญต่อกระบวนการหมักไวน์ เนื่องจากเป็นแหล่งคาร์บอนของเชื้อยีสต์ในการเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ ส่วนน้ำตาลที่ไม่ถูกใช้ในการหมักจะเป็นพวกเพนโตส (pentose) ซึ่งมีประมาณ 0.01-0.02 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร น้ำตาลส่วนนี้อาจทำให้เกิดฟูฟูรัล (furfural) ในระหว่างการกลั่น และการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน และอาจทำให้จุลินทรีย์กลุ่ม lactobacilli เจริญได้ ในระหว่างการบ่มปริมาณของน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) อาจเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเนื่องจากเกิดการย่อยสลายของกลูโคไซด์ (glucoside) ปกติค่า threshold ของฟรุกโตสในไวน์อยู่ในช่วง 0.13-0.15 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร กลูโคสอยู่ในช่วง 0.40-0.44 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ส่วนซูโครสพบในไวน์ในช่วง 0.01-0.06 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร น้ำตาลมีความสำคัญต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพราะมีรสชาติดหวาน

ซึ่งรสหวานนี้จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณกลีเซอรอล และ 2,3-butylene glycol ซึ่งมีรสชาติหวาน โดยค่า threshold ของกลีเซอรอลประมาณ 0.38-0.44 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร (Amerine et al., 1979)

13. สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) หรือฟีนอล (phenols)

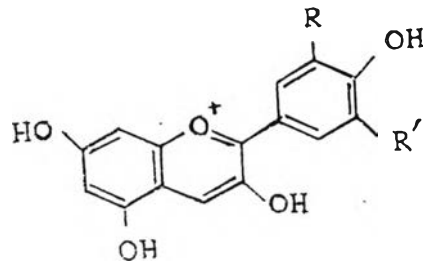
สารประกอบในกลุ่มนี้มีหลายชนิด เช่น colorless compounds, non flavonoids รวมถึงสารประกอบที่ให้สีที่มีขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง ฟลาโวนอยด์ สารสี หรือรงควัตถุ และแทนนินซึ่งมาจากผลไม้ สารประกอบนี้มีการเปลี่ยนแปลงได้ในระหว่างกระบวนการหมักไวน์หรือการบ่ม ฟีนอลที่สกัดได้จากผลไม้จะแสดงรวมในรูปของกรดแกลลิก (gallic acid) ซึ่งมีอยู่ประมาณ 2000-6000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในไวน์แดงโดยทั่วไปจะมีฟีนอลทั้งหมด (ในรูปของกรดแกลลิก) 1400 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งคาดว่า เป็นพวก nonflavonoid อย่างน้อย 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นแอนโทไซยานินประมาณ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร สารประกอบฟลาโวนอยด์ เช่น catechin, epicatechin, gallic acid, epigallocatechin และ epicatechin gallate มีประมาณ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟลาโวนอยด์อื่นๆ เช่น quercetin, kaempferol และ myricetin derivatives มีประมาณ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีสารโมเลกุลใหญ่ของแอนโทไซยานินที่รวมอยู่กับแทนนินอีกประมาณ 750 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของฟีนอลทั้งหมดในไวน์จะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ขององุ่น สภาพการปลูก วิธีการหมัก สภาพในการหมักไวน์ และการบ่มไวน์ (Amerine et al., 1979; Zoecklein et al., 1995) Lao, Lopez-Tamames, Buxaderas และ Tetre-Boronat (1996) และ Ough, Noble และ Temple (1975) พบว่าการเติมเพคตินเอนไซม์ในน้ำหมักก่อนการหมักไวน์จะทำให้ปริมาณฟีนอลทั้งหมดสูงขึ้น และไวน์ที่ได้จากการหมักผลไม้ทั้งเปลือกจะมีสารสีสูงกว่าไวน์ที่หมักจากน้ำผลไม้ โดยเฉพาะปริมาณแอนโทไซยานิน polymeric phenol และแทนนิน

สารประกอบฟีนอลิกในไวน์เป็นสารตั้งต้นของการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากออกซิเจนในไวน์ มีผลต่อสี และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสคือจะให้รสขม (bitter) และฝาดฝืด (astringent) ซึ่ง Robichard และ Noble (1990) พบว่าถ้าความเข้มข้นของ (+) - catechin เพิ่มขึ้น จะทำให้ความขมและฝาดฝืดเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะความขม และ Arnold และ Noble (1978) ยังพบว่า degree of polymerization ที่เพิ่มขึ้นก็มีผลให้ความขมและความฝาดฝืดเพิ่มขึ้นด้วย รงควัตถุหลักที่มีผลต่อสีและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของไวน์แดงคือ แอนโทไซยานิน และแทนนิน ปริมาณแทนนินที่มีในไวน์จะช่วยให้แอนโทไซยานินและสีของไวน์มีความคงตัว (Sims and Bates, 1994) ในผลไม้แต่ละชนิด หรือองุ่นต่างสายพันธุ์กันก็จะมีรงควัตถุต่างกัน (Webb, 1974)

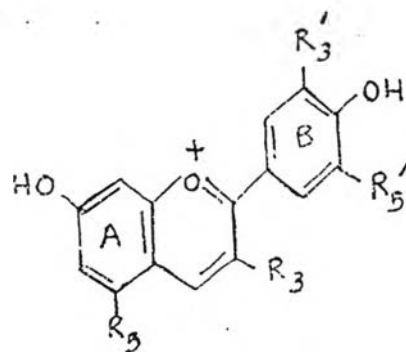
สารสีแอนโทไซยานิน (anthocyanin pigment) : คำว่าแอนโทไซยานิน มาจากภาษากรีก ซึ่ง anthos หมายถึงดอกไม้ และ kyanos หมายถึงสีน้ำเงิน ตั้งชื่อโดย Marquart ในปี ค.ศ. 1835 แอนโทไซยานินสามารถละลายได้ในน้ำ แต่ไม่ละลายในตัวทำละลายประเภท non-hydroxyl เช่น อะซีโตน (acetone) เบนซีน (benzene) คลอโรฟอร์ม (chloroform) และ อีเทอร์ (ether) เป็นต้น ส่วนใหญ่มีสีชมพูแดง ม่วง ม่วงแดง และสีน้ำเงิน พบได้ทั่วไปในส่วนต่างๆของพืช เช่น ใบ ผล กลีบดอก และลำต้น มีหน้าที่ช่วยล่อแมลงให้มาผสมเกสรดอกไม้ และช่วยล่อสัตว์ให้มากินผลไม้เพื่อการกระจายพันธุ์ของเมล็ด

