หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

วิจารณ์

ในการทดสอบเบื้องต้นได้หาอัตราการถ่ายเทของออกซิเจนจากฟองอากาศลงสู่น้ำหมัก โดยใช้น้ำกลั่นปรับพีเอชให้ได้ 4.0 แทนน้ำหมัก เพื่อเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพของหัวกระจายอากาศแต่ละแบบ อันประกอบด้วย แบบแผ่นแก้วรูพรุน ทรงกลมรูพรุน ตะแกรงโลหะ แผ่นเจาะรูตะแกรงโลหะบรรจุลูกแก้วและแบบแผ่นเจาะรูบรรจุลูกแก้ว ผลการทดลองจากตารางที่ 4-๑ ปรากฏว่า เมื่อใช้อัตราการให้อากาศ 1.0 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำ/นาที แบบแผ่นแก้วรูพรุนให้ผลดีที่สุด คือให้อัตราการถ่ายเทออกซิเจนสูงสุด 4.28 กรัม/ลิตร/ชั่วโมง และแบบทรงกลมรูพรุนให้ผลรองลงไป 2.64 กรัม/ลิตร/ชั่วโมง เปรียบเทียบผลกับการทดลองแบบเดียวกันในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ แต่มีขนาดเล็กลงเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 5.0 เซนติเมตร สูง 125.0 เซนติเมตร (อำนวย สุขเหมือน, 2521) เมื่อใช้หัวกระจายอากาศแบบทรงกลมรูพรุนแบบเดียวกัน ซึ่งให้อัตราการถ่ายเทของออกซิเจน 2.25 กรัม/ลิตร/ชั่วโมง จะเห็นว่าเมื่อคอลัมน์ใหญ่ขึ้นจะให้ผลดีกว่าเล็กน้อย ค่าของอัตราการถ่ายเทของออกซิเจนจะแปรผันโดยตรงกับอัตราการให้อากาศที่ 0.5-1.5 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำ/นาที โดยเฉพาะจากอัตราการให้อากาศ 0.5 เป็น 1.0 จะให้ผลแตกต่างกันมากสำหรับหัวกระจายแบบแผ่นแก้วรูพรุน และแบบทรงกลมรูพรุน แต่จากอัตราการให้อากาศ 1.0 เป็น 1.5 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำ/นาที จะให้อัตราการถ่ายเทออกซิเจนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เพราะฟองจับกันมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ (อำนวย สุขเหมือน, 2521) และรายงานของ Aiba, Humphrey และ Millis (1965) ในกรณีของหัวกระจายอากาศแบบตะแกรงโลหะให้ผลกลับกับแบบแผ่นแก้วรูพรุนและทรงกลมรูพรุน

คือ อัตราการให้อากาศเพิ่มจาก 0.5 เป็น 1.0 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำ/นาที จะให้ค่าอัตราการถ่ายเทของออกซิเจนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับค่าอัตราการถ่ายเทของออกซิเจนที่ใช้อัตราการให้อากาศเพิ่มจาก 1.0 เป็น 1.5 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำ/นาที อาจเป็นไปได้เพราะสังเกตจากลักษณะของฟองอากาศที่อัตราการให้อากาศ 1.5 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำ/นาที แม้ว่าจะมีขนาดของฟองไม่สม่ำเสมอกันเนื่องจากฟองลับกันตั้ง แต่เล็กมากๆ ไปจนถึงฟองขนาดใหญ่แต่โดยเฉลี่ยแล้วมีฟองเล็กละเอียดอยู่มากกว่า และการกระจายของฟองแน่นกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับที่อัตราการให้อากาศ 1.0 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำ/นาที ซึ่งให้ขนาดของฟองและการกระจายของฟองใกล้เคียงกับที่อัตราการให้อากาศ 0.5 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำ/นาที

หัวกระจายอากาศแบบตะแกรงโลหะ แผ่นโลหะเจาะรู ตะแกรงโลหะบรรจุลูกแก้วและแผ่นเจาะรูบรรจุลูกแก้วให้อัตราการถ่ายเทของออกซิเจนน้อยมาก เมื่อเทียบกับแบบแผ่นแก้วรูพรุน และแบบทรงกลมรูพรุน ทั้งนี้เพราะว่าขนาดของรูของหัวกระจายอากาศแบบ แผ่นแก้วรูพรุน (40-90 ไมครอน) และทรงกลมรูพรุน มีขนาดเล็กกว่าแบบตะแกรงโลหะ (0.06 เซนติเมตร) และแบบแผ่นโลหะเจาะรู (0.16 เซนติเมตร) ซึ่งขนาดรูของหัวกระจายอากาศจะเป็นตัวควบคุมขนาดของฟองอากาศ (Krevelen และ Hoftijzer, 1950) ดังนั้นหัวกระจายอากาศแบบแผ่นแก้วรูพรุน ทรงกลมรูพรุน ตะแกรงโลหะ และแบบแผ่นเจาะรูจึงให้ขนาดของฟองอากาศจากเล็กไปใหญ่ตามลำดับเป็นสัดส่วนกับขนาดรูของหัวกระจาย ซึ่งสามารถสังเกตความแตกต่างได้ชัดในการทดลองฟองอากาศที่มีขนาดเล็กจะให้อัตราการถ่ายเทของออกซิเจนที่สูงกว่าเพราะให้พื้นผิวสัมผัสระหว่างอากาศและน้ำได้มากกว่า

หัวกระจายอากาศแบบตะแกรงโลหะบรรจุลูกแก้วและแผ่นโลหะเจาะรูบรรจุลูกแก้ว ในการทดลองได้ใช้ลูกแก้วบรรจุเข้าไปในหัวกระจายอากาศรูปกรวยแบบอิสระและบรรจุแน่นตั้งแต่ก้านกรวยไปจนถึงเต็มกรวย (รูปที่ 3-2, 3-3) ปรากฏว่า ให้อัตราการถ่ายเทของออกซิเจนดีกว่าแบบไม่บรรจุลูกแก้ว เพราะว่าแบบบรรจุลูกแก้วให้ขนาดฟองอากาศที่เล็กกว่าและการกระจายของฟองดีกว่าโดยฟองอากาศที่ออกจากรูของหัวกระจายอากาศรวมกันเป็นฟองใหญ่น้อยกว่าเมื่อไม่บรรจุลูกแก้ว ทั้งนี้เป็นผลมาจากลูกแก้วสามารถกระจายอากาศได้ทั่วถึงเต็มกรวย ก่อนที่จะผ่านรูของหัวกระจายอากาศ เปรียบเทียบกับเมื่อไม่บรรจุลูกแก้วอากาศจะกระจายไม่เต็มกรวยและออกจากรูหัวกระจายอากาศที่อยู่ตรงกับก้านกรวยเสียมากกว่า

เมื่อพิจารณาถึงข้อดีข้อเสียของหัวกระจายอากาศแต่ละแบบจะเห็นว่า แบบแผ่นแก้วรูพรุน แม้ว่าจะให้ผลดีในแง่ของอัตราการถ่ายเทของออกซิเจน แต่ในด้านราคาจะแพงกว่าทุกแบบและเรียกหาได้ยาก ทำด้วยแก้วจึงมีความทนทานต่อความเป็นกรด ด่าง และสารเคมีต่าง ๆ ได้ดีในการใช้งานต้องระมัดระวังอาจแตกได้ง่าย และเกิดการอุดตันขึ้นได้ง่ายต้องล้างบ่อย ๆ จะเหมาะกับการผลิตยีสต์และกรดอะซีติกซึ่งมีการให้อากาศโดยตลอด โอกาสที่จะอุดตันน้อยกว่าเมื่อนำไปใช้กับการผลิตแอลกอฮอล์ ซึ่งในช่วงหลังจะหยุดให้อากาศ มีเซลล์บางส่วนจะตกลงสู่ส่วนล่างของคอลัมน์และบนหัวกระจายอากาศ ลักษณะของฟองอากาศที่ได้จะมีขนาดเล็กมาก ๆ การกระจายของฟองอากาศเต็มคอลัมน์และขนาดของฟองที่ได้ขนาดใกล้เคียงกันมาก แต่ในระยะที่สูงจากหัวกระจายอากาศแล้วฟองจะจับกันให้ฟองที่ขนาดใหญ่ขึ้นเล็กน้อย แต่ยังดีกว่าหัวกระจายแบบอื่น ๆ อยู่ ดังนั้นหัวกระจายแบบนี้จะให้ผลดีกับคอลัมน์ที่มีความสูงไม่มากนัก ในแง่ของอุตสาหกรรมที่คอลัมน์

