บทที่ 6

สรุปผลและเสนอแนะ

หัวกระจายอากาศแบบแผ่นแก้วรูพรุน ทรงกลมรูพรุน ตะแกรงโลหะบรรจุลูกแก้ว แผ่นโลหะเจาะรูบรรจุลูกแก้ว ตะแกรงโลหะและแบบแผ่นโลหะเจาะรู ให้อัตราการถ่ายเทของออกซิเจนจากฟองอากาศลงสู่น้ำหมักได้ดีที่สุดและรองลงไปตามลำดับ อัตราการถ่ายเทของออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นมากกว่าเมื่อเพิ่มอัตราการให้อากาศจาก 0.5 เป็น 1.0 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำหมัก/นาที เปรียบเทียบกับจากการให้อากาศ 1.0 เป็น 1.5 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำหมัก/นาที ในการผลิตยีสต์ (C. utilis) อัตราการถ่ายเทของออกซิเจนลงสู่น้ำหมัก มีผลต่อการเจริญเติบโตของยีสต์มาก เพราะยีสต์ตัวนี้มีความต้องการออกซิเจนสูง ดังนั้นควรเลือกหัวกระจายอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง เช่นแบบแผ่นแก้วรูพรุน ทรงกลมรูพรุน เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงและรวดเร็ว เมื่อไม่คำนึงถึงความยุ่งยากจากการอุดตันได้ง่ายด้านราคา (สำหรับแบบแผ่นแก้วรูพรุน) ด้านการใช้งานในคอลัมน์ที่ใหญ่ขึ้น ใช้ได้ดีกับการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง ส่วนแบบต่อเนื่องจะไม่เหมาะเพราะต้องทำงานตลอดเวลา ซึ่งอาจมีผลเสียจากการอุดตันได้ สำหรับหัวกระจายแบบตะแกรงโลหะและแบบแผ่นโลหะเจาะรู เป็นแบบที่น่าสนใจ เพราะเกิดการอุดตันได้ยาก นำไปใช้งานในคอลัมน์ที่ใหญ่ขึ้นได้ ที่สำคัญคือสามารถออกแบบสร้างได้เอง วัสดุหาได้ง่าย และราคาไม่แพง ในการทดลองนี้ให้ผลทางด้านอัตราการถ่ายเทของออกซิเจนจากฟองอากาศลงสู่น้ำหมักน้อยเป็นผลมาจากการเลือกใช้หรือการออกแบบไม่ดีพอ ตรงขนาดรูของตะแกรง หรือรูของแบบแผ่นโลหะ

เจาะรูอาจจะมีตะแกรงขนาดอื่น หรือรูของแบบแผ่นโลหะเจาะรูขนาดอื่นที่ดีกว่านี้ ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าศึกษา โดยเฉพาะเมื่อนำไปใช้กับการผลิตยีสต์ (C. utilis) ในกรณีของการผลิตเอทานอลนั้น หัวกระจายแบบตะแกรงโลหะขนาด 40 ตา จะใช้ได้ผลดีและเหมาะสม ทางด้านรูปทรงของหัวกระจายอากาศในที่นี้เป็นแบบกรวยป้านและสั้น ซึ่งมีผลต่ออัตราการถ่ายเทของออกซิเจนด้วย ถ้าหากให้เป็นรูปกรวย แหลม ยาวขึ้นอาจเป็นไปได้ที่จะให้อัตราการถ่ายเทของออกซิเจนดีขึ้น โดยเฉพาะเมื่อบรรจุลูกแก้วเข้าไปยิ่งช่วยให้ได้ผลดีขึ้น

การผลิตเอทานอล ในการทดลองได้แบ่งเป็น 2 ขบวนการเริ่มด้วยการให้อากาศเพื่อเพิ่มปริมาณของเซลล์เชื้อหมัก และตามด้วยการไม่ให้อากาศ ซึ่งจะมีการผลิตเอทานอลของเชื้อที่ใช้คือ S. ellipsoideus ในการให้อากาศหัวกระจายอากาศแบบแผ่นแก้วรูพรุนแบบทรงกลมรูพรุน และแบบตะแกรงโลหะจะให้ผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้น ในการเจริญเติบโตของเชื้อหมักควรใช้หัวกระจายแบบตะแกรงโลหะหรือแผ่นโลหะ เจาะรูจะโดยให้อากาศในอัตรา 0.5 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำหมัก/นาที เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เป็นการเพียงพอสำหรับการเพิ่มปริมาณเซลล์ ถ้าหากต้องการเพิ่มปริมาณเซลล์ให้มากขึ้นทำได้โดย เพิ่มเวลาการให้อากาศมากขึ้น โดยอัตราการให้อากาศยังใช้เหมือนเดิม ซึ่งอาจเป็นไปได้ที่ทำให้การผลิตได้เร็วขึ้น แต่ผลผลิตเอทานอลอาจต่ำลงบ้างเพราะน้ำตาลที่ใช้ไประหว่างการใช้อากาศมาก อัตราส่วนของน้ำตาลจากน้ำสับปะรดและจากน้ำตาลทราย มีผลต่อการผลิตเอทานอล ยิ่งใช้น้ำตาลจากน้ำสับปะรดมาก ยิ่งให้การผลิตเร็วและผลผลิตสูงขึ้น แต่ไม่เหมาะถ้าหากสับปะรดมีราคาแพง ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง ลดการใช้น้ำตาลจากน้ำสับปะรดได้แต่ไม่ควรให้ต่ำกว่าอัตราส่วน 1 : 3 องศาบริคซ์ (น้ำตาลจากน้ำสับปะรด : น้ำตาลจากน้ำตาลทราย) เนื่องจากเป็นการผลิตเอทานอล ดังนั้นการเตรียมน้ำสับปะรดและ

สารอาหารเสริมที่ใช้ไม่จำเป็นต้องผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน เพราะนอกจากเป็นการลดการใช้พลังงานแล้วยังช่วยให้ได้ผลผลิตเอทานอลสูงขึ้นด้วย แต่ทั้งนี้ต้องระวังเรื่องความสะอาดในขั้นตอนการเตรียมน้ำสับปะรด ไม่ให้มีการติดเชื้อแปลกปลอมลงในน้ำสับปะรดมากนักและระวังสับปะรดที่เน่าเสียไม่ควรใช้

การใช้เชื้อหมักเริ่มต้นและสารอาหารเสริมมีผลต่อการเจริญเติบโตและการผลิตเอทานอลของเชื้อด้วย การเลือกใช้ปริมาณเชื้อหมักเริ่มต้นที่เหมาะสม และใช้สารอาหารเสริมที่ดีในปริมาณที่น้อย แต่ให้ผลผลิตเอทานอลที่สูงและเร็ว เป็นเรื่องที่น่าศึกษา เพราะจะทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง

การผลิตกรดอะซีติก เมื่อใช้เชื้อ A. aceti กับน้ำหมักจากสับปะรดมีเอทานอลเริ่มต้น 6% และใช้หัวกระจายอากาศแบบตะแกรงโลหะ อัตราการให้อากาศที่เหมาะสมประมาณ 0.5 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำหมัก/นาที เชื้อตัวนี้จะติดขึ้นมากับฟองอากาศที่อยู่เหนือน้ำหมักและติดบริเวณรอบ ๆ คอลัมน์แก้ว ทำให้สูญเสียปริมาณเซลล์สำหรับการผลิตกรดไปมากทีเดียว แม้ว่าจะให้อากาศในอัตราที่ไม่สูงนักเช่น 0.5 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำหมัก/นาที การให้อากาศยิ่งมากยิ่งมีปัญหามาก ไม่เฉพาะแต่ปัญหาเซลล์ติดข้างคอลัมน์ ยังมีปัญหาเรื่องการกำจัดฟองด้วย เซลล์เกาะข้างคอลัมน์อาจแก้ได้โดยใช้น้ำหมักฉีดล้างได้ ส่วนการกำจัดฟองที่ใช้ซิลิโคน 10% ซึ่งใช้ได้ผลดีในการกำจัดฟองของการผลิตยีสต์ (C. utilis) และเอทานอล โดยการเติมเพียงปริมาณน้อย แต่กับการผลิตกรดอะซีติกนี้ใช้ไม่ได้ผลต้องเติมในปริมาณที่มากถึงจะกำจัดฟองได้ ดังนั้นควรเลือกใช้สารกำจัดฟองตัวอื่น หรือจะกำจัดฟองด้วยวิธีอื่นที่นอกจากใช้สารเคมี เช่น เมคคานิคอล ดีโฟมเมอร์ (mechanical defoamer) แบบใบพัด เป็นต้น

เครื่องหมักแบบคอลัมน์ที่มีระบบการไหลหมุนเวียนนอกจากจะใช้ในการผลิตยีสต์ (C. utilis) ได้ดีทั้งในแบบไม่ต่อเนื่องและกึ่งต่อเนื่องจากงานก่อนแล้ว ยังใช้ได้ผลดีในการผลิตเอทานอล ทั้งนี้เมื่อเลือกใช้หัวกระจายอากาศที่เหมาะสม สำหรับในการผลิตกรดอะซีติกถ้าแก้ปัญหาเรื่องเซลล์ติดข้างคอลัมน์และกำจัดฟองได้ก็จะใช้เครื่องหมักคอลัมน์ได้ดี การผลิตแบบกึ่งต่อเนื่องและต่อเนื่องกับเครื่องหมักแบบนี้เป็นเรื่องที่น่าสนใจทั้งในระดับการศึกษาในห้องทดลองและในโรงงานต้นแบบกับการผลิตแบบให้อากาศหรือการหมักที่มีการให้อากาศมาเกี่ยวข้องด้วยเมื่อการหมักนั้นมีความหนืดของน้ำหมักไม่มากนัก