พืช สีของแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะความเป็นกรดต่าง ในสภาวะที่เป็นกลางจะมีสีม่วง ในสภาวะที่เป็นกรดจะมีสีแดง และในสภาวะที่เป็นด่างจะมีสีน้ำเงิน (Harborne, 1967; Ikan, 1976)

แอนโทไซยานินเป็นสารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ซึ่งมีสูตรโครงสร้างหลักทางเคมีเป็นฟลาวิลเลียมแคทไอออน (flavylium cation) หรือไซยานิดิน (cyanidin) ดังรูปที่ 2.6 โดยเป็นอนุพันธ์ polyhydroxy และ polymethoxy ของสารฟลาวิลเลียม หรือ 2-phenyl benzopyrylium อนุพันธ์อื่นๆของแอนโทไซยานินเกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl groups) หรือโดยการเกิดเมทิลเลชัน (methylation) หรือไกลโคเลชัน (glycolation) (Harborne, 1967)



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของฟลาวิลเลียมแคทไอออน



Anthocyanidins : $R_3 = OH$, $R_5 = OH$

	R_3	R_5	Visible colour
Pelargonidin (Pg)	H	H	Red
Cyanidin (Cy)	OH	H	Magenta
Paeonidin (Pn)	OCH_3	H	Magenta
Delphinidin (Dp)	OH	OH	Purple
Petunidin (Pt)	OCH_3	OH	Purple
Malvidin (Mv)	OCH_3	OCH_3	Purple

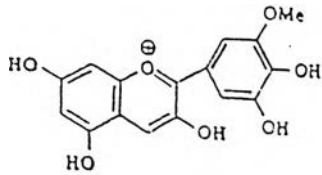
Anthocyanins : Pg, Cy, Pn, Dp, Pt, Mv with R_3, R_5

$R_3 = O - \text{sugar}$ or $O - \text{acylated sugar}$

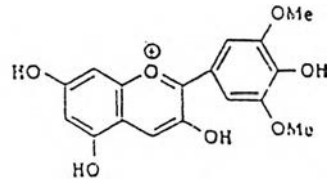
$R_5 = OH$ or $O - \text{glucose}$

รูปที่ 2.7 โครงสร้างแอนโทไซยานิดินส์ และแอนโทไซยานินส์ (Timberlake and Bridle, 1980)

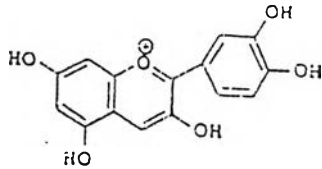
โมเลกุลของแอนโรไซยานินประกอบด้วยแอนโรไซยานิดินที่เรียกว่า aglycone จับตัวกับน้ำตาล เรียกว่า glycone ด้วยพันธะ β -glycosidic ดังรูปที่ 2.7 และมักจับที่คาร์บอนตำแหน่งที่สาม น้ำตาลที่จับกับแอนโรไซยานิดินอาจเป็น monosaccharide ได้แก่ กลูโคส รามโนส (rhamnose) กาแลคโตส (galactose) ไซโลส (xylose) หรืออะราบินโนส (arabinose) หรือพวก disaccharide หรือ trisaccharide โมเลกุลน้ำตาลถูก esterified ที่ตำแหน่งคาร์บอนที่สามด้วยกรดอินทรีย์บางชนิด เช่น p -coumaric, caffeic และ ferulic ซึ่งจะช่วยให้แอนโรไซยานินมีเสถียรภาพดีขึ้น (Timberlake and Bridle, 1980) แอนโรไซยานินเป็นสารประกอบพวกไกลโคไซด์ (glycosides) เมื่อถูกย่อยสลายด้วยกรด (acid hydrolysis) จะให้น้ำตาล (glycone) และส่วนที่ไม่ใช่น้ำตาล (aglycone) หรือแอนโรไซยานิดิน โดยทั่วไปแอนโรไซยานิดินที่พบในพืชมีอยู่ด้วยกัน 6 ชนิด ได้แก่ ไซยานิดิน (cyanidin, Cy) พีลาร์โกนิดิน (pelargonidin, Pg) เดลฟินิดิน (delphinidin, Dp) พีโอนิดิน (peonidin, Pn) พีทูนิดิน (petunidin, Pt) และมาลวิดิดิน (malvidin, Mv) แอนโรไซยานิดินเหล่านี้มีสูตรโครงสร้างดังในรูปที่ 2.8 (Leonard, 1972)



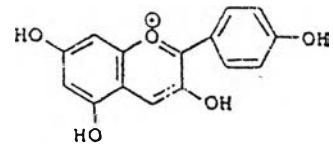
พีทูนิดิน (petunidin;Pt)



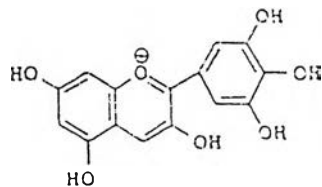
มาลวิดิดิน (malvidin;Mv)



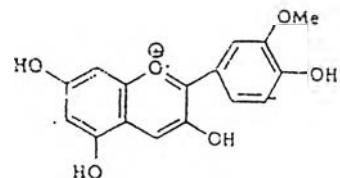
ไซยานิดิน (cyanidin;Cy)



พีลาร์โกนิดิน (pelargonidin;Pg)



เดลฟินิดิน (delphinidin;Dp)



พีโอนิดิน (peonidin;Pn)

รูปที่ 2.8 แอนโรไซยานิดินที่พบโดยทั่วไป (Leonard, 1972)

