บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 ความหมายและชนิดของไวน์ข้าว

ไวน์ข้าว (rice wine) จัดเป็นสุราแช่ ตามความหมายในพระราชบัญญัติสุรา พ.ศ. 2492 มาตรา 4 ซึ่งให้คำนิยามว่า "สุราแช่" หมายความว่าสุราที่ไม่ได้กลั่น และให้หมายความรวมถึงสุราแช่ที่ได้ผสมกับสุรากลั่นแล้ว แต่ยังมีแรงแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15 ดีกรีด้วย (สามิตสาร, 2493) คำว่าแรงแอลกอฮอล์ (alcohol strength) หมายถึง ดีกรีหรือหน่วยวัดแรงแอลกอฮอล์ในสุราคิดเป็นร้อยละโดยปริมาตร (มาตรฐานอุตสาหกรรมสุรา, 2516) ชื่อเรียกไวน์ข้าวจะแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ ดังแสดงในตารางที่ 1 (Platt, 1987)

ตารางที่ 1 ชื่อเรียกของไวน์ข้าวและประเทศที่ผลิต

ประเทศที่ผลิต	ชื่อไวน์ข้าว
ญี่ปุ่น	sake,amazake
ฟิลิปปินส์	tapuy
อินเดีย	shonti,murcha
เกาหลี	makkari
จีน	shao-shin-chu
มาเลเซีย	tapay
เวียดนาม	baside
ไทย	กระแช่ น้ำขาว
	สาโท อุ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Yoshizawa (1985) ได้แบ่งไวน์ข้าวออกเป็น 2 กลุ่มตามลักษณะความใสของผลิตภัณฑ์ คือ

1. alcoholic beverage เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่มีลักษณะใส ได้แก่สาเก และ shao-shin-chu เป็นต้น

2. miscellaneous alcoholic drinks เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่มีลักษณะขุ่นอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์และของแข็งที่เหลือตกค้างอยู่ ได้แก่ tapuy, baside, tapay, amazake และสาโท เป็นต้น

ไวน์ข้าวที่รู้จักกันดีและเป็นที่นิยมไปทั่วโลกคือ สาเก เนื่องจากมีพัฒนาการผลิตมากกว่าไวน์ข้าวชนิดอื่น ๆ (ลูกจันทร์ ภัครัชพันธุ์, 2535 ; Kodama, 1970) วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตคือ ข้าวและน้ำ เช่นเดียวกับสาโทของประเทศไทย แตกต่างกันที่สาเกดำเนินการหมักโดยโคจิ (koji) ซึ่งเป็นเชื้อบริสุทธิ์ของ *Aspergillus oryzae* ที่เจริญบนข้าวสุก และเชื้อบริสุทธิ์ของยีสต์ *Saccharomyces sake* (Kodama, 1970) แต่สาโทดำเนินการหมักโดยเชื้อในลูกแป้งเหล้าซึ่งเป็นกลุ่มเชื้อผสมของจุลินทรีย์หลายชนิดทั้งยีสต์ รา และแบคทีเรีย (นภา ไล่ห์ทอง, 2535) คุณภาพของสาโทจึงขึ้นกับคุณภาพของลูกแป้งเป็นสำคัญ

2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสาโทและสาเก

ข้าว เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตสาโทและสาเกมีชื่อทางพฤษศาสตร์ คือ *Oryza sativa* โดยข้าวที่ปลูกในประเทศไทยจัดอยู่ใน indica type มี 2 ชนิดคือ ข้าวเจ้า (rice, ordinary rice) และข้าวเหนียว (glutinous rice, sticky rice) มีลักษณะเมล็ดยาวรี ส่วนข้าวที่ปลูกในประเทศญี่ปุ่นจัดอยู่ใน japonica type เป็นข้าวเจ้ากึ่งข้าวเหนียว เมล็ดมีลักษณะป้อมสั้น (ดุ้ย ชุมสาย, 2523)

