บทที่ 4

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการผลิตกรดมะนาวจากสารละลายน้ำตาลที่ได้จากการย่อยกากมันสำปะหลัง โดย *Candida oleophila* UNN33-3 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จากการศึกษาลักษณะการเจริญของเชื้อในอาหารสำหรับเตรียมหัวเชื้อ พบว่า *Candida oleophila* UNN33-3 มีช่วงปลายระยะการเจริญแบบทวีคูณ (Late log phase) อยู่ที่ 15 ชั่วโมง ประเสริฐ หาญเมืองใจ (2537) และเชาวรีย์ เรืองวิไลทรัพย์ (2539) ได้รายงานว่าหัวเชื้ออายุ 15 ชั่วโมง เหมาะสมต่อการผลิตกรดมะนาว ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงใช้อายุหัวเชื้อที่ 15 ชั่วโมงในการผลิตกรดมะนาว

การผลิตกรดมะนาวในระดับขวดเขย่า ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยใช้สารละลายน้ำตาลที่ได้จากการย่อยกากมันสำปะหลังเป็นแหล่งคาร์บอน ได้กรดมะนาวเท่ากับ 104.66 และ 127.67 กรัมต่อลิตร ที่เวลา 96 และ 120 ชั่วโมงของการหมัก ตามลำดับ

สินีนาถ (2539) ได้รายงานว่ามีสารปนเปื้อนในกากมันสำปะหลังที่มีผลทำให้การผลิตกรดมะนาวลดลง สารนี้สามารถขจัดออกได้โดยการล้างกากมันสำปะหลังก่อนทำการย่อย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเปรียบเทียบผลผลิตกรดมะนาวที่ได้จากการหมักด้วยสารละลายน้ำตาลที่ได้จากการย่อยกากมันสำปะหลัง 4 แบบคือ กากมันสำปะหลังสดที่ผ่านการล้างน้ำและไม่ล้างน้ำ และกากมันสำปะหลังแห้งที่ผ่านการล้างน้ำและไม่ล้างน้ำ พบว่ากากมันสำปะหลังสดที่ผ่านการล้างน้ำให้ผลผลิตสูงสุด คือ 92.99 กรัมต่อลิตร แสดงว่าสารเจือปนบางอย่างที่มีอยู่ในกากมันสำปะหลังมีผลทำให้ผลผลิตต่ำ สารนี้สามารถขจัดออกได้โดยการล้างน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของสินีนาถ (2539) นอกจากนี้ในงานวิจัยนี้ยังพบว่า ถ้านำกากมันสำปะหลังไปทำให้แห้งก่อนการล้างน้ำ การล้างน้ำจะขจัดสารเจือปนออกได้บางส่วน แต่ขจัดออกได้น้อยกว่าการล้างกากมันสำปะหลังสด ทำให้ผลผลิตกรดมะนาวที่ได้จากสารละลายน้ำตาลที่เตรียมจากกากมันสำปะหลังแห้งที่ผ่านการล้างน้ำต่ำกว่าผลผลิตกรดมะนาวที่ได้จากสารละลายน้ำตาลจากกากมันสำปะหลังสดที่ผ่านการล้างน้ำ แต่ก็สูงกว่าผลผลิตกรดมะนาวที่ได้จากสารละลายน้ำตาลจากกากมันสำปะหลังแห้งที่ไม่ผ่านการล้างน้ำ

การปรับปรุงภาวะการผลิตกรดมะนาวในระดับขวดเขย่า โดยการแปรผันปริมาณสารองค์ประกอบในสูตรอาหารสำหรับผลิตกรดมะนาว ให้มีความเหมาะสมต่อการผลิตกรดมะนาวโดย *Candida oleophila* สายพันธุ์ UNN33-3 โดยใช้สารละลายน้ำตาลที่ได้จากการย่อยกากมันสำปะหลังสดที่ผ่านการล้างน้ำเป็นแหล่งคาร์บอน พบว่าปริมาณองค์ประกอบที่ได้ต่างจากสูตรอาหารที่สินีนาถ (2539) ได้รายงานไว้ดังนี้

ปริมาณแอมโมเนียมคลอไรด์ ลดลงจาก 2.0 กรัมต่อลิตร เป็น 1.15 กรัมต่อลิตร ให้ปริมาณกรดมะนาวเพิ่มจาก 101.92 กรัมต่อลิตร เป็น 107.84 กรัมต่อลิตร ที่เวลา 96 ชั่วโมง ทั้งนี้การผลิตกรดมะนาวจะต้องควบคุมแหล่งไนโตรเจนให้เหมาะสม เนื่องจากยีสต์จะผลิตกรดมะนาวหลังจากแหล่งไนโตรเจนในอาหารถูกใช้หมดแล้ว (Mckay, Maddox and Brooks, 1994) จากผลการทดลองจะเห็นว่า ระดับปริมาณไนโตรเจนที่สูงจะให้น้ำหนักเซลล์แห้งที่สูงแต่ให้ปริมาณกรดมะนาวที่ต่ำลง

ปริมาณโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตที่เหมาะสมในสูตรอาหารที่ปรับปรุงองค์ประกอบแล้วเท่ากับ 0.40 กรัมต่อลิตร เพิ่มขึ้นจากเดิมที่ใช้ปริมาณเท่ากับ 0.20 กรัมต่อลิตร พบว่าให้ผลผลิตกรดมะนาวที่สูงขึ้นประมาณ 10 กรัมต่อลิตร ทั้งนี้เนื่องจากฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบของส่วนสำคัญต่างๆในเซลล์และใช้ในการเปลี่ยนฟอสโฟอีนอลไพรูเวตไปเป็นออกซาโลแอซีเทตซึ่งเป็นสารตัวกลางที่สำคัญของวัฏจักรเครปส์ (Marison,1988) จากผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Mckay, Maddox และ Brooks ในปี 1994 ที่แปรผันปริมาณโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.15 - 0.30 มิลลิโมล ในการผลิตกรดมะนาวโดย *Yarrowia lipolytica* IMK 2 และพบว่าเมื่อปริมาณโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตสูงขึ้นจะให้ปริมาณกรดมะนาวที่สูงขึ้น

แมกนีเซียมซัลเฟตและแมงกานีสซัลเฟต มีความจำเป็นต่อการเจริญและการผลิตกรดมะนาวโดยยีสต์ (Iizuka et al., 1971) จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณแมกนีเซียมซัลเฟตเพิ่มขึ้นจาก 0.20 เป็น 0.40 กรัมต่อลิตร ให้ปริมาณกรดมะนาวเพิ่มจาก 99.36 กรัมต่อลิตร เป็น 110.66 กรัมต่อลิตร ที่เวลา 96 ชั่วโมง เช่นเดียวกับปริมาณแมงกานีสซัลเฟต ที่เพิ่มจาก 0.25 เป็น 0.45 กรัมต่อลิตร ให้ปริมาณกรดมะนาวเพิ่มจาก 100.99 กรัมต่อลิตร เป็น 109.07 กรัมต่อลิตร ที่เวลา 96 ชั่วโมง

จากการเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากการใช้สูตรอาหารที่ปรับปรุงแล้วนี้ (ภาคผนวก ก 2.6) กับผลผลิตที่ได้จากสูตรอาหารที่ใช้สารละลายน้ำตาลจากการย่อยแป้งมันสำปะหลัง ได้ผลผลิตไม่แตกต่างกันมากนัก แสดงให้เห็นว่าสารละลายน้ำตาลที่ได้จากการย่อยกากมันสำปะหลัง