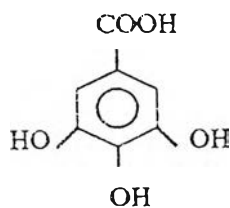
ไซยานิดินมีสีม่วง ฟิลาโรโกนิตินมีสีแดงส้ม และในสูตรโครงสร้างจะมีหมู่ไฮดรอกซิลน้อยกว่า ไซยานิดินหนึ่งหมู่ เคลฟินิตินจะมีสีม่วงแดง ม่วงคราม และสีน้ำเงิน ซึ่งโครงสร้างจะมีหมู่ไฮดรอกซิลมากกว่าไซยานิดินหนึ่งหมู่ ส่วนแอนโรไซยานิดินที่เหลืออีก 3 ชนิดนั้นเป็นอนุพันธ์ของเมทิลอีเทอร์ (methyl ether derivatives) ของไซยานิดิน และเคลฟินิติน ได้แก่ พิทูนิติน และมาลวิตินเป็นอนุพันธ์ของ เคลฟินิติน พิโอนิตินเป็นอนุพันธ์ของไซยานิดิน แอนโรไซยานินทั้ง 6 ชนิด จะมีน้ำตาลเกาะอยู่ใน ลักษณะต่างๆกันทำให้มีแอนโรไซยานินชนิดต่างๆเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก โดยมีความแตกต่างของน้ำตาล ที่เกาะอยู่คือ

1. ชนิดของน้ำตาล ส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลกลูโคส แต่อาจพบแรมโนส กาแลคโตส หรือ ราบินโนสได้
2. ตำแหน่งที่น้ำตาลเกาะอยู่ โดยทั่วไปจะอยู่ที่ตำแหน่ง 3-hydroxyl หรือที่ 3,5 hydroxyls
3. จำนวนโมเลกุลของน้ำตาล อาจมี 1 โมเลกุล เรียกว่า monoglycoside, 2 โมเลกุลเรียกว่า diglycoside หรือ 3 โมเลกุลเรียกว่า triglycoside

Flavylium nucleus ในแอนโรไซยานินขาดอิเล็กตรอน ทำให้มันว่องไวต่อปฏิกิริยาต่างๆ เป็นพิเศษ โดยเฉพาะปฏิกิริยาที่มักจะทำให้เกิดการฟอกสีของรงควัตถุนี้

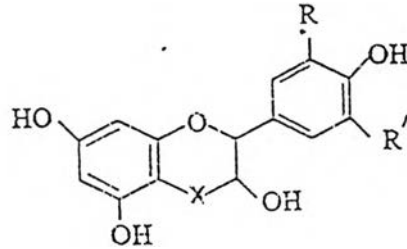
แทนนิน มีอยู่ทั่วไปที่ผิว ลำต้น และเมล็ดของพืช ส่วนใหญ่เป็นพวกไกลโคไซด์ (glycosides) แทนนินเป็นสารที่ไม่มีสีและไม่เป็นผลึก มีรสฝาดเค็ม แทนนินเป็นสารประกอบฟีนอลิกที่สามารถ รวมกับโปรตีนหรือพอลิเมอร์ (polymers) เช่น polysaccharides ตกตะกอนได้ การรวมตัวของแทนนิน กับโปรตีนทำให้เกิดการตกตะกอนและยังสามารถหยุดการทำงานของเอนไซม์ โดยไปรวมตัวกับส่วนของโปรตีนของเอนไซม์ได้ แทนนินแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. hydrolyzable tannin (gallics) แทนนินเหล่านี้เป็น nonflavonoid phenols ซึ่งเป็น เอสเทอร์ของกรดแกลลิก (gallic acid) และกลูโคส ดังรูปที่ 2.9 ในโครงสร้างของแทนนินกลุ่มนี้หมู่ ไฮดรอกซิล (-OH) ในรูปกลูโคสบางหมู่ถูก esterified โดย digalloyl group หรือ ellagic acid ในอุ้งจะ ไม่พบแทนนินชนิดนี้



รูปที่ 2.9 สูตรโครงสร้างของกรดแกลลิก (Leonard, 1972)

2. condensed tannin เป็น condensation polymers ของ catechins เรียกได้อีกชื่อว่า proanthocyanidins พอลิเมอร์เหล่านี้มีโครงสร้างไม่สม่ำเสมอ ดังรูปที่ 2.10 แทนนินกลุ่มนี้ที่พบในองุ่น และไวน์จะอยู่ในรูป flavan-3-ols (catechin) และ flavan-3,4-diols (leucoanthocyanidin)



รูปที่ 2.10 สูตรโครงสร้างของ condensed tannin (Leonard, 1972)

flavan-3-ols	R=R' = H; afzelechin	flavan-3,4-diols	R=R' = H; leucopelagonidin
	R=OH, R'-H; catechin		R=OH, R' = H; leucoanthocyanidin
	R=R' = OH; galocatechin		R=R' = OH; leucodelphinidin
	X; CH ₂		X; CH-OH

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์และคุณภาพของไวน์

1. วัตถุดิบ

วัตถุดิบหรือผลไม้ไม่มีความสำคัญมากในการทำไวน์ให้มีคุณภาพและรสชาติดี นอกจากจะเลือกชนิดของผลไม้ที่มีลักษณะกลิ่นรสและคุณสมบัติเฉพาะที่แตกต่างกันไป ยังต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆด้วย เช่น สายพันธุ์ หรือแหล่งที่เพาะปลูกผลไม้ต่างๆ ปีที่เก็บเกี่ยว ระดับความแก่อ่อน (maturity level) เป็นต้น ซึ่งอาจจะมีผลต่อคุณภาพของไวน์ Liu, Gallander และ Wilker (1987) พบว่าสายพันธุ์และปีที่เก็บเกี่ยวองุ่นที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ ปริมาณกรด ปริมาณฟีนอลทั้งหมด (ในรูปของกรดแกลลิก) และเมทิลแอลกอฮอล์ รวมถึงกลิ่นและรสชาติของไวน์ด้วย Lao et al. (1996) ก็พบว่าสายพันธุ์และปีที่เก็บเกี่ยวองุ่นที่ต่างกันมีผลต่อปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์ และปริมาณฟีนอลทั้งหมดเช่นกัน โดยไวน์จากองุ่นต่างสายพันธุ์ หรือในสายพันธุ์เดียวกันแต่ปีที่เก็บเกี่ยวแตกต่างกันมีผลต่อองค์ประกอบและคุณภาพของไวน์ที่ได้ อาจจะเป็นเนื่องจากองค์ประกอบขององุ่นแตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลจากการดูแลปฏิบัติ สภาพแวดล้อม และสภาพภูมิอากาศในแต่ละปีต่างกัน ส่วนปีที่เก็บเกี่ยวองุ่นในสายพันธุ์เดียวกันที่มีปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์แตกต่างกันอาจไม่ได้เป็นผลจากปริมาณเพคติน แต่อาจเป็นผลจาก degree of methylation ของเพคตินที่แตกต่างกัน โดยเพคตินที่มี degree of methylation สูงจะทำให้ปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์สูงขึ้น (Amerine et al., 1972)

