การหมักเหล้าขาวญี่ปุ่นโดยใช้ข้าวดิบ

Shoehu Fermentation with Uncooked Rice

จรัญ เจตนะจิตร
ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Summary

Alcohol fermentation from local rice either white rice or glutinous rice could be achieved by using the technology of Japanese shoehu making Fermentation of plain rice without gelatinization by heat also possible, and the cost of production is partially reduced. The new process is relavance to the greater utilization of rice in the country. More research is needed for using different particle sizes of rice or rice starch in the main mash fermentation. Feasibility study at pilot scale is necessary for further application in industrial scale.

บทคัดย่อ

การทำโคจิโดยใช้ข้าวเจ้าและข้าวญี่ปุ่นโดยบ่มไว้ที่ 40; 35°ซ ในวันที่ 1 และวันที่ 2, 3 ตามลำดับ ที่ความชื้น 95% พบว่าโคจิข้าวเจ้ามีกิจกรรมเอนไซม์ต่ำกว่าโคจิข้าวญี่ปุ่น และโคจิทั้งสองชนิดจะมีค่าแอซิดิตีเพียงประมาณ 3 เท่านั้น เมื่อใช้โคจิทั้งสองชนิดนี้ไปหมักข้าวเจ้า ข้าวเหนียว และข้าวญี่ปุ่น แบบใช้ข้าวนึ่งและข้าวดิบ การหมักจะสมบูรณ์ที่ 20 วัน ได้แอลกอฮอล์ 18-20% โดยที่ประสิทธิภาพการหมักโดยใช้ข้าวดิบต่ำกว่าการหมักโดยใช้ข้าวนึ่งอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คำนำ

เหล้าขาวญี่ปุ่นหรือโชชิว เป็นเครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์ที่นิยมดื่มกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางตอนใต้ของประเทศ คล้ายกับเหล้าโรงในประเทศไทย ผลิตจากวัตถุดิบหลายชนิด เช่น มันเทศ แครอท กากน้ำตาล และข้าวชนิดต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งก็คล้ายกับเหล้าโรงหรือเหล้าขาวในประเทศไทยสมัยก่อน ผลิตโดยใช้รัญญูฟิชเป็นหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวเหนียว ต่อมาเมื่อมีการปลูกอ้อยและมีโรงงานน้ำตาลจากอ้อยเพิ่มขึ้น ราคากากน้ำตาลถูกมากเมื่อเทียบกับข้าว โรงงานผลิตเหล้าจึงได้หันไปใช้กากน้ำตาลแทนเพราะต้นทุนการผลิตต่ำและขั้นตอนการผลิตไม่ยุ่งยาก แต่ราคาเหล้าโรงก็ยังเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ปัจจุบัน

โรงงานที่ผลิตเหล้าจากข้าวล้วน ๆ แทบจะไม่มีอยู่เลย เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพของน้ำเหล้าที่ผลิตจากข้าวและกากน้ำตาลแล้ว คุณภาพของเหล้าที่ผลิตจากกากน้ำตาลจะด้อยกว่ามาก

การผลิตเหล้าในประเทศไทยนับแต่สมัยโบราณมาดำเนินการถ่ายทอดความรู้จากประสบการณ์แบบตัวต่อตัว ไม่มีการบันทึกหรือรายงานไว้เป็นหลักฐาน ประกอบกับกฎหมายไม่เปิดโอกาสให้มีการแข่งขัน จึงเป็นสาเหตุให้ด้อยการพัฒนาทางด้านขบวนการผลิตและคุณภาพ

การผลิตเหล้าในประเทศญี่ปุ่นมีการแข่งขันกันอย่างกว้างขวาง จึงทำให้แต่ละโรงงานต้องเร่งการพัฒนาทั้งทางด้านขบวนการผลิตและคุณภาพ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ราคาถูกและเป็นที่นิยมของผู้บริโภค โรงงานแต่ละโรงจะมีผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพระดับต่าง ๆ มากมาย เพื่อให้ผู้บริโภคได้มีโอกาสเลือก โดยเฉพาะเหล้ายาวโชชิว ถึงแม้ว่าจะมีการผลิตจากกากน้ำตาล แต่ที่นิยมกันมากก็คือโชชิวที่ผลิตจากวัตถุดิบประเภทแป้ง เช่น มันเทศ ข้าวชนิดต่าง ๆ และโซบะ เป็นต้น ซึ่งการหมักจะต้องมีขั้นตอนการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลโดยใช้เอนไซม์จากเชื้อรา ในขั้นตอนการทำโคจิ เชื้อราที่นิยมใช้คือ *Aspergillus kawachii* หลังจากนั้นเชื้อยีสต์จึงหมักน้ำตาลที่ได้เป็นแอลกอฮอล์ วัตถุดิบที่ใช้ทุกขั้นตอนจะต้องนึ่งให้สุกเสียก่อน ซึ่งถ้าโคจิที่ใช้มีกิจกรรมในการย่อยแป้งดิบก็คงสามารถผลิตโชชิวหรือเหล้ายาวจากข้าวดิบได้ เช่นเดียวกับการหมักแอลกอฮอล์จากแป้งดิบ (Olympia และ Ueda, 1980; Matuoka และคณะ, 1982) จะทำให้ต้นทุนการผลิตเหล้ายาวจากข้าวลดลงได้ส่วนหนึ่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การทำโคจิ

