บทที่ 2
เอกสารที่เกี่ยวข้องและงานวิจัย

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับไวน์

ในมาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ฉบับที่ 2089-2544 ไวน์ หมายถึง เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ที่เกิดจากการหมักผลไม้ น้ำผลไม้หรือผลิตผล การเกษตรบางชนิด เช่น ข้าว น้ำผึ้ง แป้ง น้ำตาล เป็นต้น ทั้งนี้อาจเติมแอลกอฮอล์หรือสุราชนิดอื่น เพื่อให้มีความแรงของแอลกอฮอล์มากขึ้น และอาจปรุงแต่งสี กลิ่น รสเพิ่มขึ้นด้วยก็ได้ นิยามไวน์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมให้ไว้ 8 ข้อ คือ เทเบิลไวน์ สปาร์กลิ่งไวน์ ฟอร์ทิไฟด์ไวน์ เฟลเวอรด์ไวน์ ไวน์องุ่น ไวน์ผลไม้ ไวน์จากผลผลิตเกษตรอื่น ๆ และไวน์ผสม (นิรนาม, 2545)

ไวน์เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งซึ่งได้จากการหมักน้ำองุ่นด้วยเชื้อยีสต์ที่คัดเลือกแล้ว มีการควบคุมการหมักและควบคุมการผลิตเป็นอย่างดี ไวน์ที่ผลิตจากผลไม้อื่นเรียกว่าไวน์ผลไม้ หรือ fruit wines ต้องระบุชื่อผลไม้บนฉลาก เช่น ไวน์สับปะรด ไวน์ลิ้นจี่ ไวน์มะเม่า ไวน์มะเกี๋ยง เป็นต้น ไวน์นอกจากจะผลิตจากองุ่นและผลไม้แล้วยังผลิตได้จากวัตถุอื่น ๆ เช่น ใบไม้ ดอกไม้ พืชผักสมุนไพร ข้าว น้ำตาลสด น้ำผลไม้เข้มข้น น้ำผึ้ง เป็นต้น ไวน์ไม่มีการกลั่นมีแอลกอฮอล์ ร้อยละ 8 - 14 โดยปริมาตร (ดีกรี)(ประดิษฐ์, 2545)

ไวน์เริ่มเป็นที่รู้จักกันตั้งแต่สมัยอียิปต์และบาบิโลเนียเก่า โดยเริ่มจากการที่ปล่อยน้ำองุ่นทิ้งไว้ตามธรรมชาติ ยีสต์ในอากาศเจริญใช้น้ำตาล และสารอาหารที่มีอยู่ในน้ำองุ่นสร้างเป็นแอลกอฮอล์ และคาร์บอนไดออกไซด์เล็กน้อย ทำให้ได้เครื่องดื่มที่มีรสชาติแปลกออกไป คนโบราณนิยมดื่มไวน์ที่มีน้ำตาลผสมเครื่องเทศสมุนไพรจากรากไม้ เปลือกดอกไม้ เมล็ดพืช เป็นเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสให้หอมชวนดมและดื่ม การทำไวน์เป็นศิลปทางวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่ง ซึ่งภาษาอังกฤษเรียกว่า Enology หรือ Oenology แปลว่า ความรู้ในการผลิตไวน์ ซึ่งรวมเอาหลักการทางเคมี ชีวเคมี เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางจุลินทรีย์รวมทั้งอนินทรีย์ โดยเฉพาะเอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์ และกระบวนการเปลี่ยนแปลงสารประกอบอินทรีย์ไปเป็นกลิ่นและรสชาติของไวน์ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาถึงยีสต์ และสภาวะที่ยีสต์สามารถดำเนินการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ได้แอลกอฮอล์ในปริมาณที่ต้องการ ไวน์ทำจากน้ำผลไม้หลากหลายสายพันธุ์ มีปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำ มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย อาจมีรสหวานหรือไม่มีก็ได้ มีกลิ่นหอมจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลไม้ชนิดนั้น ๆ และกลิ่นหอมที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีตามธรรมชาติจึงทำให้ไวน์แตกต่างจากเหล้าหรือเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์อื่น ๆ (ภัทราภรณ์, 2542)

ไวน์มีบทบาทที่สลับซับซ้อนต่อประวัติศาสตร์และวิวัฒนาการประเพณีในหลาย ๆ ด้าน ไวน์แสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ในความเป็นอยู่ รวมทั้งแสดงถึงความละเอียดอ่อนและสถานภาพทางสังคม ไวน์สามารถผลิตได้เกือบทุกพื้นที่ของโลกเริ่มตั้งแต่ฝรั่งเศสไปจนกระทั่งถึงออสเตรเลีย ปัจจุบันมีผู้บริโภคไวน์เพิ่มขึ้นอย่างมากมาย คนสมัยใหม่เริ่มสนใจและศึกษาเกี่ยวกับไวน์มากขึ้น เกิดการพัฒนาวัตถุดิบอย่างมากมาย ผลจากการค้นพบเทคโนโลยีในการผลิตไวน์ รวมทั้งเทคโนโลยีการใช้ไวน์เพื่อจะทำให้เกิดประโยชน์ในทางบวกแก่ผู้บริโภค ทำให้มีการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมทำไวน์อย่างต่อเนื่องในอนาคต (เชิดชัย, 2545) ประเทศไทยมีสภาพอากาศร้อนชื้น ฝนตกมาก ไม่เหมาะที่จะปลูกองุ่นไม่ว่าเป็นองุ่นที่ใช้รับประทานสดหรือพันธุ์สำหรับทำไวน์ แต่ได้มีการพัฒนาทดลองคัดเลือกพันธุ์องุ่นที่ปรับตัวและให้ผลผลิตพอสมควรถึงดีในประเทศไทย สำหรับองุ่นที่จะใช้ผลิตไวน์พบว่าองุ่นขาวพันธุ์ Chenin Blanc และองุ่นแดงพันธุ์ Shiraz เพียง 2 พันธุ์เท่านั้นที่เหมาะสมที่จะใช้ผลิตไวน์เพื่อการค้าในประเทศไทย ยังต้องมีการค้นคว้าวิจัยและพัฒนาเพื่อคัดเลือกพันธุ์องุ่นที่เหมาะสมเพิ่มขึ้นอีก ในอนาคตประเทศไทยอาจเป็นแหล่งผลิตไวน์สำคัญของโลก เนื่องจากประเทศไทยอุดมด้วยวัตถุดิบหลักซึ่งพร้อมที่จะใช้ในการผลิตไวน์อีกหลายชนิด เช่น ผลไม้เมืองร้อน ผลไม้เมืองหนาวปลูกบนที่สูง ข้าวซึ่งมีทั้งข้าวเหนียว ข้าวเจ้า ข้าวหอมมะลิ ข้าวญี่ปุ่น พืชผักสมุนไพร เครื่องเทศ น้ำตาลสด น้ำผึ้ง เป็นต้น วัตถุดิบเหล่านี้มีหมุนเวียนตลอดทั้งปี บางฤดูมีผลผลิตออกมามากเกินความต้องการ ทำให้ราคาถูก จึงเหมาะที่จะนำมาทำไวน์ ไวน์ที่ผลิตในประเทศไทยจึงมีความหลากหลายเป็นเรื่องน่าสนใจ รัฐบาลควรส่งเสริมสนับสนุนอาจเป็นสิ่งดึงดูดใจนักท่องเที่ยวหรือเป็นสินค้าส่งออก (ประดิษฐ์, 2545)

ชนิดของไวน์ สามารถจำแนกได้หลายชนิด คือ

1.จำแนกตามสีของไวน์ แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม (Norman, 1997; สมสุข และอรวินทร์, 2536; สายใจ, 2540; ประดิษฐ์, 2545)

1.1ไวน์แดง (red wine) ทำจากองุ่นแดงหรือผลไม้สีแดง ไวน์แดงจะมีตั้งแต่สีอ่อน เช่น สีแดงเข้มจนถึงสีทับทิม หรือสีม่วงเข้ม ซึ่งขึ้นกับประเภทขององุ่นที่จะนำมาทำไวน์ ไวน์แดงจะมีรสชาติความฝาด กลิ่นและความเข้มข้นมากกว่าไวน์ชนิดอื่นๆ แต่ความหวานน้อยกว่า

1.2ไวน์ขาว (white wine) ทำจากองุ่นเขียวหรือผลไม้อื่น สีของไวน์จะมีระดับต่าง ๆ กันตั้งแต่สีเหลืองซีดจนถึงสีเหลืองทองใส ไวน์ขาวมีรสชาติอ่อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3ไวน์โรเซ่ (rose′ หรือ pink wine) ได้จากการหมักน้ำองุ่นเขียวและองุ่นแดงรวมกัน จะมีสีชมพูระดับที่แตกต่างกันไปตั้งแต่สีชมพูซีด ๆ จนถึงเกือบสีแดง มีลักษณะและรสชาติคล้ายไวน์ขาว

2. จำแนกตามปริมาณแอลกอฮอล์ที่มีในไวน์ (Vine, 1991; Amerin *et al*., 1979)

2.1 table wine คือ ไวน์ที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ระหว่างร้อยละ 9 - 14 โดยปริมาตรและมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียงเล็กน้อย ซึ่งได้จากการหมักตามธรรมชาติโดยไม่มีการเติมสิ่งใดสิ่งหนึ่งลงไป นิยมใช้ดื่มก่อนอาหารเพื่อเรียกน้ำย่อย หรือดื่มในระหว่างรับประทานอาหาร

2.2 fortified wine คือ ไวน์ที่มีการเติมแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ที่ได้จากการกลั่นเหล้าองุ่นหรือบรั่นดี (brandy) หรือเหล้าชนิดอื่น ๆ (spirits) ที่มีรสชาติจัดจ้านเข้มข้นลงไป เพื่อเพิ่มปริมาณแอลกอฮอล์ให้สูงขึ้นประมาณร้อยละ 12 - 24 โดยปริมาตร จึงสามารถเก็บไว้นานกว่า table wine โดยทั่วไปไวน์ชนิดนี้จะเป็นไวน์ที่มีรสหวาน และมีรสชาติจัดจ้าน นิยมใช้รับประทานหลังอาหาร หรือเรียกว่าเป็นไวน์ย่อยอาหาร เช่น port wine และ sherry แบ่งได้ 2 ชนิด

2.2.1 aperitif wine เป็นไวน์ที่มีการเติมแอลกอฮอล์ และมีการเติมสีกลิ่น รส รากไม้ ยา และเครื่องเทศที่มีกลิ่นหอมลงไปด้วย

2.2.2 dessert wine เป็นไวน์ที่มีปริมาณแอลกอฮอล์สูง มีการเพิ่มแอลกอฮอล์เข้าไปในไวน์เพียงอย่างเดียว แต่มีลักษณะต่างจากไวน์ธรรมดา คือ มีรสหวาน กลิ่น และแอลกอฮอล์มากกว่า นิยมดื่มหลังอาหารเพื่อย่อยอาหาร

3. จำแนกตามความหวาน (ประดิษฐ์, 2545) แบ่งได้เป็น

3.1 ไวน์ไม่หวาน (dry wines) จะมีน้ำตาลรีดิวซ์ไม่เกินร้อยละ 1

3.2 ไวน์หวานเล็กน้อย (semi dry wines) จะมีน้ำตาลรีดิวซ์ร้อยละ 2 - 5

3.3 ไวน์หวาน (sweet wines) จะมีน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าร้อยละ 5

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

4.1 ไวน์ไม่มีฟองหรือไวน์นิ่ง (still wines) คือไวน์ที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียงเล็กน้อยซึ่งเกิดจากการหมักตามธรรมชาติ โดยทั่วไปหมายถึง table wine มีปริมาณแอลกอฮอล์ระหว่างร้อยละ 9 - 14

4.2 สปาร์กลิ่งไวน์(sparkling wines)คือไวน์ที่มีการเติมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หลังการหมักหรือไวน์ที่มีการหมักซ้ำ (refermentation) ในขวดอีกครั้งหนึ่ง เช่น แชมเปญ (champagne) มีรสซ่าเนื่องจากมีก๊าซบรรจุในขวด ปกติมีแอลกอฮอล์ร้อยละ 10 - 13 โดยปริมาตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5. จำแนกจากการเติมกลิ่นสมุนไพร (ประดิษฐ์, 2545; สันติ, 2532)

5.1 ไวน์ที่มีการเติมกลิ่นสมุนไพร (herbs) เปลือกไม้ รากไม้ พืชต่าง ๆ เครื่องเทศ (exotic spices) หรือสารสกัดให้กลิ่น เพื่อแต่งเติมปรับปรุงสีสัน และกลิ่นหอม ปรับปรุงรสชาติให้กลมกล่อมขึ้น เช่น เวอร์มูท (vermouth) และ มาตินี (matini) เป็นต้น บางตำราเรียกไวน์กลุ่มนี้ว่า aromatized wine

5.2 ไวน์ที่ไม่มีการเติมกลิ่นสมุนไพร เครื่องเทศ หรือสารสกัดให้กลิ่น เช่น sherry, port, madiera เป็นต้น

6. จำแนกตามโอกาสที่ดื่ม

6.1 ไวน์ดื่มก่อนอาหาร (aperitif wine) เป็นไวน์หวานมีแอลกอฮอล์สูงใช้ดื่มก่อนรับประทานอาหารเพื่อเรียกน้ำย่อย ปริมาณแอลกอฮอล์ที่สูงถึงร้อยละ 20 ได้มาจากการเติมแอลกอฮอล์ซึ่งอาจเติมในรูปของวิสกี้หรือบรั่นดีหรือวอดก้าหรือเอทธิลแอลกอฮอล์ชนิดทานได้ ตัวอย่างของไวน์ชนิดนี้ได้แก่ sherry

6.2 ไวน์ดื่มระหว่างอาหารหรือดื่มพร้อมอาหาร ไวน์ชนิดนี้ส่วนมากไม่หวาน มีแอลกอฮอล์ร้อยละ 9 - 14

6.3 ไวน์ดื่มหลังอาหาร ได้แก่ พอร์ท (port) ครีมเชอรี่ (cream sherry) โทเก (tokay) และมาลากา (malaka)

7. อื่น ๆ (ประดิษฐ์, 2545; สายใจ, 2540)

7.1 ไวน์แอลกอฮอล์ต่ำ มีแรงแอลกอฮอล์ต่ำกว่าร้อยละ 8 โดยปริมาตร ไวน์คูลเลอร์อาจจัดอยู่ในประเภทนี้

7.2 ไวน์ที่ถูกกำจัดหรือแยกแอลกอฮอล์ออกไป (dealcoholised wines) อาจมีแรงแอลกอฮอล์ในไวน์บ้างแต่ไม่เกินร้อยละ 0.5 โดยปริมาตร เป็นไวน์ที่ผลิตขึ้นสำหรับผู้อยากดื่มไวน์แต่แพ้แอลกอฮอล์หรือสำหรับผู้บริโภคที่นับถือศาสนาอิสลามหรือศาสนาอื่นๆ ซึ่งมีบทบัญญัติห้ามดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์

ประโยชน์และโทษของไวน์ (ประดิษฐ์, 2545; มนัส; 2545)

องุ่นมีสารควอร์เซตินซึ่งเป็นสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่ช่วยป้องกันและยับยั้งเซลล์มะเร็งได้ โดยเฉพาะในไวน์องุ่นมีสารเรสเวอราทอลที่ช่วยลดคลอเลสเตอรอล และสารแทนนินที่ช่วยไม่ให้เลือดข้นเหนียวและจับตัวเป็นก้อนอันเป็นสาเหตุเส้นโลหิตตีบ ทั้งนี้เพราะสาร oligomer panthocyanidins (OPC) ในแทนนินช่วยป้องกันการแตกเปราะง่ายของเส้นเลือดฝอย นอกจากนี้ในไวน์ยังมีสารฮีสตามีนช่วยให้ร่างกายไม่เครียด หรือเป็นไมเกรนได้ด้วย ได้มีการศึกษาวิเคราะห์ว่าไวน์หรือเหล้าองุ่นประกอบด้วยเอทธิลแอลกอฮอล์ น้ำตาล คาร์โบไฮเดรท ไวตามิน และแร่ธาตุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ต่าง ๆ ไม่น้อยกว่า 15 - 20 ชนิด (ตารางที่ 2.1) นอกจากนี้ยังมีกรดอินทรีย์มากกว่า 22 ชนิด จึงทำให้ไวน์มีรสหวาน รสเปรี้ยว และรสฝาด ไวน์ 1 แก้วให้พลังงาน 113 แคลอรี่ และไวน์ 1 ขวด (840 ซีซี.) ให้พลังงาน 864 แคลอรี่ ซึ่งมีค่าพลังงานเท่ากับน้ำมันพืช 1 และ 2 ช้อนโต๊ะ ตามลำดับ