ระดับความแก่อ่อนหรือความสุกมีผลต่อองค์ประกอบและคุณภาพของไวน์ ซึ่งไวน์แดงจากองุ่นที่เก็บเกี่ยวในระยะแก่จัด (late maturity) มีปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณน้ำตาล แอลกอฮอล์ และปริมาณฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าไวน์แดงจากองุ่นในระยะ optimum maturity เนื่องจากปริมาณแอนโทไซยานินและฟีนอลทั้งหมดมีการสะสมเพิ่มมากขึ้นในระหว่างการสุกของไวน์องุ่น ซึ่งมีผลให้ไวน์แดงมีความเข้มของสีแดงเพิ่มขึ้น และมีกลิ่นระเหยเข้มข้น นอกจากนี้องุ่นจะมีปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นในระหว่างการสุกด้วย จึงทำให้ปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น เป็นผลให้ปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นด้วย (Sims and Bates, 1994) Gallander (1983) พบว่าไวน์จากองุ่นในระยะแก่จัด มีปริมาณกรดต่ำกว่าในระยะ mid maturity และ early maturity จึงเป็นผลให้ค่า pH มีค่าต่ำด้วย เนื่องจากในระหว่างการสุกองุ่นจะมีปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณกรดจะลดต่ำลง แต่ระดับความแก่อ่อนขององุ่นไม่มีผลต่อปริมาณกรดที่ระเหยได้ (volatile acidity) และปริมาณแอลกอฮอล์ เนื่องจากกรดระเหยส่วนใหญ่จะเกิดจากการปนเปื้อนของแบคทีเรีย หรือการออกซิเดชันของแอลกอฮอล์ในระหว่างการหมักหรืออบ แต่ไวน์ที่ได้จากองุ่นในระยะ mid maturity จะได้คะแนนด้านกลิ่น และรสชาติ สูงกว่าระยะอื่นๆ อาจเนื่องจากองุ่นในระยะแก่จัดมีองค์ประกอบต่างๆที่อยู่ในรูปแบบที่ซับซ้อนมากเกินไป จึงทำให้ไวน์ที่ได้มีกลิ่นและรสชาติที่ต้องการลดลง และไวน์ผลไม้จะมีปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์มากกว่าไวน์จากองุ่น โดยเฉพาะพวก pear fruits และ stone fruits และผลไม้ที่มีปริมาณเพคตินอยู่สูง (Amerine et al., 1972)

2. เพคติกเอนไซม์

เพคติกเอนไซม์ที่เติมลงไปในช่วงการทำไวน์ จะช่วยเพิ่มปริมาณของน้ำผลไม้ที่สกัดได้ ช่วยลดเวลาในการบีบคั้นน้ำผลไม้ และการกรอง และทำให้ไวน์มีความใสเร็วขึ้นด้วย (Brown and Ough, 1981; Castino et al., 1990) ช่วยให้สกัดสารประกอบฟีนอลเพิ่มขึ้น และอาจทำให้กลิ่นรสของไวน์บางชนิดดีขึ้นด้วย (Bayanove et al., 1992; Gunata et al. 1990) เนื่องจากเอนไซม์ช่วยในการย่อยผนังเซลล์ขององุ่น การเติมเพคติกเอนไซม์ลงไปนี้น้ำหมักสำหรับทำไวน์ทำให้ปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้น แต่จะทำให้ไวน์มีความคงตัวต่อความร้อน โดยเฉพาะเมื่อเติมเอนไซม์ในน้ำหมักก่อนการหมัก Berg และ Marsh (1950) พบว่าไวน์ที่เติมเพคติกเอนไซม์จะใสได้โดยไม่ต้องเติมเบนโทไนท์ เป็นผลให้ใช้สารที่ช่วยให้ไวน์ใสลดลง ดังนั้นตะกอนที่เกิดจากการทำให้ไวน์ใสจะมีน้อย (Cruess, Quacchia and Ericson, 1955) เอนไซม์ทำให้ไวน์ใสอย่างรวดเร็วและใสมากกว่าไวน์ที่ไม่ได้เติมเอนไซม์ ทำให้สามารถแยกไวน์ส่วนใสออกจากตะกอนของยีสต์ได้เร็วขึ้น ทำให้ได้ไวน์ที่มีคุณภาพดี