มีขนาดความสูงมาก ๆ อาจจะให้ผลไม่ดีเท่าที่ควร (White, 1954) และหัวกระจายแบบนี้ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะเรียกหาหรือสร้างได้เองยากมาก ถ้าหากจะใช้หลาย ๆ หัวในงานอุตสาหกรรม จะไม่ให้ผลดีในแง่การปฏิบัติ

หัวกระจายอากาศแบบทรงกลมรูพรุน ให้อัตราการถ่ายเทออกซิเจนรองจากแบบแผ่นแก้วรูพรุน ในด้านราคาจะถูกที่สุด เรียกหาได้ง่าย สามารถผลิตได้ภายในประเทศ มีความคงทนต่อกรดด่างได้ดี การใช้งานต้องระมัดระวังอาจแตกได้ง่าย ต้องล้างบ่อย ๆ เพราะเกิดอุดตันได้ง่ายแบบเดียวกับแบบแผ่นแก้วรูพรุน ให้ฟองอากาศที่มีขนาดเล็ก การกระจายของฟองอากาศสม่ำเสมอเต็มคอลัมน์ แต่หนาแน่นน้อยกว่าแบบแผ่นแก้วรูพรุน ฟองที่ออกจากหัวกระจายอากาศจะไม่จับรวมกัน

หัวกระจายอากาศแบบตะแกรงโลหะและแบบแผ่นโลหะเจาะรู แม้ว่าจะให้อัตราการถ่ายเทของออกซิเจนไม่ดีพอ แต่มีข้อดีในแง่ของราคา ซึ่งถูกกว่าแบบแผ่นแก้วรูพรุนสามารถออกแบบและสร้างได้เอง ไม่ต้องระวังมากนักในการใช้งาน เพราะทนทาน แตกยาก ทำด้วยแสตนเลส ถ้าหากใช้กับน้ำสับปะรดซึ่งมีความเป็นกรดอาจถูกกัดกร่อนได้ เมื่อใช้ไปนาน ๆ ดังนั้นในการใช้งานควรเลือกแสตนเลสที่มีคุณภาพดี เรื่องการอุดตันจะเกิดได้ยากกว่าแบบมีรูพรุน ที่เลือกตะแกรงโลหะขนาด 40 ตา เพราะว่าจะได้รูของหัวกระจายอากาศ 0.06 เซนติเมตร ส่วนแบบแผ่นโลหะเจาะรูขนาด 0.16 เซนติเมตร ซึ่งเป็นรูขนาดเล็กสุดที่เจาะได้ ขนาดรูเหล่านี้ยังอยู่ในช่วงที่ Webb (1964) ได้กล่าวไว้ว่าให้ฟองอากาศที่ดีพอควร รูปทรงของแบบตะแกรงโลหะและแผ่นโลหะเจาะรู (ดูรูปที่ 3-3 ประกอบ) เป็นแบบกรวยมุมป้าน ซึ่งได้ออกแบบและสร้างให้รูปทรงและขนาดเหมือนกับแบบแผ่นแก้วรูพรุน ซึ่งเป็นรูปกรวยมุมป้าน ในกรณีที่บรรจุดลูกแก้วแม้ว่าจะให้อัตราการถ่ายเทออกซิเจนที่ดีขึ้น แต่ในทางปฏิบัติต้องยุ่งยากกับการบรรจุและเอาออกมาล้าง

