564

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง ไวน์ลิ้นจี่

(Lichee wine)

โดย นายสาโรจน์ ปัญญามงคล

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก...

..../...../... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(นายวราวุฒิ กรุสง) .../.../...

..../...../... กรรมการของภาควิชา

(นางอนงค์ วรยุไร)

..../...../... กรรมการของภาควิชา

(นายชนตรี พจนารถลาวัณย์)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

(นายวราวุฒิ กรุสง)

รักษาการหัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ ... เดือน ..... พ.ศ. ...

ปพ.
ส683ก
2530

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

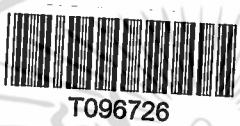
136+0

ปัญหาพิเศษ (45497)

เรื่อง

ไวน์ลิ้นจี่

(Lichee wine)



โดย

นาย สาโรจน์ ปัญญามงคล

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)
พ.ศ. 2530

ปพ.
ส๖๗๓ว
๒๕๓๐

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96726
วัน.เดือน.ปี.....-4 มิ.ย. 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

เรื่อง

ไวน์ลิ้นจี่

(Lichee wine)

เมื่อใช้น้ำลิ้นจี่หมักไวน์ด้วยยีสต์ Saccharomyces cerevisiae. AG1 พบว่าสภาพที่เหมาะสมในการหมักประกอบด้วยอัตราส่วนน้ำลิ้นจี่ต่อน้ำเท่ากับอัตราส่วน 50 : 50 โดยปริมาตร ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ เริ่มต้น 15 เปอร์เซนต์ ปริมาณเชื้อยีสต์เริ่มต้น 5 เปอร์เซนต์ ซึ่งเป็นสภาวะการหมักที่มีจำนวนเซลยีสต์เพิ่มขึ้นมากที่สุด และให้ปริมาณอัลกอฮอล์สูงสุด 6.5 เปอร์เซนต์

ในการหมักแบบ fed-batch fermentation สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการหมักให้สูงขึ้น โดยเชื้อยีสต์สามารถใช้สารอาหารได้อย่างเต็มที่ และเพิ่มปริมาณอัลกอฮอล์สูงขึ้น คือที่ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์รวม 15, 20 และ 25 เปอร์เซนต์ ได้ปริมาณอัลกอฮอล์เท่ากับ 7.2, 8.4 และ 9.7 เปอร์เซนต์ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
สารบาญตาราง	1
สารบาญภาพ	2
คำนำ	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	9
ผลการทดลอง	12
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	24
เอกสารอ้างอิง	26
ภาคผนวก	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	ปริมาณของยีสต์ในน้ำหมักที่มีอัตราส่วนน้ำลิ้นจี่ต่อน้ำในอัตราส่วนต่าง ๆ	14
2.	ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ในน้ำหมักที่มีอัตราส่วนน้ำลิ้นจี่ต่อน้ำในอัตราส่วนต่าง ๆ	15
3.	ปริมาณอัลกอฮอล์ในน้ำหมักที่มีอัตราส่วนน้ำลิ้นจี่ต่อน้ำในอัตราส่วนต่าง ๆ	15
4.	เปรียบเทียบผลของเชื้อยีสต์เริ่มต้นต่อประสิทธิภาพการหมักไวน์ลิ้นจี่ในชั่วโมงที่120	16
5.	ปริมาณเซลยีสต์ในน้ำหมักที่มีน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้นในระดับต่าง ๆ	18
6.	ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ที่เหลือในน้ำหมักระหว่างการหมักที่มีน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้นในระดับต่าง ๆ	18
7.	ปริมาณกรดในน้ำหมักที่มีน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้นในระดับต่าง ๆ	19
8.	ผลของการหมักไวน์ลิ้นจี่ในสภาพที่เหมาะสม	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	แสดงขั้นตอนการหมักไวน์	7
2.	ผลของปริมาณเซลยีสต์เริ่มต้นต่อจำนวนเซลยีสต์ในน้ำหมักในช่วงเวลาต่าง ๆ	17
3.	ผลของปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้นต่อปริมาณอัลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นในน้ำหมักในชั่วโมงที่ 120	20
4.	ผลของการหมักแบบ fed-batch fermentation ต่อจำนวนเซลยีสต์เมื่อมีการเติมน้ำตาลรีดิวส์รวมในระดับต่าง ๆ	21
5.	ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ในน้ำหมักที่มีการหมักแบบ fed-batch fermentation เมื่อมีการเติมน้ำตาลรีดิวส์รวมในระดับต่าง ๆ	22
6.	ปริมาณอัลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักแบบ fed-batch fermentation เมื่อมีการเติมน้ำตาลรีดิวส์รวมในระดับต่าง ๆ	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ลิ้นจี่เป็นผลไม้ที่มีรสชาด เปรี้ยวอมหวาน มีค่าพีเอชประมาณ 3.5 - 4.5 มีความหวานประมาณ 16 - 22 องศาบริกซ์ ซึ่งจัดว่าเป็นผลไม้ที่เหมาะจะนำมาทำไวน์ได้ชนิดหนึ่ง เมื่อสุกจัดแล้วจะมีกลิ่นหอมมากเป็นกลิ่นเฉพาะของลิ้นจี่ ผลไม้ที่จะนำมาทำไวน์นั้น ปกติจะใช้องุ่น ซึ่งเป็นผลไม้ที่นำมาหมักไวน์ได้ง่ายที่สุด ในสมัยก่อนนั้นจะนำองุ่นมาหมักโดยไม่เติมเชื้อยีสต์เลย อาศัยเชื้อยีสต์ที่ติดอยู่กับองุ่นช่วยให้เกิดการหมักและองุ่นก็เป็นผลไม้ที่มีองค์ประกอบที่เชื้อยีสต์จะเจริญได้ดีอยู่แล้ว เพราะมีพีเอช ความหวาน สารอาหาร ที่เหมาะสมอยู่แล้ว เมื่อเราจะนำลิ้นจี่มาหมักไวน์ ซึ่งเป็นผลไม้ที่ยังไม่ค่อยมีการนำมาทำไวน์เป็นอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงได้นำลิ้นจี่มาทำการทดลองหมักไวน์ เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการหมักไวน์ลิ้นจี่

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาสภาพที่เหมาะสมในการหมักไวน์ลิ้นจี่
2. ศึกษาการหมักไวน์ลิ้นจี่ ให้มีปริมาณเอทานอลสูงโดยอาศัย fed-batch fermentation process

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ไวน์คือเครื่องดื่มประเภทอัลกอฮอล์ซึ่งเกิดจากการหมักน้ำองุ่นคั้นด้วยเชื้อยีสต์ โดยมีขบวนการควบคุมอย่างเหมาะสม ส่วนไวน์ที่เกิดจากการหมักผลไม้อื่นเรียกว่า ไวน์ผลไม้ น้ำผลไม้ที่เหมาะสมต้องมีความหวานประมาณ 20-25 เปอร์เซนต์ พีเอช หรือความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 3.2-4.0 ส่วนการทำลายจุลินทรีย์ในน้ำผลไม้พบว่าการเติมสารเคมีเช่น โปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ขนาด 200 พีพีเอ็มจะให้ไวน์ที่มีคุณภาพดีกว่าการใช้ความร้อนมาก ในการทำไวน์องุ่นควรจะใช้เชื้อสำ (starter) ประมาณ 1-5 เปอร์เซนต์ ส่วนการทำไวน์แดงจะใช้เชื้อสำ 3-5 เปอร์เซนต์ ของปริมาณไวน์ทั้งหมดที่จะทำ (ประดิษฐ์, 2520)

ลูกจันทร์(2522) กล่าวว่าในไวน์ประกอบด้วยเอ็ทธิลอัลกอฮอล์ น้ำตาล คาร์โบไฮเดรท โพลีฟีนอล(polyphenol) อัลดีไฮด์ (aldehyde) คีโตน (ketone) เอนไซม์ (enzymes) สารให้สี (pigments) ไวตามินและแร่ธาตุต่าง ๆ 15-20 ชนิด นอกจากนี้ยังมีกรดอินทรีย์มากกว่า 22 ชนิด รวมทั้งสารอื่น ๆ ที่ยังไม่ได้จำแนกอีก ในไวน์ผลไม้มีความเป็นกรดประมาณ 0.60 เปอร์เซนต์ ความเป็นกรดของไวน์ผลไม้ค่อนข้างต่ำเพราะเรามิมไม่นานเหมือนไวน์องุ่น

Alfeed (1906) กล่าวว่าเชื้อที่เหมาะสมจะใช้ในการหมักคือเชื้อสำที่ใหม่ ๆ โดยการใช้เชื้อสำที่แข็งขัน (active) ที่ 1 เปอร์เซนต์ จะได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ทั้งนี้ในกรณีที่น้ำผลไม้ที่ใช้สะอาดปราศจากเชื้อยีสต์ป่า และแบคทีเรีย ที่ไม่พึงประสงค์อยู่ การหมักจะให้ผลดีควรจะเติมเชื้อสำ 3 เปอร์เซนต์ การเติมเชื้อสำมากเกินไป ไม่ควรจะทำเพราะจะทำให้เกิดการหมักอย่างรวดเร็ว จนเกิดความร้อนมากขึ้นอย่างรวดเร็วเกินกว่าจะควบคุมได้ด้วยการหล่อเย็น ทำให้เชื้อที่เติมลงไปเป็นอันตราย

Amerine and Ough (1974) ได้กล่าวว่าการหมักไวน์นั้นยีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลให้กลายเป็นเอธิลอัลกอฮอล์ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และพลังงานออกมาให้สภาพปลดปล่อยอากาศ ดังแสดงในสมการข้างล่างส่วนขั้นตอนในการหมักไวน์แสดงในภาพที่ 1

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{yeast}} 2\,(C_2H_5OH) + 2\,CO_2 + \text{Energy}$$

glucose — ethyl alcohol — Carbon dioxide

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Vine (1981) ได้กล่าวว่า เอทธานอล (Ethanol) เป็นการผลิตระหว่างการหมักโดยการกระทำของเซลยีสต์ต่อน้ำตาล เอทธานอลมีส่วนช่วยด้านรสชาดเล็กน้อย โดยเฉพาะในไวน์ที่มีความเข้มข้นอัลกอฮอล์ต่ำ เช่นไวน์ธรรมดา (table wine) ไวน์ชนิดอัดแก๊ส(Carbonated and Sparkling wine) ซึ่งจะมีอัลกอฮอล์ต่ำกว่า 14 เปอร์เซนต์โดยปริมาตร นอกจากนี้เอทธานอลยังเป็นตัวละลายที่ดีของสารให้กลิ่น(aromatic) สารให้รสชาด(flavour) ที่พบในไวน์บางชนิด

แหล่งเอทธานอลในไวน์ได้มาจากน้ำตาลของผลไม้เป็นแหล่งสำคัญที่สุด มีความสำคัญต่อรสชาดด้วย น้ำตาลเดกซ์โตรส (Dextrose) และเลวูโลส (Levulose) เป็นน้ำตาลเบื้องต้นที่ใช้โดยปกติสัดส่วนน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด คือ 1 ต่อ 1 แต่อาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับพันธุ์องุ่น การสุกและสัดส่วนของน้ำตาลนี้มีความสำคัญต่อการทำไวน์ด้วย (Amerine, 1960)

ลูกจันทร์ (2522) ได้ศึกษาการใส่ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เพื่อระงับการเจริญเติบโตของยีสต์ป่า (wild yeast) เรามักจะใส่ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ลงไปในน้ำองุ่น(must) โดยอาจจะใส่ในรูปของก๊าซหรือในรูปของเกลือเช่น Sodium or Potassium metabisulfite ($Na_2S_2O_5$ or $K_2S_2O_5$) หรือ Sodiumbisulfite ($NaHSO_3$) การใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 120 พีพีเอ็ม แต่ถ้าเป็น Potassium metabisulfite ต้องใช้ถึง 2 เท่า

สำหรับคุณสมบัติของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่มีต่อจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับ พีเอชของไวน์ก่อนหมักด้วย พีเอชควรอยู่ระหว่างพีเอช 3-4 ในช่วงพีเอชดังกล่าวจะแตกตัวให้ bisulfite ion (HSO_3)$^-$ มากมี SO_3^{2-} และ SO_2 เกิดน้อย ทั้งรูป Bisulfite ion (HSO_3), SO_3^{2-}และ SO_2 เรียกว่า Free SO_2 หรือซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ ซึ่งเป็นพวกที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์สูง นอกจากนี้ในต่างประเทศยังมีการใช้ diethyl pyrocarbonate (DEPC) ในการฆ่ายีสต์และป้องกันการหมักใหม่ และใช้ sorbic acid ในการฆ่าเชื้อรา ในการหมักไวน์ (ปทุมทร, 2526)

องค์ประกอบที่สำคัญของไวน์ ไวน์ที่ดีควรมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

1. แอลกอฮอล์ประมาณ 10-14 เปอร์เซนต์
2. ปริมาณกรดทั้งหมด(total acidity) ประมาณ 0.6-0.9 เปอร์เซนต์ในรูปของ tartaric acid

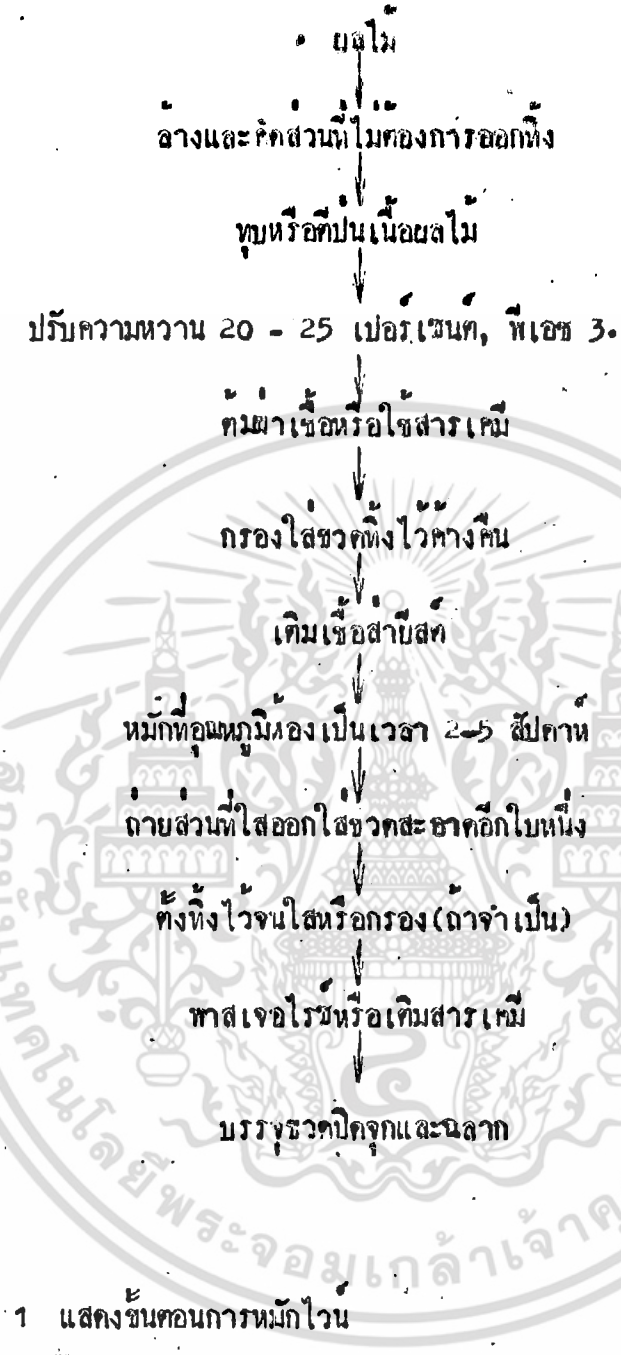
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กรดระเหย (Volatile acid) ประมาณ 0.01-0.02 เปอร์เซนต์ในรูปของกรดอะซิติค
4. พีเอชประมาณ 3.2 - 3.8
5. อัลดีไฮด์มีเพียงเล็กน้อยถ้าในไวน์มีอัลดีไฮด์ปริมาณสูงแสดงว่าไวน์นั้นถูกออกซิไดซ์
6. เอสเทอร์ (ester) มีปริมาณต่ำ ทั้งนี้เพราะเอสเทอร์เกิดจากขบวนการออกซิเดชั่น

acetic acid + ethyl alcohol ethyl acetate

การเตรียมน้ำผลไม้จะมีการเติมน้ำซึ่งจะต้องคำนึงถึงชนิดของผลไม้ เช่น องุ่น อาจไม่ต้องเติมน้ำหรือถ้าเติมน้ำไม่เกินอัตราส่วน 1 : 1 มะเขือาจเติมน้ำได้ถึง 6 เท่า ในขณะที่กระเจี๊ยบแดงอาจเติมน้ำได้ถึง 50 เท่าเป็น ต้น (ชาวุฒิ, 2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการหมักไวน์

ที่มา : Amerine(1960)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคัดเลือกผลไม้โดยทั่วไปผลไม้ทุกชนิดสามารถดัดแปลงนำมาทำไวน์ได้ ขึ้นอยู่กับผู้นั้นชอบผลไม้ชนิดใด แต่จากการทดลองนำผลไม้มาทำไวน์นั้น สามารถแบ่งผลไม้ได้เป็น 3 ประเภทคือ

1. ผลไม้ที่ใช้ทำไวน์ได้ผลดี และเป็นที่นิยมของประชาชนทั่วไป เช่น องุ่น กระเจี๊ยบ ลูกหว้า มะตัน สับปะรด เป็นต้น

2. ผลไม้ที่พอจะนำมาทำไวน์ได้ เช่น มะเฟือง มะขามเปียก มะขามป้อม สำใย ส่วนผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว ฝาดและส้ม เมื่อนำมาทำไวน์คนส่วนมากไม่นิยม

3. ผลไม้ที่นำมาทำไวน์ไม่ได้ผลดีได้แก่ ผลไม้ที่มีแป้งมาก ๆ เช่น กล้วย ทุเรียน ไวน์ที่ได้จะไม่หอม มีกลิ่นฉุน (ปัญญา, 2527)

นิรนาม (2512) ได้รายงานว่า ลิ้นจี่เป็นผลไม้ที่มีการปลูกกันมากในจังหวัดทางภาคเหนือของไทย เช่น จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ซึ่งจะให้ผลผลิตในช่วงเดือนพฤษภาคม - กรกฎาคม และมีปลูกในแถบภาคกลางบางส่วน เช่น จังหวัดสมุทรสงคราม ลิ้นจี่เป็นผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวอมหวาน มีกลิ่นหอม จึงเหมาะที่จะนำมาทำไวน์ เพราะเมื่อทำการตรวจสอบด้วยการวัดพีเอชและเปอร์เซนต์ความหวานแล้วได้ค่าพีเอช 3.5-4.5 มีความหวาน 16-22 องศาบริกซ์ (Brix) จึงเหมาะที่จะนำมาทำไวน์เป็นอย่างมาก

วราวุฒิ (2529) กล่าวว่า การหมักในสภาพ fed-batch fermentation เป็นการหมักที่มีการเติมวัตถุดิบและสารอาหาร ลงไปมากกว่า 1 ครั้งขึ้นไป ทั้งนี้เพื่อให้ยีสต์สามารถใช้วัตถุดิบและสารอาหารได้อย่างเต็มที่และใช้ได้ในปริมาณสูง ทำให้ผลิตภัณฑ์สูงขึ้น นิยมใช้ในการปรับปรุงขบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์และสารเคมี

1.1 น้ำลิ้นจี่

1.2 เชื้อจุลินทรีย์ คือ Saccharomyces cerevisiae AG1

1.3 ขวดหมัก

1.4 เครื่องแก้วที่ใช้ในการวิเคราะห์

1.5 สารเคมี potassium metabisulfite, Citric acid, ammonium sulphate

2. วิธีการทดลอง

2.1 การหาอัตราส่วนน้ำลิ้นจี่ต่อน้ำที่เหมาะสมในการหมักไวน์ลิ้นจี่

2.1.1 การเตรียมน้ำลิ้นจี่สำหรับหมักไวน์ โดยใช้อัตราส่วนน้ำลิ้นจี่ต่อน้ำเท่ากับ 75 : 25, 50 : 50 และ 25 : 75 โดยปริมาตร ปรับพีเอชเท่ากับ 3.5 ด้วยกรดซิตริคความเข้มข้น 1 เปอร์เซนต์ และเติมน้ำตาลจนมีปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เท่ากับ 20 เปอร์เซนต์ เติมแอมโมเนียมซัลเฟต 0.05 เปอร์เซนต์ และโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 200 พีพีเอ็ม แล้วเทใส่ขวดแก้วที่ใช้หมักขวดละ 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 6 ชั่วโมงจึงเติมกล่าเชื้อ

2.1.2 การเตรียมกล่าเชื้อ (starter) โดยใช้น้ำลิ้นจี่ที่มีความหวาน 15 องศาบริกซ์ และปรับพีเอช 3.5 ใส่ลงในฟลาสค์ ขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน ที่ความดัน 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เวลา 15 นาที ปล่อยให้เย็นแล้วทำการถ่ายเชื้อยีสต์อายุ 18 - 24 ชั่วโมง จาก PDA slant เขย่าให้เชื้อกระจายจากนั้นบ่มที่อุณหภูมิห้อง 18-24 ชั่วโมง

2.1.3 การหมักนำกล่าเชื้ออายุ 18-24 ชั่วโมง ถ่ายลงในขวดหมักปริมาณ 5 เปอร์เซนต์ ทำการหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

2.1.4 การตรวจผลการหมัก

ก. สังเกตผลการหมักในช่วงระยะเวลา 5 วันและลักษณะการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

ข. เก็บตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ทุก ๆ 24 ชั่วโมงตลอดการหมักแล้วนำไปวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จำนวนเซลยีสต์ด้วยวิธี Haemacytometer
- หาเปอร์เซนต์น้ำตาลรีดิวส์โดยวิธี Lane and Eynon (AOAC , 1975)
- หาเปอร์เซนต์เอทิลอัลกอฮอล์ด้วยวิธีของ Amerine and Ough (1974)
- หาเปอร์เซนต์กรดตาม AOAC (1975)
- วัดพีเอช

2.2 การหาปริมาณเชื้อยีสต์เริ่มต้นที่เหมาะสมในการหมักไวน์สับปะรด

2.2.1 เตรียมน้ำสับปะรดโดยใช้อัตราส่วนน้ำสับปะรดต่อน้ำที่เหมาะสมที่ได้รับจากข้อ 2.1

2.2.2 เตรียมกล้าเชื้อเช่นเดียวกับข้อ 2.1.2

2.2.3 การหมัก นำกล้าเชื้ออายุ 18–24 ชั่วโมงถ่ายลงในขวดหมัก ในปริมาณ 1, 2, 5, 7,และ 10 เปอร์เซนต์โดยปริมาตร ทำการทดลอง 3 ซ้ำ หมักไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5, วัน

2.2.4 การตรวจผลการหมัก หลังจากหมักทุก 24 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างไปหาจำนวนเซลยีสต์ที่เปลี่ยนแปลงไป และเมื่อหมักครบ 5 วันแล้ว นำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาเปอร์เซนต์อัลกอฮอล์ เปอร์เซนต์น้ำตาลรีดิวส์ เปอร์เซนต์กรด ตามวิธีการในข้อ 2.1.4 (ข)

2.3 การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้นที่เหมาะสม

2.3.1 เตรียมน้ำสับปะรดโดยใช้อัตราส่วนน้ำสับปะรดต่อน้ำที่เหมาะสมที่ได้รับจากข้อ 2.1 ทั้งนี้โดยปรับเปอร์เซนต์น้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้นเท่ากับ 15, 20, 22, 25 และ 30 เปอร์เซนต์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

2.3.2 เตรียมกล้าเชื้อเช่นเดียวกับข้อ 2.1.2

2.3.3 การหมัก นำกล้าเชื้ออายุ 18–24 ชั่วโมง ถ่ายลงในขวดหมักโดยใช้ปริมาณเชื้อยีสต์เริ่มต้นที่เหมาะสมที่ได้รับจากข้อ 2.2 ทำการหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน

2.3.4 การตรวจผล หลังจากการหมักทุก 24 ชั่วโมง เก็บตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร นำไปวิเคราะห์ตามวิธีการในข้อ 2.1.4 (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การหมักไวน์ลิ้นจี่ในสภาพที่เหมาะสม

2.4.1 เตรียมน้ำลิ้นจี่ ใช้อัตราส่วนน้ำลิ้นจี่ที่เหมาะสมที่ได้รับจากข้อ 2.1 ปรับเปอร์เซนต์น้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้นที่เหมาะสมจากข้อ 2.3

2.4.2 เตรียมกล้าเชื้อเช่นเดียวกับข้อ 2.1.2

2.4.3 การหมัก นำกล้าเชื้ออายุ 18-24 ชั่วโมง ถ่ายลงในขวดหมักโดยใช้ปริมาณเซลยีสต์เริ่มต้นที่เหมาะสม จากข้อ 2.2 หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน

2.4.4 การตรวจผล หลังจากหมักทุก 24 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างไปวิเคราะห์ตามวิธีการในข้อ 2.1.4 (ข)

2.5 การหมัก เพื่อเพิ่มปริมาณอัลกอฮอล์ในไวน์ลิ้นจี่โดยอาศัย Fed batch fermentation

2.5.1 เตรียมน้ำลิ้นจี่โดยใช้อัตราส่วนน้ำลิ้นจี่ต่อน้ำที่เหมาะสมจากข้อ 2.1 ปรับปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้นประมาณ 5, 7 และ 8 เปอร์เซนต์ใส่ลงในขวดหมัก 3 ใบตามลำดับ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

2.5.2 เตรียมกล้าเชื้อเช่นเดียวกับข้อ 2.1.2

2.5.3 การหมัก แบ่งการหมักเป็น 3 ช่วง โดยช่วงแรกหมักโดยใช้ปริมาตร 1/3 ของปริมาตรรวม หลังจากนั้นอีก 24 ชั่วโมง เติมน้ำลิ้นจี่ลงไปเป็น 2/3 ของปริมาตรรวม และเมื่อหมักได้ 48 ชั่วโมง เติมน้ำลิ้นจี่ลงไปอีกจนเต็มปริมาตรรวม โดยในการเติมแต่ละครั้งจะเติมน้ำลิ้นจี่ที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ 5, 7 และ 8 เปอร์เซนต์เสมอ เพราะฉะนั้นการหมักครั้งนี้จะใช้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์รวมทั้งสิ้น 15, 20 และ 25 เปอร์เซนต์ตามลำดับ การถ่ายเชื้อจะนำกล้าเชื้อที่มีอายุ 18-24 ชั่วโมง ถ่ายลงในขวดหมัก โดยใช้ปริมาณเชื้อยีสต์เริ่มต้นที่เหมาะสมจากข้อ 2.2 ลงในการหมักตั้งแต่เริ่มต้น ทำการหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (ปริมาตรสุดท้ายเท่ากับ 500 มิลลิลิตร)

2.5.4 การตรวจผล ตามวิธีการในข้อ 2.1.4 (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. ผลการหาอัตราส่วนน้ำอ้อยจืดต่อน้ำที่เหมาะสมในการหมักไวน์อ้อย

การหมักไวน์อ้อย โดยใช้อัตราส่วนน้ำอ้อยจืดต่อน้ำเท่ากับ 75 : 25, 50 : 50 และ 25 : 75 (โดยปริมาตร) มีปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้น 15 เปอร์เซนต์ ค่าพีเอช 3.5 ทำการหมักด้วยเชื้อ Saccharomyces cerevisiae. AG1 เป็นเวลา 5 วัน ผลการหมักแสดงในตารางที่ 1,2 และ 3 ตามลำดับ

การใช้อัตราส่วนน้ำอ้อยจืดต่อน้ำที่ 50 : 50 โดยปริมาตร จะมีการเพิ่มจำนวนเซลยีสต์อย่างรวดเร็วและมากกว่าอัตราส่วน 75 : 25 และ 25 : 75 โดยปริมาตรตามลำดับ ในขณะที่การใช้น้ำตาลรีดิวส์ของเชื้อยีสต์พบว่าที่อัตราส่วน 50 : 50 โดยปริมาตรจะมีน้ำตาลลดลงมากกว่าอัตราส่วน 75 : 25 และ 25 : 75 โดยปริมาตร ตามลำดับ และการหมักที่อัตราส่วน 50 : 50 โดยปริมาตรจะให้ผลอัลกอฮอล์สูงสุด รองลงมาคืออัตราส่วน 75 : 25 และ 25: 75 โดยปริมาตรตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกใช้อัตราส่วนน้ำอ้อยจืดต่อน้ำเท่ากับ 50 : 50 โดยปริมาตร ในการทดลองต่อไป

2. ผลการหาปริมาณเชื้อยีสต์เริ่มต้นที่เหมาะสมในการหมักไวน์อ้อย

เมื่อทำการหมักไวน์อ้อยด้วยอัตราส่วนน้ำอ้อยจืดต่อน้ำ 50 : 50 โดยปริมาตร โดยใช้ปริมาณเชื้อยีสต์เริ่มต้นเท่ากับ 1, 2, 5, 7 และ 10 เปอร์เซนต์โดยปริมาตร เป็นเวลา 5 วันได้ผลการหมักแสดงในตารางที่ 4 และภาพที่ 2

จำนวนเซลยีสต์สูงสุดเมื่อใช้ปริมาณเชื้อยีสต์เริ่มต้น 5 เปอร์เซนต์ รองลงมาคือที่ 7,10, 2 และ 1 เปอร์เซนต์ เมื่อทำการหมักเป็นเวลา 5 วันแล้วพบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ที่ถูกใช้ไปในน้ำหมักที่เติมเชื้อยีสต์เริ่มต้น 5 เปอร์เซนต์มากที่สุด ขณะเดียวกันก็ให้ปริมาณอัลกอฮอล์สูงสุดด้วย รองลงมาคือน้ำหมักที่เติมเชื้อยีสต์เริ่มต้น 7,10, 2 และ 1 เปอร์เซนต์ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณกรดเริ่มต้น ดังนั้นจึงเลือกใช้ปริมาณเชื้อยีสต์เริ่มต้นเท่ากับ 5 เปอร์เซนต์ในการทดลองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผลการหาปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้นที่เหมาะสม

การหมักไวน์ลิ้นจี่ด้วยอัตราส่วนน้ำลิ้นจี่ต่อน้ำ 50 : 50 โดยปริมาตร โดยใช้เชื้อยีสต์เริ่มต้น 5 เปอร์เซนต์แล้วปรับปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้นเท่ากับ 15,20,22,25 และ 30 เปอร์เซนต์ได้ผลการหมัก แสดงในตารางที่ 5, 6, 7 และภาพที่ 3

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้น 15 เปอร์เซนต์ มีจำนวนเซลยีสต์เพิ่มขึ้นสูงที่สุด ขณะเดียวกันก็มีการใช้น้ำตาลรีดิวส์มากที่สุด ทำให้ได้ปริมาณอัลกอฮอล์สูงสุดเท่ากับ 6.1 เปอร์เซนต์ด้วย ผลรองลงมาคือปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้น 20, 22 และ 25 เปอร์เซนต์ ส่วนปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ 30 เปอร์เซนต์จะไม่พบจำนวนเซลยีสต์เลยหลังจากการหมักผ่านไปแล้ว 24 ชั่วโมง และปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เปลี่ยนแปลงน้อยมาก จากการสังเกตลักษณะการหมักพบว่าลักษณะการหมักเกิดขึ้นในน้ำหมักที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้น 15, 20, 22 และ 25 เปอร์เซนต์เท่านั้น ส่วนที่ 30 เปอร์เซนต์ ไม่พบลักษณะการหมัก สภาพความเป็นกรดพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ระหว่างการหมักแต่เมื่อหมักถึง 5 วันแล้ว ความเป็นกรดจะเท่าเดิม นอกจากในน้ำหมักที่มีน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้น 30 เปอร์เซนต์ จะไม่พบการเปลี่ยนแปลงเลย ดังนั้นจึงเลือกใช้ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้น 15 เปอร์เซนต์ในการทดลองต่อไป

4. ผลการหมักไวน์ลิ้นจี่ในสภาพที่เหมาะสม

การหมักไวน์ลิ้นจี่ด้วยอัตราส่วนน้ำลิ้นจี่ต่อน้ำ 50 : 50 โดยปริมาตร ปรับพีเอชเท่ากับ 3.5 ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้น 15 เปอร์เซนต์ ใช้เชื้อยีสต์เริ่มต้น 5 เปอร์เซนต์ ผลของการหมักแสดงในตารางที่ 8

จากผลการทดลองพบว่า การหมักในสภาพที่เหมาะสมที่ศึกษานี้ เซลยีสต์สามารถเพิ่มจำนวนได้มาก เพราะน้ำตาลรีดิวส์ถูกใช้ไปมากเช่นกัน ปริมาณอัลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักภายใน 5 วันเท่ากับ 6.5 เปอร์เซนต์ ส่วนความเป็นกรดจะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเท่านั้นระหว่างการหมัก

5. ผลการหมักเพื่อเพิ่มปริมาณอัลกอฮอล์โดยอาศัย fed batch fermentation

การหมักไวน์ลิ้นจี่แบบ fed batch process โดยการเตรียมน้ำลิ้นจี่ด้วยอัตราส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำลิ้นจี่ต่อน้ำ 50 : 50 โดยปริมาตร ปรับพีเอชเท่ากับ 3.5 ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้น 5, 7 และ 8 เปอร์เซนต์ตามลำดับโดยการเติมน้ำลิ้นจี่ 3 ครั้งจนมีปริมาณน้ำตาลรีดิวส์รวมเท่ากับ 15, 20 และ 25 เปอร์เซนต์ ทำการหมัก 5 วันได้ผลการหมักแสดงในภาพที่ 4, 5, 6

จากผลการหมักพบว่าในน้ำหมักที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวส์รวม 25 เปอร์เซนต์ มีการเพิ่มจำนวนของเซลยีสต์สูงที่สุด รองลงมาคือ 20 และ 15 เปอร์เซนต์ การใช้น้ำตาลรีดิวส์ของเชื้อยีสต์พบว่า ในน้ำหมักที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวส์รวม 25 เปอร์เซนต์ถูกใช้ไปมากที่สุด ทำให้ได้เปอร์เซนต์อัลกอฮอล์สูงสุดเท่ากับ 9.7 เปอร์เซนต์ ส่วนที่มีปริมาณอัลกอฮอล์รองลงมาคือ ในน้ำหมักที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวส์รวม 20 และ 15 เปอร์เซนต์ ซึ่งเท่ากับ 8.4 และ 7.2 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ในน้ำหมักที่มีน้ำตาลรีดิวส์รวมทั้งสามระดับมีปริมาณกรดใกล้เคียงกันตลอดช่วงของการหมักคือประมาณ 0.6 - 0.7 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 1 ปริมาณเซลยีสต์ในน้ำหมักที่มีอัตราส่วนน้ำลิ้นจี่ต่อน้ำในอัตราส่วนต่าง ๆ

เวลา (วัน)	อัตราส่วนน้ำลิ้นจี่ต่อน้ำ (% โดยปริมาตร)		
	75 : 25	50 : 50	25 : 75
0	7.3×10^6	6.0×10^6	7.3×10^6
1	3.0×10^7	4.1×10^7	2.4×10^7
2	8.8×10^7	9.8×10^7	4.5×10^7
3	7.5×10^8	9.1×10^8	8.2×10^7
4	3.3×10^9	4.2×10^9	3.2×10^8
5	7.4×10^9	9.4×10^9	8.8×10^8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ในน้ำหมักที่มีอัตราส่วนน้ำลิ้นจี่ต่อน้ำในอัตราส่วนต่าง ๆ

เวลา (วัน)	อัตราส่วนน้ำลิ้นจี่ต่อน้ำ (% โดยปริมาตร)		
	75 : 25	50 : 50	25 : 75
0	15.1	15.4	15.3
1	14.1	14.5	14.2
2	11.7	11.8	13.2
3	10.1	9.6	10.9
4	8.6	7.33	10.1
5	4.6	3.9	8.1

ตารางที่ 3 ปริมาณอัลกอฮอล์ ในน้ำหมักที่มีอัตราส่วนน้ำลิ้นจี่ต่อน้ำในอัตราส่วนต่าง ๆ

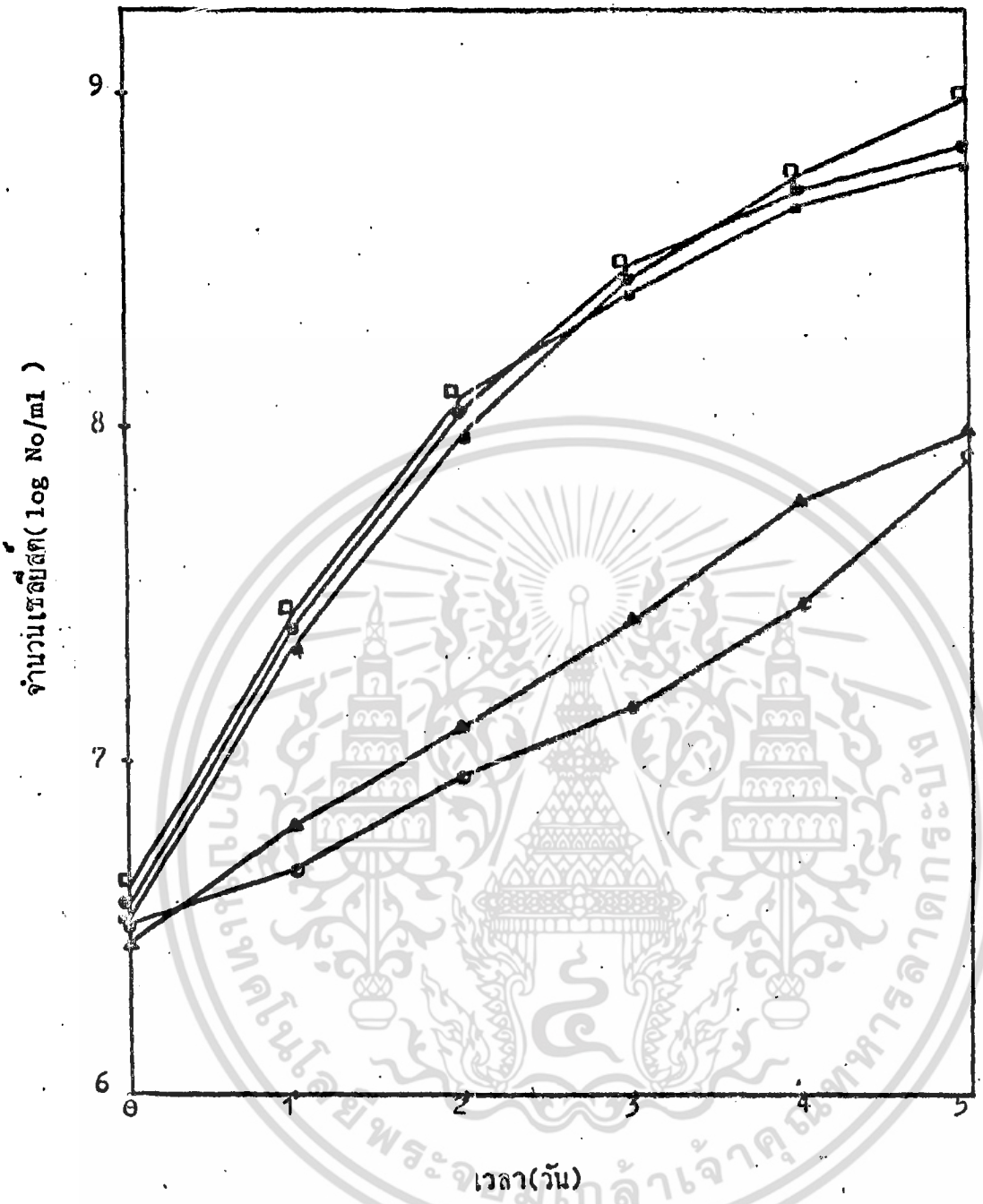
เวลา (วัน)	อัตราส่วนน้ำลิ้นจี่ต่อน้ำ (% โดยปริมาตร)		
	75 : 25	50 : 50	25 : 75
0	-	-	-
1	0.8	0.9	0.1
2	1.4	1.6	1.0
3	2.9	3.5	2.0
4	3.8	4.7	3.0
5	5.1	5.9	4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบผลรวมเชื้อยีสต์ เริ่มต้นต่อประสิทธิภาพการหมักไวน์ลิ้นจี่ในชั่วโมงที่ 120

เชื้อยีสต์เริ่มต้น (%)	ปริมาณกรด	ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ที่เหลือ (%)	ปริมาณอัลกอฮอล์ (% โดยปริมาตร)
1	0.6	10.1	2.8
2	0.6	5.7	5.0
5	0.6	4.0	6.0
7	0.6	4.2	5.9
10	0.6	5.0	5.4
Control ที่ 0 ชม.	0.6	15.7	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 ผลของปริมาณเซลยีสต์เริ่มต้นต่อจำนวนเซลยีสต์ในน้ำหมักในช่วงเวลาต่าง ๆ

1 เปอร์เซนต์ 7 เปอร์เซนต์

2 เปอร์เซนต์ 10 เปอร์เซนต์

5 เปอร์เซนต์

96726

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ปริมาณเซลยีสต์ในน้ำหมักที่มีน้ำตาลรีทิวส์เริ่มต้นในระดับต่าง ๆ

เวลา (วัน)	ปริมาณน้ำตาลรีทิวส์ (%)				
	15	20	22	25	30
0	7.8×10^6	8.1×10^6	7.9×10^6	8.0×10^6	8.5×10
1	3.7×10^7	2.9×10^7	1.0×10^7	9.9×10^6	-
2	1.1×10^8	9.2×10^7	5.7×10^7	2.4×10^7	-
3	9.9×10^8	3.9×10^8	8.8×10^7	5.0×10^7	-
4	5.4×10^9	1.0×10^9	1.4×10^8	8.2×10^7	-
5	8.9×10^9	5.2×10^9	5.5×10^8	2.4×10^8	-

ตารางที่ 6 ปริมาณน้ำตาลรีทิวส์ที่เหลือในน้ำหมักระหว่างการหมักที่มีน้ำตาลรีทิวส์เริ่มต้นในระดับต่าง ๆ

เวลา (วัน)	ปริมาณน้ำตาลรีทิวส์เริ่มต้น (%)				
	15	20	22	25	30
0	15.4	20.2	22.1	25.1	30.2
1	12.2	18.1	21.2	14.4	30.2
2	11.4	15.5	19.7	24.4	30.2
3	9.9	12.8	17.6	22.8	30.2
4	6.3	10.3	16.1	22.2	30.2
5	4.1	8.2	13.6	21.9	30.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

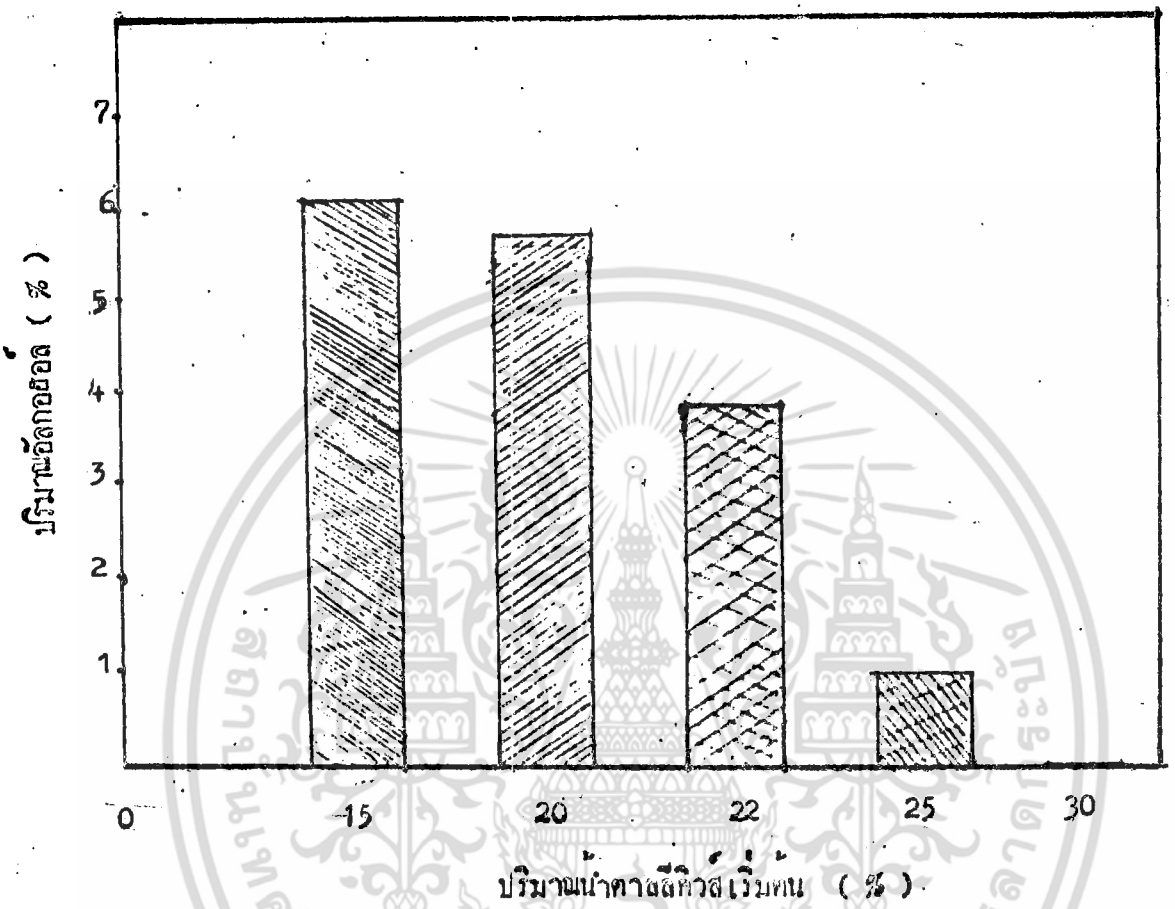
ตารางที่ 7 ปริมาณกรดในน้ำหมักที่มีน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้นในระดับต่าง ๆ

เวลา (วัน)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้น (%)				
	15	20	22	25	30
0	0.60	0.62	0.61	0.60	0.62
1	0.60	0.61	0.61	0.60	0.62
2	0.59	0.60	0.61	0.59	0.62
3	0.59	0.60	0.61	0.59	0.62
4	0.60	0.61	0.60	0.60	0.62
5	0.60	0.62	0.61	0.60	0.62

ตารางที่ 8 ผลของการหมักไวน์ลิ้นจี่ในสภาพที่เหมาะสม

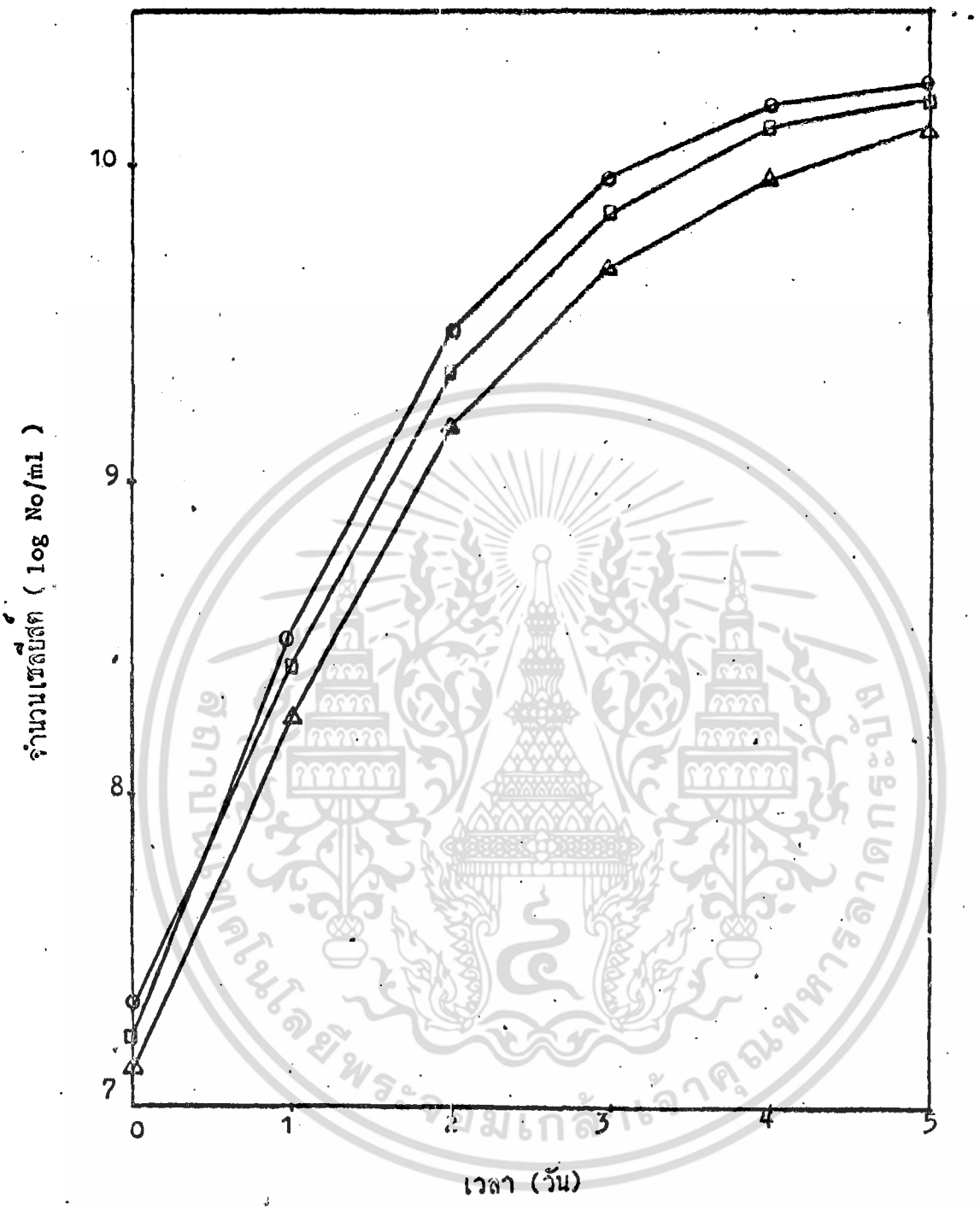
factors	ระยะเวลาในการหมัก (วัน)					
	0	1	2	3	4	5
จำนวนเซลยีสต์	8.3×10^6	2.4×10^7	8.9×10^7	7.1×10^8	4.1×10^9	6.9×10^9
ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์(%)	15.6	13.2	10.8	9.1	6.6	3.6
ปริมาณอัลกอฮอล์ (% โดยปริมาตร)	0	1.3	2.3	3.4	4.6	6.1
ปริมาณกรด(%)	0.63	0.63	0.61	0.62	0.62	0.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 ผลของปริมาณน้ำตาลยีสต์เริ่มต้นต่อปริมาณอัลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นในน้ำหมักในชั่วโมงที่ 120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 ผลของการหมักแบบ fed-batch fermentation ต่อจำนวนเซลยีสต์ เมื่อมีการเติมน้ำตาลรีดิวส์รวมในระดับต่าง ๆ

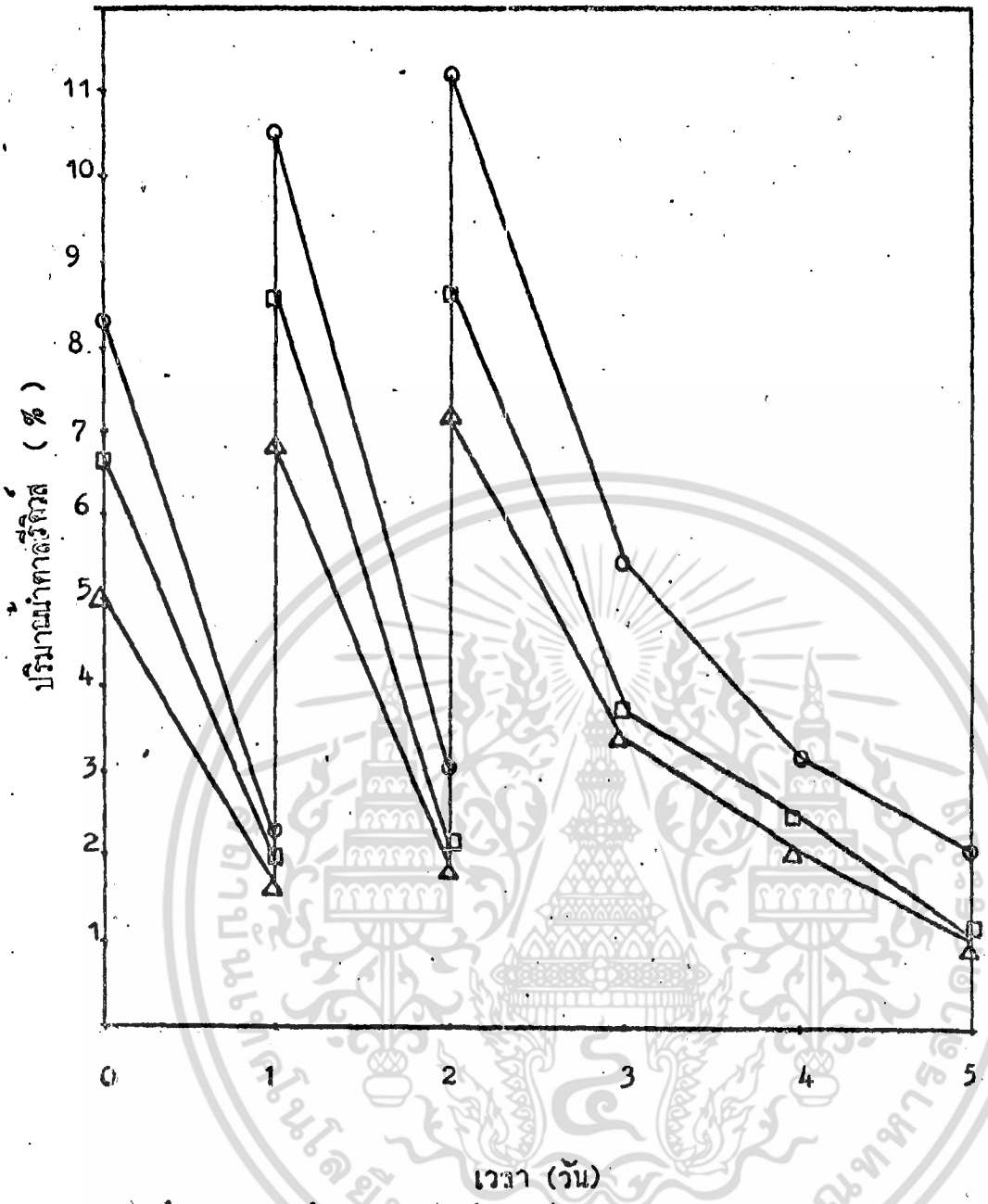
△——△ น้ำตาลรีดิวส์รวม 15 เปอร์เซนต์

□——□ น้ำตาลรีดิวส์รวม 20 เปอร์เซนต์

○——○ น้ำตาลรีดิวส์รวม 25 เปอร์เซนต์

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



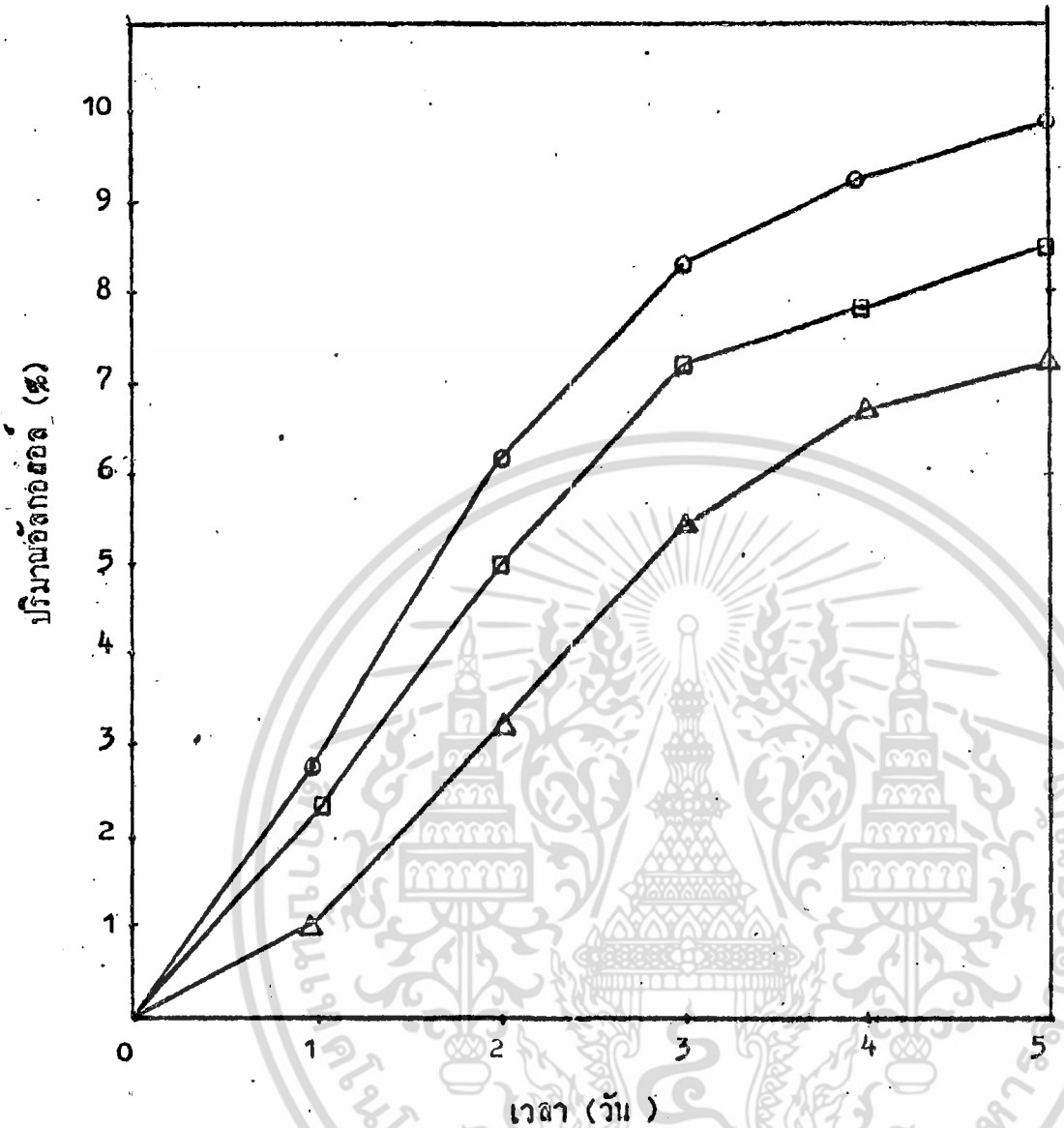
ภาพที่ 5 ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ในน้ำหมักที่มีการหมักแบบ fed-batch fermentation เมื่อมีการเติมน้ำตาลรีดิวส์รวมในระดับต่าง ๆ

△——△ น้ำตาลรีดิวส์ 15 เปอร์เซนต์

□——□ น้ำตาลรีดิวส์ 20 เปอร์เซนต์

○——○ น้ำตาลรีดิวส์ 25 เปอร์เซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 ปริมาณอัลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักแบบ fed-batch fermentation เมื่อมีการเติมน้ำตาลรีดิวส์รวมในระดับต่าง ๆ

△——△ น้ำตาลรีดิวส์รวม 15 เปอร์เซนต์

□——□ น้ำตาลรีดิวส์รวม 20 เปอร์เซนต์

○——○ น้ำตาลรีดิวส์รวม 25 เปอร์เซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองหาอัตราส่วนน้ำลิ้นจี่ต่อน้ำที่เหมาะสมในการหมักไวน์ลิ้นจี่ปรากฏว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดคืออัตราส่วน 50 : 50 โดยปริมาตร ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่มีค่าปริมาณอัลกอฮอล์สูงสุด รองลงมาคืออัตราส่วน 75 : 25 และ 25 : 75 ตามลำดับ โดยที่อัตราส่วน 25 : 75 มีปริมาณอัลกอฮอล์ต่ำมาก การเพิ่มจำนวนเซลยีสต์ก็น้อยที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะว่าน้ำลิ้นจี่ถูกเจือจางลงไปมากทำให้เกลือแร่ วิตามินและสารอาหารบางชนิดมีอยู่น้อยมาก ไม่เพียงพอต่อความต้องการของเชื้อยีสต์ ถึงแม้จะมีความเข้มข้นของน้ำตาลพอเพียงก็ตาม (วราวุฒิ, 2529) ดังนั้นในการหมักไวน์ผลไม้แต่ละชนิดจึงมีอัตราส่วนระหว่างน้ำผลไม้กับน้ำแตกต่างกันไป

ปริมาณเชื้อยีสต์เริ่มต้นที่เหมาะสมในการหมักไวน์ลิ้นจี่ พบว่าปริมาณเชื้อยีสต์เริ่มต้นที่เหมาะสมที่สุดคือ 5 เปอร์เซนต์ ซึ่งให้น้ำหมักที่มีอัลกอฮอล์และการเพิ่มจำนวนของเซลยีสต์สูงที่สุดด้วย รองลงมาคือ น้ำหมักที่มีเชื้อยีสต์เริ่มต้นเท่ากับ 7, 10, 2 และ 1 เปอร์เซนต์ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการใช้ปริมาณเชื้อยีสต์เริ่มต้นที่มากเกินไปไม่มีผลทำให้การหมักมีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้ทั้งนี้เพราะการใช้เชื้อยีสต์เริ่มต้นในปริมาณสูง จะทำให้เชื้อยีสต์นำน้ำตาลไปใช้ในการเจริญเติบโตของมัน จึงทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ลดลงอย่างรวดเร็ว การหมักจึงได้ปริมาณอัลกอฮอล์ต่ำ นอกจากนี้ การใช้เชื้อยีสต์เริ่มต้นที่มากเกินไป จะทำให้การหมักเกิดขึ้นอย่างรุนแรงอุณหภูมิในการหมักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงทำให้เป็นอันตรายต่อเชื้อยีสต์ที่เติมลงไป (Alfred ,1906) แต่ถ้าหากใช้ปริมาณเชื้อยีสต์เริ่มต้นน้อยเกินไป เช่น 1 เปอร์เซนต์ การหมักจะมีประสิทธิภาพสูง ต่อเมื่อน้ำผลไม้ที่จะนำมาหมักไวน์ปราศจากเชื้อปนเปื้อนอื่น ๆ เช่น ยีสต์ป่า (wild yeaste) และแบคทีเรีย นอกจากนี้การหมักจะเป็นไปอย่างช้า ๆ เพราะเชื้อยีสต์มีน้อยกว่าจะเจริญมากขึ้นต้องใช้เวลานาน หากมีเชื้อชนิดอื่นปนเปื้อนลงไปก็จะทำให้การหมักเสียไป ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ปริมาณเชื้อยีสต์เริ่มต้นที่เหมาะสมคือ 5 เปอร์เซนต์

สำหรับน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้นที่เหมาะสม พบว่าในน้ำหมักที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้นเท่ากับ 15 เปอร์เซนต์ มีปริมาณอัลกอฮอล์สูงสุด และมีการเพิ่มจำนวนเซลยีสต์มากที่สุดด้วย จึงใช้ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้น 15 เปอร์เซนต์ในการหมักต่อไป ส่วนในน้ำหมักที่มีปริมาณอัลกอฮอล์และจำนวนเซลยีสต์รองลงมาคือในน้ำหมักที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้นเท่ากับ 20, 22 และ 25 เปอร์เซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามลำดับ สำหรับในน้ำหมักที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เท่ากับ 30 เปอร์เซนต์ ไม่เกิดการหมักขึ้นมา ทั้งนี้เพราะเชื้อยีสต์ไม่อาจจะเจริญได้ เนื่องจากมีความเข้มข้นของน้ำตาลสูงจึงเกิด Osmotic - pressure จนเป็นอันตรายต่อเซลยีสต์ (วราวุฒิ, 2529) นอกจากนี้จะสังเกตได้ว่าจำนวนเซลยีสต์จะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ต่ำ ในน้ำหมักที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ 22 และ 25 เปอร์เซนต์ เพราะปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ที่เข้มข้นมากขึ้นจะมีผลต่อการเจริญของเซลยีสต์ ดังกล่าว ดังนั้นในการหมักไวน์ให้ได้อัลกอฮอล์สูงไม่ได้หมายความว่าจะต้องเพิ่มความเข้มข้นของน้ำตาลให้มากขึ้น แล้วจะได้ผลการหมักแอลกอฮอล์สูงตามไปด้วย เชื้อยีสต์จะทนความเข้มข้นของน้ำตาลได้ระดับหนึ่งเท่านั้น ในการทดลองครั้งนี้ จึงพบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้นที่เหมาะสมที่สุดคือ 15 เปอร์เซนต์

การหมักไวน์ลิ้นจี่ในสภาพที่เหมาะสมพบว่าสภาพที่เหมาะสมในการหมักคือใช้อัตราส่วนน้ำลิ้นจี่ต่อน้ำ 50 : 50 (โดยปริมาตร) ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้น 15 เปอร์เซนต์ ปรับพีเอช 3.5 ปริมาณเชื้อยีสต์เริ่มต้นเท่ากับ 5 เปอร์เซนต์ทำการหมักเป็นเวลา 5 วัน พบว่า ผลการหมักได้ปริมาณอัลกอฮอล์ 6.1 เปอร์เซนต์โดยปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ถูกใช้ไป 13.0 เปอร์เซนต์ ทั้งนี้ตามทฤษฎีน้ำตาลรีดิวส์ 100 เปอร์เซนต์จะถูกเปลี่ยนเป็นอัลกอฮอล์ 51.1 เปอร์เซนต์ คาร์บอนไดออกไซด์ 48.9 เปอร์เซนต์ แต่ในทางปฏิบัติจะได้อัลกอฮอล์ประมาณ 95 เปอร์เซนต์ของทางทฤษฎี (วราวุฒิ,2529) เพราะฉะนั้นในการทดลองครั้งนี้น่าจะได้ปริมาณอัลกอฮอล์เท่ากับ 6.3 เปอร์เซนต์แต่จากการทดลองได้ปริมาณอัลกอฮอล์เท่ากับ 6.1 เปอร์เซนต์ ซึ่งถือว่ามีค่าใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นสภาพการหมักที่ใช้นี้จึงเหมาะสมสำหรับการหมักไวน์ลิ้นจี่

การหมักแบบ fed-batch fermentation พบว่าการหมักในสภาพนี้จะเพิ่มประสิทธิภาพการหมักขึ้นโดยทำให้สามารถใช้ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ในความเข้มข้นที่สูงได้ ทั้งนี้โดยอาศัยการเติมน้ำตาลเป็นช่วง ๆ ในการทดลองครั้งนี้ น้ำหมักที่ให้ปริมาณอัลกอฮอล์และมีการเพิ่มจำนวนเซลยีสต์สูงที่สุดคือน้ำหมักที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวส์รวม 25 เปอร์เซนต์ ทั้งนี้โดยมีการเติมน้ำตาลเป็น 3 ช่วง ทุก ๆ 24 ชั่วโมง ส่วนในน้ำหมักที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวส์รวม 20 และ 15 เปอร์เซนต์ให้ผลรองลงมา ในการหมักไวน์ตามปกติเมื่อใช้ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้น 20 และ 25 เปอร์เซนต์ จะมีปริมาณอัลกอฮอล์และการเพิ่มจำนวนเซลยีสต์ต่ำกว่าที่ 15 เปอร์เซนต์ ดังนั้นในการหมักไวน์ที่ต้องการเปอร์เซนต์อัลกอฮอล์สูง ซึ่งจำเป็นต้องใช้ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์สูงจึงสามารถทำได้โดยวิธีการหมักแบบ fed-batch fermentation นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. การเตรียมน้ำลิ้นจี่เพื่อเก็บรักษาไว้นาน ๆ สามารถทำได้โดยเติมโปตัสเซียมเมตาไบ-ซัลไฟท์ ในปริมาณที่มากกว่า 200 ppm. เมื่อจะนำน้ำลิ้นจี่มาใช้ ให้ทำการแยก ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกก่อน

2. การหมักไวน์ลิ้นจี่สามารถจะหมักทั้งเปลือกได้ เมื่อการหมักผ่านไป 2 วันแล้วต้องแยกเอาเปลือกออกทันที

3. การเติมแอมโมเนียมซัลเฟต สามารถเติมได้ถึง 0.1 % และมีผลให้ประสิทธิภาพการหมักดีขึ้นด้วย

4. การหมัก fed-batch fermentation อาจจะเติมปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้นได้สูงถึง 15 - 20 เปอร์เซนต์ แต่การเติมครั้งต่อไป จะต้องหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเติม เพื่อไม่ให้มีปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เข้มข้นมากเกินไป จนเป็นอันตรายต่อเซลยีสต์ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ประดิษฐ์ ครุวัฒนา. 2520. เอกสารไวน์. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 28 หน้า

ประดิษฐ์ ครุวัฒนา. 2525. ไวน์ผลไม้เกษตร. วารสารชมรมผู้หมักแอลกอฮอล์แห่งประเทศไทย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หน้า 24 - 32.

ปัญญา โพธิ์รัตน์. 2530 สูตร : เกษตรอุตสาหกรรมประยุกต์. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะวิชาเกษตรอุตสาหกรรม สหวิทยาลัยรัตนโกสินทร์จันทรเกษม หน้า 80 - 91.

นิรนาม. 2522. เอกสารประกอบการบรรยายเรื่องสิ้นจี่เมืองไทย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 10 หน้า.

นิสิตภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2529. เอกสารทำไวน์ผลไม้. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 7 หน้า.

ลูกจันทร์ ภัครัชพันธุ์. 2522. อุตสาหกรรมอาหารหมักดอง. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วราวุฒิ ครูส่ง. 2529. เทคโนโลยีชีวภาพ. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ.

Alfred. 1906. Industrial fermentations. Chemical Publishing Co, Inc. New york. P. 82

Amerine, M.A. 1960. Technology of wine making. 3th ed. AVI Publishing Com, Inc. Connecticut. 250 ps.

Amerine, M.A. and C.S. Ough. 1980. Methods for analysis of masts and wine. University of California. p 100 - 212.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A.O.A.C. 1975. Officoal method of analysis. 12th ed. Washington, D.C. George Banta Co., Inc.

Vine and Richard. . 1981. Commercial wine making processing and controls. AVI Publishing Com,, Inc. Connecticut. p. 98 - 193.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวิเคราะห์หาความเป็นกรดในไวน์สับปะรด (Titration method, AOAC : 1975)

1.1 ดูดน้ำสับปะรดหรือไวน์สับปะรดด้วย pipette จำนวน 1 มิลลิลิตร ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำที่ต้มไล่อากาศออกแล้ว 49 มิลลิลิตร หยด phenolpthalein (1 %) จำนวน 1 - 3 หยด เขย่าให้เข้ากัน

1.2 นำสารละลายไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน ตั้งทิ้งไว้ 1 นาทีสีไม่เปลี่ยนไป นั่นคือ End point นำปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ไป มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดตามสูตรดังต่อไปนี้

$$\% \text{ Acidity} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{Normality NaOH} \times \text{Equivalent wt. of acid} \times 100}{\text{ml (or gm) of Sample} \times 100}$$

2. การหาเปอร์เซ็นต์น้ำตาลรีดิวส์ (Reducing sugar) โดยวิธี Lane and Eynon (AOAC ,1975)

2.1 เตรียมสารละลายน้ำตาลกลูโคส 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยละลายน้ำตาลกลูโคสจำนวน 5 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตรใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร เขย่าให้น้ำตาลกลูโคสละลายหมดแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

2.2 เตรียมสารละลาย Fehling solution A,B เตรียม Fehling solution A โดยละลาย copper sulphate ($CuSo_4$) 69.278 กรัม ด้วยน้ำกลั่น ใน volumetric flask ขนาด 1 ลิตร จากนั้นปรับปริมาตรให้เต็ม 1 ลิตร Fehling solution B เตรียมโดยละลาย Sodium potassium tartrate 346 กรัมด้วยน้ำกลั่น แล้วเติม Sodium hydroxide 100 กรัม เขย่าให้ละลายหมดแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2.3 หาค่า Standardize ของสารละลายน้ำตาลกลูโคส 0.5 เปอร์เซ็นต์ดูด Fehling solution A,B อย่างละ 5 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Erlenmeyer Flask ขนาด 125 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วเติมลูกแล้ว 3 - 4 เม็ด ป้องกันการเดือดตอนที่เดือดเวลาไตเตรท ใช้เวลาในการไตเตรทไม่เกิน 5 นาที สารละลาย Fehling solution จะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีแดงอิฐ หยด Methylene blue เป็น indicator 3 หยด ไตเตรทต่อไปจนเป็นสีแดงอิฐ เหมือนเดิมปริมาตรของสารละลายกลูโคสที่ใช้ไปคือค่า standardize ซึ่งจะมีค่า 10 $\pm$ 0.1

2.4 ปิเปต ตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตรใส่ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 125 มิลลิลิตร (กรณีที่ตัวอย่างมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลสูงมากให้ทำการเจือจางตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นแล้วจึงดูดมา 1 มิลลิลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปิเปต Fehling solution A,B เติมลงไปอย่างละ 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเติมลูกแก้ว 3-4 เม็ดนำไปไตเตรทกับสารละลายกลูโคส 0.5 เปอร์เซนต์ เริ่มทำการไตเตรทเมื่อสารละลายตัวอย่าง เริ่มเดือดใช้เวลาไม่เกิน 5 นาที สารละลายตัวอย่างจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีน้ำตาลแดงอิฐ จากนั้นหยด Methyleneblue 3 หยด ไตเตรทต่อไปจนสารละลายเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลแดง นั่นคือ end point.

การคำนวณ

เปอร์เซนต์น้ำตาลรีดิวส์ = A - B

เมื่อ A คือค่า standardize สารละลายน้ำตาลกลูโคส 0.5 เปอร์เซนต์

B คือ ปริมาณของสารละลายกลูโคส 0.5 เปอร์เซนต์ที่ใช้ไตรเตรทตัวอย่าง

3. วิธีวิเคราะห์หาเปอร์เซนต์อัลกอฮอล์ ตามวิธีของ Ametine and Ough (1980)

ใช้หลักการให้สารไดโครเมทออกซิไดซ์แอลกอฮอล์ในสภาพที่เป็นกรดให้กลายเป็นกรดอะซิติค ดัง สมการ

$$2Cr_2O_7^{2-} + 3C_2H_5OH + 16\ H^+ \text{------} 4Cr^{3+} + 3CH_3COOH + 11H_2O$$

ไดโครเมทที่เหลือจะถูกรีดิวส์โดยวิธีไตเตรทกับเฟอรัส แอมโมเนียมซัลเฟตดังนี้

$$Cr_2O_7^{2-} + 6\ Fe^{2+} + 14H^+ \text{------} 2Cr^{3+} + 6Fe^{3+} + 7H_2O$$

3.1 สารละลายไดโครเมท เตรียมโดยเทน้ำกลั่นประมาณ 400 มิลลิลิตร ลงใน Volumetric Flask ขนาด 1 ลิตร แล้วเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นปริมาตร 325 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันทิ้งไว้ให้เย็นจนกระทั่งอุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 80 - 90 °C. เติมโปตัสเซียมไดโครเมท 33.768 กรัม เขย่าให้ละลายเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรครบ 1 ลิตร

3.2 สารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต เตรียมโดยละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่มีน้ำ 6 โมเลกุล ($FeSO_4(NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$) จำนวน 135.5 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นปริมาตร 30 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

3.3 สารละลาย 1, 10- phenanthro line-ferrous sulfite indicator เตรียมโดยเติม Ferrous sulfate $7H_2O$ 0.695 กรัมในน้ำกลั่น 50 ml เติม O- phenanthroline 1.485 กรัม คนให้ละลายปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การกลั่น ใช้ Microdistillation apparatus

3.4.1 ปิเปตสารละลายไดโครเมท 25 มิลลิลิตร ใส่ flask ขนาด 50 มิลลิลิตร ไปรองรับ distillate โดยให้ปลายเครื่องควบแน่นของเครื่องกลั่นจุ่มอยู่ในสารละลายไดโครเมท

3.4.2 ปิเปตตัวอย่างที่จะหาปริมาณเอลกอยฮอล์ 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดแก้วสำหรับกลั่น ล้างตัวอย่างที่ติดอยู่ลงในหลอดแก้วด้วยน้ำกลั่นหลาย ๆ มิลลิลิตรจนมีปริมาตรน้ำ 1 ใน 3 ของปริมาตรทั้งหมดของหลอดแก้ว

3.4.3 กลั่นจนกระทั่งปริมาตรของเหลวที่ควบแน่นออกมาใน flask ที่รองรับdistillate มีปริมาตร 15 มิลลิลิตร จึงนำ flask ออกแช่ใน water bath อุณหภูมิ 60°C นาน 20 - 25 นาที การออกซิไดส์ก็จะสมบูรณ์

3.4.4 นำไปไตเตรทกับสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตจนมีสีเขียวจึงหยดสารละลาย indicator ลงไป 2 - 3 หยด ไตเตรทต่อจนกระทั่งสีเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลม่วงนั่นคือ end point

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณอัลกอยฮอล์ (ml/100 ml)} = 25 - \left(25 \frac{A}{B}\right)$$

หรือ $$\text{ปริมาณอัลกอยฮอล์ (gm/100 ml)} = 25 - \left(25 \frac{A}{B}\right) \frac{7.933}{10}$$

เมื่อ A คือ ปริมาตรของเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ไตเตรทกับไดโครเมทที่เหลือจากการทำปฏิกิริยากับอัลกอยฮอล์

B คือ ปริมาตรของเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ไตเตรทกับ Blank (น้ำกลั่น)

4. การหาจำนวนเซลยีสต์ด้วยวิธี Haemacytometer

ใช้ Counting Chamber ซึ่งมีช่องใหญ่ 25 ช่อง แต่ละช่องใหญ่จะมี 16 ช่องเล็ก มีความลึก 0.1 มิลลิเมตรพื้นที่ทั้งหมด 1 ตารางมิลลิเมตร มีปริมาตรเท่ากับ 0.1 ลูกบาศก์มิลลิเมตร คิดเป็น 0.1×10^{-3} ลูกบาศก์เซนติเมตร

4.1 ปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตรใส่หลอดทดลอง ถ้าตัวอย่างมีจำนวนเซลยีสต์มากให้ทำการเจือจางด้วยน้ำกลั่นก่อน เติม Methylene blue 10 เปอร์เซนต์ลงไป 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เซลยีสต์กระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ดูดสารละลายตัวอย่างใส่ใน Counting chamber แล้วนำไปตรวจนับด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า การตรวจนับจะสุ่มตัวอย่างนับแบบกากะบาทหรือตัว X แบบซิกแซกหรือตัว Z ก็ได้เพื่อไม่ให้ช่องที่นับซ้ำกัน

การคำนวณ

สมมุติให้ช่องใหญ่เป็นจำนวน N ช่อง นับได้จำนวน n cells

ใช้สูตร จำนวนเซลยีสต์ = $4x / 10^6$ (D) cells/ml

เมื่อ $X = \frac{n}{N}$

D = เท่าการเจือจางตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้