Lao et al. (1996) พบว่าการเติมเพคติกเอนไซม์ในน้ำหมักมีผลให้ปริมาณ polysaccharide ทั้งหมดในไวน์ลดลงเนื่องจากเอนไซม์จะช่วยย่อย polysaccharide เช่น เพคตินให้มีโมเลกุลเล็กลง หรือเปลี่ยนเป็นกรด โดยจะมีผลกับน้ำหมักมากกว่าการเติมในไวน์แต่การเติมเอนไซม์มีผลให้ปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์และปริมาณฟีนอลทั้งหมดในไวน์เพิ่มขึ้น เนื่องจากเอนไซม์ย่อยหรือทำลายผนังเซลล์ขององุ่น ทำให้สกัดสารประกอบฟีนอลออกมาได้มากขึ้น ในขณะเดียวกัน pectinesterase หรือ pectin methylesterase ที่มีในเพคติกเอนไซม์จะย่อยสลายเพคตินที่มีในน้ำหมักได้เมทิลแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้เอนไซม์ที่เติมลงไปมีผลให้ปริมาณโปรตีนในไวน์ลดลง ทำให้ไวน์ใสมากขึ้นด้วยอาจเป็นผลจากเพคติกเอนไซม์มีเอนไซม์โปรติเอสเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kilbuck et al. (1951) ที่รายงานว่า การเติมเพคตินเอนไซม์ชนิด pectinol-O ในช่วงการหมักมีผลให้ปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์มากกว่าไวน์ที่ไม่เติมเอนไซม์ ปาริชาติ วัฒนา (2519) พบว่า การเติมเอนไซม์หลังการหมักมีแนวโน้มทำให้ปริมาณแอลกอฮอล์ลดลง อาจเนื่องจากแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นหลังการหมักทำปฏิกิริยากับสารประกอบเพคตินในไวน์ทำให้แอลกอฮอล์ลดลง การเติมเอนไซม์ในไวน์ก่อนการหมักทำให้ปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์มีแนวโน้มมากกว่าการเติมเอนไซม์หลังหมักหรือในไวน์ และเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของเอนไซม์ที่เพิ่มขึ้น ชนิดและระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ก็มีผลต่อองค์ประกอบและคุณภาพของไวน์ด้วย ดังการศึกษาของ Brown และ Ough (1981) ที่พบว่าชนิดและความเข้มข้นของเอนไซม์มีผลต่อปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์ และความใสของไวน์ โดยเอนไซม์ชนิด Clarex-L (ประกอบด้วย polygalacturonase และเอนไซม์อื่นๆอีก เช่น pectinesterase, endopolygalacturonase และ pectinlyase บางชนิด) จะช่วยเพิ่มปริมาณน้ำผลไม้ที่สกัดได้ ทำให้น้ำหมักใสมากขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพการกรอง โดยเฉพาะเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้น แต่ก็มีผลให้ปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์เพิ่มสูงขึ้นด้วย อาจเนื่องจากมีเอนไซม์ pectinesterase อยู่ในระดับสูงจึงเป็นผลให้เอนไซม์นี้ย่อยสลายสารประกอบเพคตินที่มีในน้ำหมักเกิดเป็นเมทิลแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้น

การหมักไวน์ที่น้ำหมักมี pH 4-6 และทำการหมักที่อุณหภูมิ 35-50 องศาเซลเซียส มีผลให้ปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์สูง อาจเนื่องจากเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ pectin-esterase ในการย่อยสลายเพคตินและทำให้ได้เมทิลแอลกอฮอล์สูงขึ้นด้วย (Marteau, Scheuer and Olivieri, 1961) Cruess et al. (1955) พบว่าการเติมเพคติกเอนไซม์ในน้ำผลไม้หรือ crushed grapes จะช่วยให้ระยะเวลาในการบ่มไวน์ลดลง เนื่องจากเพคติกเอนไซม์อาจมี oxidative enzyme อยู่ด้วย จึงเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจน เป็นผลให้กลิ่นรสของไวน์ดีขึ้นอย่างรวดเร็ว รวมทั้งทำให้ไวน์มีกลิ่นผลไม้มากขึ้น และไวน์ที่ได้จะใสอย่างรวดเร็ว

ไวน์ขาวที่เติมเพคติกเอนไซม์ไม่ทำให้ไวน์เกิดสีน้ำตาล (Ough and Berg, 1974) แต่ต้องเติมลงในน้ำองุ่นสำหรับหมัก ไม่เติมลงใน crushed grapes เพราะเอนไซม์อาจจะสกัดสีจากเปลือกขององุ่นทำให้ไวน์สีเข้มขึ้น (Cruess et al., 1955) ซึ่ง Berg (1959) ก็พบว่า การเติมเพคติกเอนไซม์ใน crushed grapes สำหรับทำไวน์ขาวจะช่วยเพิ่มอัตราการเกิดสีน้ำตาล (rate of browning) ในไวน์ จึงทำให้มีสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามจากรายงานของ Blouin และ Barthe (1976) กล่าวว่าเพคติกเอนไซม์ที่เตรียมขายเป็นการค้าในยุโรปนั้นมีหลายชนิดที่ไม่มี oxidative enzyme อยู่ด้วย Cruess et al. (1955) รายงานว่าการใช้เพคติกเอนไซม์ในไวน์แดงทำให้ไวน์ที่ได้มีทั้งสีเข้มขึ้นและสีจางลง ในกรณีที่มีสีเข้มขึ้นได้อธิบายว่าอาจเนื่องจากเอนไซม์ย่อยเพคตินที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อขององุ่น จึงทำให้สีถูกสกัดออกมามากขึ้นในขณะที่สกัดด้วยความร้อน ในกรณีที่ทำให้ไวน์แดงมีสีจางลงนั้น Huang (1955) กล่าวว่าเนื่องจากเพคติกเอนไซม์จากราบบางชนิดมี anthocyanase ซึ่งสามารถย่อยสลายแอนโทไซยานินได้ เช่น แอนโทไซยานิน และ chrysanthein จากผลแบล็กเบอรี่ (blackberry) อาจถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์จาก *Aspergillus niger* หรือ *A. oryzae* ได้ ซึ่งเอนไซม์นี้อาจจะเป็น β -glycosides ทำให้เกิดเป็นแอนโทไซยานินดีนส์และกลูโคส ตามด้วยการเกิด spontaneous transformation ของ aglycone กลายเป็น colorless derivatives ซึ่งความยุ่งยากของการเปลี่ยนสีในไวน์แดงนั้นยังคงเป็นเรื่องราวที่ต้องศึกษากันต่อไป แต่โอกาสที่ไวน์แดงจะมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการใช้เพคติกเอนไซม์นั้นพบน้อยมาก จากรายงานของ Cruess et al. (1955) พบว่าโรงงานไวน์ขนาดใหญ่หลายแห่งในแคลิฟอร์เนียใช้เพคติกเอนไซม์ในการผลิตไวน์แดง ในปริมาณ 1 1/2 - 2 ปอนด์ ต่อตันขององุ่น ไวน์ที่ได้มีคุณภาพดีมาก โดยเฉพาะในด้านสี และเมื่อเก็บไวน์ไว้นานๆ พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสีหรือมีตะกอนเกิดขึ้นในไวน์เลย

3. กระบวนการทำไวน์

วิธีและกระบวนการทำไวน์มีหลายรูปแบบ เช่น การหมักทั้งเปลือกตลอดกระบวนการ การหมักทั้งเปลือกเป็นระยะเวลาหนึ่ง และการหมักไวน์จากน้ำผลไม้ ซึ่งวิธีการหมัก สภาวะในการหมัก และการบ่มจะมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพของไวน์ ไวน์ที่ได้จากองุ่นหรือผลไม้ที่หมักทั้งเปลือกจะทำให้องค์ประกอบบางอย่างของไวน์เพิ่มขึ้นเช่น แอนโทไซยานิน ฟีนอลทั้งหมด สี เมทิลแอลกอฮอล์ และองค์ประกอบที่มีผลกับคุณภาพทางประสาทสัมผัส เป็นต้น Cabaroğlu et al. (1997) ได้ศึกษาวิธีการหมักไวน์ขาวจากองุ่นพันธุ์ *Vitis vinifera* L. cv. Emir ที่แตกต่างกัน พบว่าไวน์ขาวที่หมักจากองุ่นทั้ง

เปลือก (skin contact) เป็นระยะเวลาานาน 6 ชั่วโมง มีปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ กรดทั้งหมด และกรดระเหยต่ำกว่าไวน์ที่หมักจากน้ำองุ่น แต่องค์ประกอบต่างๆ ที่ผิวถูกสกัดออกมาจึงทำให้ค่า pH, ash alkalinity โปแตสเซียม โซเดียม แคลเซียม และปริมาณสารฟีนอลิกเพิ่มขึ้น ทำให้ไวน์ขาวมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นจึงเป็นผลให้ค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ 420 นาโนเมตร สูงขึ้น ส่วนกรดระเหยที่ต่ำลงอาจเนื่องจากองค์ประกอบบางอย่างที่ถูกสกัดออกมาจากเปลือกอาจจะทำปฏิกิริยากับกรดอะซีติก จึงทำให้ปริมาณกรดระเหยลดลง ซึ่งคล้ายคลึงกับการวิจัยของ Ramey et al. (1986) ที่รายงานว่าการหมักไวน์ทั้งเปลือกทำให้องค์ประกอบต่างๆถูกสกัดออกมา ทำให้ปริมาณฟลาโวนอยด์เพิ่มขึ้น เป็นผลให้ไวน์ขาวมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น

ถ้าระยะเวลาการหมักไวน์จากองุ่นทั้งเปลือกนานขึ้นทำให้ปริมาณฟีนอลทั้งหมด สารสีแอนโทไซยานิน และแทนนินเพิ่มมากขึ้น ปริมาณแทนนินในไวน์มีผลให้สารสีแดงหรือปริมาณแอนโทไซยานินในไวน์มีความคงตัว ไม่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย (Berg and Akiyoshi, 1956; Singleton and Trousdale, 1992) แต่อาจจะทำให้ไวน์มีความฝาดเค็มมากเกินไป Sim และ Bates (1994) ได้ศึกษาผลของการหมักไวน์แดงจากองุ่นแดงพันธุ์ Noble muscadine ทั้งเปลือกเป็นระยะเวลาต่างๆกัน พบว่า เมื่อระยะเวลาการหมักไวน์จากองุ่นทั้งเปลือกนานขึ้น ไวน์ที่ได้มีปริมาณฟีนอลสูงขึ้นด้วย เนื่องจากฟีนอลที่มีอยู่ที่เปลือกได้ถูกสกัดออกมามาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Bates et al. (1980) และ Berg และ Akiyoshi (1956) ที่รายงานว่าฟีนอลิกที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการหมักไวน์จากองุ่นทั้งเปลือก โดยเฉพาะปริมาณ polymeric phenol และแทนนิน ทำให้รสฝาดเค็มในไวน์เพิ่มมากขึ้น และมีผลให้ปริมาณแอนโทไซยานินส์ และความเข้มของสีเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการหมักองุ่นทั้งเปลือกด้วย แต่มีความเข้มของกลิ่นรสลดลง การหมักองุ่นพันธุ์ muscadine นานขึ้นจะทำให้กลิ่นรสขององุ่นสูญเสียไปบางส่วน เนื่องจากแสง

Amerine et al. (1972) รายงานว่าไวน์ที่ได้จากการหมักผลไม้ทั้งเปลือก จะมีปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์สูงกว่าไวน์ที่หมักจากน้ำผลไม้ เนื่องจากเพคตินและเพคตินเอนไซม์อาจถูกสกัดออกมาจากเปลือกมาก เอนไซม์จึงย่อยสลายเพคตินทำให้ได้เมทิลแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้น และเมื่อระยะเวลาการหมักองุ่นทั้งเปลือกเป็นระยะเวลาานานขึ้นก็มีผลให้ปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์ กลีเซอรอล และเอทิลแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นด้วย แต่ถ้าระยะเวลาการหมักทั้งเปลือกนานเกินไปอาจทำให้ไวน์ที่ได้มีกลิ่นรสที่ไม่ดีได้ เนื่องจากกลิ่นรสผลไม้ถูกสกัดออกมามากเกินไป จึงทำให้เกิดความไม่สมดุลขององค์ประกอบต่างๆที่มีผลต่อกลิ่นรสของไวน์ (Falque and Fernandez, 1996) นอกจากนี้ Auw et al. (1996) พบว่าวิธีการทำไวน์ก็มีผลต่อคุณภาพของไวน์ด้วย โดยได้ศึกษาถึงผลของวิธีการทำไวน์ที่มีต่อสารประกอบฟีนอลิก และความเข้มของสีของไวน์ที่ได้จากการหมักองุ่นสายพันธุ์ Chambourcin โดยแบ่งวิธีการทำไวน์เป็น 7 วิธี คือ หมักจากน้ำองุ่นที่บีบคั้นน้ำทันทีหลังการบด หมักจากน้ำองุ่นที่บีบคั้นน้ำขณะร้อน หมักจากองุ่นทั้งเปลือกนาน 7, 14 และ 21 วัน ไวน์ที่ผ่านการบีบคั้นทันทีหลังการหมักองุ่นทั้งเปลือก และไวน์ที่บีบคั้นขณะร้อนหลังการหมักองุ่นทั้งเปลือก พบว่าไวน์ที่ผ่านการหมักจากองุ่นทั้งเปลือกจะมีปริมาณกรดแกลลิกสูง

โดยเฉพาะที่ระยะเวลาการหมักทั้งเปลือกนาน 21 วัน อาจเนื่องจากการหมักทั้งเปลือกทำให้กรดแกลลิก ถูกสกัดออกมาจากเมล็ด หรืออาจถูกย่อยสลายออกมาจาก epicatechin gallate ที่มีในองุ่น (Singleton and Trousdale, 1983) ส่วนวิธีการคั้นไวน์ขณะร้อนหลังการหมักองุ่นทั้งเปลือกจะทำให้ไวน์มีปริมาณฟีนอล สูง เนื่องจากการให้ความร้อนจะช่วยสกัดสารประกอบฟีนอลออกมาได้มากขึ้น และยังช่วยยับยั้งเอนไซม์ โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenoloxidase) จึงช่วยป้องกันการเกิดออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอล ด้วย วิธีการบีบคั้นไวน์ขณะร้อนหลังการหมักองุ่นทั้งเปลือก จะมีผลให้ไวน์แดงมีความเข้มข้นสูงมาก อาจเป็นผลจากการที่ความร้อนช่วยสกัดสารสีแอนโทไซยานินออกมาจากเปลือกมากขึ้น จึงทำให้สีของไวน์เข้มข้น แต่ระยะเวลาการหมักทั้งเปลือกนานขึ้นไม่มีผลต่อการสกัดสีของไวน์ Scudamore-Smith, Hooper และ McLaran (1990) ก็รายงานว่า การเพิ่มระยะเวลาในการหมักไวน์จากองุ่นทั้งเปลือก ไม่ได้ช่วยในการสกัดสีเพิ่มขึ้น

สภาวะในการหมัก เช่น การเติมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และการเติมออกซิเจน เป็นต้น มีผลต่อ องค์ประกอบ และคุณภาพบางประการของไวน์ด้วย Singleton, Zaya และ Trousdale (1980) พบว่า การเติมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลงในน้ำหมักเพื่อทำลายจุลินทรีย์อื่น ๆ ที่ไม่ต้องการในไวน์ขาว จะมีผลให้ ปริมาณฟีนอลสูงกว่าการไม่เติม เนื่องจากซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะช่วยยับยั้งเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส (phenol oxidase) ทำให้สารประกอบฟีนอลิกไม่ถูกทำลาย (Ough, 1969) และยังช่วยทำให้ไวน์มีความเข้มข้นของกลิ่นรสผลไม้ (fruitiness) และคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยรวมของไวน์ขาวที่ได้เพิ่มขึ้น เนื่องจาก ซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะช่วยยับยั้งเอนไซม์ที่ทำให้กลิ่นรสของผลไม้ของไวน์เปลี่ยนแปลง แต่ถ้าปริมาณ มากเกินไปไวน์อาจจะมีกลิ่นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากเกินไป ทำให้ความเข้มข้นของกลิ่นรสผลไม้ และคุณภาพโดยรวมลดลง ส่วนการเติมออกซิเจนลงในน้ำหมักจะทำให้ปริมาณฟีนอลิก ความเข้มข้นของกลิ่น รสผลไม้ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยรวมลดลง เนื่องจากออกซิเจนจะเร่งการเกิดออกซิเดชันของ ฟีนอลจากเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส และยังช่วยเร่งการทำงานของเอนไซม์ที่ทำให้กลิ่นรสผลไม้ เปลี่ยนแปลงด้วย

Nelson และ Acree (1978) พบว่าวิธีการเตรียมองุ่นในการหมักโดยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้นาน 12 ชั่วโมง นำเฉพาะน้ำองุ่นส่วนที่ใสไปทำการหมัก จะ ทำให้ไวน์ที่ได้มีปริมาณเอทิลอะซีเตท ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ และ total essence สูงกว่าไวน์ที่ได้จากการหมักน้ำองุ่นที่ผ่านการคั้นน้ำโดยไม่ใช้ความร้อน และไวน์จากการหมักทั้งเปลือก เนื่องจากการใช้ ความร้อนในระดับที่เหมาะสมจะช่วยสกัดสารอาหาร และสารประกอบต่างๆ ที่ให้กลิ่นกับไวน์ รวมถึง กลิ่นรสขององุ่นออกมาได้มากขึ้น

Farkas (1966), Feuillat และ Bergeret (1966) พบว่าการเติมเบนโทโนในน้ำหมักสำหรับไวน์ ขาวประมาณ 1 กรัมต่อลิตร จะช่วยปรับปรุงกลิ่นรสของไวน์ ซึ่งคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Kishkovskii, Sakharova และ Kossobudskaya (1976) ที่พบว่าน้ำองุ่นที่เติมเบนโทโนที่ก่อนการหมักจะช่วยในการ ปรับปรุงคุณภาพและความคงตัวของไวน์ การเติมเบนโทโนที่ในน้ำหมักในระหว่างการหมัก จะช่วยลด

ปริมาณโปรตีนในไวน์ โดยไม่ทำให้กลิ่นรสของไวน์เปลี่ยนแปลง แต่ Groat และ Ough (1978) พบว่าการเติมเบนโทไนด์ และ diatomaceous earth ลงในน้ำหมักจะทำให้ปริมาณแอลกอฮอล์โมเลกุลสูงเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะฟูเซลออยด์ เนื่องจากเบนโทไนด์ และ diatomaceous earth เป็น inert solid ซึ่งช่วยกระตุ้นให้มีการสร้างฟูเซลออยด์เพิ่มขึ้น และจะยิ่งเพิ่มมากขึ้นในสภาวะที่มีอากาศด้วย (Crowell and Guymon, 1963) แต่ไวน์ที่มีการเติม diatomaceous earth ลงในน้ำหมักจะมีกลิ่นรสผลไม้ และคุณภาพที่ดีมากกว่าการใช้เบนโทไนด์ และมีกลิ่นรสแปลกปลอมน้อยกว่า

ในระหว่างการบ่มสารประกอบฟีนอลิกในไวน์อาจจะลดลง เนื่องจากการเกิดออกซิเดชัน polymerization และ precipitation หรือการตกตะกอนของแทนนินบางตัวโดยโปรตีน การดูดซับสารฟีนอลิกโดยเซลลิวีลส์แล้วตกตะกอน ส่วนแอนโธไซยานินมีปริมาณลดลงในระหว่างการบ่มเนื่องจากการเปลี่ยนรูปไปเป็นรูปแบบที่คงตัว โดยการเกิด copolymerization ของแอนโธไซยานินไปอยู่ในรูป condensed form ทำให้แอนโธไซยานินมีมากขึ้นกว่าในรูปอิสระ และเมื่อเกิดการ condensation ถึงระดับหนึ่งจะเกิดการตกตะกอนของพวกที่มีโมเลกุลใหญ่ และเป็นการอธิบายได้ว่าในระหว่างการบ่มค่าสีแดงของไวน์จะเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณแอนโธไซยานินลดลง (Zoecklein et al., 1995) ในระหว่างการบ่มปริมาณอะเซทิลดีไฮด์อาจเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเกิดออกซิเดชันของแอลกอฮอล์ และ orthohydroxyphenol เช่น caffeic acid, 4-methylcatechin และ quercetin (Ough and Amerine, 1958) Davis et al. (1985) อธิบายว่าในระหว่างการเกิดปฏิกิริยา malo-lactic fermentation นั้น lactic acid bacteria จะสร้างอะเซทิลดีไฮด์เพิ่มขึ้น สารที่ให้กลิ่นส่วนใหญ่ในไวน์คือเอสเทอร์ ซึ่งมักจะเพิ่มขึ้นในระหว่างการบ่มเช่นกัน โดยเกิดจากปฏิกิริยา esterification ของกรดอินทรีย์โดยแอลกอฮอล์ (Maarse and Visscher, 1989)

การประเมินคุณภาพไวน์ทางด้านประสาทสัมผัส

การทดสอบคุณภาพไวน์ทางด้านประสาทสัมผัสเป็นสิ่งจำเป็นมากในการทำไวน์ ทั้งนี้เนื่องจากการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีไม่สามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของไวน์ที่ดีหรือไม่ดีได้อย่างชัดเจน เนื่องจากไวน์เป็นเครื่องดื่มที่มีความซับซ้อน ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ มากกว่า 20 ชนิด ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 องค์ประกอบต่างๆ ที่พบในไวน์

ส่วนประกอบ	Dry Table Wine (%)		Sweet Wine (%)	
	White	Red	White	Red
น้ำ	83.5	83.5	76.5	76
แอลกอฮอล์	11.0	11.0	11.5	11.7
สารระเหยอื่นๆ	0.04	0.04	0.05	0.05
สารสกัด	2.3	2.6	2.8	3.0
น้ำตาล	0.58	0.01	7.0	7.0
เพคตินและสารประกอบ	0.3	0.3	0.32	0.32
กลีเซอรอลและสารประกอบ	1.1	1.1	0.9	0.9
กรด	0.7	0.6	0.5	0.5
เถ้า	0.2	0.2	0.2	0.2
ฟีนอล	0.01	0.28	0.01	0.01
กรดอะมิโนและสารประกอบ	0.25	0.25	0.2	0.2
ไขมัน เทอร์ปีนอยด์	0.01	0.02	0.01	0.02
วิตามิน	0.01	0.01	0.01	0.01

ที่มา: Sharp (1995)

ผู้ที่จะเป็นผู้ที่ทำการทดสอบคุณภาพไวน์ทางด้านประสาทสัมผัส จำเป็นต้องได้รับการฝึกฝน โดยในเบื้องต้น จำเป็นต้องทำการฝึกฝนการรับรู้รสชาติของ กรด น้ำตาล ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ กรดที่ระเหยได้ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ โอลี ออะเซทิลไฮดรอกซี ไดอะเซทิล และอื่นๆ นอกจากนี้ จำเป็นต้องรู้จักลักษณะของไวน์ที่ดี หรือเสีย เป็นอย่างไร เช่น ไวน์ที่เสียเนื่องจาก ออกซิเดชัน และจุลินทรีย์ เป็นต้น ทราบลักษณะของรสชาติที่ไม่สมดุลของรสชาติ ความขม และความฝืด เป็นต้น วิธีการเรียนรู้ที่ดีที่สุด คือ การเข้ารับการฝึกจากผู้ที่มีประสบการณ์ การเข้าชั้นเรียน หรือการชิมไวน์หลายๆชนิด

ขั้นตอนการประเมินคุณภาพไวน์ทางด้านประสาทสัมผัส แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การดูสีและความใส (color and clarity) ไวน์ควรมีสีที่เหมาะสมตามชนิดของไวน์นั้นๆ โดยมีความใสที่แวววาวเป็นประกาย (brilliantly clear) ก็จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน คือต้องคว่ำที่อะไร และปริมาณหรือความเข้มมากน้อยเพียงใด ไวน์ขาวที่ดีควรมีสีเหลืองทอง หรือเหลืองฟางข้าว ส่วนไวน์แดงควรมีสีแดงคล้ายทับทิมที่มันวาว

2. การดมกลิ่น (aroma and bouquet) โดยการสูดดมกลิ่นของไวน์เล็กๆ จากแก้วไวน์ที่แกว่งเบาๆ (swirl) เพื่อให้กลิ่นระเหยออกมา เป็นการประเมินถึงปริมาณ และชนิดของกลิ่นที่ได้รับ เช่น กลิ่นผลไม้ กลิ่นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ กลิ่นสารที่ระเหยได้ เป็นต้น ไวน์ที่มีคุณภาพดีจะต้องมีกลิ่นที่หอมอย่างซับซ้อน ถ้าไวน์มีความเย็นจะไม่สามารถสูดดมกลิ่นได้ ต้องทิ้งไว้ให้ไวน์มีอุณหภูมิสูงขึ้น ประมาณ 12 – 18 องศาเซลเซียส

3. การดื่มเพื่อรับรสชาติ (taste or palate) โดยการอมไวน์ประมาณ 10 มิลลิลิตรไว้ในปาก กลั้วให้ทั่วปาก จากนั้นบ้วนไวน์ทิ้งเป็นการล้างปาก แล้วดื่มไวน์ครั้งที่ 2 และ 3 เพื่อที่จะประเมินรสชาติ ความสมดุลของกรด แอลกอฮอล์ ความหวานหรือความกลมกล่อมของไวน์ รสชาติของผลไม้ และความผิดปกติต่างๆของไวน์ เช่น เฝื่อนมากเกินไป เป็นต้น (ประดิษฐ์ ครุวัณณา, 2523; ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน, 2542)