การผลิตยีสต์ (C. utilis) จากน้ำสับปะรดในการทดลองนี้มีจุดประสงค์เพื่อเป็นการศึกษาเปรียบเทียบหัวกระจายอากาศแบบต่าง ๆ 6 แบบ ดังกล่าวแล้ว เมื่อให้สภาวะของการทดลองอย่างอื่นเหมือนกันหมด ผลของหัวกระจายอากาศที่มีต่อการผลิตยีสต์ ศึกษาดูจากค่าความเข้มข้นของเซลล์ซึ่งวัดในรูปของสภาพการดูดกลืนแสง น้ำหนักของเซลล์แห้ง ปริมาณการใช้น้ำตาล ปริมาณของโปรตีน และการลดลงของซีโอดี ผลการทดลองความเข้มข้นของเซลล์แสดงไว้ในรูปที่ 4-7 น้ำหนักเซลล์แห้งในรูปที่ 4-8 ปริมาณการใช้น้ำตาลในรูปที่ 4-9 การลดลงของซีโอดีในรูปที่ 4-10 และปริมาณโปรตีนอยู่ในภาคผนวก จะเห็นว่าหัวกระจายอากาศแบบแผ่นแก้วรูพรุน ให้ค่าดีที่สุดคือให้ความเข้มข้นของเซลล์ 11.16 น้ำหนักเซลล์แห้ง 9.49 กรัม/ลิตร ปริมาณการใช้น้ำตาล 96.47% การลดลงของ ซีโอดี 86.67% และให้ปริมาณโปรตีน 5.31 กรัม/ลิตร ใช้เวลาในการหมักที่อุณหภูมิห้อง 8 ชั่วโมง หัวกระจายอากาศที่ให้ผลรองลงมาเป็นแบบทรงกลมรูพรุน สำหรับหัวกระจายอากาศแบบตะแกรงโลหะและแบบแผ่นโลหะเจาะรู รวมทั้งแบบที่มีลูกแก้วบรรจุอยู่ด้วยจะให้ผลใกล้เคียงกันทั้งความเข้มข้นเซลล์น้ำหนัก เซลล์แห้ง ปริมาณการใช้น้ำตาลการลดลงของ ซีโอดี และปริมาณโปรตีนซึ่งต่ำกว่าหัวกระจายอากาศแบบแผ่นแก้วรูพรุน และทรงกลมรูพรุนหัวกระจายอากาศแบบมีลูกแก้วบรรจุของทั้งแบบตะแกรงโลหะ และแผ่นโลหะเจาะรู จะให้ผลดีกว่าแบบไม่มีลูกแก้วเล็กน้อย หัวกระจายอากาศแบบตะแกรงโลหะจะให้ผลดีกว่าแบบแผ่นโลหะเจาะรูเล็กน้อยเช่นกัน จะเห็นว่าผลของหัวกระจายอากาศที่มีต่อการผลิตยีสต์จะสอดคล้องกับอัตราการถ่ายเทของออกซิเจนของหัวกระจายอากาศนั้น หัวกระจายอากาศแบบแผ่นแก้วรูพรุนใช้อัตราการถ่ายเทออกซิเจนดีที่สุดจะให้การผลิตยีสต์ได้ผลดีที่สุดด้วย

การผลิตเอทานอล ในตอนที่หนึ่งของการทดลองเป็นการหาหัวกระจายอากาศอัตราการให้อากาศและระยะเวลาการให้อากาศที่ดีและเหมาะสมในการผลิตเอทานอล ได้เลือกใช้หัวกระจายอากาศ 3 แบบด้วยกันคือ แบบแผ่นแก้วรูพรุนทรงกลมรูพรุน และแบบตะแกรงโลหะ

สำหรับให้อากาศเพื่อดูอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อ S. ellipsoideus ทั้งนี้ได้พิจารณาจากค่าอัตราการถ่ายเทของออกซิเจนที่ดีจากการทดสอบเบื้องต้น และผลที่มีต่อการผลิตยีสต์ (C. utilis) ที่ดีด้วยในกรณีของหัวกระจายอากาศแบบตะแกรงโลหะไม่ได้เลือกแบบบรรจุลูกแก้ว เพราะแบบนี้ไม่สะดวกในการใช้งาน ทั้ง ๆ ที่ให้ผลผลิตยีสต์ใกล้เคียงกัน ได้ให้อากาศในอัตรา 0.5, 1.0 และ 1.5 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำหมัก/นาที ในเวลา 10 ชั่วโมง ผลการทดลองจากรูปที่ 4–11 ถึง 4–16 หัวกระจายอากาศทั้ง 3 แบบไม่ว่าให้อัตราการให้อากาศ 0.5, 1.0 และ 1.5 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำหมัก/นาที จะให้ผลที่ใกล้เคียงกันมากคือ ที่อัตราการให้อากาศ 1.0 จะให้อัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าที่อัตรา 0.5 และ 1.5 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำหมัก/นาที ไม่มากนัก ปริมาณการใช้น้ำตาลที่ได้ก็สอดคล้องกับอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อ แสดงว่าหัวกระจายอากาศที่ให้อัตราการถ่ายเทของออกซิเจนที่ดี เช่น แผ่นแก้วรูพรุน หรือทรงกลมรูพรุนไม่ได้ให้อัตราการเจริญเติบโตที่ดีของเชื้อ ดังนั้นจึงควรเลือกใช้หัวกระจายอากาศแบบตะแกรงโลหะ เพราะสามารถออกแบบสร้างได้ง่าย ราคาก็ไม่แพงนัก และสามารถนำไปใช้ในระบบอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ได้ดีกว่าแบบอื่น สำหรับอัตราการให้อากาศได้เลือกใช้ที่ 0.5 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำหมัก/นาที เพราะอัตราการให้อากาศที่เพิ่มขึ้นเป็น 1.0 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำหมัก/นาที ไม่ช่วยให้ผลการเจริญเติบโตของเชื้อ และการใช้น้ำตาลดีขึ้นตามส่วนของอากาศที่เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่ออัตราการให้อากาศเป็น 1.5 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำหมัก/นาที อัตราการเจริญเติบโตของเชื้อและปริมาณการใช้น้ำตาลยิ่งต่ำกว่าเมื่อให้อากาศ 0.5 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำหมัก/นาที อาจเป็นเพราะที่อัตราการให้อากาศ 1.5 นี้ลักษณะของฟองอากาศในน้ำสับปะรดที่ได้จะจับรวมกันเป็นฟองที่ใหญ่ อัตราการถ่ายเทของออกซิเจนจึงน้อยกว่าที่อัตราการให้อากาศ 1.0 และ 0.5 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำหมัก/นาทีเกี่ยวกับระยะเวลาการให้อากาศได้เลือก 4 ชั่วโมง เพราะที่ชั่วโมงที่ 4 ปริมาณน้ำตาลถูกใช้ไปน้อยไม่เกิน 10 % และอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อที่ชั่วโมงที่ 4 มีค่าสูงด้วย ถ้าหากใช้น้ำตาลไปมากจะทำให้เหลือน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตเอทานอลน้อยลงไป ปริมาณเอทานอลที่ได้จะน้อยตามไปด้วย

การผลิตเอทานอลในตอนที่สอง ได้ใช้สารอาหารที่มีอัตราส่วนน้ำตาลจากน้ำสับปะรดต่อน้ำตาลจากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ ดังนี้ 2.5 : 17.5, 5.0 : 15.0, 7.5 : 12.5, 14.0 : 6.0 องศาบริคซ์ และใช้หัวกระจายอากาศแบบตะแกรงโลหะ ให้อากาศในอัตรา 0.5 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำหมัก/นาที เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เพื่อเพิ่มปริมาณของเชื้อก่อนการผลิตเอทานอล ผลการทดลองเปรียบเทียบดังรูปที่ 4-21 และ 4-22 จะเห็นว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของเอทานอลและปริมาณการใช้น้ำตาลจะเพิ่มตามส่วนปริมาณน้ำตาลในน้ำสับปะรดที่ใช้ เมื่อใช้น้ำสับปะรดล้วน ๆ แล้วเติมน้ำตาลทรายลงไปในที่นี้คือ อัตราส่วนน้ำตาลจากน้ำสับปะรดต่อน้ำตาลทรายเมื่อ 14.0 : 6.0 องศาบริคซ์จะให้ค่าดีที่สุด คือได้ปริมาณ เอทานอล 10.65 % โดยปริมาตรในเวลาการหมักทั้งหมด 22 ชั่วโมง (รวมเวลาการให้อากาศ 4 ชั่วโมงแรกด้วย) ปริมาณการใช้น้ำตาล 97.83 % ทั้งนี้เป็นผลมาจากยิ่งใช้ปริมาณน้ำสับปะรดมาก ยิ่งมีสารอาหารที่จำเป็นสำหรับการผลิตเอทานอลของเชื้อมากขึ้น จากผลการทดลองนี้ทำให้สามารถเลือกใช้อัตราส่วนน้ำตาลซึ่งให้ผลผลิตเอทานอลได้ดีและเร็ว คือเลือกใช้น้ำตาลจากสับปะรดตั้งแต่ 7.5 องศาบริคซ์ขึ้นไป ทั้งนี้ขึ้นกับราคาของวัตถุดิบนั้น ๆ

การผลิตเอทานอลในตอนที่ 3 (ได้ใช้หัวกระจายอากาศแบบตะแกรงโลหะ อัตราการให้อากาศ 0.5 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำหมัก/นาที ให้อากาศนาน 4 ชั่วโมง) เป็นการเปรียบเทียบผลการผลิตเอทานอล รูปที่ 4-25, 4-26 เมื่อใช้วิธีการฆ่าเชื้อที่ต่างกันหรือไม่ผ่านการฆ่าเชื้อใด ๆ ทั้งสิ้นกับน้ำสับปะรดและสารอาหารเสริมที่ใช้ ในรูปที่ 4-19 จะเห็นได้ว่าเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธีการใช้ความร้อนชื้นที่ 121 °ซ. 5 นาที จะได้ปริมาณเอทานอล 10.54% โดยปริมาตรในเวลา 25 ชั่วโมง ปริมาณการใช้น้ำตาล 92.95% เมื่อผ่านการฆ่าเชื้อด้วยการพาสเจอร์ไรซ์ที่ 70 °ซ. 10 นาที รูปที่ 4-23 จะได้เอทานอล 10.40 % โดยปริมาตร ในเวลาเพียง 22 ชั่วโมง ปริมาณการใช้น้ำตาล 92.69 % ส่วนกรณีที่ไม่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อใด ๆ รูปที่ 4-24, จะได้เอทานอลสูงถึง 11.28% โดยปริมาตร

ในเวลา 22 ชั่วโมง และปริมาณการใช้น้ำตาลสูงถึง 96.15 % แสดงให้เห็นว่าความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อมีส่วนทำลายสารอาหารต่าง ๆ บางส่วนในสารอาหาร มีผลต่อการเจริญเติบโต และการผลิตเอทานอลของเชื้อ การฆ่าเชื้อด้วยการใช้ความร้อนชื้น ซึ่งใช้อุณหภูมิสูงถึง 121 °ซ. 5 นาที ทำให้สารอาหารถูกทำลายไปมากกว่าเมื่อใช้การพาสเจอร์ไรซ์ 70 °ซ. 10 นาที โดยสังเกตจากในการผลิตจากน้ำสับปะรดที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์จะลดเวลาการผลิตลงมาเหลือเพียง 22 ชั่วโมง ขณะที่ให้ปริมาณเอทานอลที่เท่ากันและปริมาณการใช้น้ำตาลที่ใกล้เคียงกัน และผลที่ได้จะดีขึ้นอีก เมื่อไม่ผ่านการฆ่าเชื้อใด ๆ แสดงว่าสารอาหารยังไม่ถูกทำลายเลย ทำให้ได้เอทานอลจากการผลิตในปริมาณที่สูงขึ้น ในเวลาการผลิตที่เท่า ๆ กัน และปริมาณการใช้น้ำตาลก็สูงขึ้นด้วย ในเมื่อเป็นเช่นนี้ในการผลิตเอทานอลในอุตสาหกรรมจึงควรเลือกใช้วิธีไม่ฆ่าเชื้อที่มีอยู่ก่อนแล้วในน้ำสับปะรดและสารอาหารเสริม เพราะช่วยลดพลังงานในการฆ่าเชื้อไปส่วนหนึ่ง และไม่มีความจำเป็นที่จะไปฆ่าเชื้อเพราะจุดประสงค์เป็นการผลิตเอทานอล ๆ ที่ได้นำไปกลั่นอีกครั้งหนึ่ง และถ้าหากมีเชื้ออื่น ๆ ปนมาบ้าง แต่เมื่อใส่เชื้อยีสต์ปริมาณมาก ๆ ลงไปเชื้ออื่นๆ ที่มีปริมาณน้อยกว่าก็จะสู้เชื้อยีสต์ที่ใส่ลงไปไม่ได้ ประกอบกับสภาพแวดล้อมของการหมักเหมาะกับการเจริญของยีสต์มากกว่าด้วย

การผลิตกรดอะซีติก ในการทดลองนี้เพื่อลองนำเครื่องหมักคอลัมน์มาใช้ในการผลิตกรดอะซีติกได้ใช้เชื้อ A. aceti กับสารอาหารเป็นน้ำหมักสับปะรดจากการผลิตเอทานอลข้างต้น สารอาหารเสริมประกอบด้วย ยีสต์เอ็กแทรคท์ เปปโทน แมนนิทอล และไดโปตัสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.05, 0.03, 0.25 และ 0.5 % น้ำหนักต่อปริมาตรตามลำดับ ได้ใช้หัวกระจายอากาศแบบตะแกรงโลหะและอัตราการให้อากาศ 0.2, 0.5 และ 1.0 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำหมัก/นาที จากผลการทดลองรูปที่ 4–34, 4–35 อัตราการผลิตและผลผลิต

กรดอะซีติกดีที่สุดเมื่อให้อากาศ 0.5 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำหมัก/นาที คือได้กรดอะซีติก 2.88% น้ำหมักต่อปริมาตรในเวลาการผลิต 84 ชั่วโมง ปริมาณการใช้เอทานอล 91.52 % และจากปริมาณเอทานอลเริ่มต้น 6 % โดยปริมาตร คิดเป็นผลผลิต 50.67% เมื่อเอทานอล 1 หน่วยปริมาตรให้กรดอะซีติก 1.03 หน่วยน้ำหมัก (Richarson, 1967)
ส่วนที่การให้อากาศ 1.0 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำหมัก/นาที จะให้ผลรองลงไป คือได้กรดอะซีติก 2.13% ภายในเวลาการผลิต และปริมาณเอทานอลเริ่มต้นเท่ากัน ปริมาณการใช้เอทานอล 86.76% คิดเป็นผลผลิตแก่ 39.74 % จะเห็นว่าผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เนื่องจากมีการสูญเสียเอทานอลและกรดอะซีติกไปในขณะที่ให้อากาศ

เมื่อพิจารณาค่าอัตราการเพิ่มขึ้นของกรดอะซีติก จะมีอัตราการเพิ่มตามปริมาณการใช้เอทานอลและความเข้มข้นของเซลล์ที่เพิ่มขึ้นมีที่น่าสังเกตที่การให้อากาศ 1.0 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำหมัก/นาที อัตราการเพิ่มของกรดอะซีติก (รูปที่ 4-34) และความเข้มข้นของเซลล์ (รูปที่ 4-33) จะมีค่าน้อยลงตั้งแต่ชั่วโมงที่ 48 เป็นต้นไป ทั้งนี้เป็นเพราะการให้อากาศมากไปทำให้เซลล์ติดไปกับฟองอากาศแล้วไปกองอยู่ในปริมาณมากตรงบริเวณข้างแก้วของคอลัมน์ที่อยู่เหนือผิวน้ำหมัก ทำให้วัดความเข้มข้นของเซลล์และผลิตกรดได้น้อยลง ผลเสียอย่างอื่นเมื่อให้อากาศในปริมาณมากคือ ปัญหาเรื่องฟองเกิดขึ้นมากจนล้นระบบกันฟองล้น ทำให้ต้องใช้สารกำจัดฟองมากเกินไป ซึ่งอาจมีผลต่อการเจริญเติบโตและการผลิตกรดอะซีติกด้วย นอกจากนั้นที่การให้อากาศมากทำให้เกิดการสูญเสียโดยการระเหยของเอทานอลและกรดอะซีติกที่เกิดขึ้นในปริมาณที่สูง ดังนั้นการให้อากาศที่เหมาะสมคือประมาณ 0.5 ปริมาตรอากาศ/ปริมาตรน้ำหมัก/นาที เมื่อใช้หัวกระจายอากาศแบบตะแกรงโลหะขนาด 40 ตา