องค์ประกอบหลักในเมล็ดข้าวคือแป้ง (strach) ซึ่งอยู่ในรูปของเม็ดแป้ง (starch granule) ประกอบด้วยโมเลกุลโซ่ตรงของอมัยโลส (amylose) เกาะเกี่ยวกับโมเลกุลที่มีโซ่สาขาของอมัยโลเพคทิน (amylopectin) ปริมาณของอมัยโลสในข้าวแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ข้าวเจ้ามีอมัยโลสสูงกว่าข้าวเหนียว (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2532) ซึ่งปริมาณอมัยโลสมีผลต่อลักษณะข้าวสุก โดยข้าวที่มีอมัยโลสต่ำข้าวสุกจะมีลักษณะเหนียวและจะร่วนขึ้นเมื่อปริมาณอมัยโลสเพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 2 (Juliano, 1972)

ตารางที่ 2 การแบ่งประเภทของข้าวตามปริมาณอมัยโลส

ประเภทข้าว	ปริมาณอมัยโลส(%)	ลักษณะข้าวสุก
ข้าวเหนียว	0 - 2	เหนียวมาก
ข้าวอมัยโลสต่ำมาก	0 - 9	เหนียว
ข้าวอมัยโลสต่ำ	10 - 19	เหนียว
ข้าวอมัยโลสปานกลาง	20 - 25	เหนียวเล็กน้อย
ข้าวอมัยโลสสูง	25 - 34	ร่วนแข็ง

การทำสาไทนิยมใช้ข้าวเหนียวขาวหรือข้าวเหนียวดำเป็นวัตถุดิบมากกว่าข้า วเจ้าเนื่องจากข้าวเหนียวให้กลิ่นรสที่ดีกว่า และจุลินทรีย์ในลูกแป้งสามารถย่อยแป้งข้าวเหนียวได้ดีกว่าแป้งข้าวเจ้า ลูกจันทร์ ภัครัชพันธุ์ (2535) กล่าวว่าข้าวที่เหมาะสำหรับทำสาเกควรเป็นข้าวที่มีอมัยโลสต่ำ (เช่น ข้าวเหนียว) เพราะเมื่อนึ่งสุกแล้วจะมีลักษณะอ่อนนุ่ม ไม่แน่นทำให้การเจริญของเชื้อราเป็นไปได้ดี และการทำงานของเอนไซม์จากเชื้อรามีประสิทธิภาพสูง Sanchez และคณะ (1988) ได้ทดลองหมักไวน์ข้าว tapuy ของฟิลิปปินส์ รายงานว่า ไวน์ข้าวที่หมักด้วยข้าวเหนียวและข้าวอมัยโลสต่ำให้ผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาคือข้าวอมัยโลสปานกลาง ส่วนข้าวอมัยโลสสูงจะให้ผลผลิตต่ำที่สุด ประดิษฐ์ ครุวัฒนา และคณะ (2536) ได้ศึกษาพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมต่อการผลิตไวน์ข้าวของประเทศไทย พบว่าไวน์ที่ผลิตจากข้าวญี่ปุ่นพันธุ์ KD - 105 และข้าวเหนียวดำพิมายได้รับการยอมรับจากผู้ชิมมากที่สุดในด้านกลิ่น รส และมีปริมาณแอลกอฮอล์ประมาณ 15-19 เปอร์เซ็นต์

Kodama (1970) กล่าวโดยสรุปว่า ข้าวที่เหมาะสมต่อการผลิตสาเกควรมีอัตราการขัดสี 50 % เพื่อกำจัดโปรตีน ไขมัน และเถ้า เพราะนอกจากจะทำให้เกิดสีและกลิ่นรสที่ไม่ดีต่อสาเกแล้วสารบางชนิดเช่น กรดอมิโน อาจจะเปลี่ยนไปเป็น fusel Oil ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพ และเมื่อนึ่งสุกแล้วข้าวควรมีเมล็ดอ่อนนุ่มเพื่อให้ง่ายต่อการแทงเส้นใยของเชื้อราเข้าไปในเมล็ดข้าว นอกจากนี้ข้าวควรมีอัตราการดูดซึมน้ำได้มากและเร็วเมื่อนำไปแช่น้ำ เพราะเมื่อนำไปนึ่งให้สุกจะทำให้เมล็ดข้าวอ่อนนุ่ม ง่ายต่อการย่อยโดย enzyme ใน Koji

น้ำ เป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ในไวน์ข้าวไม่ต่ำกว่า 80 % น้ำจึงเป็นวัตถุดิบที่สำคัญเพราะมีผลต่อคุณภาพไวน์ข้าวโดยตรง สมบัติของน้ำที่เหมาะสมในการทำสาเก คือ ไม่มีสี กลิ่นรส แร่ธาตุ และเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย โดยเฉพาะธาตุเหล็กซึ่งเป็นองค์ประกอบของ Ferrichysin เป็นสารให้สีน้ำตาลแดง (Tedenuma และ Sato, 1967) จะมีผลเสียต่อคุณภาพของสาเก Kodama (1970) กล่าวว่าปริมาณธาตุเหล็กที่ยอมให้มีได้ในน้ำไม่ควรเกิน 0.02 ppm สำหรับประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาถึงสมบัติของน้ำที่เหมาะสมต่อการทำไวน์ข้าว ในการผลิตส่วนใหญ่นิยมใช้น้ำฝน หรือ น้ำประปาต้มสุก

ลูกแป้ง การย่อยข้าวที่นิยมในประเทศไทยคือการใช้ลูกแป้งสุราซึ่งมีทั้งเชื้อราและยีสต์อยู่โดยเชื้อรา *Rhizopus* ทำหน้าที่สร้างเอนไซม์ออกมาย่อยแป้งเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล และ เชื้อยีสต์ *Saccharomysis cerevisiae* ก็จะหมักน้ำตาลที่ได้ให้เป็นแอลกอฮอล์ต่อไป (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, 2533 ; Kodama, 1970) โดยลูกแป้งสุราจัดเป็นเชื้อสุราอย่างหนึ่งตามความหมายในพระราชบัญญัติสุรา พ.ศ. 2493 มาตรา4 (สามิตสาร, 2493) ซึ่งให้คำนิยามว่า "เชื้อสุรา" หมายความว่าแป้งเชื้อสุรา แป้งหมักสุรา หรือแป้งเชื้อใด ๆ หมักกับวัตถุหรือของเหลวอื่น ๆ แล้วสามารถทำให้เกิดแอลกอฮอล์ที่ใช้ทำสุราได้ ซึ่งการทำลูกแป้งสุราต้องใช้ความชำนาญและระมัดระวังอย่างมาก เพื่อไม่ให้เกิดการเจริญของเชื้อที่ไม่จำเป็นต่อการหมักขึ้นในลูกแป้งเนื่องจากกลิ่นและรสของไวน์ข้าวจะดีเพียงใดหรือได้แอลกอฮอล์มากน้อยเพียงไร ก็ขึ้นอยู่กับชนิดและความบริสุทธิ์ของราและยีสต์ในลูกแป้งนั้น สูตรการทำลูกแป้งสุรา แสดงในตารางที่ 3 (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, 2533)

ตารางที่ 3 สูตรการทำลูกแป้งสุรา

ส่วนประกอบ	ปริมาณ(กรัม)
กระเทียม	40
ขิง	40
ข่า	20
ชะเอม	40
พริกไทย	6
ดีปลี	6
หัวหอม	20
ข้าวเจ้า	2500

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับการทำสาเกของญี่ปุ่นกิจกรรมการหมักจะใช้ราและยีสต์บริสุทธิ์ (pure culture) ที่ทราบสายพันธุ์การควบคุมสภาวะการผลิตจึงทำได้ดีกว่าไวน์ข้าวที่ได้จึงมีคุณภาพดีและสม่ำเสมอ

2.3 กระบวนการผลิตสาโทและสาเก

กระบวนการหมักข้าวประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 3 ขั้นคือ

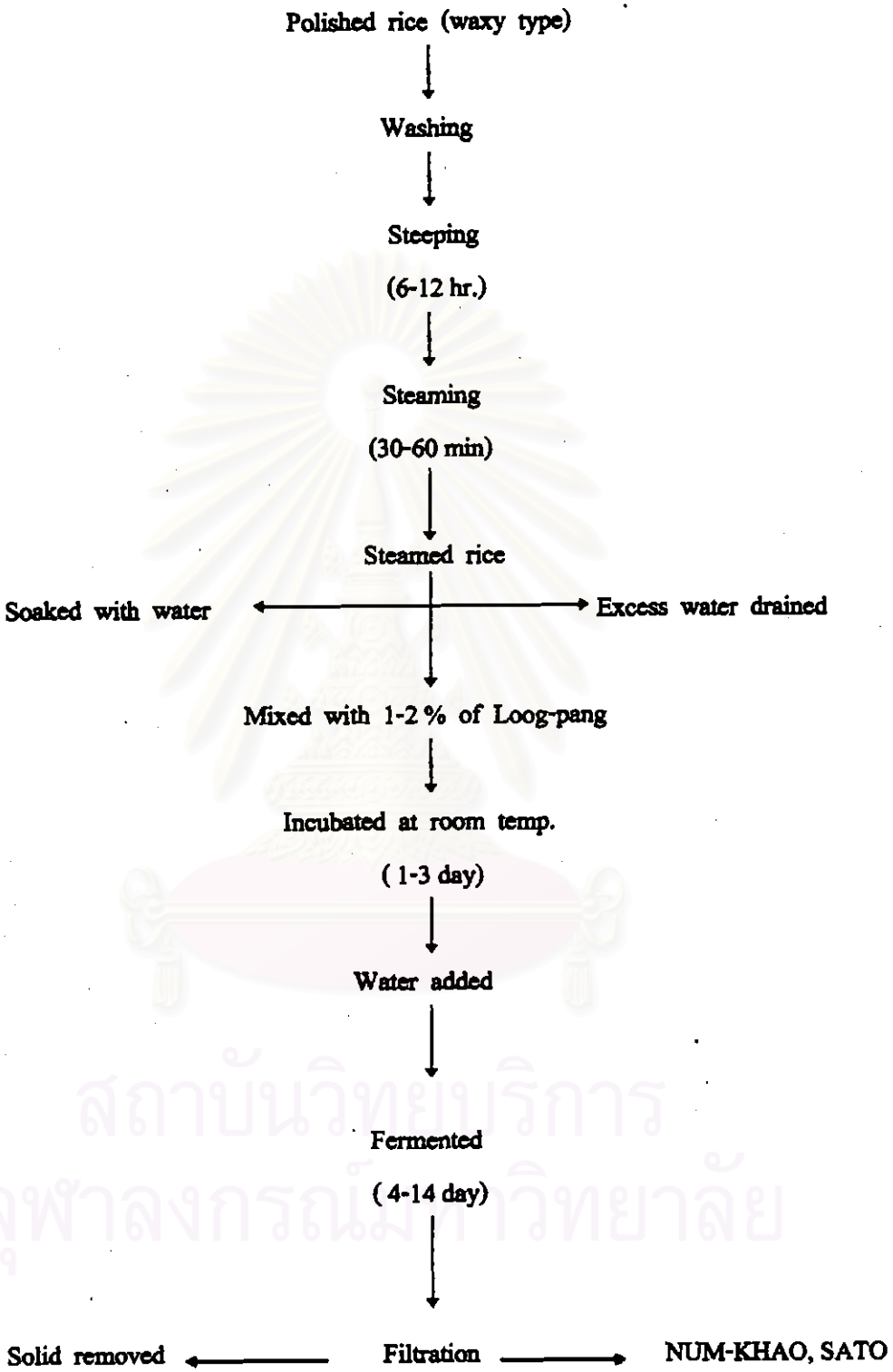
1. Gelatinization เป็นขั้นตอนการทำให้ข้าวสุก เม็ดแป้งในข้าวเมื่อสัมผัสความร้อนชื้นจะเกิด gelatinization ทำให้ข้าวสุกมีลักษณะนุ่มเหนียวเหมาะสมต่อการทำกิจกรรมของจุลินทรีย์ต่อไป (Tester และ Morrison, 1990)

2. Liquefaction และ Saccharification เป็นขั้นตอนที่ทำให้แป้งเหลวและการย่อยแป้งเป็นน้ำตาลโดยจุลินทรีย์ที่ สร้าง amylolytic enzume ซึ่งได้แก่ Amylomyces , Rhizopus (Teramoto และคณะ, 1990) การย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลเอนไซม์อัลฟ่าอมัยเลส จะได้ผลผลิตเป็น dextrins และ maltose สำหรับการย่อยด้วยเบต้าอมัยเลส จะได้ผลผลิตเป็น maltose และ limit dextrins และamyloglucosidase จะย่อยแป้งหรือdextrinsนั้นให้เป็นกลูโคสต่อไป (Weiser, Mountney และ Gould, 1978)

3. Fermentation เป็นขั้นตอนการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์มีดังนี้ (Amerine และ Singleton , 1972)

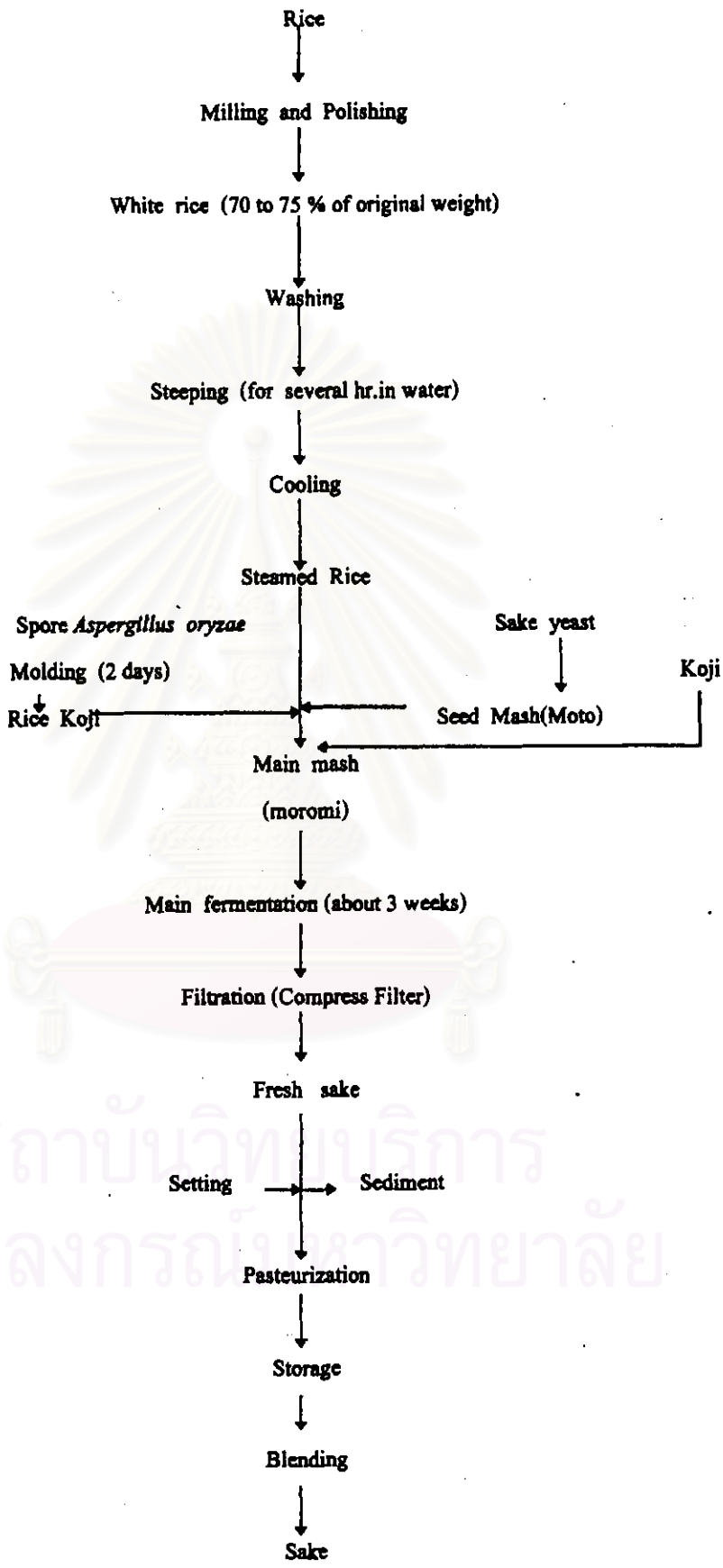
$$1\ \text{glucose}\ (C_6H_{12}O_6) \longrightarrow 2\ \text{ethanol}\ (CH_3CH_2OH) + 2CO_2 + \text{about 56 Kcal of energy}$$

กระบวนการผลิตสาโทหรือน้ำขาว ดังแสดงในรูปที่ 1 (มนตรี เชาวน์สังเกตุ , 2521) และกระบวนการผลิตสาเกดังแสดงในรูปที่ 2 (Nunokawa,1972)



รูปที่ 1 กระบวนการผลิตน้ำขาวหรือสาโท

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2 กระบวนการผลิตสาเก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่1และ2จะเห็นว่าการผลิตสาโทและสาเกมีความแตกต่างกันในหลายขั้นตอน ประดิษฐ์ ครุวัฒนา (2535) ได้เปรียบเทียบกระบวนการผลิตสาโทและสาเก ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบกระบวนการผลิตสาโทและสาเก

ข้อเปรียบเทียบ	สาโท	สาเก
ชนิดหรือประเภทของไวน์ข้าว	มี 2 ชนิดคือ 1. น้ำขาว ทำจากข้าวเหนียวขาว 2. น้ำแดง ทำจากข้าวเหนียวแดง	มี 2 ชนิดคือ 1. สาเกขาว ทำจากข้าว 2. สาเกแดง ทำจากข้าวแดง(angkak)จากรานแดง (*Monascus purpureus*)
ชนิดของข้าว	ข้าวเหนียว - เมล็ดยาวขัดสีเล็กน้อยมีน้ำหนักประมาณ 80 % ของน้ำหนักเดิม	ข้าวเจ้ากึ่งข้าวเหนียว - เมล็ดป้อมสั้นขัดสีจนมีขนาดเล็กมีน้ำหนักประมาณ 50 - 75 % ของน้ำหนักเดิม
น้ำ	ใช้น้ำฝน น้ำประปาหรือน้ำบ่อ ไม่มีการบำบัดน้ำก่อนใช้	เลือกน้ำจากแหล่งธรรมชาติที่สะอาดหรือใช้น้ำประปาที่บำบัดจนมีปริมาณเหล็กน้อยมาก
เชื้อจุลินทรีย์	ใช้ลูกแป้งสุราซึ่งเป็นเชื้อผสมของราและยีสต์มีแบคทีเรียปนเปื้อนเชื้อราที่พบส่วนใหญ่เป็น Amylomyus และ Mucor ส่วนยีสต์ที่พบส่วนใหญ่เป็น Filamentous type และ Saccharomyces type	ใช้เชื้อบริสุทธิ์ของราและยีสต์ที่คัดเลือกแล้ว เชื้อราคือ *Asperglillus oryzae* หรือเป็นเชื้อผสมของ *A. oryzae* และ *Rhizopus oryzae* โดยเฉพาะเชื้อราบนข้าวนึ่งจนได้ rice koji ซึ่งเป็นแหล่งเอนไซม์ย่อยแป้ง ส่วนยีสต์นั้นเป็น Saccharomyces sake yeast

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบกระบวนการผลิตสาโทและสาเก (ต่อ)

ข้อเปรียบเทียบ	สาโท	สาเก
การหมัก	หมักในโอ่งหรือไหขนาดไม่ใหญ่นัก ไม่ควบคุมอุณหภูมิการหมัก ใช้เวลาหมักประมาณ 1-2 สัปดาห์โดยช่วง 1-3 วันแรกเป็นการหมักแบบไม่เติมน้ำ	หมักในถังแสตนเลสหรือถังเหล็กเคลือบภายในด้วยสารกันสนิม หมักในฤดูหนาวหรือที่อุณหภูมิต่ำ 10-13 °C ใช้เวลาในการหมักประมาณ 25 วัน
ในระหว่างการหมัก	มักเติมน้ำในวันที่ 3 ของการหมักหากนำไวน์บางส่วนไปรับประทานแล้วมักเติมน้ำหรือน้ำตาลลงไปทดแทนเพื่อได้ไวน์ข้าวต่อไป	มีการเติมโคจิ ข้าวนึ่งและน้ำอย่างละ 3 ครั้ง ครั้งที่4 อาจเติมเฉพาะข้าวนึ่งและน้ำ มีการกวนถังหมักวันละ 2 ครั้งในระยะแรกหมักที่อุณหภูมิต่ำ
เมื่อสิ้นสุดการหมัก	จะคั้นและกรองด้วยผ้าขาวบางได้น้ำสีขาวขุ่นนิยมดื่มในขณะการหมักยังดำเนินอยู่ไม่ปล่อยให้สิ้นสุดการหมัก	จะทิ้งให้ตกตะกอน 1-2 วันอาจเติมสารช่วยกรอง
ปริมาณแอลกอฮอล์	3 - 5 % โดยปริมาตร	18 - 20 % โดยปริมาตร
การทำลายจุลินทรีย์ก่อนนำไปบริโภค	นิยมดื่มทันทีโดยไม่มีการฆ่าเชื้อจึงมักเกิดอาการท้องเสียหลังการดื่มและสาโทเก็บได้ไม่นาน	ใช้วิธีกรองและพาสเจอร์ไรซ์
การปรับรสหวาน	เติมน้ำเชื่อมหรือน้ำตาลลงไปเรียกว่าถ่วงด้วยน้ำตาล เป็นการเร่งและทำให้การหมักดำเนินไปเรื่อยๆ	เติมข้าวนึ่งและน้ำตาลเป็นครั้งที่4 เพื่อให้เอมไซม์ที่เหลือย่อยแป้งในข้าวนึ่งให้เป็นน้ำตาล

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบกระบวนการผลิตสาโทและสาแก (ต่อ)

การบ่มและผสม	ไม่มีการบ่มและผสมปรุงแต่งสารใดๆ ลงในสาโท นิยมดื่มสดรสออกหวาน กลิ่นหอมมีแอลกอฮอล์ รสเผื่อนเล็กน้อย	บ่มไว้ระยะหนึ่งประมาณ1 เดือนระหว่างการบ่มจะเจือจางน้ำเพื่อลดปริมาณแอลกอฮอล์ ให้เหลือ 15-17 %โดยปริมาตร

2.4 เอนไซม์อมัยเลส

เอนไซม์ที่มีความสำคัญในการหมักไวน์ข้าวคือเอนไซม์อมัยเลสซึ่งเป็นextra cellular enzyme มีความสามารถย่อยแป้ง พบในสัตว์ ในเซลของพืช และจากการสร้างของจุลินทรีย์ สามารถแบ่งตามตำแหน่งการย่อยแป้งออกเป็น 2 ประเภทคือ (Weiser, Mountney และ Gould, 1978)

- endoamylase ย่อยสลายแป้งแบบสุ่มที่ตำแหน่ง alpha-1, 4 glucosidic linkage ทำให้ได้reducing group และ dextrin ซึ่งมี glucose chain ขนาดต่าง ๆ กัน เอนไซม์ประเภทนี้คือ alpha-amylase หรือ amylo (1-4) dextrinase เอนไซม์นี้พบทั้งในสัตว์ พืช และจุลินทรีย์

- exoamylase ย่อยแป้งจาก non-reducing end เข้าไป เอนไซม์ประเภทนี้ได้แก่ beta-amylase และ glucoamylase สำหรับ beta-amylase หรือ amylo (1-4) maltosidase จะย่อยแป้งที่ตำแหน่ง alpha-1,4 glucosidie linkage เข้าไปทีละ 2 หน่วยของกลูโคส แต่ไม่สามารถย่อยสลายพันธะที่ต่อแบบ alpha- (1-6) linkageได้ผลที่ได้จากการย่อยจึงเป็นน้ำตาลมอลโตส และ limit dextrin ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงปนอยู่ด้วย ส่วน glucoamylase หรือ gamma-amylase หรือ amylo (1-4 ,1-6) glucosidase สามารถย่อยแป้งได้อย่างสมบูรณ์จาก non-reducing end ที่ตำแหน่งต่าง ๆ คือ alpha- 1-4 และ alpha - 1,6 glucosidic linkage เข้าไปทีละ 1 หน่วย จึงได้กลูโคสเพียงอย่างเดียวในการย่อย

2. 5 จุลินทรีย์ที่สร้างอมัยเลส

อมัยเลสที่ได้จากจุลินทรีย์มีความสำคัญมากในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่นในอุตสาหกรรมสิ่งทอ การผลิตกระดาษ การผลิตแอลกอฮอล์ และอุตสาหกรรมอาหารเป็นต้น จุลินทรีย์ที่สร้างเอนไซม์อมัยเลสได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ และรา ได้แก่ *Bacillus subtilis* , *Aspergillus oryzae* , *Endomycopsis fibuligera* เป็นต้น (ดวงพร คันธโชติ , 2533) ในปี 1984

Calmette อ้างถึงใน มนตรี เชาวน์สังเกตุ (2521) ได้คัดเลือกเชื้อราที่ย่อยแป้งจากลูกแป้งของจีนที่เรียกว่า Chinese yeast พบว่าเชื้อราที่ย่อยแป้งดีที่สุดเป็นพวก Rhizopus ต่อมาได้มีผู้ค้นคว้าใช้เชื้อราและยีสต์เพื่อเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลและแอลกอฮอล์เรียกว่า Amylo process เชื้อราที่ใช้กันมากใน amyloprocess คือ *Rhizopus delemar* ซึ่งมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลได้ดีมากและสร้างกรดน้อย (Prescott และDunn , 1959) Ellis, Wang และ Hesseltine (1974) รายงานว่า Rhizopus ที่มีความสามารถในการสร้างเอนไซม์อมัยเลส คือ *Rh. microsporus, Rh. niveus, Rh. arrhizus* และ *Rh. oryzae* นอกจากนี้ Windish และ Mhatre (1965) ได้รายงานว่าเอนไซม์ที่สร้างขึ้นโดย Rhizopus คือ amyloglucosidase ซึ่งย่อยแป้งให้ผลผลิตส่วนใหญ่ คือ กลูโคส Batra และ Miller (1974) ได้ศึกษาจุลินทรีย์ในลูกแป้งเหล้าของอินเดีย (murcha starter cake) พบว่ามีจุลินทรีย์หลายชนิดได้แก่ *Hansenula anomala , Mucor fragillis , Mucor rouxii* และ*Rhizopus arrhizus* ซึ่งเมื่อนำมาหมักข้าว indica type และหมักต่อด้วย murcha yeast จะได้เครื่องดื่มที่มีรสเหมือนเหล้าสาเกของ ประเทศญี่ปุ่น Suprianto และคณะ (1989) ได้ศึกษา starter ragi ที่ทำจากข้าวเหนียวพบว่าเชื้อส่วนมากประกอบด้วย 3 ชนิด คือ *Rhizopus* sp. , *Saccharomycess* sp. และ *Streptococcus* sp. สำหรับลูกแป้งในประเทศไทย มนตรี เชาวน์สังเกตุ (2521) ได้ศึกษาการคัดเลือกสายพันธุ์ยีสต์และราเพื่อใช้ผลิตไวน์ข้าวพบว่า เชื้อ *Rhizopus* MM-52 หมักร่วมกับเชื้อ*Saccharomycess* MS-50 ให้ผลการหมักดีที่สุดโดยมีแอลกอฮอล์สูงและให้ปริมาณกรดต่ำกว่าการใช้ลูกแป้ง

2.5 การศึกษากิจกรรมเอนไซม์อมัยเลส

Bernfeld (1951) ได้อธิบายการไฮโดรไลซ์แป้งโดยเอนไซม์อมัยเลสว่าจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เกิดขึ้นดังต่อไปนี้

2.5.1 reducing power สูงขึ้น

2.5.2 สมบัติในการให้สีกับไอโอดีนเปลี่ยนไป

2.5.3 viscosity ลดลง

2.5.4 เกิดการเปลี่ยนแปลง optical rotation power

2.5.5 ทำให้ความขุ่นของ glycogen solution ลดลง

ผลจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นดังกล่าวสามารถนำมาใช้เพื่อศึกษากิจกรรมเอนไซม์อมัยเลสได้ เช่นตรวจการ liquefaction และ dextrinization ของแป้งโดยวัดความขุ่นที่ลดลงโดยวิธีของ Hesteltine (1963) และวัดปฏิกิริยาของสีที่เกิดจากไอโอดีนกับแป้ง หรือการวัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการต่าง ๆ (Miller, 1959)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย