บทที่ 3

วารสารปริทัศน์

การหมักแอลกอฮอล์เป็นขบวนการทางเคมีที่เก่าแก่ที่สุด ซึ่งในสมัยก่อนไม่มีโรงงานผลิตแอลกอฮอล์ขนาดใหญ่ ส่วนใหญ่ผลิตแอลกอฮอล์แบบครอบครัว เพื่อใช้นำมาเป็นเครื่องดื่ม ต่อมาได้มีการสร้างโรงงานขนาดใหญ่ เพื่อผลิตแอลกอฮอล์โดยวิธีทางเคมี ถึงแม้การหมักแอลกอฮอล์จะทำได้ง่าย ก็คือ การหมักน้ำตาลด้วยสิ่งที่มีชีวิตเล็ก ๆ เป็นตัวร่วม สิ่งที่มีชีวิตเล็ก ๆ นั้นก็คือ กลุ่มของยีสต์ ซึ่งจะเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ และคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้น ในขบวนการหมักแอลกอฮอล์มักต้องเกี่ยวข้องกับ กลุ่มของยีสต์ สภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ที่จำเป็น วัตถุดิบ และเครื่องหมัก ซึ่งยีสต์สามารถใช้วัตถุดิบได้หลายชนิด เช่น กากน้ำตาล แป้ง ไม้ที่ผ่านการย่อยแล้ว น้ำผลไม้ต่าง ๆ และ ของเหลือที่ได้จากการเกษตร เป็นต้น สิ่งเหล่านี้สามารถเปลี่ยนให้เป็นแอลกอฮอล์ได้โดยวิธีหมัก การย่อยด้วยเอ็นไซม์หรือใช้เทคนิคทั้งสองร่วมกันก็ได้ ซึ่งแล้วแต่ชนิดของวัตถุดิบ วัตถุดิบที่จะใช้นับว่ามีความสำคัญยิ่ง เพราะต้นทุนการผลิตส่วนใหญ่จะอยู่ที่วัตถุดิบ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีวัตถุดิบหลายชนิดที่สามารถนำมาหมักแอลกอฮอล์ได้ ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนั้นในที่นี้จะขอกล่าวถึงวัตถุดิบบางอย่างที่นิยมใช้ในการหมักแอลกอฮอล์พอสังเขปต่อไป

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบที่สามารถนำมาหมักแอลกอฮอล์ได้ จนถึงขั้นอุตสาหกรรม อย่างเช่น ประเทศบราซิล และประเทศไทยเป็นต้น กากน้ำตาลเป็นผลพลอยได้ที่ได้จากการผลิตน้ำตาลจากอ้อย ผลผลิตของกากน้ำตาลจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการผลิตอ้อย ดังนั้นการที่จะหาข้อมูลนั้นก็เป็นที่เปิดเผย ซึ่งการที่จะนำมาประกอบการพิจารณาในการทดลองผลิตแอลกอฮอล์นั้นย่อมไม่ก่อให้เกิดผลดีขึ้นมากนัก อีกทั้งยังทำให้การพิจารณาวัตถุดิบอื่น ๆ ที่จะนำมาทดแทนนั้นแคบลง นอกจากนี้ การเก็บรวบรวมข้อมูลของประเทศไทยยังไม่แน่นอน แต่อย่างไรก็ตาม การผลิตแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาลก็เป็นส่วนหนึ่งที่นำมาใช้ทดแทนแกสโซลีนบางส่วน เมื่อยามฉุกเฉินในทางเศรษฐกิจ ถึงแม้ว่ากากน้ำตาลจะใช้เป็นวัตถุดิบที่สามารถนำมาหมักแอลกอฮอล์ได้ แต่เนื่องจากกากน้ำตาลมีสารหลายชนิดที่ยับยั้งการเจริญและการหมักของเซลล์ยีสต์ ทำให้เกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการหมักของยีสต์ เป็นเหตุให้การหมักดำเนินไปได้ช้า อย่างเช่น การหมักแอลกอฮอล์ของโรงงานสุราทั่วไป ใช้เวลาหมัก

ถึง 50 ชั่วโมง อีกทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการหมักยังไม่ทันสมัย ทำให้ประสิทธิภาพของการหมักต่ำ ดังนั้น ต้นทุนของการผลิตแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาลสูง อีกประการหนึ่งก็คือ การผลิตแอลกอฮอล์จากกาก น้ำตาลทั้งหมดที่ผลิตได้ในประเทศขณะนี้ นอกจากจะผลิตได้ปริมาณน้อยแล้วยังไม่เพียงพอแก่ความต้อง การ แน่นอนจึงต้องมีการผลิตแอลกอฮอล์จากวัตถุดิบชนิดอื่น ๆ เช่น จากมันสำปะหลัง มันเทศ ข้าวโพด น้ำอ้อย และของเสียจากโรงงานสับปะรด ซึ่งการผลิตแอลกอฮอล์จากของเสียสมควร อย่างยิ่งจะต้องได้รับการพัฒนาในประเทศไทย

ถึงแม้ว่ามันสำปะหลังจะมีปริมาณอยู่มากที่ผลิตได้ภายในประเทศ และเป็นวัตถุดิบที่เหมาะสม ในการหมักแอลกอฮอล์ก็ตาม แต่การพิจารณาเพื่อเลือกวัตถุดิบว่า วัตถุดิบชนิดไหนเหมาะสมที่จะนำมา หมักแอลกอฮอล์ จะต้องคำนึงถึงขบวนการผลิตด้วย เนื่องจากขบวนการผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะ หลังนั้นมีหลายขั้นตอน ยุ่งยากมาก และทำให้มีการลงทุนสูง อย่างเช่น ต้องเพิ่มขบวนการย่อยสลาย แป้งให้เป็นน้ำตาล ดังนั้นทำให้ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสารเคมี และเอนไซม์สูง อีกทั้งยังต้องเติม เกลือแร่ วิตามินลงไปเพื่อช่วยในการเจริญของยีสต์อีกมาก เพราะมันสำปะหลังขาดสารอาหารที่สำคัญ หลายอย่าง จะเห็นได้ว่าจะต้องเสียเวลาหมัก 36-48 ชั่วโมง จึงจะได้แอลกอฮอล์ประมาณ 6-12% นอกจากนี้เทคโนโลยีในเรื่องเอนไซม์ยังไม่ดีพอ ในขบวนการย่อยแป้งเป็นน้ำตาลจากสารละลายมัน สำปะหลัง สำหรับการผลิตแอลกอฮอล์ในประเทศไทย จึงทำให้การผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลัง ยังไม่เป็นที่แพร่หลาย แต่จะทำได้ในอนาคต ส่วนการผลิตแอลกอฮอล์จากข้าวโพด และมันเทศก็เช่น เดียวกัน จึงเป็นเหตุให้ต้นทุนของแอลกอฮอล์ที่ผลิตจากข้าวโพด หรือ มันสำปะหลัง สูง

น้ำอ้อยก็เป็นวัตถุดิบอีกชนิดหนึ่งที่เหมาะสมในการหมักแอลกอฮอล์ ซึ่งสามารถนำมาหมักได้ ทันที และหมักได้เร็ว ทั้งนี้เพราะน้ำอ้อยแทบจะเรียกได้ว่าไม่มีสารยับยั้งการเจริญและการหมักของ ยีสต์ และต้องการอาหารเสริมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น อย่างไรก็ตาม อ้อยมีฤดูกาลที่สั้นเพียง 4 เดือน เท่านั้น ซึ่งไม่เพียงพอต่อการป้อนโรงงานได้ตลอดปี ดังนั้นช่วงเวลาที่เหลือนั้นก็จะต้องใช้วัตถุดิบจาก แหล่งอื่นมาทดแทนในการหมัก เมื่อพิจารณาดูให้ดีแล้วจะเห็นว่า การใช้น้ำอ้อยในการหมักแอลกอฮอล์ ย่อมให้ผลผลิตไม่คุ้มกับราคาแน่นอน ทั้งนี้เนื่องจากว่ามีกากน้ำตาลเป็นผลพลอยได้จากการผลิตน้ำตาล จากอ้อยได้อยู่แล้ว

วัตถุดิบอีกชนิดหนึ่งที่เหมาะสมสามารถนำมาหมักแอลกอฮอล์ได้ คือ น้ำสับปะรด ซึ่งกำลัง

อยู่ระหว่างการวิจัยในห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะของเสียจากโรงงานสับปะรด สับปะรดเป็นแหล่งธรรมชาติที่มีน้ำตาลชนิดที่มียีสต์สามารถหมักได้ ยีสต์สามารถเปลี่ยนน้ำตาลจากน้ำสับปะรดให้เป็นแอลกอฮอล์ได้โดยตรง สำหรับประเทศไทยมีการปลูกสับปะรดกันมากและได้ผลดี โดยเฉพาะที่จังหวัดชลบุรี และจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เมื่อใช้ป้อนโรงงานสับปะรดกระป๋องซึ่งมีเป็นจำนวนมาก ไม่น้อยกว่า 13 โรง เนื่องจากสินค้าอุตสาหกรรมในรูปของสับปะรดกระป๋องทำรายได้ให้แก่ประเทศที่สำคัญสาขาหนึ่ง ผลพลอยได้จากการผลิตสับปะรดกระป๋อง ได้แก่ น้ำล้างสับปะรด เปลือก แกน และสับปะรดไม่ได้ขนาดเป็นจำนวนมาก พอที่จะนำมาเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ได้ โดยเฉพาะน้ำสับปะรดที่ได้จากเปลือกทำให้มีน้ำตาลเข้มข้นขึ้นโดย Reverse osmosis ก็กำลังอยู่ระหว่างการทดลอง สำหรับส่วนประกอบของน้ำสับปะรดจะแตกต่างกันไป ขึ้นกับเนื้อที่ในการเพาะปลูก สภาพดินฟ้าอากาศ ซึ่งประกอบด้วย น้ำตาลกลูโคส 2.3% น้ำตาลฟรุคโตส 1.4% และน้ำตาลซูโครส 8.0% นอกจากนี้ยังมีสารอื่น ๆ อีก เช่น ไทเอมิน ไรโบฟลาวิน วิตามินบี 6 และโปตัสเซียม มีความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 3.3-3.7 ซึ่งส่วนประกอบทางเคมี แร่ธาตุ และวิตามินของน้ำสับปะรดเข้มข้น และสับปะรดปั่นในเมืองไทย ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3-1 และ 3-2 น้ำตาลซูโครสในน้ำสับปะรดจะสลายได้ง่ายด้วยน้ำให้กลายเป็นกลูโคส และฟรุคโตส ซึ่งอาจถูกเร่งให้เกิดเร็วขึ้นได้โดยเอนไซม์จากยีสต์ อย่างไรก็ตามในการหมักแอลกอฮอล์ ยีสต์สามารถใช้น้ำตาล กลูโคส ฟรุคโตส และซูโครส ได้ดีพอ ๆ กัน เมื่อพิจารณาถึงส่วนประกอบของน้ำสับปะรดจากตาราง 3-1 และ 3-2 จะเห็นว่า ในน้ำสับปะรดนั้นแทบจะไม่มีสารยับยั้งการเจริญ และการหมักของเซลล์ยีสต์ เพียงแต่ต้องการสารอาหารเสริมในรูปของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแมกเนเซียม เสริมอีกเพียงเล็กน้อย การหมักก็สมบูรณ์ อย่างเช่น ในการผลิตแอลกอฮอล์จากน้ำสับปะรดที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อใด ๆ ผลจากการหมักจะได้แอลกอฮอล์ประมาณ 11% โดยปริมาตร ในเวลาการหมักเพียง 22 ชั่วโมง (นิคม ติปะวาโร, 2523) ด้วยเหตุนี้จึงได้ดำเนินการศึกษาการผลิตเอทานอลจากน้ำสับปะรดด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ ต่อจากงานก่อนซึ่งเป็นงานที่ต่อเนื่อง เมื่อการผลิตเอทานอลจากน้ำสับปะรดในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ได้ผลดี ก็สามารถนำของเสียจากโรงงานสับปะรดกระป๋องมาเป็นวัตถุดิบแทนน้ำสับปะรดได้ โดยนำข้อมูลจากน้ำสับปะรดมาประกอบการพิจารณา ในการทดลองผลิตแอลกอฮอล์จากของเสียจากโรงงานสับปะรดกระป๋องนี้ย่อมก่อให้เกิดผลดีขึ้นมาก นอกจากจะให้ประโยชน์ในด้านการกำจัดของเสียจากโรงงาน และเพิ่มรายได้ให้กับโรงงาน

ตารางที่ 3-1 ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำสับปะรดแช่แข็ง[1] และน้ำสับปะรดในเมืองไทย[2] โดยเฉลี่ย (คิดเป็นร้อยละ)

ส่วนประกอบ ร้อยละ	น้ำสับปะรดแช่แข็ง จำนวน	สับปะรดปั่น จำนวน
ปริมาณของแข็งทั้งหมด	13.8	
ปริมาณเถ้า	0.35	
	0.03	0.03
โปรตีน	0.41	0.4
ปริมาณเสี้ยน	0.11	0.5
คาร์โบไฮเดรททั้งหมด	13.0	14.0
พลังงาน (แคลอรี่ต่อ 100 กรัม)	4..0	54.0

[1] D.K.Tressler, and M.A.Joslyn, Fruit and Vegetable Juice Processing Technology (Westport, Connectient : The A Publishing Company, Inc., 1971), p.175.

[2] รายงานการสำรวจสภาพการทำไร่สับปะรดในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (เอกสารวิชาการที่ 2, กรมส่งเสริมการเกษตร, 2513) หน้า 10-11

ตารางที่ 3-2 ปริมาณแร่ธาตุและวิตามินในน้ำสับปะรดเข่แข็ง[1] และน้ำสับปะรดในเมืองไทย[2] โดยเฉลี่ย

องค์ประกอบ	น้ำสับปะรดเข่แข็ง	สับปะรดปน
	จำนวนมิลลิกรัมต่อ 100 กรัม	จำนวนมิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
แร่ธาตุ		
แคลเซียม	10.8	22.0
เหล็ก	0.32	0.4
ฟอสฟอรัส	8.3	8.0
แมกเนเซียม	8.9	
โปตัสเซียม	143.0	
โซเดียม	0.8	
วิตามิน		
กรดแอสคอร์บิค	13.0	17.0
บีตาคาโรติน	0.009	15.0 (ไอยู)
กรดโฟลิค	0.001	
กรดแพนโทเทนิค	0.125	
ไรโบฟลาวิน (บี2)	0.126	0.04
ไทอะมีน (บี1)	0.066	0.09
ไพริดอกซิน (บี6)	0.074	
ไนอาซิน	0.25	0.2

แล้ว ยังได้มีการปรับปรุง เทคโนโลยีทางด้าน เครื่องหมัก ในการผลิตแอลกอฮอล์จากน้ำสับปะรด ด้วย ซึ่งสามารถนำไปใช้กับวัตถุดิบทาง เกษตรอื่น ๆ ได้