ใช้ข้าวเจ้าเปรียบเทียบกับข้าวญี่ปุ่น โดยนำข้าวไปแช่น้ำแล้วนึ่งให้สุก ทิ้งไว้ให้เย็น และคลุกด้วยสปอร์เชื้อ *Aspergillus kawachii* ที่เลี้ยงบนข้าวนึ่ง โดยใช้สปอร์ 0.2% ของน้ำหนักข้าว นำไปบ่มในเครื่องทำโคจิที่ 40; 35 ซ ความชื้น 95% เป็นเวลา 1 2 วัน โคจิที่ได้นำมาวิเคราะห์หากิจกรรมของเอนไซม์ แอลฟาอมิเลส กลูโคอมิเลส แอซิดโปรตีเอส แอซิดคาร์บอคซีเปปติเดส ทรานซกลูโคซีเดส และกิจกรรมการย่อยแป้งดิบ

seed mash fermentation

ใช้โคจิ 100 กรัมของน้ำหนักแห้งข้าว ใส่ขวดแก้ว เติมน้ำ 120 มล. เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* Sc.90 1 มล. (10^9 เซลล์) บ่มที่ 30°ซ 4 วัน ชั่งหาน้ำหนักที่หายไปทุกวัน เมื่อครบ 4 วันทำการวิเคราะห์ค่าพีเอช แอซิดิตี อมิโนแอซิดิตี กลูโคส น้ำตาลทั้งหมด และแอลกอฮอล์

3. main mash fermentation

ทำการหมักในขวดแก้วโดยใช้ส่วนประกอบต่าง ๆ ดังตาราง

ส่วนประกอบ	seed mash	main mash	รวม
โคจิ	50 กรัม		50 กรัม
ข้าว		125 กรัม	125 กรัม
น้ำ	60 มล	220 มล.	280 มล.

ข้าวที่ใช้ในการหมัก ใช้ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว และข้าวญี่ปุ่น เปรียบเทียบกันโดยใช้ข้าวนึ่งสุกและข้าวดิบ หมักที่อุณหภูมิ 32-25°ซ โดยลดอุณหภูมิ 1°ซ ทุก ๆ 2 วัน ระหว่างหมักชั่งหาน้ำหนักที่หายไป เมื่อน้ำหนักหายคงที่นำน้ำส่วนหนึ่ง (ประมาณ 20 มล.) ไปกรอง แล้วิเคราะห์ค่าความขุ่น พีเอช แอซิดิตี อมิโนแอซิดิตี กลูโคส น้ำตาลทั้งหมด และแอลกอฮอล์ ส่วนที่เหลือนำไปกลั่นให้ได้ปริมาณน้ำเหล้าครึ่งหนึ่งของปริมาตรน้ำส่วนแล้วเจือจางด้วยน้ำให้มีแอลกอฮอล์ 25% และนำไปหาปริมาณสารระเหยบางชนิดด้วยเครื่อง Shimazu-gaschromatography โดยใช้ Column PEG 1000 (10%) diaslid L 60-80 mesh

ผลการทดลอง

พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์จากโคจิที่ทำจากข้าวเจ้าต่ำกว่าโคจิที่ทำจากข้าวญี่ปุ่น (ตารางที่ 1) ยกเว้นกิจกรรมเอนไซม์แอซิดคาร์บอกซิเปปติเดสที่สูงกว่าโคจิข้าวญี่ปุ่นประมาณเท่า