โทษของไวน์เหมือนเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ทั่วไปคือดื่มมากขาดสติ ก้าวร้าว เกิดอุบัติเหตุง่าย หากดื่มมากเป็นประจำทุกวันมีโอกาสเป็นโรคตับแข็ง โรคพิษสุราเรื้อรัง (alcoholism) เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบที่พบในไวน์

องค์ประกอบ	dry table wines (%)		sweet wines (%)	
	white	red	white	red
น้ำ	83.5	83.5	76.5	76.0
แอลกอฮอล์	11.0	11.0	11.5	11.7
สารระเหยอื่น ๆ	0.04	0.04	0.05	0.05
สารสกัด (dry extract)	2.30	2.60	2.80	3.00
น้ำตาล	0.58	0.01	7.00	7.00
เพคตินและสารประกอบ	0.30	0.30	0.32	0.32
กลีเซอรอลและสารประกอบ	1.10	1.10	0.90	0.90
กรด (total acidity)	0.70	0.60	0.50	0.50
เถ้า	0.20	0.20	0.20	0.20
ฟีนอล (phenolic compound)	0.01	0.28	0.01	0.01
กรดอะมิโนและสารประกอบ	0.25	0.25	0.20	0.20
ไขมันเทอร์ฟีนอยด์	0.01	0.02	0.01	0.02
ไวตามิน	0.01	0.01	0.01	0.01

ที่มา : Sharp, (1995).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 กรรมวิธีในการทำไวน์ มีขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมน้ำผลไม้สำหรับหมัก

1.1 ชนิดผลไม้ ผลไม้แทบทุกชนิดสามารถนำมาทำไวน์ได้ แต่กลิ่นรสและคุณภาพจะแตกต่างกันไป ผลไม้ที่เหมาะสมควรมีคุณภาพดี มีทั้งรสเปรี้ยว รสฝาด และรสหวาน ประกอบด้วยกรดอินทรีย์ที่เหมาะสม มีสารโพลีฟีนอล ได้แก่ แทนนิน และควรมีน้ำตาลอย่างเพียงพอ การเลือกผลไม้ควรคำนึงถึงพันธุ์ แหล่งที่ปลูก สภาวะแวดล้อมที่ใช้ปลูกควรเหมาะต่อผลไม้แต่ละชนิด ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของไวน์ (ปราโมทย์, 2531)

1.2 การเตรียมน้ำหมัก การเตรียมน้ำผลไม้สำหรับการหมักไวน์เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากในการทำไวน์ เพราะคุณภาพน้ำหมักมีผลต่อคุณลักษณะและคุณภาพของไวน์ที่หมักได้ทั้งหมด ผลไม้ที่ทำไวน์ควรเลือกผลไม้ที่สุกจัด ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงภายในผลอย่างเต็มที่แล้ว ปกติผลไม้ที่สุกจัดจะมีความเปรี้ยวลดลง มีความหวานเพิ่มขึ้น ไวน์ที่ได้มีรสชาติดี และมีกลิ่นหอมของผลไม้ที่สุกเต็มที่ ผลไม้ที่อ่อนอยู่เมื่อนำมาทำไวน์อาจมีรสเฝื่อน ขม และอาจมีกลิ่นของผลไม้อ่อน สำหรับผลไม้ที่เน่าเสียบางส่วนไม่ควรนำมาทำไวน์ เพราะเมื่อผลไม้เริ่มเน่าเสียจะมีเชื้อยีสต์และจุลินทรีย์อื่นๆ เจริญอยู่รอบๆ รอยเน่าจำนวนมาก เชื้อเหล่านี้จะสร้างกลิ่นและรสไม่ดีมีผลต่อคุณภาพไวน์ที่ได้ด้วย ส่วนประกอบที่ใช้ในการเตรียมน้ำหมักและการล้างทำความสะอาดวัตถุดิบเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกก็มีผลต่อคุณภาพไวน์ (ธีรวัลย์, 2542; ปราโมทย์, 2532)

1.2.1 การต้ม ผลไม้ที่จะเตรียมโดยการต้มควรมีปริมาณเพคตินต่ำ การต้มอาจทำให้ไวน์ขุ่น เนื่องจากเอ็นไซม์ที่ย่อยเพคตินที่มีในผลไม้ถูกทำลายจึงไม่สามารถเปลี่ยนเพคตินที่ไม่ละลายน้ำให้เป็นสารประกอบเพคตินที่ละลายน้ำได้ในระหว่างการหมัก นอกจากนี้ทำให้ไวน์มีกลิ่นรสเปลี่ยนไปจากธรรมชาติ การต้มช่วยสกัดสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของยีสต์และช่วยในการสกัดสีของผลไม้ (ธีรวัลย์, 2542)

1.2.2 การสกัดน้ำผลไม้หรือคั้นน้ำผลไม้ ผลไม้ต้องสะอาดไม่เน่าเสียปราศจากยาฆ่าแมลง ผลไม้บางชนิดควรล้างไม่ให้เมล็ดแตกในระหว่างการสกัดหรือคั้น เพราะในเมล็ดมีสารแทนนินสูง ทำให้รสขมจัด ระวังไม่ให้มีการเติมออกซิเจนแก่น้ำผลไม้ หรือให้น้ำผลไม้สัมผัสกับอากาศนานเกินไป

ผลไม้ที่มีความอ่อนนุ่ม เช่น สตรอเบอรี่ มะม่วง มะขาม การสกัดน้ำผลไม้ทำได้ค่อนข้างยาก เมื่อใช้แรงบีบอัดผลไม้จะทำให้เนื้อผลไม้เละ ได้ส่วนของเนื้อและน้ำผลไม้รวมกัน (pulp) แทนที่จะได้เฉพาะน้ำผลไม้ซึ่งจะทำให้ไวน์ที่ได้ขุ่น เพื่อลดความขุ่นควรตัดผลไม้เป็นชิ้นๆ แช่ในน้ำระหว่างการหมัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลไม้ที่มีความนุ่มปานกลาง เช่น มะเฟือง สับปะรด และ เสาวรส ส่วนใหญ่จะมีปริมาณน้ำผลไม้มากง่ายต่อการสกัด หลังจากสับให้ละเอียด ทำการบีบคั้นด้วยผ้าขาวบาง หรือเครื่องบีบน้ำผลไม้แบบไฮดรอลิก (สัตยาพร, 2541)

ผลไม้ที่มีความแข็งหรือมีน้ำน้อย เช่น มะยม มะเกี๋ยง ลูกหว้า และกระเจี๊ยบแดง โดยทั่วไปจะทำการต้มเพื่อสกัดน้ำและสารอาหารที่มีในผลไม้ออกมาให้มากที่สุด แต่การต้มจะทำให้สีกลิ่นและรสชาติของน้ำผลไม้เปลี่ยนไป จึงควรใช้วิธีการสกัดที่ไม่ผ่านความร้อนจะดีที่สุด

2. การปรับปริมาณกรดและน้ำตาลในการหมัก

ปริมาณกรดและน้ำตาลในน้ำหมักควรมีปริมาณที่เหมาะสมและเพียงพอที่ยีสต์จะเจริญและใช้ในการสร้างแอลกอฮอล์ในระดับที่ต้องการ ปริมาณกรดที่เหมาะสมอยู่ระหว่างร้อยละ 0.4 - 0.6 และปริมาณน้ำตาล 180 - 200 กรัมต่อลิตร (ธีรวัลย์, 2542) ในการปรับปริมาณกรดนั้น ปริมาณกรดที่น้อยเหมาะในการทำไวน์ที่ไม่หวาน (พีเอช 4.0 - 4.5) ปริมาณกรดที่มากเหมาะในการทำไวน์หวาน (พีเอช 3.0-4.0) เนื่องจากไวน์หวานมีปริมาณน้ำตาลสูงกว่าไวน์ที่ไม่หวาน จึงต้องการกรดสูงเพื่อให้เกิดความสมดุลของรสชาติ โดยทั่วไปในการหมักจะปรับค่าพีเอชในน้ำหมักให้อยู่ระหว่าง 3.0 - 3.6 หรือมีปริมาณกรดร้อยละ 0.4 - 0.6 (ปราโมทย์, 2532; ธีรวัลย์, 2542) ในการปรับปริมาณน้ำตาลในน้ำหมัก น้ำตาลซูโครส (sucrose) หรือน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (refined sugar) เป็นน้ำตาลที่นิยมในการทำไวน์มากที่สุด เพราะมีราคาถูก หาได้ง่าย และยีสต์สามารถใช้เปลี่ยนให้เป็นแอลกอฮอล์ได้ ปริมาณน้ำตาลในน้ำหมักที่เหมาะสมในการทำไวน์ คือ ประมาณร้อยละ 20 - 21 หรือ 20 - 21 องศาบริกซ์ ในการเติมน้ำตาลในน้ำหมักต้องคำนึงถึงปริมาณน้ำตาลที่มีอยู่ในน้ำหมักด้วย แต่ถ้าต้องการไวน์หวานก็อาจเพิ่มปริมาณของน้ำตาลให้สูงขึ้นเป็น 22 - 25 องศาบริกซ์ และถ้าทำการหมักที่อุณหภูมิสูง เช่น ในฤดูร้อน ควรลดปริมาณของน้ำตาลให้ต่ำเล็กน้อย เพราะที่อุณหภูมิสูงยีสต์มีความทนต่อแอลกอฮอล์ในปริมาณที่ต่ำกว่าที่มีอุณหภูมิต่ำ ทำให้ยีสต์ใช้น้ำตาลไม่หมด หรือทำให้ยีสต์หยุดการหมักก่อนกำหนด (ปราโมทย์, 2532)

3. การปรับสารอาหารสำหรับไวน์ยีสต์

น้ำผลไม้ เช่น น้ำองุ่น มีสารอาหารสำหรับยีสต์เพียงพออยู่แล้ว แต่มีผลไม้บางชนิดที่มีรสเปรี้ยวจัด เมื่อเจือจางด้วยน้ำเพื่อลดความเป็นกรดแล้ว จะทำให้สารอาหารสำหรับยีสต์ไม่เพียงพอ มีผลต่อการเจริญเติบโตของยีสต์ และทำให้การหมักหยุดชะงักลง สารอาหารที่ควรเติมในน้ำผลไม้ที่ใช้หมัก คือ สารไนโตรเจน มีความสำคัญในการกระตุ้นการเจริญของยีสต์ ยีสต์สามารถสร้างหรือสังเคราะห์กรดอะมิโนที่ต้องการจาก ammonium ions หรือจากแหล่งไนโตรเจนในรูปอื่น เช่น แอมโมเนีย เกลือแอมโมเนีย ยูเรีย แหล่งไนโตรเจนที่นิยมใช้ คือ เกลือแอมโมเนียมซัลเฟต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

(ammonium sulfate) แอมโมเนียมฟอสเฟต (ammonium phosphate) ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (diammonium hydrogen phosphate; $(NH_3)_2HPO_4$) ไนเตรท (nitrate) และยูเรีย แต่การใช้ยูเรียจะเกิดการสร้างยูรีเทนโดยเชื้อยีสต์ ซึ่งพบว่าเป็นสารก่อมะเร็งควรหลีกเลี่ยง (Amerine *et al*., 1979; Berry, 1995)

4. การเติมเพคติคเอ็นไซม์ (pectic enzyme)

เพคตินเป็นสารที่มีอยู่ในผลไม้ตามธรรมชาติ เพคตินมีอิทธิพลอย่างมากต่อความขุ่นของไวน์ ไวน์ที่มีเพคตินมากยากที่จะทำให้ใสได้เพราะมีคุณสมบัติเป็นสารแขวนลอยและทำให้สารแขวนลอยอื่น ๆ หรือสารที่ทำให้เกิดความขุ่นมีความคงตัว วิธีการที่เหมาะสมที่จะป้องกันการขุ่นของน้ำหมักหรือไวน์อันเนื่องมาจากเพคติน ทำได้โดยการเติมเอ็นไซม์ที่ย่อยเพคติน เช่น เพคติเนส (pectinase) เพคตินอล (pectinol) เพคโตไซม์ (pectozyme) หรือเพคโตเลส (pectolase) เอ็นไซม์จะทำให้โมเลกุลของเพคตินที่เป็นสายโซ่ยาว (chain) ถูกทำลายลงเป็นหน่วยสั้นๆ ละลายน้ำได้ เอ็นไซม์ทำให้การสกัดน้ำผลไม้ง่ายขึ้น และยังช่วยสกัดสีในระหว่างสกัดน้ำหมัก ช่วยให้ไวน์มีกลิ่นและรสชาติของผลไม้มากขึ้นด้วย (ปราโมทย์, 2532; ธีรวัลย์, 2542; Vine, 1991; Varnon and Southerland, 1992)

5. การยับยั้งและ/หรือทำลายจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการในวัตถุดิบ

ปัจจุบันนิยมยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการในวัตถุดิบโดยใช้

5.1 ความร้อน โดยต้มให้เดือดประมาณ 5 นาที หรือพาสเจอร์ไรซ์ 60 - 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 - 15 นาที แล้วรีบทำให้เย็นเท่าอุณหภูมิห้อง เหมาะกับน้ำผลไม้ปริมาณไม่มากนักเพราะการต้มทำให้กลิ่นรสของไวน์เปลี่ยนแปลงไป (ประดิษฐ์, 2545; ปราโมทย์, 2532)

5.2 การใส่สารเคมี สารเคมีที่นิยมใช้คือ สารประกอบซัลเฟอร์หรือเกลือซัลไฟท์ เช่น โซเดียมหรือโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ โดยสารเคมีต้องไม่สะสมในน้ำวัตถุดิบ ต้องสลายตัวได้ง่าย ปริมาณที่ใช้อยู่ระหว่างร้อยละ 0.01 - 0.02 หรือ 150 - 200 พีพีเอ็ม (ppm) ขึ้นกับคุณภาพของน้ำผลไม้และชนิดของผลไม้ที่จะนำมาทำไวน์ (ประดิษฐ์, 2545; ไพโรจน์, 2536) การเติมซัลเฟอร์ไดออกไซด์จำเป็นต้องเติมในระดับที่คงอยู่ในไวน์มากเพียงพอ คือ ประมาณ 20 - 30 มิลลิกรัม/ลิตร ในรูปซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระเพื่อรักษาคุณภาพไวน์ ป้องกันการเจริญของแบคทีเรียอื่นๆ และการเกิดออกซิเดชันของไวน์ในระหว่างการผลิตจนกระทั่งบรรจุขวด (Morgalit, 1990) ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่ต้องการในการช่วยรักษาคุณภาพของไวน์ขึ้นกับพีเอชของไวน์ โดยที่พีเอชต่ำปริมาณที่ใช้จะต่ำลง เพราะในสภาวะที่มีความเป็นกรดจะช่วยยับยั้งหรือป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์อื่นๆ เช่น ในไวน์แดงที่พีเอชประมาณ 3.4 - 3.6 ต้องการซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระประมาณ 10 - 20 มิลลิกรัม/ลิตร และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมด 50 - 150 มิลลิกรัม/ลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เพื่อป้องกันหรือยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียและการออกซิเดชันในระหว่างขบวนการผลิต (Zoecklein *et al*., 1995)

6. การเตรียมกล้าเชื้อและการควบคุมการหมัก

ยีสต์ที่ใช้หมักไวน์เป็นยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* มีหลาย strain ที่ใช้ในการผลิตไวน์ เช่น montrachet, burgundy, champagne, sherry, ellipsoideus เป็นต้น อาจใช้ในรูปเชื้อยีสต์สดบนวุ้นเลี้ยงเชื้อหรือเป็นยีสต์ผง (active dry wine yeast หรือ ADY) ก็ได้ ในการผลิตไวน์ทางอุตสาหกรรมจะนิยมใช้ยีสต์ผงเพราะสะดวก ใช้ง่าย ราคาไม่แพง เก็บไว้นานเป็นปีหมักไวน์ได้ดีและคุณภาพสม่ำเสมอ (ประดิษฐ์, 2545) เชื้อยีสต์ที่ใช้ทำไวน์ควรมีความสามารถเจริญได้ดีในสภาวะที่มีกรดสูง ใช้น้ำตาลในภาวะที่ไม่มีออกซิเจนเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ได้สูงกว่าร้อยละ 10 โดยปริมาตร มีความสามารถทนต่อซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เติมลงไปฆ่าเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ และควรเป็นยีสต์ที่ทำให้เกิดกลิ่นรสที่ดีอีกด้วย ซึ่งขึ้นกับชนิดและปริมาณของสารต่างๆ ที่เป็นผลพลอยได้จากการหมักยีสต์ (Reed and Nagodavithana, 1991) การทำหัวเชื้อยีสต์ (starter) จะเตรียมไว้ร้อยละ 5 - 10 ของปริมาณน้ำผลไม้ที่ใช้ทำไวน์ ปรับความหวานโดยเติมน้ำตาลละลายให้ได้เท่ากับ 10 - 18 องศาบริกซ์ ปรับพีเอชให้ได้ 3.5 - 4.5 ด้วยกรดซิตริก นำไปต้มฆ่าเชื้อจนเดือด ทิ้งให้เย็นเติม $(NH_3)_2HPO_4$ 100 พีพีเอ็ม เติมเชื้อยีสต์เข้าไปทิ้งหัวเชื้อที่อุณหภูมิห้อง 28 - 30 องศาเซลเซียส โดยอาจมีการเขย่าด้วยนาน 24 - 36 ชั่วโมง เพื่อให้ยีสต์แบ่งตัวได้มากก่อนนำไปใส่ในน้ำผลไม้ที่เตรียมไว้ ผลไม้บางชนิดอาจต้องทำ starter มากกว่า 24 ชั่วโมง เช่น กระเจี๊ยบแดงควรใช้เวลา 36 - 48 ชั่วโมง เพราะว่ามีอาหารไม่มากในน้ำกระเจี๊ยบ ก็มีการเติม $(NH_3)_2HPO_4$ ลงไป 100 พีพีเอ็ม เพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจนแก่เชื้อยีสต์ น้ำผลไม้ที่ใช้เตรียมเพื่อเป็นหัวเชื้อ ถ้าหากมีน้อยก็นำมาต้ม 180 - 190 องศาฟาเรนไฮต์ นาน 25 นาที ก่อนทำการเพาะเชื้อ ถ้าหากมีมากอาจใช้โปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ (KMS) ถ้าในรูปก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะใช้ 70 – 100 พีพีเอ็ม หากในรูปเกลือโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ ก็ใช้ 150 - 200 พีพีเอ็ม และต้องทิ้งไว้นาน 6 - 24 ชั่วโมง จึงจะเติมเชื้อยีสต์ลงไป (ไพโรจน์, 2536)