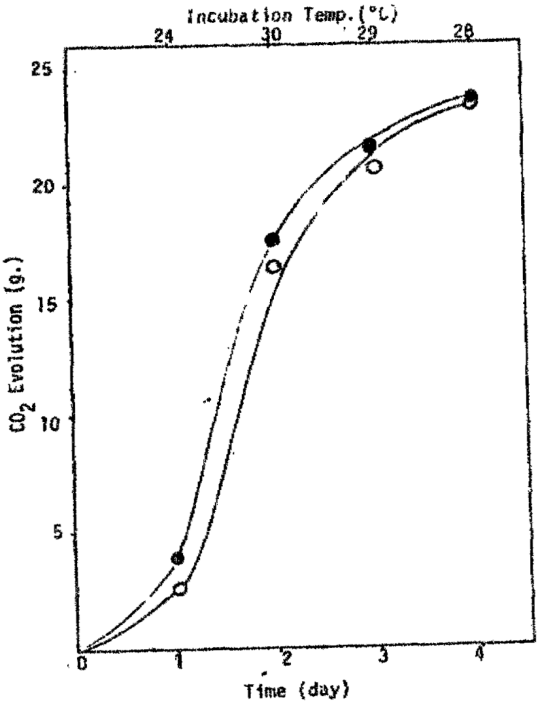
ตารางที่ 1 กิจกรรมของเอนไซม์ในโคจิ

กิจกรรมเอนไซม์	โคจิข้าวเจ้า	โคจิข้าวญี่ปุ่น
แอลฟาอมิเลส	88	154
กลูโคอมิเลส	143	229
แอซิดโปรตีเอส	13,364	15,155
แอซิดคาร์บอกซิเปปติเดส	12 228	2,563
ทรานกลูโคซิเดส	536	1,311
ย่อยแป้งดิบ	11	20
แอซิดิตี	3.65	3.75

ส่วนประกอบและการหมักในขั้น seed mash โดยใช้โคลีข้าวเจ้าและข้าวญี่ปุ่นนั้นไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 2 และภาพที่ 1)

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของการหมัก seed mash

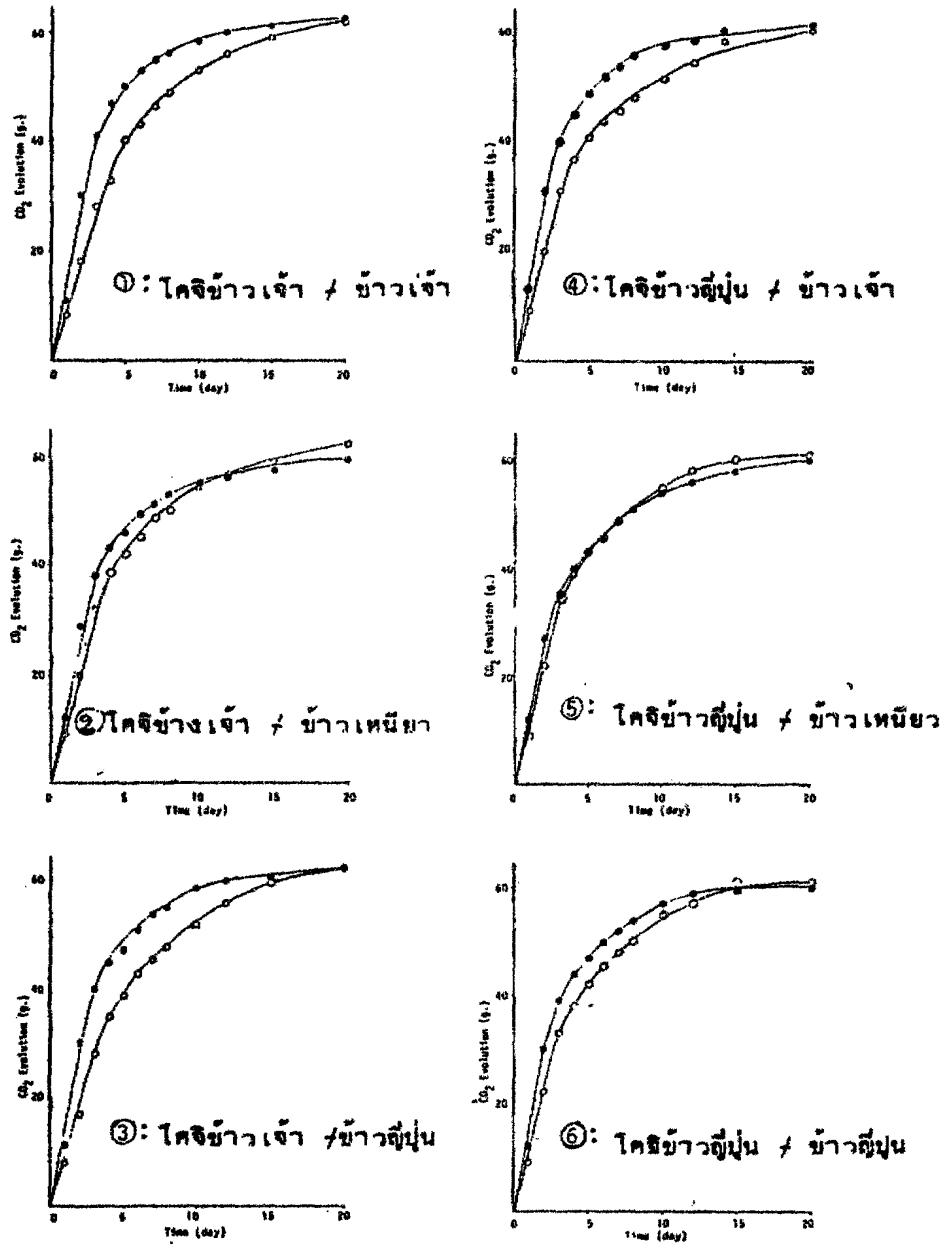
โคลี	พีเอช	แอซิดิตี	อมิโนแอซิดิตี	กลูโคส (มก./มล.)	น้ำตาลทั้งหมด (มก./มล.)	แอลกอฮอล์ % v/v
โคลีข้าวเจ้า	3.69	12.80	5.27	0.79	2.92	14.6
โคลีข้าวญี่ปุ่น	3.75	13.87	6.20	0 76	2.68	14.1



ภาพที่ 1 การเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการหมักขั้น seed mash

●——● โคลีข้าวเจ้า ○——○ โคลีข้าวญี่ปุ่น

การหมัก main mash เปรียบเทียบการใช้ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว และข้าวญี่ปุ่นแบบนึ่งสุกและข้าวดิบ พบว่าเมื่อสิ้นสุดการหมักที่ 20 วัน น้ำหนักที่หายไปไม่มีความแตกต่างกัน (ภาพที่ 2) และค่าความยุ่น พีเอช แอซิดิตี อมิโนแอซิดิตี กลูโคส น้ำตาลทั้งหมด และแอลกอฮอล์ มีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยข้าวนึ่งสุกจะมีแอลกอฮอล์สูงกว่าข้าวดิบประมาณ 1%



ภาพที่ 2 การเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการหมักขั้น main mash ใช้โคจิข้าวเจ้า (1-3) และโคจิข้าวญี่ปุ่น (4-6) และใช้ข้าวนึ่ง (●——●) และข้าวดิบ (○——○)

แต่ยีสต์ของข้าวและยีสต์ของโคจิไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบของน้ำล่าจาก main mash

โคจิ/วัตถุดิบ	ความขุ่นที่ 420 mm.	พีเอช	แอซิดิตี	อมิโนแอซิดิตี	กลูโคส มก/มล	น้ำตาลทั้งหมด มก/มล	แอลกอฮอล์ (%)
ข้าวเจ้า							
ข้าวเจ้านึ่ง	0.14	4.18	5.20	5.75	0.26	2.24	20.1
ข้าวเจ้าดิบ	0.21	4 16	6 22	6.79	0.91	1.92	19.2
ข้าวเหนียวนึ่ง	0.14	4.18	5.16	5.65	0.98	2.79	19.6
ข้าวเหนียวดิบ	0.16	4 20	6.37	6.61	1.29	2.85	18.7
ข้าวญี่ปุ่นนึ่ง	0.18	4.15	6.22	5.35	0.11	1 92	20.7
ข้าวญี่ปุ่นดิบ	0.19	4.12	7.27	6.62	0.12	2 24	20.1
ข้าวญี่ปุ่น							
ข้าวเจ้านึ่ง	0.19	4.19	6.02	5.96	0 07	2.44	20.6
ข้าวเจ้าดิบ	0.20	4.16	6.38	7.02	0.17	1.60	20.4
ข้าวเหนียวนึ่ง	0.12	4.18	5.91	6.19	0 17	1 92	20.3
ข้าวเหนียวดิบ	0.19	4.18	6.55	6.90	0.03	1.92	19.7
ข้าวญี่ปุ่นนึ่ง	0.20	4.13	6.71	5.93	0 05	2.56	20 5
ข้าวญี่ปุ่นดิบ	0.22	4.14	7.45	6 94	0.03	1 60	19.5

สารระเหยง่ายในน้ำเหล้าที่กลั่นได้และปรับให้มีแอลกอฮอล์ 25% (ตารางที่ 4) ในการหมักข้าวดิบ มีแนวโน้มที่จะมีสารระเหยง่ายมากกว่าเหล้าที่หมักจากข้าวนึ่ง แต่เมื่อเทียบกับเหล้าโซยิว มันเทศ และโซยิวข้าว ที่ขายในท้องตลาดแล้ว สำหรับ ethyl acetate, methyl alcohol นั้นต่ำกว่าโซยิวจากท้องตลาดด้วยซ้ำ

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการหมัก (ตารางที่ 5) พบว่ายีสต์ของโคจิข้าว ยีสต์ของข้าวและการหมัก โดยใช้ข้าวนึ่งและข้าวดิบ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่การหมักจากข้าวนึ่งมีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตแอลกอฮอล์สูงกว่าการหมักข้าวดิบ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 4 สารระเหยง่ายจากน้ำเหล้า 25% แอลกอฮอล์

โคลิที่ใช้ทำ seed mash	วัตถุดิบ	volatile substances conc. (ppm)				
		Ethyl acetate	Methyl alcohol	n-propyl alcohol	iso-butyl alcohol	iso-amyl alcohol
ข้าวเจ้า	ข้าวเจ้านึ่ง	68	14	255	222	557
	ข้าวเจ้าดิบ	80	19	402	219	568
	ข้าวเหนียวนึ่ง	74	15	224	219	543
	ข้าวเหนียวดิบ	80	21	357	233	604
	ข้าวญี่ปุ่นนึ่ง	67	18	278	225	537
	ข้าวญี่ปุ่นดิบ			393	230	573
ข้าวญี่ปุ่น	ข้าวเจ้านึ่ง	86	21	272	226	536
	ข้าวเจ้าดิบ	94	26	298	203	534
	ข้าวเหนียวนึ่ง	84	8	190	203	467
	ข้าวเหนียวดิบ	82	18	261	216	551
	ข้าวญี่ปุ่นนึ่ง	87	5	208	217	603
	ข้าวญี่ปุ่นดิบ	82	15	305	200	534
โซ่ยิวมันเทศจากท้องตลาด		90	229	108	147	333
โซ่ยิวข้าวจากท้องตลาด		81	93	160	121	273

ตารางที่ 5 ประสิทธิภาพในการหมักเหล้าขาวญี่ปุ่นจากข้าวเจ้าและข้าวญี่ปุ่น

โคลิที่ใช้ทำ seed mash	วัตถุดิบ	ประสิทธิภาพการหมัก (%)	ผลผลิตแอลกอฮอล์ (l/ton)
โคลิข้าวเจ้า	ข้าวเจ้านึ่ง	91	473
	ข้าวเจ้าดิบ	87	452
	ข้าวเหนียวนึ่ง		483
	ข้าวเหนียวดิบ	86	446
	ข้าวญี่ปุ่นนึ่ง	95	493
	ข้าวญี่ปุ่นดิบ	91	473
โคลิข้าวญี่ปุ่น	ข้าวเจ้านึ่ง	94	491
	ข้าวเจ้าดิบ	90	469
	ข้าวเหนียวนึ่ง	93	484
	ข้าวเหนียวดิบ	89	464
	ข้าวญี่ปุ่นนึ่ง	93	483
	ข้าวญี่ปุ่นดิบ	88	459

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของการหมักเหล้าขาวญี่ปุ่นด้วยข้าวเจ้าและข้าวญี่ปุ่น

	SS	df	V	F	F (0.05)
Koji	10.67	1	10.67	1.05	3.48
Material	21.00	2	10.50	1.03	19.00
Error	20.33	2	10.17		
Total	52.00	5			

Koji: Thai Rice Koji and Japanese Rice Koji

ตารางที่ 6 (ต่อ)

Analysis of variance of raw starch fermentation

	SS	df	V	F	F (0.05)
Steaming (No/Yes)	16.33	1	16.33	1.86	1 93
Material	5.17	2	2.58	0.29	4.46
Error	70.17	8	8.77		
Total	91 67	11			

วิจารณ์

โคจิข้าวเจ้ามีกิจกรรมเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ ต่ำกว่าโคจิข้าวญี่ปุ่น ยกเว้นกิจกรรมแอซิดคารับอกซิเปปติเดส์ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากข้าวเจ้าแข็งกว่าข้าวญี่ปุ่น ดูดน้ำไม่ดีเท่า ซึ่งในการทำโคจินำข้าวมาแช่น้ำ 1 ชั่วโมง แล้วนำไปนึ่ง 40 นาที ข้าวญี่ปุ่นมีน้ำหนักเพิ่ม 35% แต่ข้าวเจ้ามีน้ำหนักเพิ่มเพียง 30% เท่านั้น การที่แอซิดิตีในโคจิข้าวเจ้าและโคจิข้าวญี่ปุ่นมีค่าต่ำประมาณ 3-4 นั้น เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ ใช้อุณหภูมิ 40°ซ ในวันที่ 1 และ 35°ซ ในวันที่ 2 และ 3 ซึ่งถ้าจะให้ค่าแอซิดิตีสูงจะต้องทำในที่อุณหภูมิต่ำกว่า 40°ซ และการที่โคจิมีค่าแอซิดิตีต่ำจึงมีผลให้ค่าแอซิดิตีในการหมักขั้น seed mash ต่ำด้วย (Iwano, 1985)

การหมักในขั้น seed mash โดยใช้ข้าวนึ่งและข้าวดิบไม่มีความแตกต่างกันในแง่ของน้ำหนักหาย ซึ่งหมายถึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการหมักไม่ต่างกัน เนื่องจากข้าวดิบอาจมีความสามารถที่จะดูดซับเอนไซม์ทำให้เกิดการย่อยแป้งไปเป็นน้ำตาลได้เช่นเดียวกับข้าวนึ่ง ถึงแม้โคจิที่ใช้จะมีกิจกรรมการย่อยแป้งดิบต่ำ โดยเฉพาะโคจิข้าวเจ้า แต่กลูโคอมิเลส์ที่มีอยู่ก็มีส่วนช่วยในการยอยแป้งดิบได้ด้วย (Ueda, 1981; Uea และ Saha, 1981) จึงทำให้ขบวนการหมักข้าวนึ่งและข้าวดิบ โดยใช้โคจิข้าวเจ้าและโคจิข้าวญี่ปุ่นไม่แตกต่างกัน ในการหมักเหล้าโดยใช้ข้าวดิบ ถ้าได้บดข้าวให้ขนาดเล็กลงหรือใช้แป้งข้าวก็คงสามารถย่นระยะเวลาในการหมักลดลงได้

สรุป

การหมักเหล้ายาวจากข้าวหรือข้าวเหนียว สามารถทำได้หากได้นำเทคโนโลยีการหมักเหล้าโซ่ยิวของญี่ปุ่นมาใช้ นอกจากนี้ยังสามารถหมักแบบใช้ข้าวดิบโดยไม่ต้องผ่านการนึ่ง ทำให้ลดต้นทุนการผลิตลงได้ส่วนหนึ่ง ซึ่งเป็นลู่ทางเหมาะสมในการส่งเสริมให้มีการ

ใช้ข้าวภายในประเทศให้มากยิ่งขึ้น ควรมีการศึกษาการหมักเพิ่มเติมโดยใช้ข้าวบดให้ได้ขนาดต่าง ๆ หรือใช้แป้งข้าวเจ้า ในขั้นตอนการหมักในถังใหญ่ (main mash) และการศึกษาถึงการขยายขนาดของการหมักในขั้นโรงงานต้นแบบ เพื่อการปรับใช้ในขั้นอุตสาหกรรมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Iwano, S. 1985. Enzymes of Koji Used for Sake and Shoehu Making. Seminar at Institute of Food and Products Development, Kasetsart Univ. Bangkok, December, 1985.

Matsusuoka, H., Y. Koba and S. Ueda. 1982. Alcohol fermentation of sweet potato without cooking J. Ferment. Technol. 60: 599-602.

Olympia, M. S. D. and S. Ueda. 1980. Alcohol fermentation from raw sweet potato: Improvement and evaluation of the fungal saccharifying agent in relation to alcohol yield. Annual Report of ICME. 3: 95-106, Osaka Univ., Osaka, Japan.

Ueda, S. and B. C. Saha. 1981. Raw starch digestion by microbial amylase. Utilization Res. 1: 9-17.

Ueda, S. 1981. Fungal glucoamylases and raw starch digestion. Trends Biochem. Sci. 6: 89-90.