การควบคุมการหมักจะต้องติดตามดูแลใกล้ชิด ภาชนะที่ใช้หมักควรเป็นวัสดุที่แข็งแรง ทนต่อกรด ต่อแอลกอฮอล์ ไม่เป็นสนิม หรือผุกร่อนรั่วซึม ทำความสะอาดได้ง่าย ถังหมักขนาดใหญ่ควรออกแบบให้เหมาะสม สามารถควบคุมอุณหภูมิการหมักได้ ไวน์ขาวหมักที่ 15 - 18 องศาเซลเซียส ไวน์แดงควรหมักที่ 15 - 25 องศาเซลเซียส (ประดิษฐ์, 2545) ในทางปฏิบัติทันทีที่กระบวนการหมักเริ่มต้น คือ หลังจากที่มีการเติมไวน์ยีสต์ลงไปในถังหมัก 2 - 3 วัน ควรลดอุณหภูมิการหมักลงเพื่อให้เกิดการหมักที่ช้าลง และใช้เวลานานขึ้น เพื่อให้กระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์เกิดขึ้นช้า ๆ จะทำให้ได้ไวน์ที่มีคุณภาพดี และเมื่อการหมักสิ้นสุดลง ควรเพิ่มอุณหภูมิ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การหมักให้สูงขึ้นอีกเล็กน้อย ประมาณ 24 - 26 องศาเซลเซียส เพื่อช่วยให้ยีสต์ใช้น้ำตาลในน้ำหมักจนหมด (ธีรวัลย์, 2542)

7. การแยกส่วนใส (racking)

หลังจากหมักเสร็จควรถ่ายตะกอนไวน์ทิ้ง เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ เติมสารโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ (KMS) หรือโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ (SMS) 60 - 80 พีพีเอ็ม ควรถ่ายตะกอนไวน์ทิ้ง 1 - 2 ครั้ง ภายใน 2 สัปดาห์ เร่งทำให้ไวน์ใสโดยการเหวี่ยงแยกตะกอน (centrifugation) การเติมสารเพื่อตกตะกอนให้ไวน์ใส สารตกตะกอนไวน์ (fining agents) ที่ใช้ในไวน์ ได้แก่ bentonite, gelatin, tannin, chitin หรือ chitosan, casein, egg white, ox blood, isinglass, silica solution เป็นต้น และการกรองโดยใช้เครื่องกรองไวน์พร้อมไส้กรอง หรือแผ่นกรองที่มีขนาดรูเหมาะสม (ประดิษฐ์, 2545)

8. การเก็บและการบ่มไวน์

การบรรจุไวน์ส่วนที่ถ่ายแยกส่วนใสแล้วควรบรรจุในถังสแตนเลสที่สะอาดหรือขวดโดยบรรจุเกือบเต็มขวดหรือถังเพื่อป้องกันไม่ให้มีอากาศเข้าไปสัมผัสกับไวน์มากเกินไป ซึ่งจะทำให้ไวน์เปลี่ยนแปลงสี กลิ่นและรสชาติได้ ถ้าถังบรรจุไวน์มีช่องว่างอากาศมาก อาจเติมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือไนโตรเจนลงไป (ธีรวัลย์, 2542) ลดอุณหภูมิของไวน์ในถังเก็บที่ประมาณ 10 - 15 องศาเซลเซียส รักษาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ 30 - 40 พีพีเอ็ม การบ่มไวน์อาจบ่มในถังสแตนเลสหรือถังไม้โอ๊กก็ได้ ไวน์ที่ผลิตจากองุ่นพันธุ์ดี เช่น Cabernet Sauvignon, Merlot, Pinot Noir, Shiraz (Syrah), Chardonnay เป็นต้น มักนิยมบ่มในถังไม้โอ๊ก (ประดิษฐ์, 2545) ในระหว่างการบ่มจะเกิดปฏิกิริยาทางเคมีอย่างช้า ๆ เพื่อเปลี่ยนแปลงสารที่มีอยู่ในไวน์ให้อยู่ในสมดุลเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นรส ปฏิกิริยาสำคัญที่เกิดระหว่างการบ่ม คือ oxidation, polymerization, esterification และ hydrolysis (Amerine *et al*., 1979)

การบ่มไวน์ มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของไวน์ ดังนี้

8.1 ปริมาณออกซิเจน การพัฒนาของกลิ่นรสไม่ต้องการออกซิเจนมาก คุณภาพของไวน์จะเสียอย่างรวดเร็วเนื่องจากการเกิดออกซิเดชัน ไวน์ซึ่งบรรจุในขวดที่ร้าวหรือมีที่ว่างของอากาศที่คอขวดมากไปจะมีกลิ่นรสไม่ดี

8.2 แสงแดด แสงแดดทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่ไม่ต้องการ ซึ่งทำให้กลิ่นและรสชาติของไวน์เสียไป นอกจากนี้แสงแดดยังทำให้ไวน์แดงมีสีซีดจางลงอีกด้วย

8.3 อุณหภูมิ ควรทำการบ่มไวน์ที่อุณหภูมิต่ำ และมีอุณหภูมิสม่ำเสมอ การบ่มที่ดีที่สุดอุณหภูมิไม่ควรเกิน 7 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

8.4 ภาชนะบรรจุ การไวน์บ่มในถังไม้โอ๊กจะให้ไวน์ที่มีคุณภาพดี เพราะถังไม้โอ๊กมีคุณสมบัติที่ให้อากาศผ่านเข้าออกได้ช้า ๆ และสม่ำเสมอ จึงไม่ทำให้เกิดปัญหาการที่ไวน์สัมผัสกับอากาศมากเกินไป แต่ถ้าใช้ขวดแก้วหรือถังสแตนเลสซึ่งมีคุณสมบัติไม่ให้อากาศผ่านเข้าออก ควรทำการเปลี่ยนถ่ายไวน์ในถังทุกเดือนเพื่อให้ไวน์ได้สัมผัสกับอากาศบ้าง สำหรับถังพลาสติกไม่ควรนำมาใช้บ่มไวน์เป็นเวลานาน ๆ เพราะพลาสติกมีคุณสมบัติที่ให้อากาศผ่านเข้าออกได้ดีโดยเฉพาะพลาสติกสีขาวขุ่น ซึ่งอาจทำให้ไวน์เกิดการออกซิเดชันมากเกินไป ทำให้ไวน์มีสีและรสชาติที่เปลี่ยนไป (ธีรวัลย์, 2542)

9. การทำให้ไวน์ใส (wine clarification)

ความใสของไวน์จัดเป็นลักษณะปรากฏที่สำคัญที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคไวน์ที่ไม่ได้ผ่านขบวนการทำให้ใส เมื่อผลิตได้ใหม่ๆ แม้ว่าจะมีลักษณะใสแต่เมื่อเก็บบ่มที่อุณหภูมิต่ำระยะหนึ่งจะตกตะกอนได้ ทั้งนี้เนื่องจากไวน์มีองค์ประกอบต่างๆ ละลายอยู่หลายชนิด (ปราโมทย์, 2532) การทำให้ไวน์ใสเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งที่พบในไวน์ โดยทั่วไปการทำไวน์จะให้ไวน์ตกตะกอนโดยธรรมชาติจนกว่าจะใส แต่ถ้าไวน์นั้นไม่ใสจำเป็นต้องมีการเติมสารช่วยตกตะกอนซึ่งทำหน้าที่จับตะกอนขนาดเล็กที่แขวนลอยอยู่ในไวน์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและตกตะกอนลงสู่ก้นถัง หรือการกรองให้ไวน์ใสโดยใช้แผ่นกรองขนาดละเอียดมาก เช่น ขนาด 0.45 ไมครอน การเติมสารละลายซัลไฟด์หลังจากการแยกส่วนใสออกจะช่วยทำให้ไวน์ใสได้ เพราะซัลไฟด์จะทำให้เกิดการรวมตัวของตะกอนและตกไปที่ก้นถัง นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันไม่ให้ยีสต์ที่หลงเหลืออยู่เจริญขึ้นมา (ธีรวัลย์, 2542) ความขุ่นของไวน์เกิดจากการมีเซลล์ของจุลินทรีย์พวกยีสต์หรือแบคทีเรียตกค้างอยู่ การมีตะกอนรูปร่างไม่แน่นอนของสารโปรตีน คาร์โบไฮเดรท สารประกอบฟีนอล ไวตามิน รงควัตถุ เช่น เม็ดสี (pigment) แทนนิน รวมทั้งสารให้กลิ่นรสต่าง ๆ สารพวกเพคตินที่มีอยู่ในน้ำผลไม้ ผลึกของ potassium acid tartrate หรือบางทีเรียกว่า cream of tartar ไอออนของโลหะ เช่น โพแทสเซียม เหล็ก ทองแดง และ แคลเซียม เป็นต้น นอกจากนี้การมีกรดอะมิโนโพรลินปริมาณสูงจะยิ่งทำให้เกิดความขุ่นมากขึ้น ส่วนสารประกอบฟีนอลที่ทำให้เกิดความขุ่นในไวน์แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. Monomeric polyphenols ได้แก่ catechin, resocinal และ polycatechol เป็นต้น
2. Oligomeric and polymeric polyphenol คือ proanthocyanidin ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ จะมีความสามารถในการรวมตัวกับโปรตีนเกิดตะกอนได้ดีกว่าโมเลกุลขนาดเล็ก เนื่องจากพันธะไฮโดรเจนระหว่างหมู่ไฮดรอกซิลของ proanthocyanidin กับ carbonyl oxygen ของพันธะเปปไทด์ในโปรตีน (ปราโมทย์, 2532)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

10. การฆ่าเชื้อและการบรรจุ

ก่อนการบรรจุขวดควรนำไวน์มาทำการฆ่าเชื้อโดยการใช้ความร้อน หรืออาจใช้สารเคมีก็ได้ ความร้อนที่ใช้ควรใช้ที่ 60 - 70 องศาเซลเซียส และบรรจุขวดที่ล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อแล้ว ปิดจุก ปิดฉลาก ส่วนสารเคมีที่นิยมใช้คือเกลือซัลไฟต์ เช่น โปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ในปริมาณ 200 - 250 พีพีเอ็ม เพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไวน์ และการปนเปื้อนของแบคทีเรียและจุลินทรีย์อื่นอีก หรืออาจใช้โปแตสเซียมซอร์เบทก็ได้ ซึ่งปริมาณที่ใช้ขึ้นกับปริมาณแอลกอฮอล์ที่มีในไวน์ดังตารางที่ 2.2

การบรรจุขวดเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากในการทำไวน์ ต้องทำด้วยความระมัดระวัง สีของขวดไวน์เป็นสิ่งสำคัญที่ควรคำนึง ไวน์ที่อยู่ในขวดสีเข้มมีแนวโน้มที่จะเกิดการออกซิไดซ์น้อยกว่าไวน์ที่บรรจุในขวดสีอ่อนหรือสีจาง ไวน์แดงควรบรรจุในขวดสีเขียวเข้ม หรือสีน้ำตาลเข้ม เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงสีของไวน์ ส่วนไวน์ขาวอาจบรรจุในขวดใสก็ได้ (ธีรวัลย์, 2542)

ตารางที่ 2.2 ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทที่ใช้ในไวน์ก่อนการบรรจุขวด

ปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท (มิลลิกรัม/ลิตร)
9	220
10	200
11	170
12	135
13	95
14	50

ที่มา : Vine (1991).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3 ข้อแตกต่างระหว่างวิธีผลิตไวน์ขาวและไวน์แดงจากองุ่น

ในการแบ่งประเภทหรือกลุ่มของไวน์โดยถือสีเป็นหลักอาจแบ่งไวน์เป็น 3 ประเภทคือ ไวน์ขาว ไวน์แดงและไวน์โรเซ่ (มีสีชมพูอ่อน แดงอ่อนจนถึงสีม่วงแดงอ่อนๆ) กระบวนการผลิตไวน์ขาว ไวน์แดงและไวน์โรเซ่มีความแตกต่างกันในที่นี้จะกล่าวเปรียบเทียบเฉพาะกระบวนการที่แตกต่างกันในการผลิตไวน์ขาว ไวน์แดงจากองุ่นเท่านั้น ซึ่งมีความแตกต่างพอประมวลได้ดังนี้ (ประดิษฐ์, 2545)

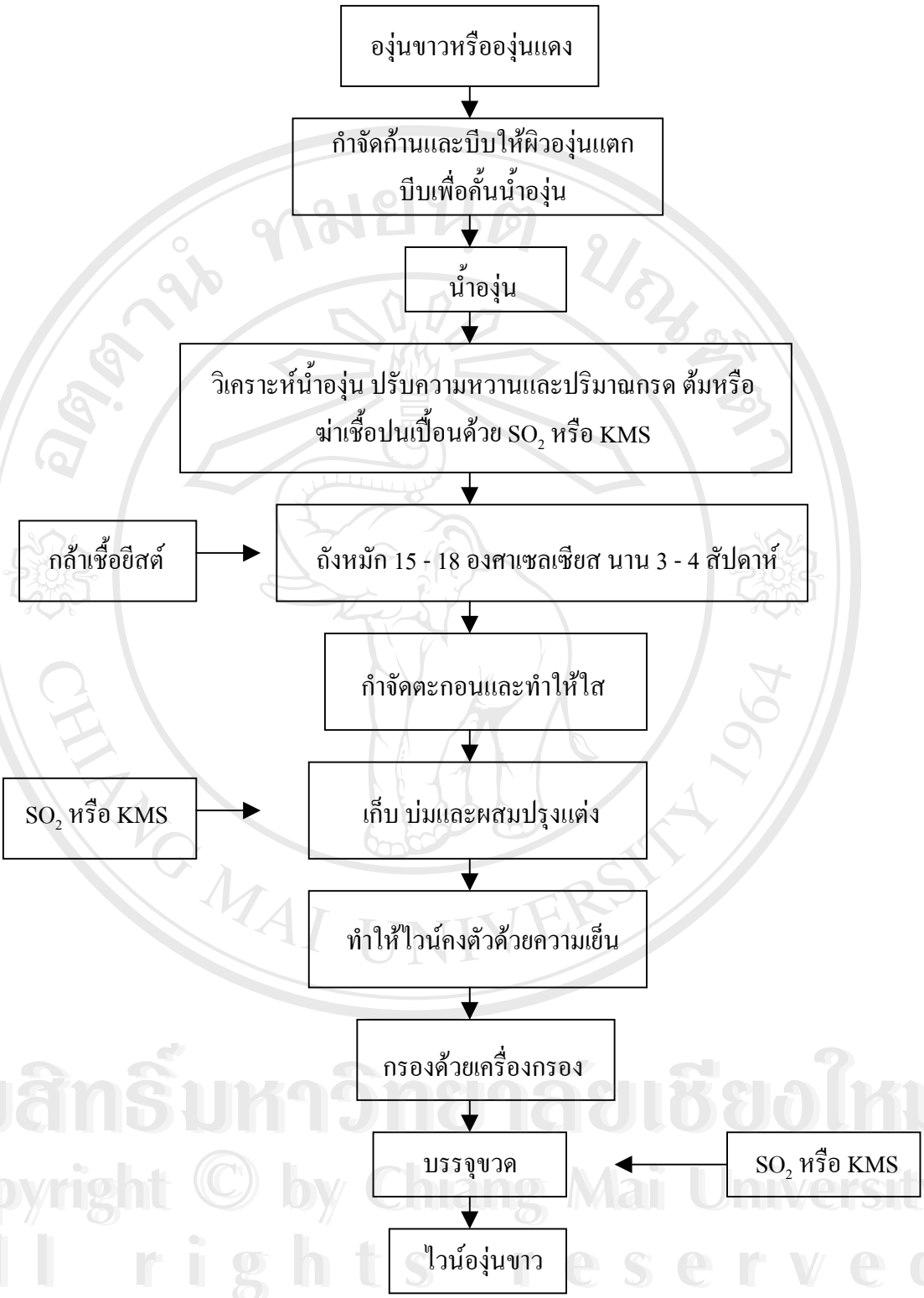
1. สีและพันธุ์ขององุ่น ไวน์ขาวผลิตจากองุ่นเขียวหรือองุ่นแดงโดยบีบคั้นเอาเฉพาะน้ำองุ่นมาหมัก ส่วนไวน์แดงผลิตจากองุ่นแดงเท่านั้น

2. การบีบเพื่อคั้นน้ำองุ่น ไวน์ขาวจะผลิตโดยบีบคั้นน้ำองุ่นก่อนทำการหมัก ส่วนไวน์แดงจะหมักทั้งเปลือกองุ่นระยะหนึ่งก่อนที่จะทำการคั้นเอาเปลือกองุ่นทิ้งไป นำน้ำไวน์สีแดงมาหมักต่อจนหมดความหวาน

3. การหมัก ภาชนะที่ใช้และอุณหภูมิของการหมัก ไวน์ขาวจะผลิตโดยหมักเฉพาะน้ำองุ่นในถังที่ปิดสนิทมีรูเล็กๆ ระบายแก๊สที่เกิดจากการหมัก แต่ไม่ยอมให้อากาศภายนอกเข้าไปในถังหมัก ส่วนไวน์แดงจะผลิตโดยหมักทั้งเปลือกหรือผิวสีแดงขององุ่นที่ผ่านการกำจัดก้านและบีบผิวให้แตกแล้วในถังเปิด มีแผ่นพลาสติกหรือแผ่นไม้กระดานปิดไว้แต่ไม่สนิท เพื่อกันแมลงหรือสัตว์เล็กตกลงไป และเพื่อความสะดวกในการเปิดฝาถังเพื่อคนหรือกวนให้ผิวองุ่นได้สัมผัสกับน้ำไวน์ที่กำลังหมักเพื่อสกัดสี กลิ่นและรสชาติจากผิวองุ่น รวมทั้งเป็นการระบายความร้อนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการหมักด้วย การหมักไวน์แดงในภาชนะที่ปิดสนิทต้องออกแบบภาชนะเป็นพิเศษ ส่วนอุณหภูมิของการหมักไวน์ขาวจะหมักที่อุณหภูมิต่ำกว่าไวน์แดง การควบคุมอุณหภูมิของการหมักไวน์ขาวจะคงที่กว่าการหมักไวน์แดง

4. การบ่มไวน์ ไวน์ขาวใช้เวลาบ่มในถังไม้โอ๊กสั้นกว่าไวน์แดงทั้งนี้เพื่อให้มีความนุ่มและความสดของกลิ่นองุ่น (fresh and fruity aroma) มีไวน์ขาวจากองุ่นเพียงบางพันธุ์เท่านั้นที่ต้องการกลิ่นที่ซับซ้อนจากการบ่มในเวลาที่นานขึ้น การที่ต้องบ่มไวน์แดงในถังไม้โอ๊กนานกว่าไวน์ขาวเนื่องจากไวน์แดงหมักทั้งเปลือกจึงมีความเฝื่อนและฝาด (astringency)มาก การบ่มในเวลาที่เหมาะสมจะช่วยให้กลิ่นรสและสีดีขึ้น รูปที่ 2.1, 2.2 และ2.3 แสดงกระบวนการผลิตไวน์ขาว ไวน์แดงและไวน์ผลไม้ตามลำดับ

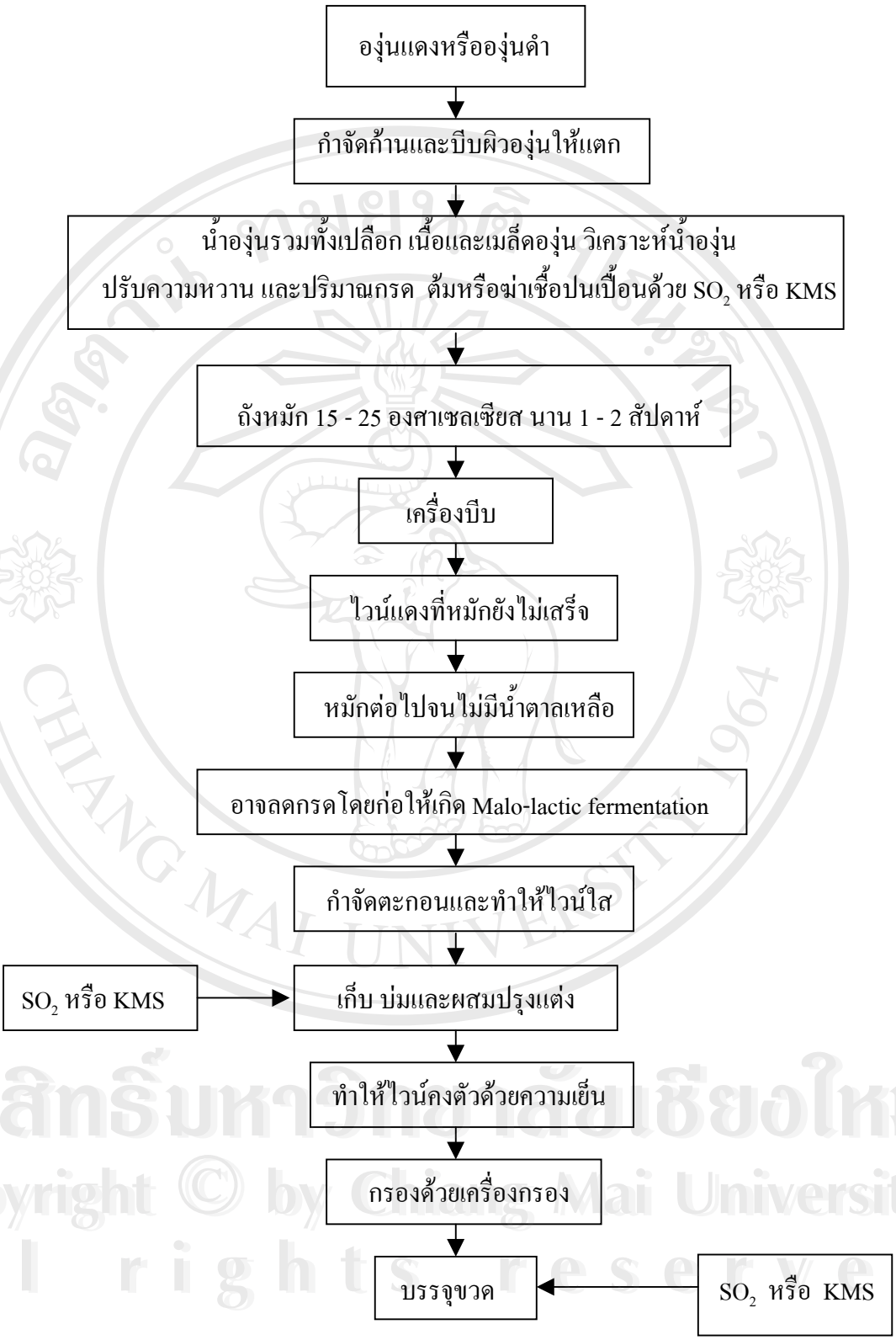
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.1 แผนภูมิการผลิตไวน์ขาวจากองุ่น

ที่มา : ประดิษฐ์ (2545)

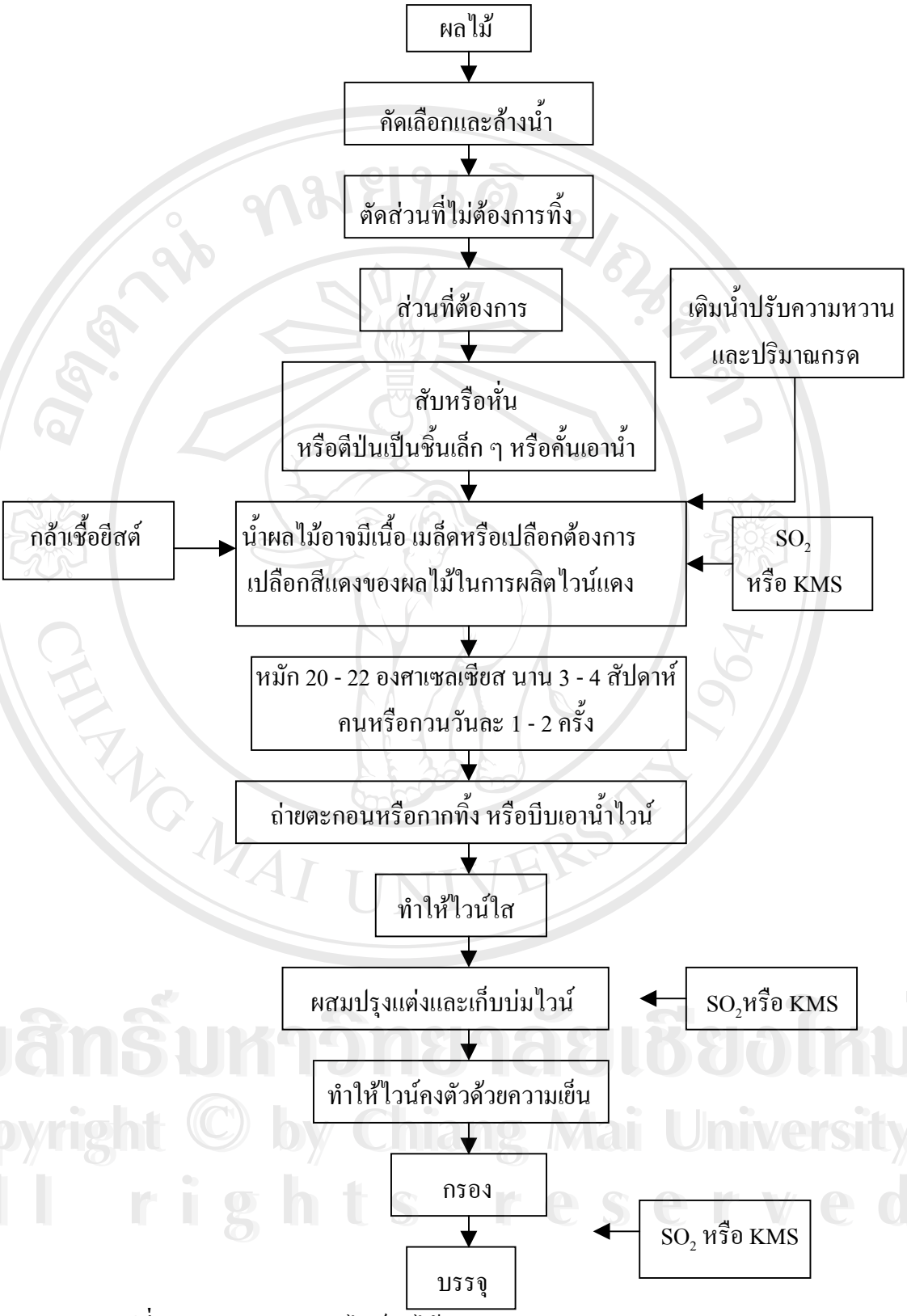
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.2 แผนภูมิการผลิตไวน์แดงจากองุ่น

ที่มา : ประดิษฐ์ (2545)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.3 แผนภูมิการผลิตไวน์ผลไม้

ที่มา : ประดิษฐ์ (2545)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

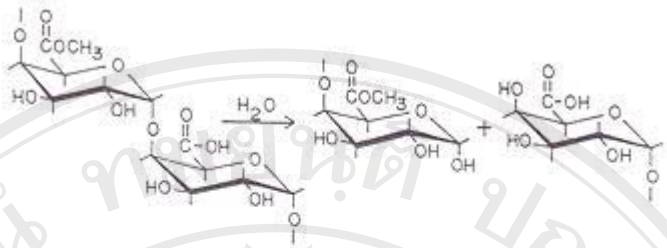
2.4 เอ็นไซม์ที่ย่อยเพคติน

เพคติเนส (pectinase) เป็นกลุ่มของเอ็นไซม์ที่ย่อยสลายสารเพคตินโดยสับสเตรทของเพคติเนสคือสารประกอบประเภทเพคติน และอนุพันธุ์ของโพลีเมอร์ของ α-1,4-D-galacturonopyranose units เพคติเนสสามารถจำแนกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ depolymerases และ esterases โดย depolymerases จะแยกพันธะระหว่าง galacturonic acid ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเพคตินในขณะที่ esterases จะแยกหมู่เมธอกซิลออกจากโมโนเมอร์ที่ถูกเอสเทอร์ เอ็นไซม์หลักที่ใช้ในการย่อยสลายเพคติน ได้แก่ pectin methylesterase, pectic lyase และ polygalacturonase (National academy of Science Food and Nutritive Board, 1981)

เอ็นไซม์ชนิดต่าง ๆ มีสมบัติที่แตกต่างกันดังนี้ (บุญเทียม, 2536)

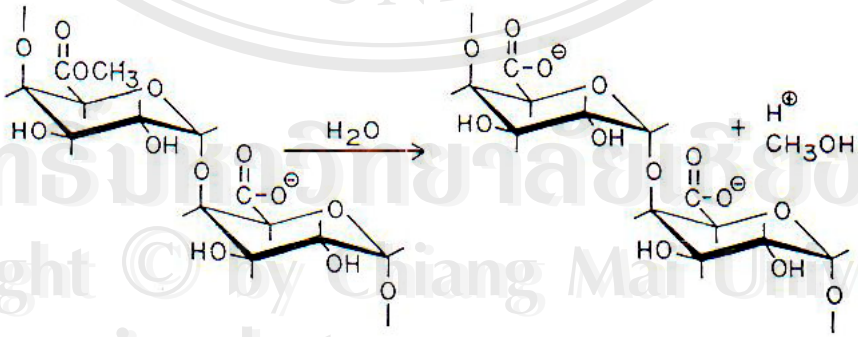
1.โพลีกาแลคตูโรเนส (polygalacturonase, PG) มี 2 ประเภท คือ endo-PG (EC. 3.2.2.15) และ Exo-PG (EC. 3.2.1.67) ซึ่ง PG จะย่อย polygalacturonic acid ที่ตำแหน่ง 1,4-glycosidic linkage ที่อยู่ถัดจากโมเลกุลของน้ำตาลที่มีหมู่คาร์บอกซิลอิสระ (free carboxyl group) โดย endo-PG จะย่อยแบบสุ่ม (random) ส่วน exo-PG จะย่อยจากปลายเข้ามาทีละหนึ่งโมเลกุล เอ็นไซม์นี้สร้างโดยราเป็นส่วนใหญ่ พบบ้างในแบคทีเรียและพืชชั้นสูง ผลที่เกิดจากการย่อยด้วย PG คือ กรดเพคติคสายสั้น ๆ ที่ละลายน้ำได้ galacturonic acid และ/หรือ oligogalacturonic acid ดังรูปที่ 2.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.4 การเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพคตินโดยเอ็นไซม์โพลีกาแลคตูโรเนส
ที่มา : ปราณี (2543)

2. เพคตินเอสเตอเรส (pectinesterase, PE; EC.3.1.1.11) จะย่อยเพคตินที่ตำแหน่งของ esterified carboxyl group ได้เมธิลแอลกอฮอล์และทำให้เพคตินถูกเปลี่ยนไปเป็น low methoxy pectin และกรดเพคติค ดังรูปที่ 2.5

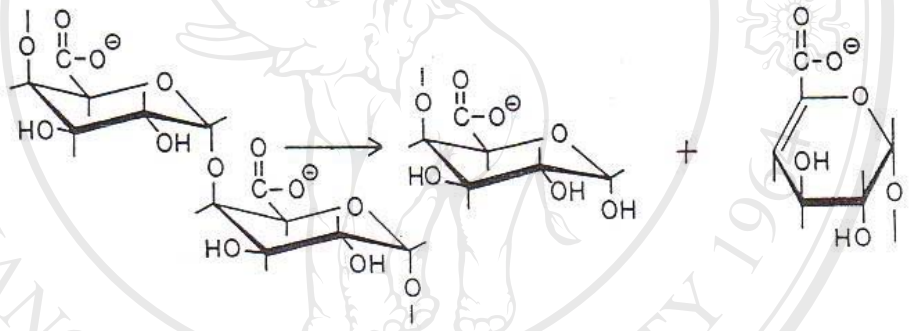


รูปที่ 2.5 การเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพคตินโดยเอ็นไซม์เพคตินเอสเตอเรส
ที่มา : ปราณี (2543)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3. เพคตินไลเอส (pectin lyase, PL; EC.4.2.2.10) จะย่อยพันธะ glycosidic ที่อยู่ถัดจาก methylester group หรือ methylated pectin หรือ highly esterified pectins (Zoecklein *et al*., 1995) แบบสุ่มโดยกระบวนการ β-elimination เอ็นไซม์นี้สร้างโดยรายังไม่พบในแบคทีเรียหรือพืชชั้นสูง ผลการย่อยด้วย PL จะทำให้เกิดผลิตภัณฑ์เป็นเพคตินสายสั้นๆ ละลายน้ำได้

4. เพคเตดไลเอส (pectate lyase, PAL; EC. 4.2.2.2 และ 4.2.2.9) เป็นเอ็นไซม์ที่ย่อยเพคตินที่เป็น low methoxyl pectin หรือย่อยกรดเพคติค โดยจะย่อยพันธะ glycosidic ที่อยู่ถัดจากโมเลกุลของน้ำตาลที่มีหมู่คาร์บอกซิลอิสระในแบบสุ่ม เอ็นไซม์นี้พบในแบคทีเรีย และในราบางชนิด แต่ไม่พบในพืชดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพคตินโดยเอ็นไซม์เพคเตดไลเอส
ที่มา : ปราณี (2543)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เอ็นไซม์เพคติเนสที่ผลิตขายเป็นการค้าจาก *Aspergillus niger* มักประกอบด้วย PE PG และ PL อยู่ในสัดส่วนที่ต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถย่อยสลายเพคตินที่ถูก esterify สูงได้ โดย PE จะทำหน้าที่เป็น deesterify และ PG จะทำหน้าที่ย่อยสลายเพคตินให้มีโมเลกุลเล็กลง หรืออาจจะสลายพันธะ glycosidic โดยตรงด้วยวิธี elimination ก็ได้ อย่างไรก็ตามอาจมีการเตรียมเอ็นไซม์ด้วยวิธีพิเศษ เพื่อให้ประกอบด้วยเอ็นไซม์หลักเพียงชนิดเดียว เช่น เอ็นไซม์ที่มีชื่อทางการค้าว่า rohamest product (ตารางที่ 2.3) ประกอบด้วย PG แต่โดยทั่วไปแล้วเอ็นไซม์เพคติเนสที่ใช้ในทางการค้ามักประกอบด้วยเอ็นไซม์ชนิดอื่นด้วย เช่น cellulase, xylase, arabinase, glycosidase, protease, esterase และ oxidoreductase เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเอ็นไซม์ ผู้ผลิตบางรายอาจเติม amylase เพื่อไปย่อยสลายโมเลกุลแป้งในผลไม้บางชนิดก็ได้ เอ็นไซม์จากราส่วนใหญ่จะเป็นแหล่งของ PG และเอ็นไซม์ในผลไม้ เช่น มะเขือเทศ grapefruit สับปะรดจะเป็นแหล่งของ PE (Kertesz, 1951) เพคติเนสมีชื่อทางการค้าต่างกันไปตามแหล่งผลิต เช่น pectinols ใช้กับน้ำผลไม้ เช่น แอบเปิ้ล องุ่น ไวน์องุ่น และ ไวน์ผลไม้ เป็นต้น รายชื่อผู้ผลิตเพคติเนสเอ็นไซม์ทางการค้าดังแสดงใน ตารางที่ 2.3 (Rombouts, 1979; Zoecklein *et al*., 1995)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.3 รายชื่อผู้ผลิตเพคติเนสเอ็นไซม์และการใช้งาน

Manufacture	Brand name	Recommended application
C.H. Boehringer, Germany	Parzyme prahet	Extraction and clarification of fruit juices and grape must
Ciba–GeigyAG, Switzerland	Ultrazyme 10, Irgazyme M-10, Ultrazyme SE 604	Extraction and clarification of fruit juice of grape must : application in citrus technology Maceration of fruit and Vegetable, Olive oil extraction
G.B. Fermentation Ind Inc, USA	Klerzyme	Extraction., clarification and depectinization of fruit juices
Rohm Gmbh, Germany	Pectinol products, Rohamest Product	Extraction, clarification and depectinization of fruit juices and grape must : clarification of lemon juices Maceration of fruit and vegetable
Rohem and Hass Co,USA Swiss Ferment Co, Ltd, Switzerland	Pectinex product	Extraction, clarification and depectinization fruit juice and grape musts
Miles Laboratories Inc, USA	Spark-1	Application in fruit juices and wine technology
Miles Kali-chemie Gmbh, Germany	MKC - Pectinase	Application in fruit juices and wine technology

ที่มา : Rombouts (1979)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5 วัตถุดิบบางชนิดที่ใช้ทำไวน์

1. กระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus Sabdariffa Linn.*)

กระเจี๊ยบแดง เป็นสมุนไพรที่รู้จักกันดีทั้งในเรื่องเครื่องดื่มที่มีรสชาติดี เป็นสีผสมอาหาร ส่วนที่นำมาใช้มักเรียกกันว่าดอกกระเจี๊ยบแดง แต่จริง ๆ แล้วเป็นส่วนของกลีบรองกลีบดอก (นันทวัน, 2535) กระเจี๊ยบแดงมีชื่อเรียกกันในประเทศไทยหลายชื่อ เช่น ทางภาคกลางเรียก ผักเก็งเค็ม ชาวไทยระแหงเรียก ส้มตะเลงแคลง อีสานเรียก ส้มพอดี ทางภาคเหนือเรียก ส้มพอเหมาะ ชาวมาลายูเรียก ASAM SUSUR ภาษาอังกฤษเรียก Roselle หรือ Red sorrel กระเจี๊ยบที่ปลูกในเมืองไทยปัจจุบันมี 2 พันธุ์ คือ พันธุ์พื้นเมือง และ พันธุ์เยอรมัน สำหรับพันธุ์พื้นเมืองซึ่งปลูกมาแต่เดิม มีลำต้นสูงชะลูดกว่า ผลเล็กไม่ดกเท่าพันธุ์เยอรมัน กระเจี๊ยบพันธุ์เยอรมันนี้มีลำต้นเตี้ย กิ่งก้านเป็นพุ่ม ให้ผลดก และโตกว่ากระเจี๊ยบไทย ในการปลูกกระเจี๊ยบ 1 ไร่ จะปลูกได้ผลหนัก 1,500 - 2,400 กิโลกรัม หรือกลีบส่วนที่กินได้ ประมาณ 900 - 1,200 กิโลกรัม กลีบกระเจี๊ยบสด 15 กิโลกรัม ตากแห้งแล้วจะเหลือ 1 กิโลกรัม ไร่หนึ่งจะได้กระเจี๊ยบตากแห้งประมาณ 60 - 80 กิโลกรัม (วิรดา, 2518) กระเจี๊ยบแดงเป็นพืชที่ปลูกขึ้นง่ายในประเทศไทยเรา ขึ้นในดินแทบทุกชนิดที่มีการระบายน้ำได้ดี ตามปกติคนไทยใช้กระเจี๊ยบทำอาหารไม่มาก เช่น ใช้ยอดทำแกงส้ม ใช้กลีบดอกทำแยม น้ำหวาน เป็นต้น แต่ในอดีตมิได้ทำกันเป็นล่ำเป็นสัน การปลูกกระเจี๊ยบยังไม่ได้ปลูกกันมาก (จารุพร, 2523)

ดอกกระเจี๊ยบแดงจัดเป็นสมุนไพรชนิดหนึ่ง มีสรรพคุณที่สำคัญในการแก้การกระหายน้ำ แก้โรคนิ่วในไต นิ่วในกระเพาะปัสสาวะ แก้ไอ ละลายไขมันในเส้นเลือด ลดไข้ ขับปัสสาวะ ขับน้ำดี ลดเสมหะ และทำให้สดชื่น (สิรินาถ, 2545) กระเจี๊ยบแดงมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาหลายอย่างได้แก่ ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียพวก *Escherichi coli* เป็นต้น ฤทธิ์ต้านเชื้อรา ฤทธิ์ยับยั้งมะเร็ง (นันทวัน, 2535) รงควัตถุธรรมชาติที่พบในดอกกระเจี๊ยบแดง คือ แอนโทไซยานินซึ่งเป็นไกลโคไซด์ (glycosides) ของแอนโทไซยานิดิน (anthocyanidins) ซึ่งเป็นสารประเภท flavonoid compounds แอนโทไซยานิดินที่พบในดอกกระเจี๊ยบแดง ได้แก่ delphidin และ cyanidin เช่น delphinidin-3-monoglucoside, cyanidin-3-monoglucoside และ cyanidin-3,5-diglucoside เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กองโภชนาการ กรมอนามัย ได้ทำการวิเคราะห์กระเจี๊ยบแดงส่วนที่กินได้ 100 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การวิเคราะห์กระเจี๊ยบแดงส่วนที่กินได้ 100 กรัม

คุณค่าทางอาหารในส่วนที่กินได้ 100 กรัม	ปริมาณ
Moisture	86.6
Calories unit	46
Fat , gm	9.4
CHO, gm	1.3
Fiber, gm	1.4
Protein, gm	151
Ca, mg	59
P และ Fe, mg	1.0
Vitamin A, IU	10,833
Vitamin B1, mg	0.01
Vitamin B2, mg	0.25
Niacin, mg	1.8
Vitamin C, mg	18

ที่มา : อุ่นจิตร (2529)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2. สับปะรด (pineapple)

สับปะรด เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย และเป็นสินค้าส่งออกอันดับต้น ๆ แหล่งกำเนิดของสับปะรดอยู่ในทวีปอเมริกาใต้ เป็นพืชที่เจริญได้ดีในเขตร้อน ปัจจุบันแหล่งปลูกที่สำคัญได้แก่ อาฟริกาใต้ ไอวอรี่โคส เคนยา เม็กซิโก ฮาวาย ออสเตรเลีย ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย อินโดนีเซีย และไทย แหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรีและระยอง สับปะรดเป็นพืชวงศ์ Bromeliaceae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Ananas comosus (L)* Merr. ชื่อท้องถิ่น ได้แก่ ขนุนทอง

เนะซะ แนะ บ่อนัด มะขะนัด มะนัด ม้าเนื่อ ยานัด ยานนัด ลิงทอง สับปะรด หมากเก็ง (อรัญญา, 2544)

สับปะรดเป็นผลไม้ที่ปลูกง่าย บำรุงรักษาง่าย ปลูกครั้งเดียวเก็บผลได้ 1 ปีครึ่ง ถึง 5 ปี พันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทย โดยทั่วไปมี 3 พันธุ์ คือ พันธุ์อินทรชิต หรือ เทพรส พันธุ์ขาว หรือ ควีน หรือสิงคโปร์ และพันธุ์ปัตตาเวีย ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากที่สุดในประเทศเป็นจำนวนร้อยละ 89.06 ของเนื้อที่ปลูกสับปะรดทั้งหมด ปัจจุบันไทยมีศักยภาพในการผลิตสับปะรดทั้งภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม โดยภาคเกษตรกรรมมีพื้นที่ปลูกกระจายใน 13 จังหวัด มีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 1 ล้านไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยวได้ปีละ 4-6 แสนไร่ ผลผลิตระหว่าง 1.8 - 2.6 ล้านตัน และสามารถขยายการผลิตได้อีก 30 - 50 เปอร์เซ็นต์ มีเกษตรกรที่เกี่ยวข้องประมาณ 50,000 ครัวเรือน ภาคอุตสาหกรรมมีโรงงานสับปะรดกระป๋องประมาณ 30 โรง ผลิตได้ปีละ 30 - 35 ล้านหีบ น้ำสับปะรด 100,000 - 200,000 ตัน สามารถขยายการผลิตได้อีกร้อยละ 40 - 50 เปอร์เซ็นต์ หากโรงงานทั้ง 30 โรงผลิตวันละ 120,000 ตัน ผลิต 250 วันใน 1 ปี จะได้สับปะรดกระป๋องประมาณ 70 ล้านหีบ (นิรนาม, 2546) ผลของสับปะรดมีลักษณะซับซ้อนทางกายวิภาค โดยมีผลเป็นแบบ multiple fruit คือ ประกอบด้วยดอกเดี่ยว 1 ดอก และยังประกอบด้วยเนื้อเยื่อย่อย ๆ ซึ่งทำให้เกิดการขยายตัวของส่วนที่เชื่อมให้แต่ละผลรวมกันมีการเก็บแป้ง (starch) ไว้ในใบและก้านใบ ส่วนผลสับปะรดจะเป็นที่สะสมน้ำตาลและกรดที่ละลายได้ และหลังการเก็บเกี่ยวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ในส่วนประกอบทางเคมีภายใน เช่น ปริมาณน้ำตาลจะแตกต่างกันไปตามบริเวณ คือตั้งแต่ส่วนยอดและจากด้านที่ไม่โดนแสงอาทิตย์ส่องจนถึงด้านที่เป็นเงามืดของผล คุณค่าทางโภชนาการของสับปะรดแสดงดังตารางที่ 2.5

สับปะรดมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาหลายอย่าง เช่น ต้านเชื้อแบคทีเรีย ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ ต้านวิตามินบี 1 ออกฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนเพศเอสโตรเจน ขับปัสสาวะ ต้านการอักเสบ และยับยั้งการเกิดมะเร็ง ในตำราไทยใช้ส่วนผลขับเหงื่อ ฆ่าพยาธิ แก้นิ่ว แก้ปัสสาวะพิการ เป็นยาถ่ายอย่างแรง แก้ลักปิดลักเปิด ช่วยย่อยอาหาร ระงับอาการอักเสบและลดอาการบวม รากใช้แก้นิ่ว แก้ขัดเบา ใบใช้ขับพยาธิ ฆ่าพยาธิ เหง้าใช้ขับปัสสาวะ

สับปะรดจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ นอกจากจะใช้เป็นอาหารและเครื่องดื่มแล้ว ยังใช้ทำประโยชน์อื่น ๆ เช่น เส้นใยจากใบนำมาทอเป็นผ้าไหม เรียกว่าผ้าไหมสับปะรด หรือผ้าไหมฟิลิปปินส์ กากที่เหลือจากการคั้นน้ำมีวิตามินเอสูงใช้ทำเป็นอาหารสัตว์ เอ็นไซม์โบรมีเลนจากสับประรดใช้เป็นยาแผนปัจจุบัน ช่วยย่อยอาหาร ลดอาการบวมและอาการอักเสบ ในอุตสาหกรรมอาหารใช้ทำให้เนื้อนุ่ม สับปะรดยังใช้ทำไวน์ เบียร์ และใช้ในเครื่องสำอาง สับปะรดจึงเป็นพืชที่มีคุณประโยชน์สำคัญของไทย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.5 Nutritive Value of Ripe Fruit Flesh in Pineapple

Constituents	Percent (fresh weight basis)
Brix	10.8 - 17.5
Sucrose	5.9 - 12.0
Glucose	1.0 - 3.2
Fructose	0.6 - 2.3
Cellulose	0.43 - 0.54
Pectin	0.06 - 0.16
Titrable acid (as citric acid)	0.6 - 1.62
Citric acid	0.32 - 1.22
Malic acid	0.1 - 0.47
Oxalic acid	0.005
Ash	0.30 - 0.42
Water	81.2 - 86.2
Fiber	0.30 - 0.61
Nitrogen	0.045 - 0.115
Ether extract	0.2
Pigment (ppm of carotene)	0.2 - 2.5
Carotene (mg)	0.13 - 0.29
Xanthophyll (mg)	0.03
Ester (ppm)	0.2 - 2.5
Vitamins (μg/100 g) fresh wt.	
Aminobenzoic acid	17 - 22
Floc acid	2.5 - 4.8
Niacin	200 - 280
Pantothenic acid	75 - 163
Thiamine	69 - 125
Riboflavin	20 - 88
Vitamin B6	10 - 140
Vitamin A	0.02 - 0.04
Ascorbic acid	10 - 25

ที่มา : Salunkhe and Kadam (1995)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.6 สารช่วยตกตะกอนที่ใช้ในไวน์

1. เบนโทไนท์ (bentonite)

โชคชัย และคณะ (2545) กล่าวถึงเบนโทไนท์ว่าเป็นสารตกตะกอนไวน์ที่นิยมใช้กันแพร่หลายมากที่สุด ราคาถูก มีความปลอดภัย แม้จะใส่มากก็ไม่มีผลต่อคุณภาพของไวน์เหมือนสารช่วยตกตะกอนอื่นๆ เบนโทไนท์เป็นดินเหนียวชนิดหนึ่ง มีสีขาวนวล เนื้อละเอียดนิ่ม ซึ่งมีอนุภาคเป็นพวกอลูมิเนียมซิลิเกต มีประจุไฟฟ้าลบเหมาะสมที่จะใช้กับไวน์ทุกชนิดที่ต้องการให้สารประจุบวกตกตะกอนเช่น โปรตีน โดยเฉพาะไวน์ขาวจำเป็นต้องใช้เบนโทไนท์ มิฉะนั้นไวน์จะขุ่นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ในไวน์แดงมีความจำเป็นน้อยกว่าเนื่องจากแทนนินในไวน์มีประจุลบจะรวมตัวกับสารโปรตีนทำให้เกิดการตกตะกอนได้เอง การใช้เบนโทไนท์กับไวน์แดงมักใช้หลังจากที่ยีสต์ตกตะกอนแล้ว บางครั้งผู้ผลิตไวน์จะใส่เบนโทไนท์ก่อนการหมัก เพื่อให้ไวน์ตกตะกอนเร็วขึ้น การทำโดยวิธีนี้จะได้ผลดี เพราะทำให้สารประกอบไนโตรเจนตกตะกอน จึงทำให้ยีสต์หยุดการทำงานเร็วขึ้น บางประเทศมีการจำกัดปริมาณการใช้ เช่น เยอรมันนี ให้ใช้ได้สูงสุด 1 - 5 กรัมต่อลิตร ออสเตรีย 2.0 กรัมต่อลิตร เป็นต้น การใส่เบนโทไนท์มากเกินไปอาจทำให้กลิ่นหอมของไวน์หายไป ดังนั้นจึงควรใส่ให้พอเหมาะ

ปัจจัยที่มีผลต่อการขจัดโปรตีนของเบนโทไนท์ มีดังนี้ 1)วิธีการเตรียม การใช้น้ำอุ่นในการเตรียม bentonite suspension จะให้ผลดีกว่า 2) ความเป็นกรดของไวน์ ไวน์ที่มีความเป็นกรดมาก โปรตีนจะมีประจุบวกเพิ่มขึ้นเนื่องจากค่าพีเอชมีค่ามากกว่าค่าพีไอ ทำให้จับกับเบนโทไนท์ได้ดี 3) ปริมาณแทนนิน หากมีมากจะไม่ดีเนื่องจากจะจับกับโปรตีนได้ 4) ปริมาณแอลกอฮอล์ หากมีมากจะทำให้เบนโทไนท์ทำงานได้ดีขึ้น

ข้อดีของเบนโทไนท์มีดังนี้ 1) ช่วยขจัดโปรตีน 2) ช่วยขจัดความขุ่นจากทองแดง 3) ช่วยทำให้ไวน์ใส 4) เพิ่มความคงตัวของไวน์ต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและการเกิดออกซิเดชันระหว่างการบ่มและการรอจำหน่าย 5) ช่วยการเจริญของยีสต์ทำให้การหมักเสร็จสมบูรณ์

ข้อเสียของเบนโทไนท์มีดังนี้ 1) ดูดซับสารสีแดง 2) ขจัดวิตามินและกรดอะมิโน 3) ให้ตะกอนมากเกินไป

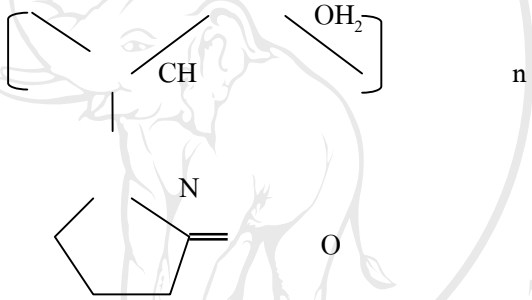
2. Polyvinyl-polypyrrolidone (PVPP)

เป็นสารช่วยตกตะกอนสังเคราะห์ตัวแรก ที่มีการนำมาใช้ช่วยตกตะกอนไวน์ และยังใช้ในอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น เครื่องสำอาง ยา สารยึดติด (adhesive coating) สบู่และสารชำระล้าง (detergent and soaps) ไฟเบอร์ อุตสาหกรรมสิ่งทอ (textile industry) อุตสาหกรรมถ่ายภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

(photo industry) อุตสาหกรรมกระดาษและพลาสติก PVPP มีสูตรโมเลกุลเป็น $(C_6H_9NO)n$ และมีโครงสร้างดังรูป 2.7 มีลักษณะเป็นโพลีเมอร์ขนาดเล็ก มีสมบัติไม่ละลายน้ำ ไม่ทำให้กลิ่นรสของไวน์เสีย สามารถใช้แทนเจลาตินในไวน์ขาวเพื่อลดแทนนิน (รสขม) ช่วยขจัด brown oxidation polyphenol และป้องกันการเกิด browning โดยขจัด polyphenol oxidase enzyme ที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลในน้ำผลไม้ ในการนำไปใช้หากผสมเบนโทไนท์เล็กน้อยจะช่วยให้การตกตะกอนเร็วขึ้น ปริมาณที่ใช้ประมาณ 5 – 20 กรัมต่อ 100 ลิตร และ ประสิทธิภาพจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับถ่าน นอกจากนี้ผู้ผลิตบางรายมีการเติมเคซีนลงไปด้วยเรียกชื่อทางการค้าว่า โพลีแลก (polylact) ซึ่งเหมาะสำหรับการตกตะกอน สารพวกโพลีฟีนอล (โชคชัย และคณะ, 2545)

Poly-1-(2-oxo-1-pyrrolidinyl) ethylene



รูปที่ 2.7 สูตรโครงสร้างของ PVPP
ที่มา : BASF Company (2005)

2.7 กระบวนการกรองโดยใช้เยื่อแผ่นสังเคราะห์

อุปกรณ์ที่สำคัญในกระบวนการกรองโดยใช้เยื่อแผ่นสังเคราะห์คือเยื่อแผ่นสังเคราะห์ (membranes) มีผู้ให้คำจำกัดความของเมมเบรนหลายท่าน Hwang and Kammermeyer (1975) ให้คำจำกัดความแบบกว้าง ๆ ของเมมเบรนไว้ว่า เมมเบรน คือสิ่งกีดขวางหรือกั้นระหว่างเพสสองเฟสส่วน Lakskiminarayanaith (1984) ให้ความหมายเบมเบรนว่า คือ เฟสที่ให้อนุภาคที่จำเพาะเจาะจงผ่านแต่ป้องกันไม่ให้อนุภาคอื่นผ่าน โดยเมมเบรนอาจเป็นสารอินทรีย์ โลหะ เซรามิก สารเคมีหรือของเหลวก็ได้ บทบาทที่สำคัญของเมมเบรนคือทำหน้าที่เป็นเยื่อเลือกผ่าน (selective barrier) ที่ยอมให้องค์ประกอบบางตัวผ่านได้แต่จะเก็บกักองค์ประกอบชนิดอื่นในสารผสมไว้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กระบวนการเยื่อแผ่นสังเคราะห์ เป็นกระบวนการที่ใช้เยื่อแผ่นสังเคราะห์เพื่อแยกสาร หรือเพิ่มความเข้มข้น หรือทำให้สารบริสุทธิ์ขึ้นสำหรับสารละลายหรือก๊าซผสม กระบวนการเยื่อแผ่นสังเคราะห์ถูกค้นพบมานานกว่า 30 ปีแล้ว และมีการพัฒนาขึ้นมาตามลำดับ จนปัจจุบันมีการใช้กระบวนการเยื่อแผ่นสังเคราะห์หลายกระบวนการในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยอาจนำไปใช้แทนกระบวนการแยกธรรมดาหรือใช้เสริมกระบวนการเดิม

หลักการสำคัญของกระบวนการเยื่อแผ่นสังเคราะห์ คือจะต้องมีแรงขับดันที่ทำให้สารละลายไหลผ่านเยื่อแผ่นสังเคราะห์และเกิดการแยก เช่น ผลต่างของความเข้มข้น หรือผลต่างของความดัน เยื่อแผ่นสังเคราะห์ที่ใช้งานทั้งหมดกล่าวได้ว่าเป็นเยื่อแผ่นสังเคราะห์ที่มีการสังเคราะห์หรือผลิตขึ้น(synthenic membrane) ลักษณะที่สำคัญที่สุดของเยื่อแผ่นสังเคราะห์ คือ มีคุณสมบัติในการเลือกผ่านสารหนึ่งมากกว่าสารอื่น (semi-permeable/ selective membrane)

ข้อดีของกระบวนการเยื่อแผ่นสังเคราะห์ (รัตนา, 2541)

กระบวนการเยื่อแผ่นสังเคราะห์มีข้อได้เปรียบกระบวนการแยกอื่น ๆ ตัวอย่าง เช่น

1. เป็นการแยกตามขนาดของโมเลกุล (หรือรูปร่างหรือชนิดของประจุ) ซึ่งทำให้สามารถดำเนินการที่อุณหภูมิปกติ จึงเหมาะสำหรับแยกสารที่อาจเสื่อมสภาพเพราะความร้อนได้

2. กระบวนการเยื่อแผ่นสังเคราะห์ส่วนใหญ่ใช้พลังงานในการแยกค่อนข้างต่ำ เพราะสามารถแยกได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนเฟส ตัวอย่างเช่น สำหรับกระบวนการแยกเกลือจากน้ำกร่อยหรือน้ำทะเล ถ้าใช้ออสโมซิสผันกลับ หรืออิเลกโตไดอะไลซิส จะมีข้อได้เปรียบทางด้านพลังงานมากกว่าการกลั่น

3. ไม่ก่อให้เกิดของเหลือทิ้ง เพราะกระบวนการเยื่อแผ่นสังเคราะห์ทำให้สามารถแยกผลิตภัณฑ์ที่ต้องการได้ สามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งเพอมีเอทและรีเทนเทท

4. สามารถขยายจากระดับต้นแบบให้เป็นระดับอุตสาหกรรมได้ไม่ยาก เนื่องจากชุดเยื่อแผ่นสังเคราะห์มีลักษณะเป็นชุด (modular) หรือหน่วย และสามารถนำหน่วยย่อยมาต่อกันเพื่อเพิ่มพื้นที่ ในการแยก

5. สามารถดำเนินการแบบกะ (batch) หรือแบบต่อเนื่อง (continuous) ตลอดจนติดตั้งระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติได้ไม่ยาก

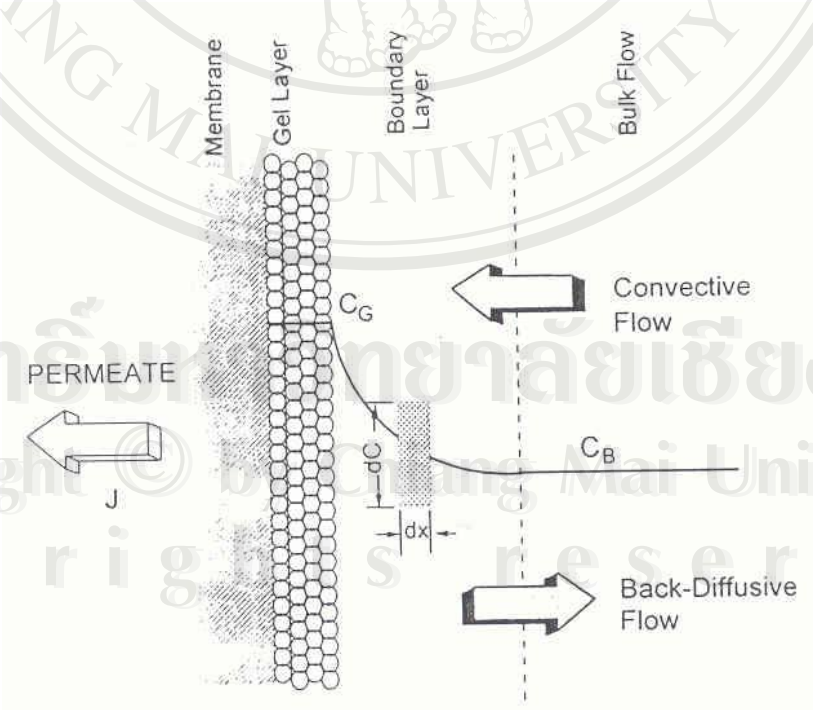
6. มีขนาดกระทัดรัดไม่เปลืองเนื้อที่ เพราะชุดอุปกรณ์เยื่อแผ่นสังเคราะห์มีการออกแบบให้มีพื้นที่ในการกรองต่อหน่วยปริมาตรของอุปกรณ์สูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อจำกัดของกระบวนการเยื่อแผ่นสังเคราะห์

1. concentration polarization (CP) CP หมายถึง การสะสมของโมเลกุล/อนุภาคของตัวถูกละลายที่ไม่สามารถผ่านเยื่อแผ่นสังเคราะห์ได้ทำให้ความเข้มข้นบริเวณผิวหน้าเยื่อแผ่นสังเคราะห์สูงกว่าใน bulk solution (บริเวณที่อยู่ห่างออกไป) CP จะลดสมรรถภาพของการแยกทั้งในแง่ของอัตราการไหลผ่านเยื่อแผ่นสังเคราะห์ (ฟลักซ์) และการกักกัน เพราะส่งผลต่อเนื่องให้เกิด fouling (รูปที่ 2.8) การลด CP ในระดับหนึ่งทำได้โดยการออกแบบอุปกรณ์ให้มีการป้อนสารผ่านเยื่อแผ่นสังเคราะห์แบบไหลขวางและที่ความเร็วสูง ซึ่งจะช่วยให้ตัวถูกละลายที่สะสมเกิดการแพร่กลับไปใน bulk solution

2. fouling การเกิด fouling ของเยื่อแผ่นสังเคราะห์ หมายถึง การสะสม/อัดตันของตัวถูกละลาย ทั้งบนผิวหน้าเยื่อแผ่นสังเคราะห์และภายในรูพรุน ซึ่งทำให้ฟลักซ์ลดลงและการกักกันโมเลกุลเปลี่ยนแปลง (อาจลดลงหรือเพิ่มขึ้น) fouling เกิดขึ้นด้วยกลไกที่ซับซ้อนขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของเยื่อแผ่นสังเคราะห์และสารละลาย สิ่งสะสมและอุดตันจะไม่สามารถล้างออกด้วยน้ำต้องล้างทำความสะอาดด้วยสารเคมีที่เหมาะสม การเกิด fouling มีผลกระทบต่อสมรรถนะของกระบวนการเยื่อแผ่นสังเคราะห์



รูปที่ 2.8 แสดงการเกิด concentration polarization (CP)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่มา : รัตนา (2541)

3. ความคงตัวของเยื่อแผ่นสังเคราะห์ เยื่อแผ่นสังเคราะห์ที่ใช้อยู่ส่วนใหญ่ผลิตจากโพลีเมอร์จึงมีความคงตัวจำกัด เช่น เยื่อแผ่นสังเคราะห์จำพวกเซลลูโลส (celluosics) คงตัวช่วง พีเอช 4 - 8 ส่วนโพลิซัลโฟน (polysulfone) สามารถใช้งานในช่วงกว้างกว่า คือ พีเอช 1 - 13 อุณหภูมิก็มีผลต่อเยื่อแผ่นสังเคราะห์ ปัจจุบันมีการพัฒนาเยื่อแผ่นสังเคราะห์โพลิเมอร์ที่ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 120 องศาเซลเซียส เยื่อแผ่นสังเคราะห์บางชนิดไม่ทนต่อคลอรีน หรือตัวทำละลายอินทรีย์ ส่วนเยื่อแผ่นสังเคราะห์เซรามิกส์มีความคงตัวต่ออุณหภูมิและสารเคมีดีมาก สามารถฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำได้ ทนต่อจุลินทรีย์ แต่ความสามารถในการแยกยังด้อยกว่าเยื่อแผ่นสังเคราะห์โพลีเมอร์ การพัฒนายังค่อนข้างจำกัดและราคาแพง

โพลีเมอร์สำหรับผลิตเยื่อแผ่นสังเคราะห์

โดยทั่วไปแล้วโพลีเมอร์ส่วนใหญ่อาจจะสามารถนำมาผลิตเป็นเยื่อแผ่นสังเคราะห์ได้ แต่เนื่องจากคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของโพลีเมอร์ต่างกันมาก จึงทำให้ในทางปฏิบัติมีโพลีเมอร์ที่สามารถนำมาผลิตเป็นเยื่อแผ่นสังเคราะห์ได้จำนวนจำกัด การแบ่งชนิดของเยื่อแผ่นสังเคราะห์หยาบ ๆ ตามโครงสร้างรูพรุน อาจแบ่งได้ 2 ชนิด คือ 1) เยื่อแผ่นสังเคราะห์รูพรุน (porous membrane) ซึ่งใช้ในขบวนการอัลตร้าฟิลเตรชันและไมโครฟิลเตรชัน และ 2) เยื่อแผ่นสังเคราะห์แบบแน่น (dense/non-porous) ที่ใช้ในกระบวนการออสโมซิสผันกลับ การแยกก๊าซ และเพอเวปปอเรชัน สำหรับกระบวนการอัลตร้าฟิลเตรชันและไมโครฟิลเตรชัน การเลือกโพลีเมอร์สำหรับผลิตเยื่อแผ่นสังเคราะห์จะต้องคำนึงถึงวิธีการผลิตเยื่อแผ่นสังเคราะห์ แนวโน้มการเกิด fouling ความคงทนต่อสารเคมีและความร้อน

เยื่อแผ่นสังเคราะห์รูพรุน (porous membrane)

เยื่อแผ่นสังเคราะห์รูพรุนไมโครฟิลเตรชันมีขนาดรูพรุน 0.1 - 10 μm และสำหรับอัลตร้าฟิลเตรชันเป็น 2 - 100 nm นอกเหนือจากขนาดรูพรุนแล้วฟลักซ์และการกักกันอาจขึ้นอยู่กับปรากฏการณ์ เช่น การดูดซับ (adsorption) ระหว่างตัวถูกละลายกับเยื่อแผ่นสังเคราะห์ ในการผลิตโพลีเมอร์จึงควรพิจารณาการเกิด fouling การล้างทำความสะอาดเยื่อแผ่นสังเคราะห์ด้วย โพลีเมอร์ที่นิยมใช้สำหรับเยื่อแผ่นสังเคราะห์ไมโครฟิลเตรชันมีทั้งโพลีเมอร์ที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) เช่น Polyvinylidenefluoride, polypropylene และ polytetrafluoroethylene เป็นต้น และที่ชอบน้ำ (hydrophilic) เช่น cellulose acetate ซึ่งนำไปผลิตเยื่อแผ่นสังเคราะห์สำหรับอัลตร้าฟิลเตรชันและออสโมซิสผันกลับด้วย เยื่อแผ่นสังเคราะห์ที่เป็น hydrophilic ดูดซับสารได้ต่ำจึงเกิด fouling น้อยกว่าเยื่อแผ่นสังเคราะห์ที่ผลิตจากโพลีเมอร์ hydrophobic

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กระบวนการไมโครฟิลเตรชัน (Microfiltration Process ; MF)

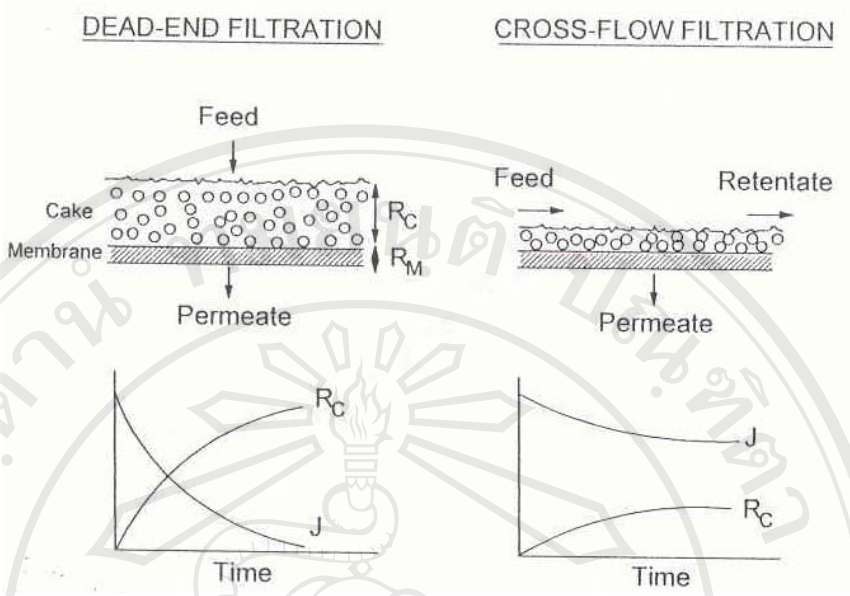
ไมโครฟิลเตรชันเป็นกระบวนการที่ใช้เยื่อแผ่นสังเคราะห์ในการแยกสารละลายที่มีตัวถูกละลายเป็นอนุภาคขนาดเล็ก คอลลอยด์ อิมัลชัน หรือสารแขวนลอย โดยความดันที่ป้อนสารละลายอยู่ระหว่าง 1 - 5 บรรยากาศ เยื่อแผ่นสังเคราะห์ไมโครฟิลเตรชันมีขนาดรูพรุน 0.1-10 μm ดังนั้นตัวถูกละลายที่ใช้แยกโดยเยื่อแผ่นสังเคราะห์ชนิดนี้จึงมีขนาดที่เทียบเป็นน้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 300,000 ขึ้นไป ตัวอย่างการใช้งานหลักของไมโครฟิลเตรชัน ได้แก่ใช้ในการบำบัดน้ำทิ้ง ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม เช่น ไวน์ น้ำผลไม้ เพื่อการทำให้ใส (clarification) และอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ เป็นต้น

ลักษณะการกรองในกระบวนการไมโครฟิลเตรชัน แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. การกรองแบบ dead-end (รูปที่ 2.9) เป็นการป้อนสารละลายในทิศทางที่ตั้งฉากกับเยื่อแผ่นสังเคราะห์ ทำให้เกิดการสะสมของอนุภาคบนผิวเยื่อแผ่นสังเคราะห์ที่เรียกว่า เค้ก (cake) การสะสมของเค้กทำให้ความต้านทานการไหลเพิ่มขึ้นและทำให้ฟลักซ์ลดลงอย่างรวดเร็วทำให้ต้องหยุดการกรองเพื่อกำจัดชั้นเค้กที่เกิดขึ้น ดังนั้นการกรองแบบ dead-end จึงควรใช้เมื่อสารละลายประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็กและมีความเข้มข้นต่ำและดำเนินงานแบบกะ

2. การกรองแบบไหลขวาง เป็นการป้อนสารละลายขนานกับเยื่อแผ่นสังเคราะห์หรือตั้งฉากกับทิศทางการไหลของเพอมิเอท (รูปที่ 2.9) ซึ่งเรียกว่า cross flow microfiltration (CFMF) หรือ tangential flow microfiltration ซึ่งเป็นแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในกระบวนการออสโมซิสผันกลับและอัลตร้าฟิลเตรชัน การป้อนสารละลายแบบไหลขวางมีผลของแรงเฉือน ทำให้สารละลายกวาดอนุภาคออกจากผิวหน้าเยื่อแผ่นสังเคราะห์ ดังนั้นจึงลดการเกิด concentration polarization (CP) จึงมีการสะสมของเค้กเพียงบาง ๆ เท่านั้น การลดลงของฟลักซ์ไม่มากเท่าในการกรองแบบ dead-end จึงเหมาะสมสำหรับสารละลายที่มีความเข้มข้นสูง ดังนั้นการประยุกต์ใช้ในปัจจุบันจึงเป็นไมโครฟิลเตรชันแบบไหลขวางเป็นส่วนใหญ่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.9 การกรองแบบ dead-end และแบบไหลขวาง
ที่มา : รัตนา (2541)

การประยุกต์ใช้ CFMF

เนื่องจาก CFMF ใช้แยกคอลลอยด์หรือสารแขวนลอยที่มีขนาด 0.1 - 10 μm ดังนั้นจึงสามารถเทียบได้กับการหมุนเหวี่ยง (centrifugation) หรือการกรองที่ใช้ diatomaceous earth เป็นสารเคลือบแผ่นกรอง (precoat) CFMF มีข้อได้เปรียบตรงที่เป็นระบบปิด มีเยื่อแผ่นสังเคราะห์ให้เลือกหลายชนิด ได้เพอมิเอทที่ใสมีราคาการดำเนินการที่ต่ำและดูแลรักษาง่าย แต่มีข้อเสียตรงที่มีราคาลงทุนสูง ต้องทำความสะอาดเยื่อแผ่นสังเคราะห์เป็นระยะ ๆ และสารละลายต้องมีปริมาณของแข็งไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การแยกเหวี่ยงและการกรองธรรมดาเป็นเทคโนโลยีที่เป็นที่ยอมรับและใช้มานานกว่า ถึงแม้ว่าจะมีข้อเสียอยู่หลายอย่าง เช่น การบำรุงรักษา การแยกไม่สมบูรณ์ และความจุของระบบขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคและความหนาแน่น เป็นต้น อย่างไรก็ตามการใช้ CFMF ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน และมีขอบเขตการประยุกต์ใช้ใกล้เคียงกันกับอัลตร้าฟิลเตรชัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กลไกการกรอง (filtration mechanisms)

ประกอบด้วย 2 กลไก คือ การร่อนแยก (screening) และ การดูดซับ (adsorption) เชื้อเซลล์ยีสต์ถูกกรองผ่านเยื่อแผ่นสังเคราะห์ที่ความดันต่ำ ชิ้นส่วนเซลล์ (cell debris) จะลดลงอย่างชัดเจน สำหรับในด้านการดูดซับ (adsorption) เซลล์ยีสต์ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่าขนาดรูจะถูกดูดซับที่ภายในแผ่นกรอง เมื่อการดูดซับถึงจุดอิ่มตัว ยีสต์ก็จะไม่ถูกกั้นอีกต่อไป และของเหลวจะยังคงมีความขุ่นขณะที่ถูกกรองออก แต่หากเป็นการใช้ความดันที่สูงกว่าในการกรองกับเยื่อแผ่นสังเคราะห์ที่มีขนาดรูที่เล็กกว่า ปรากฏการณ์การร่อนแยกจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการกักเซลล์ยีสต์

ผลของความขุ่นต่อการกรอง

อนุภาคที่เกี่ยวข้องกับความขุ่นจะมีผลต่อทั้งคุณภาพความใสและอัตราการไหลของการกรอง โดยเฉพาะต่อการอุดตัน (clogging) ไวน์บางชนิดทำให้เกิดการอุดตันเล็กน้อย ซึ่งทำให้กรองได้หลายร้อยเฮกโตลิตร (hecto litre) บนพื้นที่ 5 $ม^2$. โดยใช้ kieselguhr เคลือบผิว ไวน์บางชนิดทำให้เกิดการอุดตันหลังจากการกรองเพียง 2 - 3 เฮกโตลิตร ไวน์แต่ละชนิดมีพฤติกรรมการอุดตันเฉพาะแม้ว่าจะใช้แผ่นกรองชนิดเดียวกันภายใต้สภาวะเดียวกัน พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของไวน์และ fouling capacity ไวน์ที่มีความขุ่นต่ำไม่มีความจำเป็นต้องกรอง การอุดตันขึ้นกับขนาดของอนุภาคมากกว่าความเข้มของความขุ่น อนุภาคที่หยาบจะเกิดเป็นแผ่นบนผิวแผ่นกรอง และเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการอุดตัน ส่วนอนุภาคที่ละเอียดจะแทรกซึมเข้าไปในแผ่นกรอง ทำให้เกิดการอุดตันอย่างรวดเร็ว ความยากง่ายของการกรองไวน์จะขึ้นกับการมี mucilaginous colloid มากกว่าเซลล์ยีสต์ แบคทีเรียพวก acetic and lactic acid bacteria มักทำให้ไวน์มีลักษณะเป็นเมือก (ropy wine) โดยจะสร้าง polysaccharide และ mucilaginous material ทำให้เกิด fouling สูงมาก

ปัญหาของสารเคมีในไวน์ที่ทำให้เกิดการอุดตันอย่างรุนแรง ได้แก่ พวกตะกอนของเหล็กในไวน์ขาว โปรตีนที่ตกตะกอนจากการใช้ความร้อน สารสีที่ตกตะกอนบางชนิดมีผลต่อความขุ่นโดยตรง แต่ทำให้เกิด fouling น้อย ถ้าหากถูกทำลายให้ตกตะกอนโดยใช้สารช่วยตกตะกอนในช่วงแรก แต่อย่างไรก็ตามการมีปริมาณตะกอนของสารช่วยตกตะกอน เช่น เบนโทไนท์ จะทำให้เกิดการตันของแผ่นกรองอย่างรวดเร็ว กรณีสาร colloid พวก polysaccharide colloid ที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ fouling เอ็นไซม์เพคโตไลติค (pectolytic enzyme) จะถูกนำมาใช้เพื่อจะปรับปรุงสภาพการกรอง มันอาจจะไม่สลายคอลลอยด์ที่อุดตัน แต่จะทำลายชั้นของเพคตินที่เคลือบคอลลอยด์ไว้และทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันคอลลอยด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อควรพิจารณาในการออกแบบกระบวนการกรอง

1. การใช้ความดันสูง จะทำให้ได้เพอมิเอทสูงด้วย และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ แต่จะเกิดการอุดตันอย่างรุนแรง (severe fouling) จากสิ่งที่ถูกกักไว้

2. การเพิ่มความเร็ว (higher crossflow velocity) จะช่วยลด fouling เพราะฉะนั้นการทำให้เกิดการสมดุลของการไหลและการใช้ความดันจะต้องพิจารณาด้วย โดยความสมดุลที่เหมาะสมจะผันแปรตามชนิดของเยื่อแผ่นสังเคราะห์และโดยเฉพาะคุณลักษณะของ feed solution

3. สิ่งอื่นๆ ที่ควรพิจารณา คือ ความแข็งแรงของเยื่อแผ่นสังเคราะห์ ความดันสูงสุด อัตราการไหล (crossflow rate) สัดส่วนของเพอมิเอทต่อปริมาณการป้อนสารจะมีผลต่ออัตราการเกิด fouling

4. อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อฟลักซ์ โดยเกี่ยวข้องกับการลดลงของความหนืด feed ที่อุ่นจะทำให้การไหลดี การทำให้เกิดฟลักซ์ ที่สูงก็จะทำให้เกิด fouling rate ที่สูงตามด้วย

2.8 การทำให้ไวน์ใสโดยการกรอง

การกรองไวน์จะช่วยขจัดเศษเซลล์ยีสต์ แบคทีเรีย การกรองไม่เพียงแต่จะช่วยให้ไวน์ใส แต่จะช่วยทำให้ไวน์มีความคงตัว เพราะว่าเซลล์ยีสต์และแบคทีเรียจะไม่สามารถใช้น้ำตาลที่เหลือได้ ปริมาณการใช้ SO_2 และสารกันเสียก็จะลดลงด้วย ไวน์ใหม่ (young wine) จะมีความขุ่นและจะทำให้เกิดการอุดตันกับแผ่นกรองอย่างรวดเร็ว การอุดตันบนผิวแผ่นกรองจะชะลอหรือหยุดการไหลของไวน์ ทำให้อายุของแผ่นกรองสั้นลง ควรจะกรองไวน์ที่มีความใสมาแล้ว หรือผ่านการถ่ายไวน์ (racking) มาอย่างน้อย 2 ครั้ง ความขุ่นของไวน์เกิดจากสารพวกเพคติน แป้ง โลหะที่ปะปนมากับเครื่องมือ เช่น ทองแดง สังกะสี เหล็ก หรืออลูมิเนียม แทนนินที่มากไป และเซลล์ยีสต์ที่ตายแล้ว

ประเภทการกรอง

1. การกรองผ่านสารเคลือบ diatomaceous earth (kieselguhr)

2.การกรองผ่านแผ่นเซลลูโลสที่ประกอบด้วยเส้นใยเซลลูโลสและสารช่วยกรองอื่นๆ เช่น diatomaceous earth และ cation resin

3.การกรองแบบ dead end ผ่านเยื่อแผ่นสังเคราะห์โพลีเมอร์

4.การกรองแบบ tangential filtration ผ่านเยื่อแผ่นสังเคราะห์อินทรีย์และอนินทรีย์

ไวน์ที่ผ่านการบ่มในถังหลาย ๆ เดือนหรือเป็นปีจะมีค่าความขุ่นต่ำแต่ก็ยังคงมีโอกาสทำให้เกิดการอุดตันได้ ไวน์ที่ยังใหม่อยู่ จะต้องทำให้ใสโดยอาจจะกรองผ่าน diatomaceous earth หนึ่งครั้งหรือมากกว่าก่อนบรรจุขวด การกรองผ่านแผ่นเซลลูโลสหรือ crossflow microfiltration จะทำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ให้ระดับของจุลินทรีย์ลดลงหรือแม้แต่ทำให้ไวน์ปราศจากเชื้อ การทำให้ใสควรจะมีการประยุกต์ให้เหมาะสมกับชนิดของไวน์

วิธีการประเมินคุณภาพความใส

1. การวัดความขุ่น

เครื่องมือที่ใช้วัด คือ nephelometer หน่วยที่ใช้วัดคือ NTU (naphelometric turbidity units) การใช้สารช่วยตกตะกอน (fining) การหมุนเหวี่ยง(centrifugation) และการกรองจะทำให้ไวน์ใสเป็นประกาย โดยมีค่าความขุ่นในช่วงประมาณ 1 NTU หรือน้อยกว่าการใช้ไมโครฟิลเตรชัน ค่าความขุ่นควรอยู่ระหว่าง 0.1 ถึง 0.65 NTU ตารางที่ 2.6 แสดงค่าความขุ่นที่แตกต่างกันระหว่างไวน์คุณภาพดีที่มีลักษณะใสเป็นประกาย (brilliant) และไวน์ที่มีความขุ่น (turbid)

ตารางที่ 2.6 ค่าความขุ่นของไวน์ที่มีลักษณะใสเป็นประกายและไวน์ที่มีลักษณะขุ่น

Wine	Brilliant (NTU)	Turbid (NTU)
White wine	< 1.1	> 4.4
Rose wine	< 1.4	> 5.8
Red wine	< 2.0	> 8.0

ที่มา : Ribe′reau-Gayon *et al*. (2000)

2. การวัดปริมาณของแข็ง หมายถึงการหาปริมาณของอนุภาคเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักหรือโดยปริมาตรของปริมาตรทั้งหมด โดยหาปริมาณของแข็งจาก

2.1 การหมุนเหวี่ยง

2.2 การกรองผ่าน glass fiber membrane

2.3 การกรองผ่านเยื่อแผ่นสังเคราะห์ ขนาด 0.45 ไมครอน

2.4 การระเหยแห้งเพื่อดูปริมาณของแห้งทั้งหมด

วิธีที่ใช้กับไวน์ คือ การหมุนเหวี่ยงที่ 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาทีในหลอดทดลองเฉพาะ ทำการตรวจหาในรูปเปอร์เซ็นต์ต่อปริมาตรทั้งหมด มักจะใช้กับของเหลวที่มีความขุ่นมาก ๆ เช่น น้ำหมักไวน์ขาว ตะกอนยีสต์ ตะกอนละเอียด (ความเข้มข้นของอนุภาคมากกว่าร้อยละ 3 โดยปริมาตร) และไวน์ใหม่ที่มีความเข้มข้นอนุภาคระหว่างร้อยละ 0.5 - 2.0 โดยปริมาตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การนับอนุภาค วิธีการนี้ใช้ประมาณปริมาณของอนุภาคที่มีขนาดต่าง ๆ กัน (มากกว่า 0.5 ไมครอน) เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ electrical conductivity, x-ray absorption, laser light diffraction วิธีนี้มีราคาแพง ใช้จำกัดเฉพาะในงานวิจัย และใช้ไม่ได้กับการนับอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 ไมครอน

4. วิธีการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ นอกจากเป็นการประเมินผลของการทำให้ใสที่ดีพอแล้ว ยังเป็นการแสดงให้เห็นถึงปริมาณยีสต์ และแบคทีเรียที่มีอยู่จริง ที่มีผลต่อความคงตัวทางชีววิทยา (biological stability) วิธีวิเคราะห์ มีดังนี้

1. หาการเจริญของยีสต์และปริมาณยีสต์ โดยยับยั้งแลคติคแบคทีเรียด้วยเพนนิซิลินและอะซิติค แบคทีเรียด้วย diphenyl โดยเชื้อจะถูกเลี้ยงในสภาพมีอากาศ
2. หาปริมาณ lactic acid bacteria โดยยับยั้งการเจริญของยีสต์ โดยใช้ piramicin และเลี้ยงเชื้อในสภาวะที่ไม่มีอากาศ เพื่อกัน acetic acid bacteria
3. หา acetic acid bacteria โดยใส่ penicillin และ piramicin เพื่อยับยั้งยีสต์ และแลคติตแบคทีเรีย โดยเลี้ยงเชื้อในสภาพมีอากาศ

นอกจากนั้นยังสามารถหาเชื้อโดยวิธี bioluminescence และ epifluorescence ซึ่งเป็นวิธีที่เร็ว แต่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีความซับซ้อน และเป็นวิธีการที่ยากที่จะใช้ประเมินจำนวนของประชากรของจุลินทรีย์ที่มีจำนวนน้อย ๆ แต่จะให้ผลทาง biological stability

ทันทีที่การหมักสิ้นสุดลงจะมีเชื้อที่รอดชีวิตประมาณ 10^6cfu/ml และจะลดจำนวนลงอย่างรวดเร็วถึง 10^3 - 10^4cfu/ml ขึ้นกับผลการปล่อยให้ตกตะกอนและการถ่ายไวน์ (settling and racking) หลังจากการกรองผ่าน diatomaceous earth โดยปกติไวน์จะมีเชื้อที่รอดชีวิตประมาณ 10^2cfu/ml และจำนวนที่พบจะมากกว่านี้หากไม่มีการทำให้ไวน์ใสก่อนการกรองครั้งสุดท้ายก่อนบรรจุขวด กรณีนี้ถือว่า low microbe คือ มีเชื้อเหลือต่ำกว่า 1 cfu/100 ml และกรณีปลอดเชื้อ (sterile) คือมีเชื้อ < 1 cfu/ ขวด (630 ml) ซึ่งการกรองจะต้องดำเนินการภายใต้ความสะอาดและปราศจากเชื้อ (Ribe′reau-Gayon *et al*., 2000)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีการทดลองเปรียบเทียบการกรองไวน์แบบดั้งเดิมกับการกรองแบบ crossflow microfiltration (CFMF) พบว่าวิธีการ CFMF ไม่ทำให้เกิดมลภาวะจากสารอินทรีย์ ทำได้ง่ายต่อเนื่องและเป็นอัตโนมัติ ทำให้ไวน์มีความใสอย่างมากก่อนที่จะบรรจุขวด การสูญเสียของคาร์บอนไดออกไซด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์น้อยมาก ไวน์มีความใสอย่างสมบูรณ์ การกรองไวน์ไม่มีผลต่อ physico-chemical properties ของไวน์ การกรองทำให้ปริมาณแบคทีเรียลดลงอย่างมาก สีของไวน์มีความคงตัวมาก สารระเหยพวก ethyl caproate และ ethyl caprylate ยังคงอยู่ (Berger - JL, 1991) ได้มีการเปรียบเทียบการกรองไวน์เชอรีและบรั่นดีเชอรี่ด้วยวิธีแบบดั้งเดิมกับการใช้ CFMF พบว่าการใช้ CFMF จะทำให้ไวน์เชอรีมีความคงตัวทางฟิสิกส์มากกว่า ช่วยลดปริมาณคอลลอยด์ที่มีผลต่อสีของไวน์มากกว่าวิธีดั้งเดิม รวมทั้งเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมและมีความได้เปรียบมากกว่า (Palacious *et al*., 2002)

ก่อนจะนำไวน์มากรองด้วย CFMF ควรจะผ่านการทำให้ใสมาก่อน ซึ่งจะทำให้ปริมาณคอลลอยด์ลดลงประมาณร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับวิธีดั้งเดิมที่ลดลงเพียงร้อยละ 25 การใช้ CFMF จะได้โพลีฟีนอลสูงกว่า แต่ได้โปรตีนน้อยกว่า ความเข้มของสีของไวน์แดงจะมากกว่าวิธีธรรมดา เยื่อแผ่นสังเคราะห์ที่ทำจาก alumina จะให้การกักกันสารประกอบที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงกว่าเยื่อแผ่นสังเคราะห์ที่ทำจาก polysulfone (Weinand and Krureckn, 1989)

การกรองแบบ CFMF โดยใช้ Hollow Fiber Polypropylene Membrane ที่มีขนาดรู 0.2 ไมครอน ในการกรองไวน์แดงและไวน์ขาวตัวอย่างทั้งที่เป็นไวน์ใหม่ ไวน์เก่า และไวน์ที่ขุ่น พบว่าค่าความขุ่นหลังการกรองตรวจวัดด้วยเครื่องวัดความขุ่น (turbidimeter) มีค่าลดลงจาก 22.87 และ 20.52 เป็น 2.26 NTU ของไวน์ขาวและไวน์แดง (Zironi *et al*., 1992)

การกรองไวน์แดงและไวน์ขาวโดยใช้ organic polyvinylidene difluoride membrane แบบ plate and frame ที่มีขนาดรูระหว่าง 0.1 - 3 ไมครอน พบว่าที่ขนาดรู 0.4 ไมครอน จะให้ค่าความขุ่นและฟลักซ์ที่ต้องการ สำหรับไวน์แดงค่าฟลักซ์เกือบจะไม่ขึ้นกับอัตราเร็วของการไหล แต่จะเพิ่มเป็นเส้นตรงตามค่า tranmembrane pressure สำหรับไวน์ขาวค่าฟลักซ์จะสูงกว่า และเพิ่มในแนวเส้นตรงกับความเร็ว ค่าความขุ่นของเพอมิเอทน้อยกว่า 0.5 NTU สำหรับไวน์ทั้ง 2 ชนิดที่มีค่าความขุ่นเริ่มที่ 150 NTU และ 50 NTU สำหรับไวน์แดงและไวน์ขาวตามลำดับ (Jaffrin *et al*., 1993)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การกรองไวน์แดงผ่าน alumina membrane ขนาดรูกรอง 0.2 ไมครอน พบว่าสารพวกโพลีแซคคาไรด์ทำให้เกิด external fouling ที่คงตัว โดยการเกิด fouling จะสัมพันธ์กับโครงสร้างของมันเอง และน้ำหนักโมเลกุลของสารที่กระจัดกระจายในน้ำไวน์ (Beleeville *et al*., 1992)

ขนาดของรูเยื่อแผ่นสังเคราะห์ที่นิยมใช้ในการกรองไวน์คือ 0.1 และ 0.22 ไมครอน สำหรับไวน์ขาว และ 0.2 ไมครอนสำหรับไวน์แดง โดยหากใช้รูของเยื่อแผ่นสังเคราะห์ที่เล็กมากๆ อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงของสีและกลิ่นไวน์ วัสดุที่ใช้ทำเยื่อแผ่นสังเคราะห์และขนาดรูมีความเกี่ยวข้องกับการดูดซับองค์ประกอบของไวน์ (Urkiaga *et al*., 2002)

การเกิด fouling ของเยื่อแผ่นสังเคราะห์ในการกรองไวน์แบบ CFMF เป็นข้อจำกัดในการกรองไวน์ ซึ่งทำให้อัตราการไหลของเพอมิเอทลดลง และเกิดความเสี่ยงต่อการมีสารโพลีแซคคาไรด์ และโพลีฟีนอลติดอยู่ ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไวน์ การเกิด fouling ในไวน์ขึ้นอยู่กับกระบวนการทำไวน์ สภาพของเยื่อแผ่นสังเคราะห์ และกระบวนการกรอง การใช้เทคนิค backpulse จะช่วยลดการเกิด fouling ลงไปได้บ้าง (Vernhet *et al*., 2002)

สารพวกโพลีแซคคาไรด์ โพลีฟีนอล แม้ว่าจะมีขนาดเล็กกว่ารูของเยื่อแผ่นสังเคราะห์ ก็มักจะทำให้เกิดการลดลงของฟลักซ์ในการกรองไวน์อย่างรวดเร็ว ในช่วงแรก ๆ การที่ฟลักซ์ลดลงจะสัมพันธ์กับการเกาะยึด (aggregation) ขององค์ประกอบของไวน์ที่บริเวณทางเข้ารูของเยื่อแผ่นสังเคราะห์ และที่บริเวณผิว สารพวกโพลีแซคคาไรด์จะมีผลกระทบต่อความสามารถในการไหลผ่านเยื่อแผ่นสังเคราะห์ (membrane permeability) สูงกว่าสารพวกฟีนอล (Vernhet and Moutounet, 2002) สารพวกคอลลอยด์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลมากถึงปานกลาง พวก acidic grape proteogaycan ที่เกาะที่ผิวของเยื่อแผ่นสังเคราะห์ และพวกน้ำหนักโมเลกุลน้อยที่เกาะภายในรูเยื่อแผ่นสังเคราะห์สามารถทำให้เกิด fouling ได้เช่นเดียวกับเซลล์ยีสต์และแบคทีเรีย (Beleeville *et al*., 1992)

สารพวก neutral และ acidic polysaccharide จะทำให้เกิด fouling ได้โดยจะขึ้นกับโครงสร้าง น้ำหนักโมเลกุล ประจุ และความเข้มข้น และสารช่วยตกตะกอนที่มีคุณสมบัติเป็น colloidal – disperse properties จะลดอัตราการไหลของเพอมิเอทได้มากกว่าสารช่วยตกตะกอนแบบ particulate fining agent (Worener *et al*., 1994)

การเกิด fouling จากโพลีแซคคาไรด์ตัวหลัก ๆ พวก rhamnogalacturonan, arabino galactan-protein และ yeast mannoprotein ในการกรองไวน์โดยใช้ modified polyethersulfone นั้น พบว่าโพลีแซคคาไรด์ทั้งหมดทำให้ฟลักซ์ของเพอมิเอทลดลง และพบว่าตัวที่มีปัญหามากที่สุด คือ yeast mannoprotein ส่วน rhamnogalacturonan มีปัญหาน้อยที่สุด การลดลงของฟลักซ์จะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของโพลีแซคคาไรด์เพิ่มขึ้น ผลของโพลีแซคคาไรด์ที่มีต่อฟลักซ์จะเกี่ยวข้องกับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

hydrodynamic volume และ radius of gyration มากกว่าน้ำหนักโมเลกุลของพวกมัน ความสมดุลของแต่ละสัดส่วนของ โพลีแซคคาไรด์จะมีความสำคัญต่อการกรองไวน์ (Vernhet *et al*., 2002)

มีการลดการเกิด fouling โดยการใช้ backflush ร่วมด้วย จากขนาดรูของเยื่อแผ่นสังเคราะห์ที่ปกติใช้ในการกรอง 0.1 - 5.0 ไมครอน อาจจะลดลงเหลือ 0.2 - 1.0 ไมครอน การทำ backflush ควรทำเป็นช่วง ๆ ระหว่าง 1 วินาที - 10 นาที น้อยที่สุดควรจะ 0.1 - 1.0 วินาที ที่ความดัน 0.5 - 5 บาร์ ความเร็วของการป้อนควรจะน้อยกว่า 2 m/s ที่ความแตกต่างของความดันน้อยกว่า 0.5 บาร์ และการใช้เทคนิค infrasonic pulsing ก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะช่วยชลอการเกิด fouling นอกเหนือจากวิธีที่เคยนำมาใช้ เช่น back flushing, back pulsing, back shocking และ cross flushing (Czekaj *et al*., 2001)

มีการนำเพคติเอ็นไซม์มาใช้ในการทำไวน์ โดยเอ็นไซม์จะช่วยทำให้ได้ปริมาณน้ำผลไม้เพิ่มขึ้น การไหลของน้ำผลไม้เร็วขึ้น การตกตะกอนไวและเกิดความใสอย่างมาก ได้มีการศึกษาการหมักไวน์แดงโดยใช้เอ็นไซม์เพคติเนสทางการค้า 9 ชนิด ในปริมาณที่แนะนำให้ใช้ เพื่อศึกษาสี ปริมาณแทนนิน และความขุ่นของไวน์ พบว่าการใช้เอ็นไซม์จะให้ผลดีกว่าการไม่ใช้เล็กน้อย และมีผลเล็กน้อยต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส ปริมาณการใช้ที่ระดับ 5 g/hL (5 กรัมต่อ 100 ลิตร) ในการทำไวน์แดงจะช่วยเพิ่มและเร่งการสกัดแอนโทไซยานินและแทนนินประมาณ ร้อยละ 10 - 30 โดยจะได้แทนนินมากที่สุดและได้ปริมาณเมทธานอลเพิ่มขึ้น แต่ก็ไม่เกินที่กฎหมายกำหนด และการใช้ในระดับ 3 g/hL (3 กรัมต่อ 100 ลิตร) พบว่าค่า colour intensity จะเพิ่มประมาณร้อยละ 50 หลังเก็บไว้ 3 เดือน และจะยังคงเพิ่มหลังจากเก็บไว้ 6 เดือน ปริมาณ total polyphenol เพิ่มร้อยละ 5 - 10 ปริมาณ anthocyanin , petunidin , delphinidin จะเพิ่มตามค่า colour intensity และพบสารระเหยพวก 2-phenylethanol, benzyl alcohol และ hexanol ก็เพิ่มด้วย โดย metanol มีปริมาณต่ำกว่าที่กฎหมายกำหนด คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสไม่มีความแตกต่างกัน (Binder, 1989)

มีการใช้ PVPP ปริมาณ 45 กรัมเปรียบเทียบกับเบนโทไนท์ 2 กรัมผสมกับเจลาติน 45 กรัม ต่อไวน์ 100 ลิตร ช่วยตกตะกอนไวน์พบว่าสารช่วยตกตะกอนมีผลเล็กน้อยต่อสีของไวน์ และเบนโทไนท์ผสมกับเจลาตินทำให้ ionized anthocyanins มีการสูญเสียมากกว่าการใช้ PVPP การใช้ PVPP ปริมาณ 0.5, 1.0 และ 1.5 กรัมต่อลิตรในไวน์ขาวเพื่อลดปริมาณสารประกอบฟีนอลิก พบว่า PVPP ช่วยลดปริมาณฟีนอลิกได้ร้อยละ 18.4, 21.7 และ 22.8 ตามลำดับ และลดปริมาณฟลาโวนอยด์ และ colour intensity แต่ไม่มีผลต่อค่าพีเอช ค่าความเป็นกรด และไม่ทำให้ไวน์เปลี่ยนแปลงด้านประสาทสัมผัส (Pereira and Moretti, 1997)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved