บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การจำแนกชนิดทางอนุกรมวิธานของยีสต์สายพันธุ์ที่แยกได้

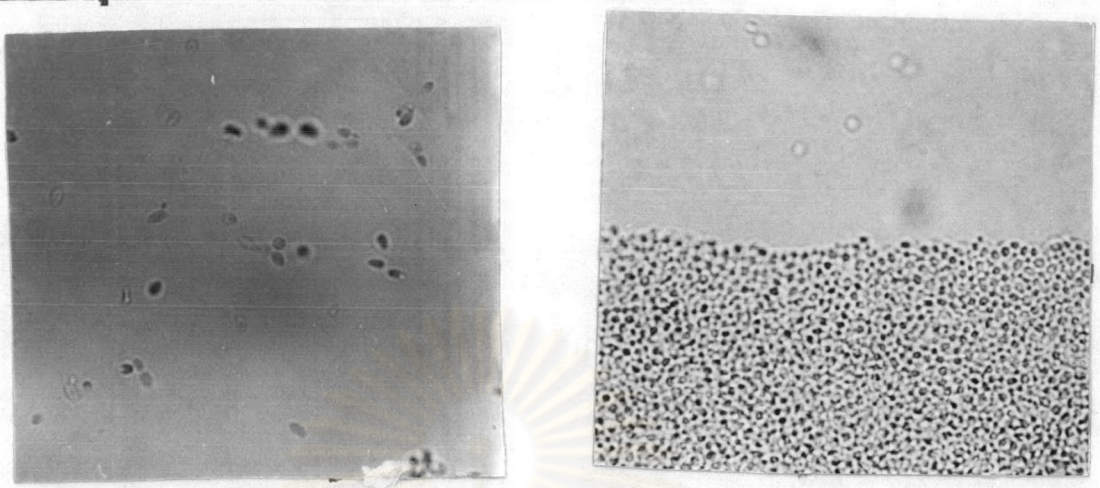
ผลการศึกษาขนาดและรูปร่างของเซลยีสต์ทั้ง8 สายพันธุ์ที่แยกได้แสดงให้เห็นว่ายีสต์เหล่านี้มีลักษณะโคโลนีใกล้เคียงกัน ดังแสดงในตารางที่ 2 อาจแยกยีสต์ออกได้เป็น 2 กลุ่มตามขนาดของเซลซึ่งแสดงในตารางที่ 4 กล่าวคือยีสต์ที่มีขนาดเซลล์เล็ก(3.0 x 5.0 ไมครอน)ได้แก่สายพันธุ์ Y1, Y3 และ Y4 ยีสต์ที่มีขนาดใหญ่(4.0 x 6-12 ไมครอน)ได้แก่สายพันธุ์ Y2, Y5, Y6,Y9 และ Y10 ดังแสดงในรูปที่ 10-17 นอกจากนี้ยีสต์ทุกสายพันธุ์ยกเว้นยีสต์สายพันธุ์ Y1 สร้างเส้นใยเทียมที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไป ดังแสดงในตารางที่ 4 ยีสต์ทุกสายพันธุ์ที่แยกได้ไม่ใช้ไนเตรตเป็นแหล่งไนโตรเจนดังแสดงในตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่ายีสต์สายพันธุ์ Y2 และ Y5 สร้างเส้นใยเทียมแบบ mycotoruloides อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์รูปร่างเซล และการใช้น้ำตาลของยีสต์ทั้งสองชนิดนี้ พบว่ายีสต์สายพันธุ์ Y5 ใช้น้ำตาลซูโครส มอลโตสเซลลูไบโอส อาราบิโนส กาแลคโตส แมนนิทอล ไรบิโทล แต่ในขณะที่ยีสต์สายพันธุ์ Y2 ไม่ใช้น้ำตาลเหล่านี้ ดังแสดงในตารางที่ 5 ในทำนองเดียวกันยีสต์สายพันธุ์ Y4 และ Y10 มีเส้นใยเทียมแบบ candida เช่นเดียวกัน แต่มีรูปร่างเซลและการใช้น้ำตาลแตกต่างกัน ยีสต์สายพันธุ์ Y3 และ Y9 มีเส้นใยคล้ายกันแบบ mycotorula แต่มีรูปร่างเซลแตกต่างกัน และการใช้น้ำตาลแตกต่างกัน ยีสต์ Y6 มีความแตกต่างจากยีสต์สายพันธุ์อื่น คือมีเส้นใยแบบ mycocandida และมีรูปร่างเซลกับการใช้น้ำตาลแตกต่างจากยีสต์สายพันธุ์อื่น ในยีสต์สายพันธุ์ Y1 ไม่พบการสร้างเส้นใย ยีสต์ทั้ง 8 สายพันธุ์มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแตกหน่อแบบ multilateral budding ไม่พบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศที่มีการสร้างแอสโคสปอร์

ผลการเลี้ยงยีสต์ทั้ง 8 สายพันธุ์ ดังกล่าวข้างต้นในอาหารเลี้ยงเชื้อ เพื่อให้ยีสต์ผลิต arthrospores(รูปที่ 18) ballistospore(รูปที่ 19) และ ascospore(รูปที่ 20) พบว่ายีสต์ทุกสายพันธุ์ไม่ผลิตสปอร์เหล่านี้ เมื่อเทียบกับคอนโทรลดังแสดงในตารางที่ 6

ผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่ายีสต์ที่แยกได้เป็นคนละสายพันธุ์ และสายพันธุ์ Y1 อยู่ในจีนัส *Torulopsis* sp. ส่วนสายพันธุ์อื่นอยู่ในจีนัส *Candida* spp.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

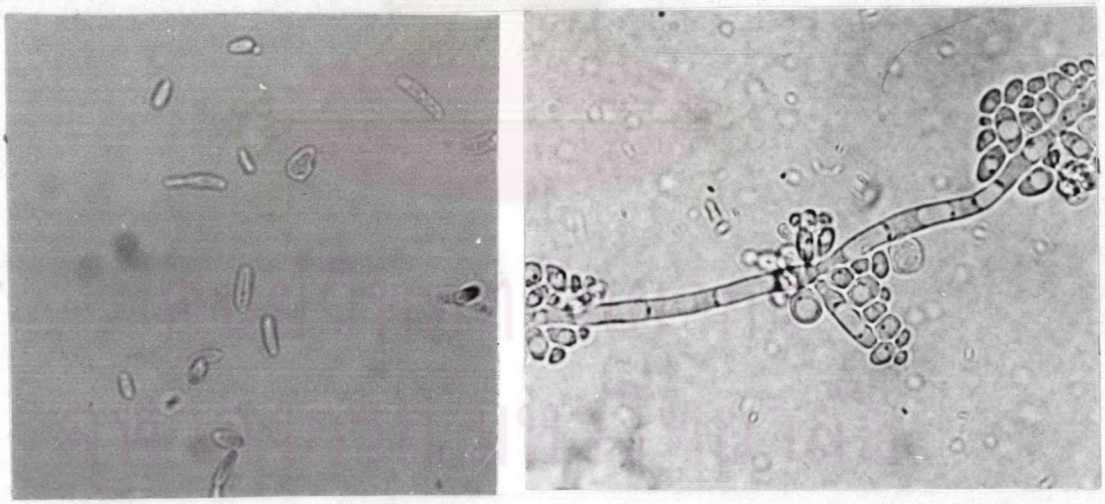
ผลการตรวจรูปร่างเซล ลักษณะการแตกหน่อ และการสร้างเส้นใย



10μm (ก) 10μm (ข)

รูปที่ 10 (ก) รูปร่างเซลยีสต์สายพันธุ์ Y1 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ morphology agar อายุ 48 ชั่วโมง

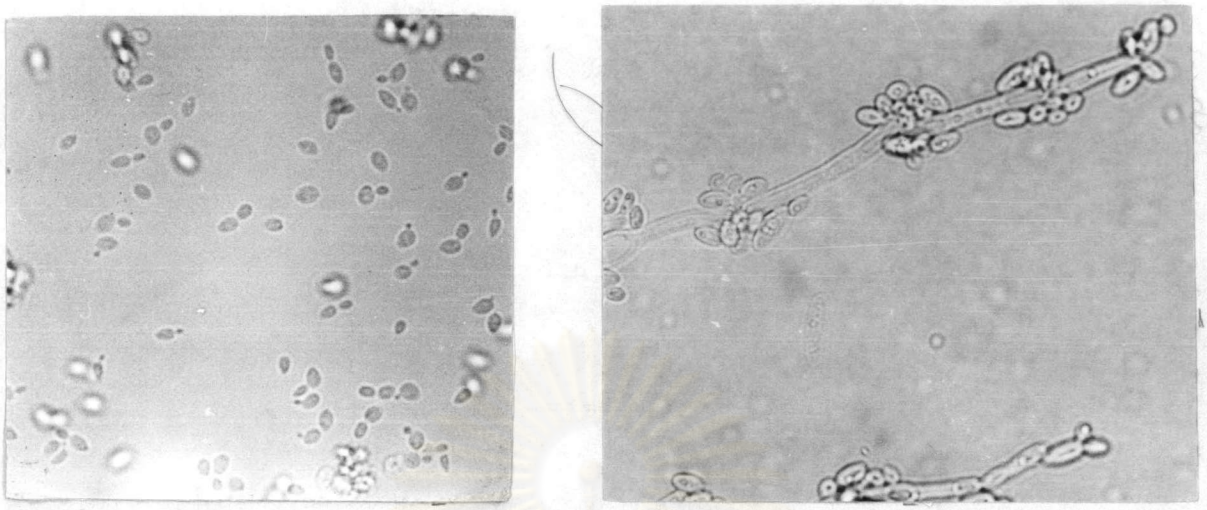
(ข) ลักษณะการไม่สร้างเส้นใยบนอาหารเลี้ยงเชื้อ corn meal agar



10μm (ก) 10μm (ข)

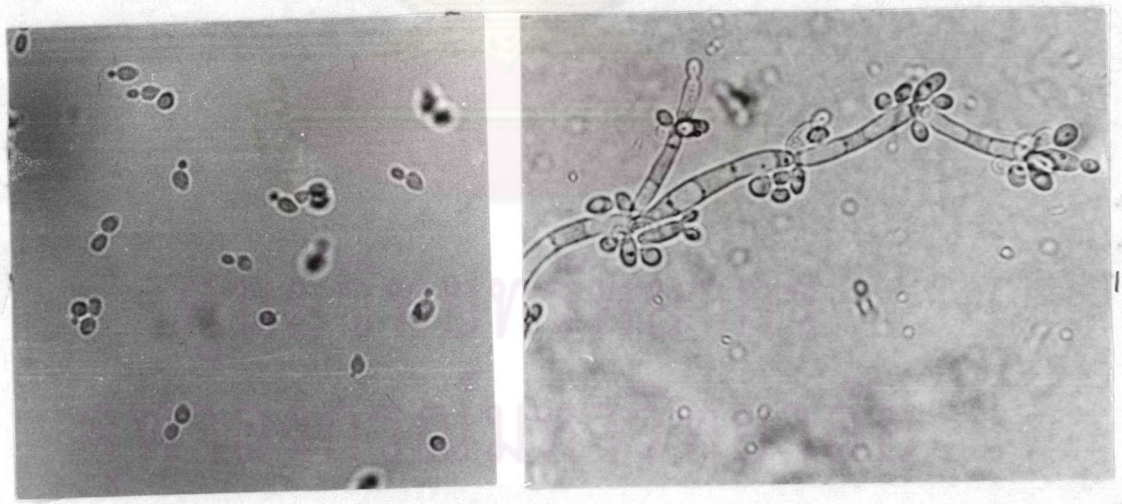
รูปที่ 11 (ก) รูปร่างเซลยีสต์สายพันธุ์ Y2 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ morphology agar อายุ 48 ชั่วโมง

(ข) ลักษณะการสร้างเส้นใยบนอาหารเลี้ยงเชื้อ corn meal agar



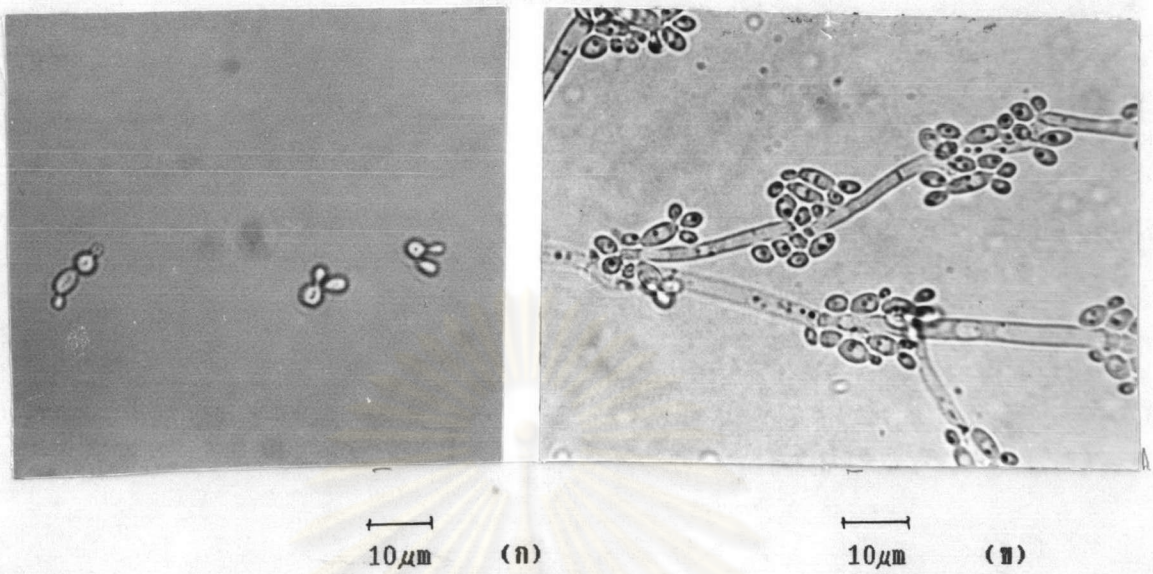
รูปที่ 12 (ก) รูปร่างเซลยีสต์สายพันธุ์ Y3 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ morphology agar อายุ 48 ชั่วโมง

(ข) ลักษณะการสร้างเส้นใยบนอาหารเลี้ยงเชื้อ corn meal agar



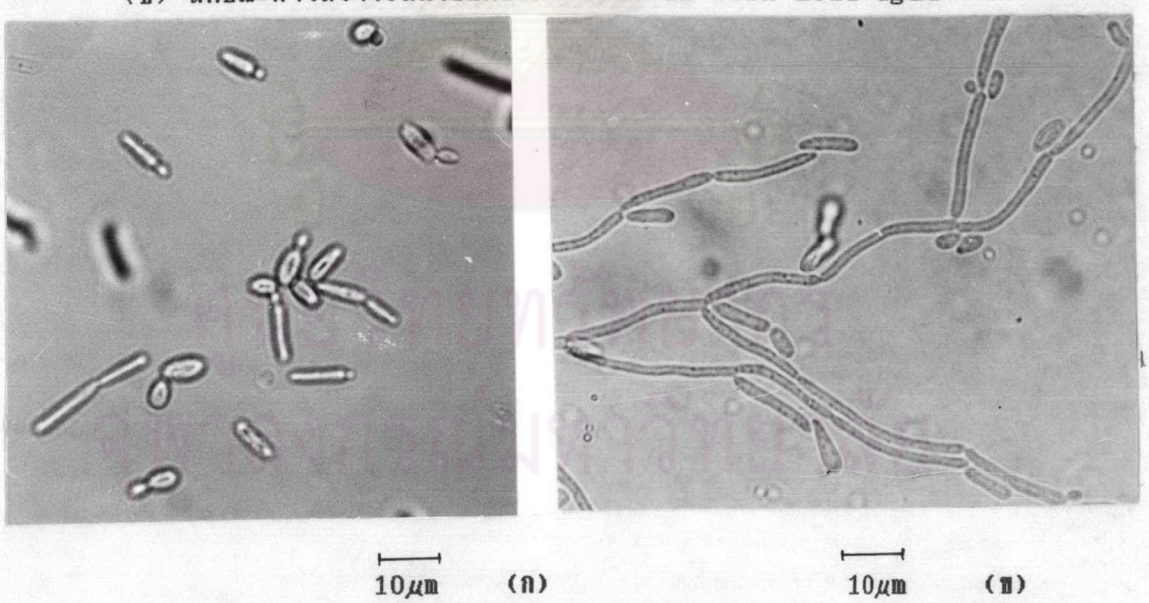
รูปที่ 13 (ก) รูปร่างเซลยีสต์สายพันธุ์ Y4 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ morphology agar อายุ 48 ชั่วโมง

(ข) ลักษณะการสร้างเส้นใยบนอาหารเลี้ยงเชื้อ corn meal agar



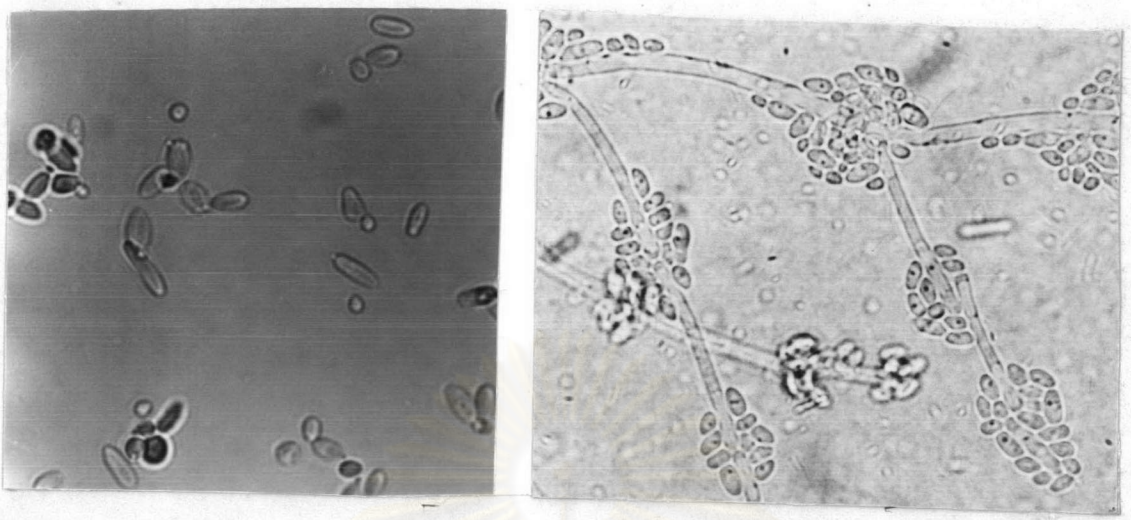
รูปที่ 14 (ก) รูปร่างเซลยีสต์สายพันธุ์ Y5 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ morphology agar อายุ 48 ชั่วโมง

(ข) ลักษณะการสร้างเส้นใยบนอาหารเลี้ยงเชื้อ corn meal agar



รูปที่ 15 (ก) รูปร่างเซลยีสต์สายพันธุ์ Y6 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ morphology agar อายุ 48 ชั่วโมง

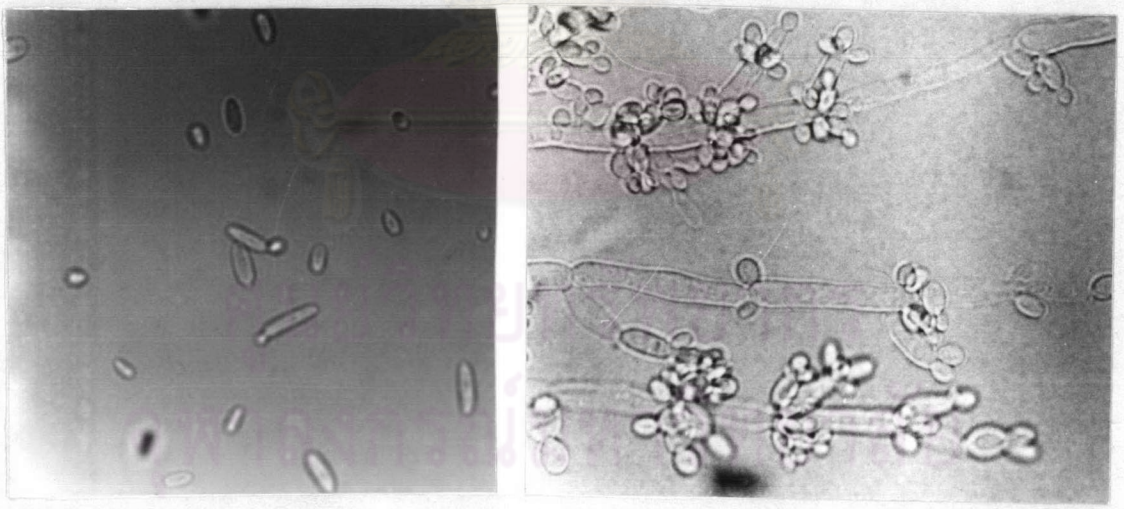
(ข) ลักษณะการสร้างเส้นใยบนอาหารเลี้ยงเชื้อ corn meal agar



10μm (ก) 10μm (ข)

รูปที่ 16 (ก) รูปร่างเซลยีสต์สายพันธุ์ Y9 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ morphology agar อายุ 48 ชั่วโมง

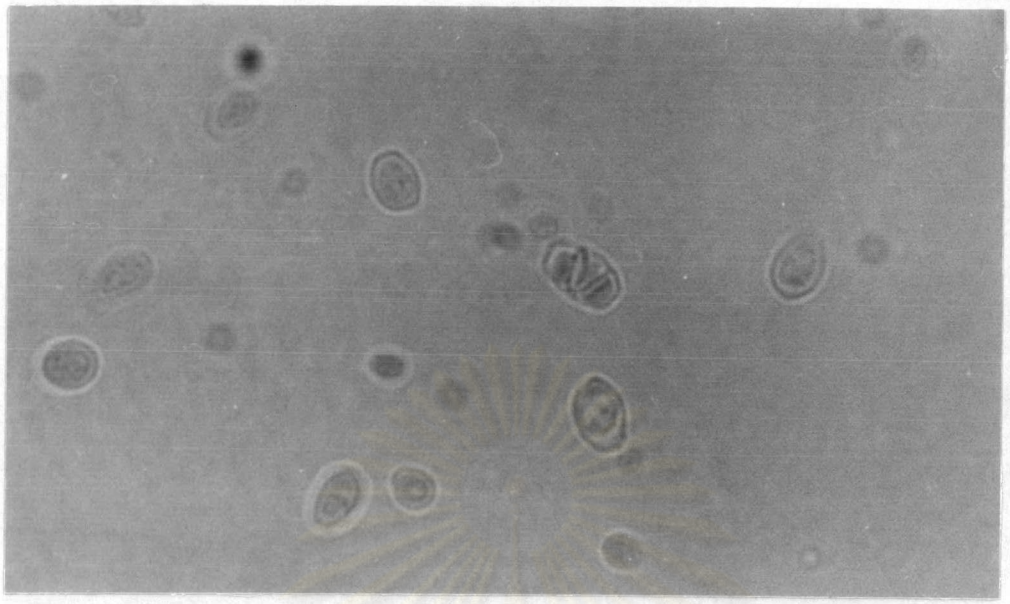
(ข) ลักษณะการสร้างเส้นใยบนอาหารเลี้ยงเชื้อ corn meal agar



10μm (ก) 10μm (ข)

รูปที่ 17 (ก) รูปร่างเซลยีสต์สายพันธุ์ Y10 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ morphology agar อายุ 48 ชั่วโมง

(ข) ลักษณะการสร้างเส้นใยบนอาหารเลี้ยงเชื้อ corn meal agar

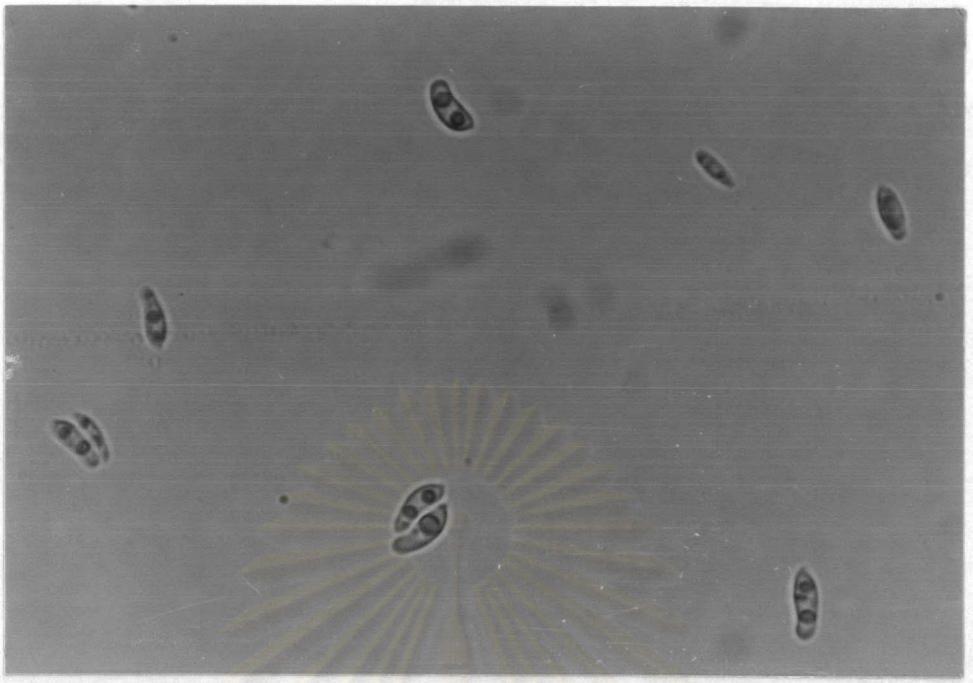


10 μm

รูปที่ 18 ลักษณะของแอสโคสปอร์ของยีสต์ *Hansenula polymorpha* TISTR 5140 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ acetate agar อายุ 14 วัน

10 μm

รูปที่ 19 ลักษณะของอาร์โทรสปอร์ของยีสต์ *Tricosporon cutaneum* TISTR 5133 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ corn meal agar อายุ 4 วัน



รูปที่ 20 ลักษณะของบอลลิสโตสปอร์ของยีสต์ *Sporobolomyces pararoceus* TISTR 5213 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ malt extract agar อายุ 15 วัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 ลักษณะโคโลนีของยีสต์ 8 สายพันธุ์บนอาหารเลี้ยงเชื้อ morphology agar

สายพันธุ์	สี	รูปร่าง	ผิวหน้า	ขอบ
Y1	ครีม	กลม	เรียบ ผิวหน้าเรียบ	เรียบ
Y2	ครีม	กลม	ไม่เรียบ ตรงกลางนูน	ไม่เรียบ
Y3	ครีม	กลม	ไม่เรียบ ตรงกลางนูน มีรอยยุบตรงกลาง	ไม่เรียบ
Y4	ครีม	กลม	ไม่เรียบ ตรงกลางนูน	ไม่เรียบ
Y5	ครีม	กลม	เรียบ ตรงกลางนูน	เรียบ
Y6	ครีม	กลม	ไม่เรียบ ตรงกลางนูน	ไม่เรียบ
Y9	ครีม	กลม	ไม่เรียบ ตรงกลางนูน	ไม่เรียบ
Y10	ครีม	กลม	ไม่เรียบ ตรงกลางนูน	ไม่เรียบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 ขนาด รูปร่าง ลักษณะการแตกหน่อ การสร้างเส้นใยและการสร้างสปอร์ของยีสต์ 8 สายพันธุ์

รหัสสายพันธุ์	ขนาดเฉลี่ยเซล (ไมครอน)		รูปร่างเซล	ลักษณะการแตกหน่อ	ลักษณะการสร้างเส้นใย
	กว้าง	ยาว			
Y1	3.0	5.0	รี	multilateral budding	ไม่สร้าง
Y2	4.0	12.0	ท่อนยาว	multilateral budding	สร้างเส้นใยเทียมแบบmycotoruloides
Y3	3.0	5.0	กลมรี	multilateral budding	สร้างเส้นใยเทียมแบบ mycotorula
Y4	3.0	5.0	กลมรี	multilateral budding	สร้างเส้นใยเทียมแบบ candida
Y5	4.0	6.0	รี	multilateral budding	สร้างเส้นใยเทียมแบบmycotoruloides
Y6	4.0	12.0	ท่อนรี	multilateral budding	สร้างเส้นใยเทียมแบบ mycocandida
Y9	5.0	11.0	รี	multilateral budding	สร้างเส้นใยเทียมแบบ mycotorula
Y10	4.0	10.0	รี	multilateral budding	สร้างเส้นใยเทียมแบบ candida

หมายเหตุ ไม่พบการสร้าง อาร์โทรสปอร์, บลลิสโตสปอร์ และแอสโคสปอร์ในยีสต์ทุกสายพันธุ์ข้างต้น

ตารางที่ 5 การใช้แหล่งคาร์บอนชนิดต่างๆ และการใช้ไนเตรด โดยยีสต์ 8 สายพันธุ์

รหัสสายพันธุ์	การใช้แหล่งไนเตรด	ชนิดของแหล่งคาร์บอน																					
		กลูโคส	ซูโครส	แลคโตส	มอลโตส	อินโนซิโทล	เซลลูไบโอส	แอล-อราบิโนส	ดี-อราบิโนส	ดี-ไรโบส	แอล-ซอบโบส	ดี-ไซโลส	ดี-กาแลคโตส	ดี-แมนนิโทล	เรฟฟิโนส	เมลิไบโอส	ซาลิซิน	อิริทริโทล	ไรบิโทล	แอล-แรมโนส	ทรีฮาโลส	เมลไบโอส	น้ำเป็ง
Y1	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-
Y2	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Y3	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-
Y4	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Y5	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+
Y6	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y9	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y10	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ยีสต์ที่ใช้น้ำตาล กลูโครส ซูโครส มอลโตส ดี-ไรโบส ดี-แมนนิโทล อิริทริโทล ไรบิโทล ทรีฮาโลส และนำมาใช้เป็นคอลโทรลคือ *Hansenula polymorpha* TISTR 5140

ยีสต์ที่ใช้น้ำตาล แลคโตส อินโนซิโทล แอล-แรมโนส และนำมาใช้เป็นคอลโทรลคือ *Tricosporon cutaneum* TISTR 5133

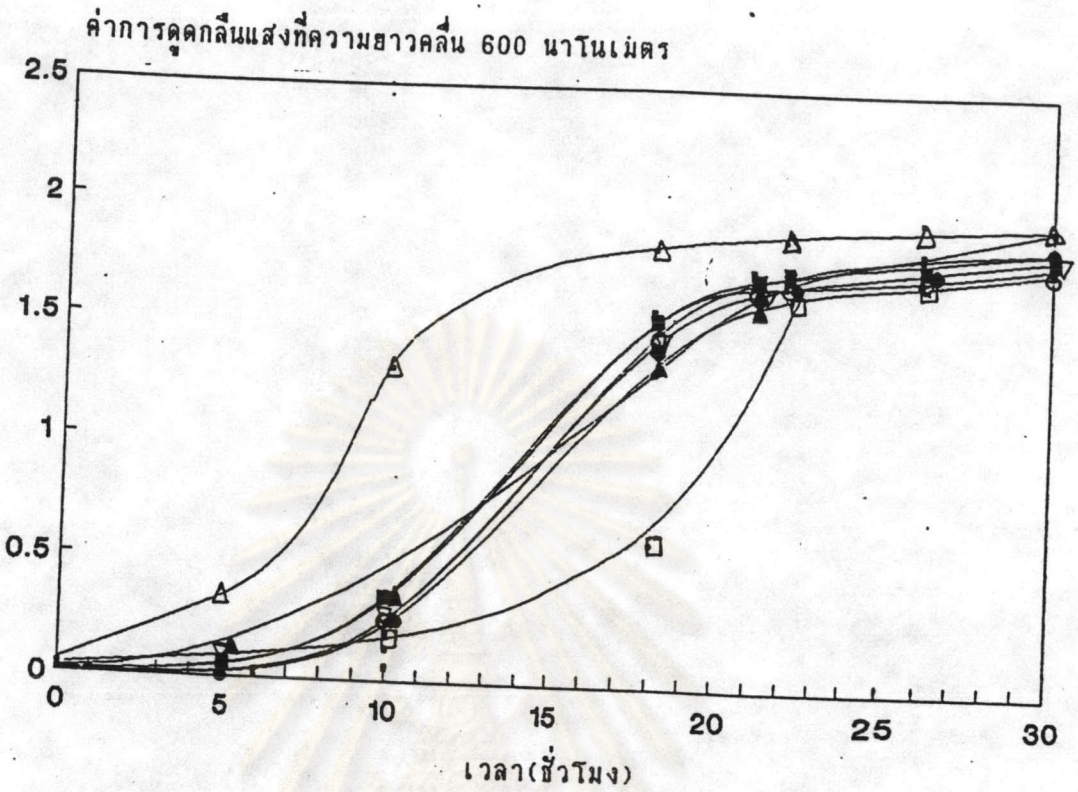
ยีสต์ที่ใช้น้ำตาล เซลโลไบโอส ดี-ไซโลส ดี-กาแลคโตส และนำมาใช้เป็นคอลโทรลคือ *Candida pulcherrima* TISTR 5120

ยีสต์ที่ใช้น้ำตาล แอล-อราบิโนส แรฟฟิโนส เมเลไซโทส และนำมาใช้เป็นคอลโทรลคือ *Rhodosporidium toruloides* TISTR 5123

4.2 การเพิ่มจำนวนของยีสต์สายพันธุ์ที่แยกได้

รูปที่ 21 แสดงให้เห็นว่าอาจแบ่งยีสต์ที่แยกได้ออกเป็น 3 ประเภท โดยใช้อัตราการเพิ่มจำนวน กล่าวคือยีสต์ประเภทที่ 1 ได้แก่สายพันธุ์ Y5 ซึ่งใช้เวลา 8 ชั่วโมงในการเพิ่มจำนวนถึงระยะ mid log ยีสต์ประเภทที่สอง ได้แก่สายพันธุ์ Y1, Y2, Y3, Y6, Y9, Y10 ซึ่งใช้เวลา 15 ชั่วโมงในการเพิ่มจำนวนถึงระยะ mid log ส่วนยีสต์ประเภทสามได้แก่ยีสต์สายพันธุ์ Y4 ซึ่งมีอัตราการเพิ่มจำนวนช้าใช้เวลา 20 ชั่วโมงในการเพิ่มจำนวนถึงระยะ mid log ข้อมูลการทดลองที่ได้เหล่านี้ได้นำไปใช้ในการเลี้ยงเซลล์ของยีสต์ เพื่อให้เพิ่มจำนวนถึงระยะ mid log สำหรับนำมาใช้เป็นกล้าเชื้อ(inoculum) ในการทดลองต่อไป สำหรับกล้าเชื้อของยีสต์ทั้งสามประเภทที่ใช้ในระยะ stationary phase ได้แก่กล้าเชื้อที่เลี้ยงใน YM ภายใต้สภาวะการทดลองเป็นเวลา 18 ชั่วโมง 20 ชั่วโมง และ 22 ชั่วโมง ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



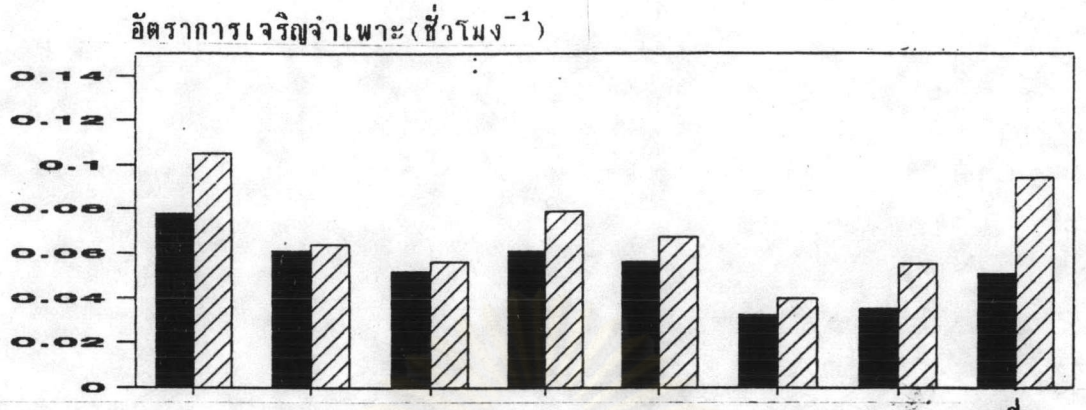
รูปที่ 21 การเพิ่มจำนวนของยีสต์ 8 สายพันธุ์ ในอาหารเลี้ยงเชื้อ YM บนเครื่องเขย่า 200 รอบต่อนาทีที่ 28°ซ ผลการทดลองแต่ละจุดเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 2 ครั้ง
(—Y1, -■-Y2, -○-Y3, -□-Y4, -△-Y5, -●-Y6, -▽-Y9, -△-Y10)

4.3 ผลของระยะการเจริญของเซลตั้งต้นต่ออัตราการเจริญจำเพาะ(μ) ต่อค่าสัมประสิทธิ์การผลิตเซลต่อหนึ่งหน่วยซับสเตรต($Y_{x/s}$) และการสังเคราะห์ไบโอตินต่อหนึ่งหน่วยซับสเตรต ($Y_{p/s}$)

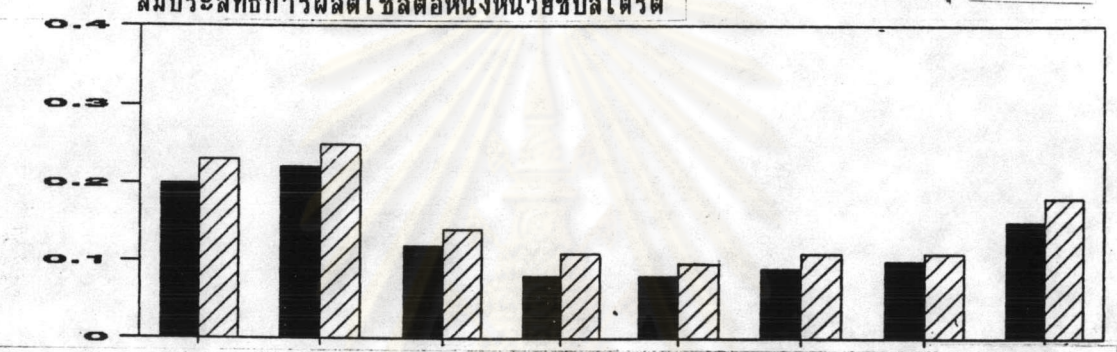
รูปที่ 1ง-8ง ในภาคผนวก ง แสดงผลการผลิตไบโอติน น้ำหนักเซลแห้งและปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่ง เมื่อใช้ยีสต์ทั้ง 8 สายพันธุ์ ในระยะ mid log phase และ stationary phase เป็นกล้าเชื้อ จากการวิเคราะห์ทางสถิติและผลการทดลองในรูปที่ 30-32 พบว่าการใช้เซลตั้งต้นในระยะ mid log phase หรือระยะ stationary phase ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญจำเพาะของยีสต์สายพันธุ์ Y2 ถึง Y6 และ Y9 แ ละไม่มีผลต่อค่า $Y_{x/s}$ และ $Y_{p/s}$ ของยีสต์ทุกสายพันธุ์ยกเว้นค่า $Y_{p/s}$ ของยีสต์สายพันธุ์Y1 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระยะการเจริญของเซลตั้งต้นมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของยีสต์สายพันธุ์ Y1 และ Y10 และค่า $Y_{p/s}$ ของสายพันธุ์ Y1 โดยเซลตั้งต้นในระยะ mid log phase ของสายพันธุ์ Y1 และ Y10 มีอัตราการเจริญจำเพาะสูงกว่าเซลตั้งต้นในระยะ stationary phase 30% และ 45% ตามลำดับ และเมื่อใช้เซลตั้งต้นของสายพันธุ์ Y1 ในระยะ mid log phase จะได้ค่า $Y_{p/s}$ สูงขึ้น 30% ของการใช้เซลตั้งต้นในระยะ stationary phase

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญจำเพาะ $Y_{x/s}$ และ $Y_{p/s}$

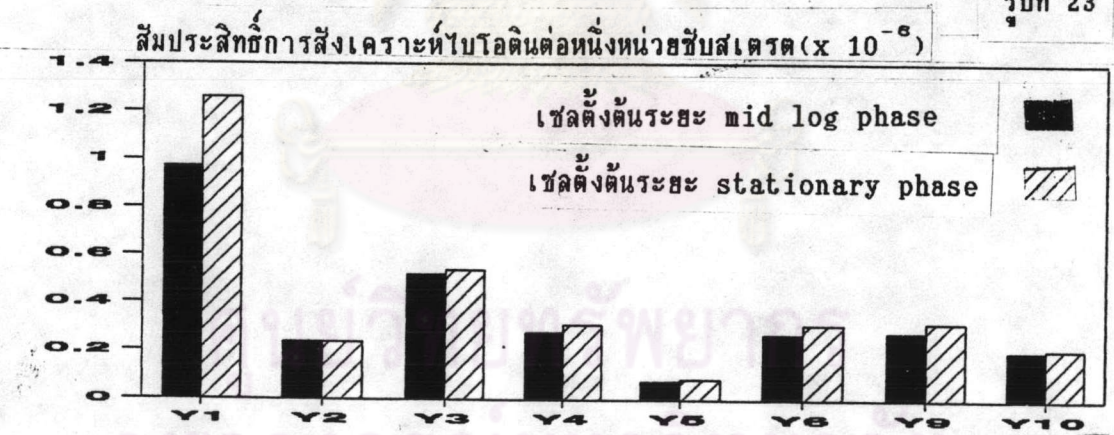
รูปที่ 30-32 แสดงให้เห็นว่าอาจแบ่งยีสต์ที่แยกได้ออกเป็น 3 กลุ่ม ตามคุณสมบัติการเพิ่มจำนวนเซลและการสังเคราะห์ไบโอตินดังนี้ กลุ่มแรกประกอบด้วยสายพันธุ์ที่มีอัตราการเจริญจำเพาะสูง และการใช้พลังงานในการเพิ่มจำนวนเซลมาก จึงขับปริมาณไบโอตินออกมานอกเซลในปริมาณน้อยได้แก่สายพันธุ์ Y2 Y5 และ Y10 กลุ่มที่สองประกอบด้วยยีสต์สายพันธุ์ที่มีอัตราการเจริญจำเพาะ ค่า $Y_{x/s}$ และค่า $Y_{p/s}$ ปานกลาง ได้แก่สายพันธุ์ Y3 Y4 Y6 และ Y9 กลุ่มที่สามประกอบด้วยยีสต์ 1 สายพันธุ์ (Y1) ซึ่งมีอัตราการเจริญจำเพาะสูง มีค่า $Y_{x/s}$ และค่า $Y_{p/s}$ สูง แสดงถึงประสิทธิภาพสูงในการใช้พลังงานในการเพิ่มจำนวน และการสังเคราะห์ไบโอตินซึ่งถูกขับออกมานอกเซล ดังนั้นในการทดลองครั้งต่อๆไป จึงใช้เซลตั้งต้นของยีสต์ทุกสายพันธุ์ซึ่งอยู่ในระยะ mid log phase



รูปที่ 22



รูปที่ 23



รูปที่ 24

รูปที่ 22 ฮีสโตแกรมเปรียบเทียบค่าอัตราการเจริญจำเพาะ(μ) ในยีสต์ทั้ง 8 สายพันธุ์ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่เติมไบโอติน ในระดับขวดเขย่า

รูปที่ 23 ฮีสโตแกรมเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์เซลต่อหนึ่งหน่วยซับสเตรตในระดับขวดเขย่า

รูปที่ 24 ฮีสโตแกรมเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การผลิตไบโอตินต่อหนึ่งหน่วยซับสเตรตในระดับขวดเขย่า

4.4 ผลของการเติมกรดพิมีลิคต่ออัตราการเจริญจำเพาะ ค่า $Y_{x/s}$ และค่า $Y_{p/s}$ ของยีสต์ 8 สายพันธุ์

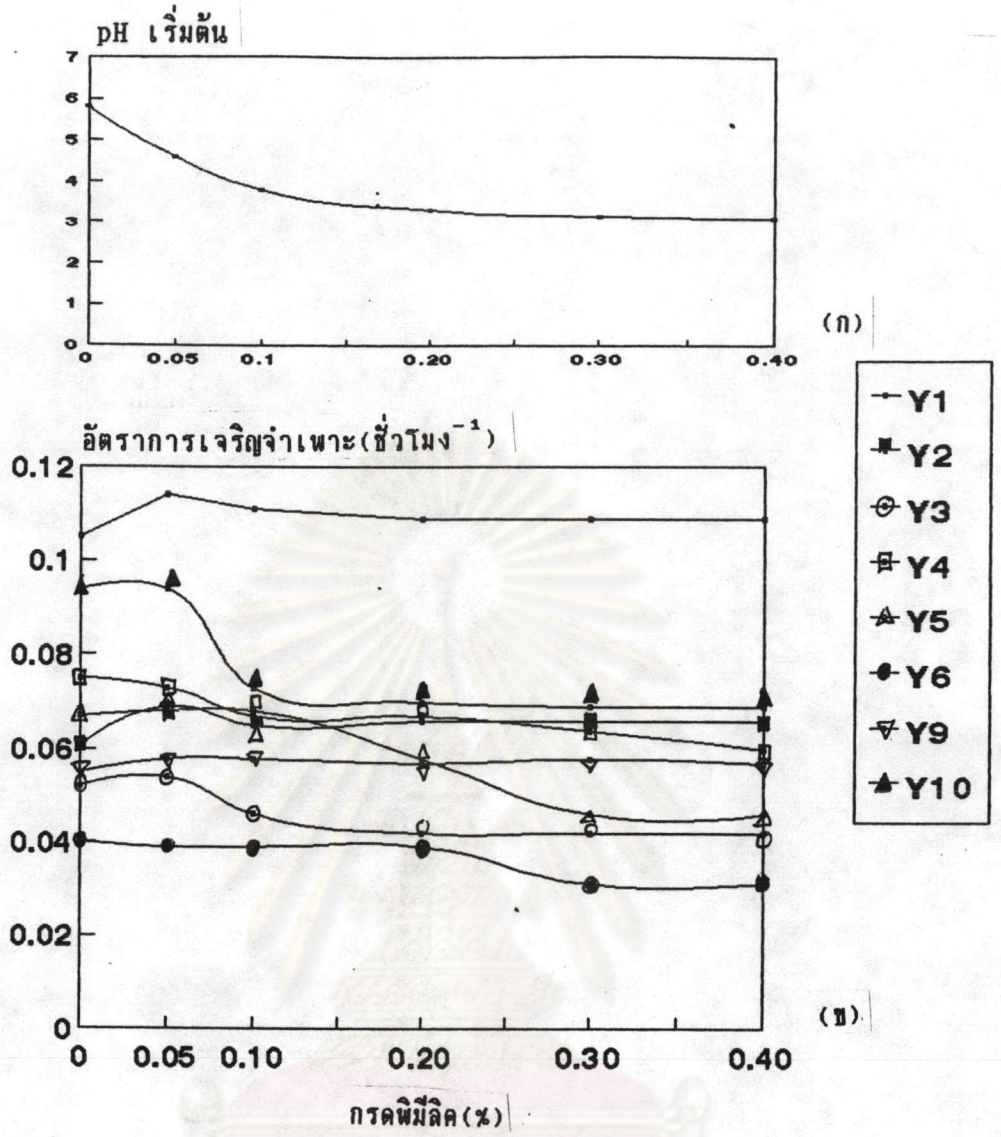
รูปที่ 9ง-16ง(ภาคผนวก ง) แสดงผลของกรดพิมีลิคที่ความเข้มข้น 0.05-0.4% ต่อการสังเคราะห์ไบโอติน การเพิ่มจำนวนเซล และปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่ง ในยีสต์ 8 สายพันธุ์ที่แยกได้

รูปที่ 25 (ก) แสดงให้เห็นว่าการเติมกรดพิมีลิคความเข้มข้นต่างๆ ลงใน biotin-free medium มีผลทำให้ความเป็นกรดด่างเริ่มต้นของอาหารเลี้ยงเชื้อลดลง เป็นที่น่าสังเกตว่าหลังจากเติมกรดพีมีลิค 0.2, 0.3 และ 0.4 % ค่าพีเอชเริ่มต้นของอาหารเลี้ยงเชื้อมีค่าคงที่ (pH = 3.3) และอัตราการเจริญจำเพาะของยีสต์ทุกสายพันธุ์(ยกเว้นสายพันธุ์ Y5, Y6)มีค่าคงที่

โดยผลการทดลองสรุปในรูปที่ 25(ข) แสดงให้เห็นว่าอัตราการเจริญจำเพาะของยีสต์สายพันธุ์ Y5, Y6 ลดลงเล็กน้อยเมื่อเปอร์เซนต์กรดพิมีลิคในอาหารเลี้ยงเชื้ออยู่ในช่วง 0.2-0.4% ส่วนความเข้มข้นของกรดพิมีลิคในช่วง 0.05-0.2 % ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญจำเพาะต่อยีสต์สายพันธุ์ Y1, Y2, Y4, Y6 และ Y9 ในขณะที่ยีสต์สายพันธุ์ Y3, Y5 และ Y10 มีอัตราการเจริญจำเพาะลดลง

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ากรดพิมีลิคที่ความเข้มข้น 0.05 % มีผลทำให้อัตราการเจริญจำเพาะของยีสต์สายพันธุ์ Y1 และ Y2 เพิ่มขึ้น โดย Y1 มีอัตราการเจริญจำเพาะสูงสุดที่ 0.11 ชั่วโมง$^{-1}$ ที่ความเข้มข้นกรดพิมีลิค 0.05%

สรุปผลการทดลองได้ว่ากรดพิมีลิคที่ความเข้มข้น 0.05% มีผลในการเพิ่มอัตราการเจริญจำเพาะของยีสต์สายพันธุ์ Y1 และ Y2 และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของกรดพิมีลิคไม่มีผลต่ออัตราการเจริญจำเพาะของยีสต์บางสายพันธุ์ ในขณะที่ยีสต์บางสายพันธุ์จะมีอัตราการเจริญจำเพาะลดลง



รูปที่ 25 (ก) ความเป็นกรดด่างเริ่มต้นของ biotin-free medium ซึ่งเติมกรดพิมีลิคความเข้มข้นต่างๆ

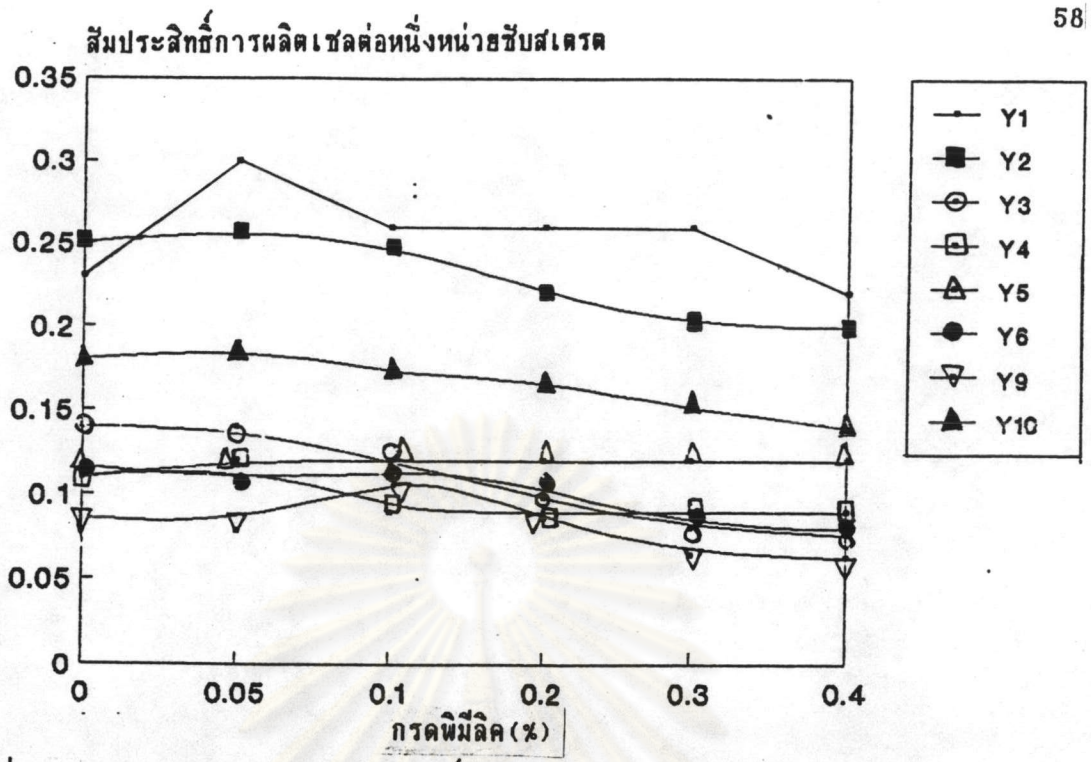
(ข) กราฟเปรียบเทียบผลการเติมกรดพิมีลิคต่ออัตราการเจริญจำเพาะของยีสต์ 8 สายพันธุ์ในระดับขวดเขย่า เลี้ยงยีสต์ในอาหารเหลว YM จนถึง mid log phase เก็บเซลและล้างด้วย 0.85 % โซเดียมคลอไรด์ เติมเซลลงใน biotin-free medium ให้ได้ความขุ่นตั้งต้นเท่ากับ 0.1 ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร เขย่าที่อุณหภูมิ 28-30°ซ ความเร็ว 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 50 ชั่วโมง วัดความขุ่นของเซลที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร

ผลของการเติมกรดพิมีลิคต่อค่า $Y_{x/s}$, $Y_{p/s}$

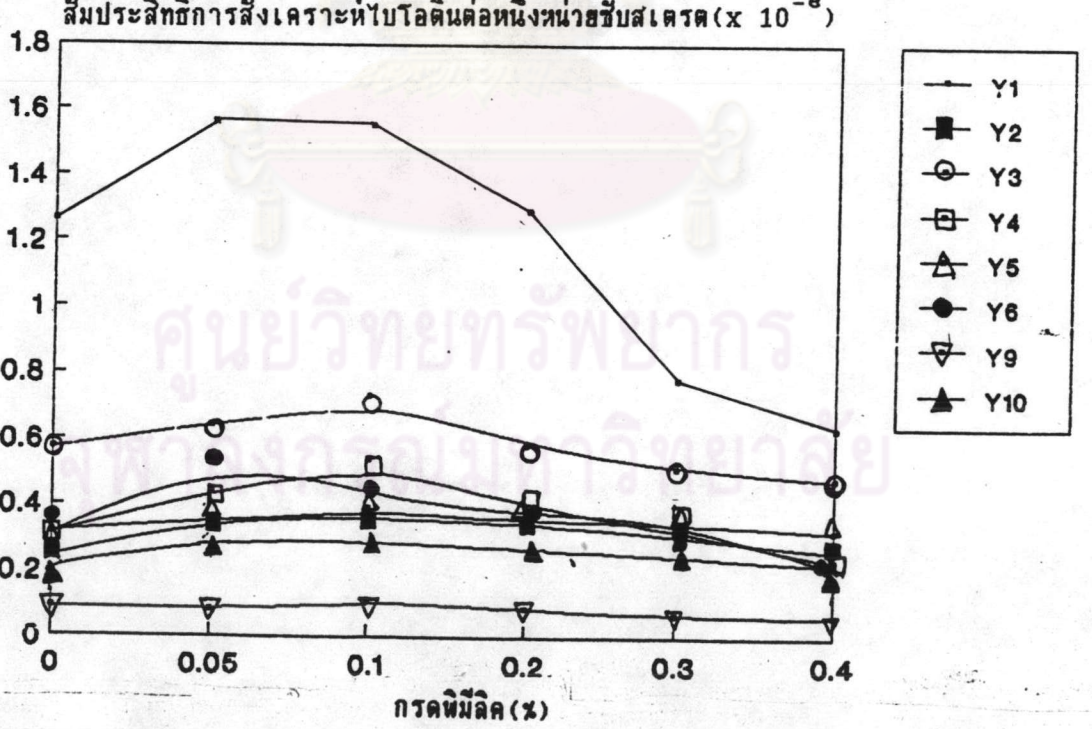
ผลการทดลองรูปที่ 26-27 แสดงให้เห็นว่าว่าในยีสต์สายพันธุ์ Y1 ความเข้มข้นของกรดพิมีลิค 0.05% เพิ่มค่า $Y_{x/s}$ และ $Y_{p/s}$ โดยค่า $Y_{p/s}$ เพิ่มขึ้นสูงที่ความเข้มข้นกรดพิมีลิค0.05-0.10% และค่า $Y_{p/s}$ ลดต่ำลงเมื่อความเข้มข้นกรดพิมีลิคสูงขึ้น เมื่อเลี้ยงที่ความเข้มข้น ยีสต์สายพันธุ์ Y1 ของกรดพิมีลิคทุกความเข้มข้น ค่า $Y_{x/s}$ และค่า $Y_{p/s}$ สูงกว่ายีสต์สายพันธุ์อื่น ผลการทดลองโดยทั่วไปแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของกรดพิมีลิคไม่มีผลต่อค่า $Y_{x/s}$ และ $Y_{p/s}$ ในยีสต์สายพันธุ์อื่น ทั้งนี้ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ายีสต์สายพันธุ์ Y2 ถึง Y6 มีค่า $Y_{x/s}$ และค่า $Y_{p/s}$ ปานกลาง และยีสต์สายพันธุ์ Y9 มีค่า $Y_{x/s}$ และค่า $Y_{p/s}$ ต่ำสุด

รูปที่ 27 แสดงให้เห็นยีสต์สายพันธุ์ Y1 และ Y9 ให้ค่า $Y_{p/s}$ สูงสุดและต่ำสุดเมื่อเทียบกับยีสต์สายพันธุ์อื่น ดังนั้นจึงคัดเลือกยีสต์ทั้งสองสายพันธุ์นี้เพื่อนำไปทดลองหาผลของการเติมกรดพิมีลิคต่ออัตราการเจริญจำเพาะและการสังเคราะห์ไบโอตินของยีสต์ในระดับถังหมัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 26 กราฟเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การผลิตเซลล์ต่อหนึ่งหน่วยซับสเตรต($Y_{x/s}$) ในยีสต์ทั้ง 8 สายพันธุ์ ในระดับขวดเขย่า กับความเข้มข้นกรดพิมีลิคในช่วงความเข้มข้น 0.00-0.40%



รูปที่ 27 กราฟเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การผลิตไบโอดินต่อหนึ่งหน่วยซับสเตรต($Y_{p/s}$) ในยีสต์ทั้ง 8 สายพันธุ์ในระดับขวดเขย่า กับความเข้มข้นกรดพิมีลิคในช่วงความเข้มข้น 0.00-0.40%

ผลของการเติมกรดพิมีลิคต่ออัตราการเจริญจำเพาะของยีสต์สายพันธุ์ Y1 และ Y9 ในระดับถังหมัก

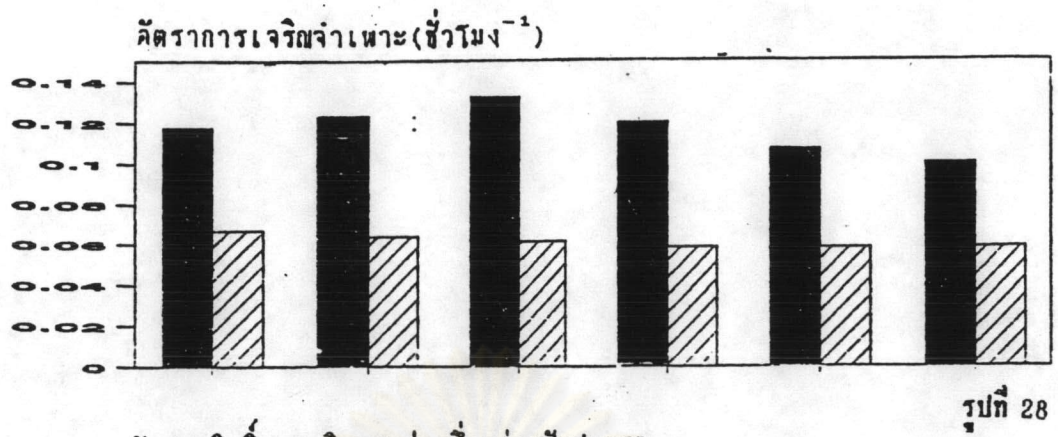
รูปที่ 28 แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของกรดพิมีลิคในช่วง 0 -0.4% มีผลต่ออัตราการเจริญจำเพาะต่อยีสต์สายพันธุ์ Y1 แต่ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญจำเพาะต่อยีสต์สายพันธุ์ Y9 โดยในยีสต์สายพันธุ์ Y1 ให้ค่าอัตราการเจริญจำเพาะสูงสุดที่ความเข้มข้นกรดพิมีลิค 0.10% และเมื่อความเข้มข้นกรดพิมีลิคเพิ่มสูงขึ้นอัตราการเจริญจำเพาะมีค่าลดต่ำลงตามลำดับ ในขณะที่ยีสต์สายพันธุ์ Y9 มีค่าอัตราการเจริญจำเพาะคงที่

ผลของการเติมกรดพิมีลิค $Y_{x/s}$ $Y_{p/s}$ ของยีสต์สายพันธุ์ Y1 และ Y9 ในระดับถังหมัก

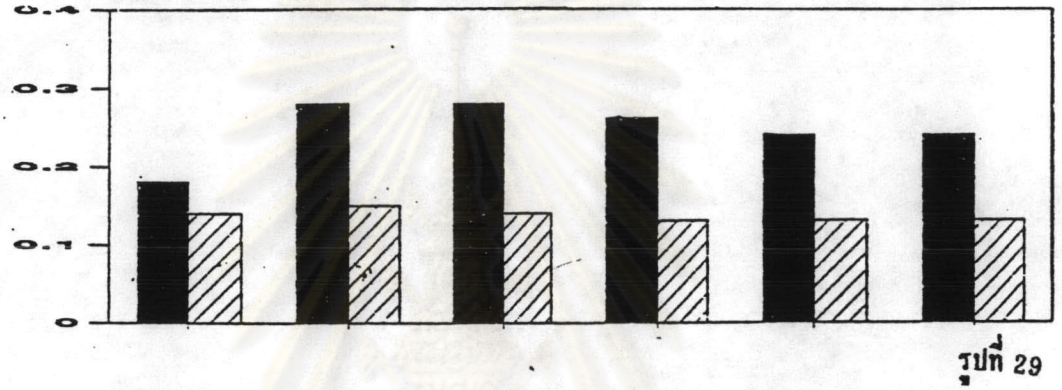
รูปที่ 28-29 แสดงให้เห็นว่าในยีสต์สายพันธุ์ Y1 เมื่อเติมกรดพิมีลิคลงในอาหารเลี้ยงเชื้อจะให้ค่า $Y_{x/s}$ สูงขึ้น กว่าการไม่เติมกรดพิมีลิคในอาหารเลี้ยงเชื้อ และค่า $Y_{p/s}$ เพิ่มขึ้นสูงที่ความเข้มข้นกรดพิมีลิค 0.05% และค่า $Y_{p/s}$ ลดต่ำลงเมื่อความเข้มข้นกรดพิมีลิคสูงขึ้น ค่าอัตราการเจริญจำเพาะ $Y_{x/s}$ และ $Y_{p/s}$ มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณที่ได้จากการทดลองในระดับขวดเขย่า

ยีสต์สายพันธุ์ Y9 ให้ค่าอัตราการเจริญจำเพาะค่า $Y_{x/s}$ และค่า $Y_{p/s}$ คงที่ โดยที่ความเข้มข้นของกรดพิมีลิคในช่วง 0.0-0.40% ไม่มีผลต่อค่าอัตราการเจริญจำเพาะ และค่าอัตราการเจริญจำเพาะ $Y_{x/s}$ และ $Y_{p/s}$ มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณที่ได้จากการทดลองในระดับขวดเขย่าเช่นเดียวกัน

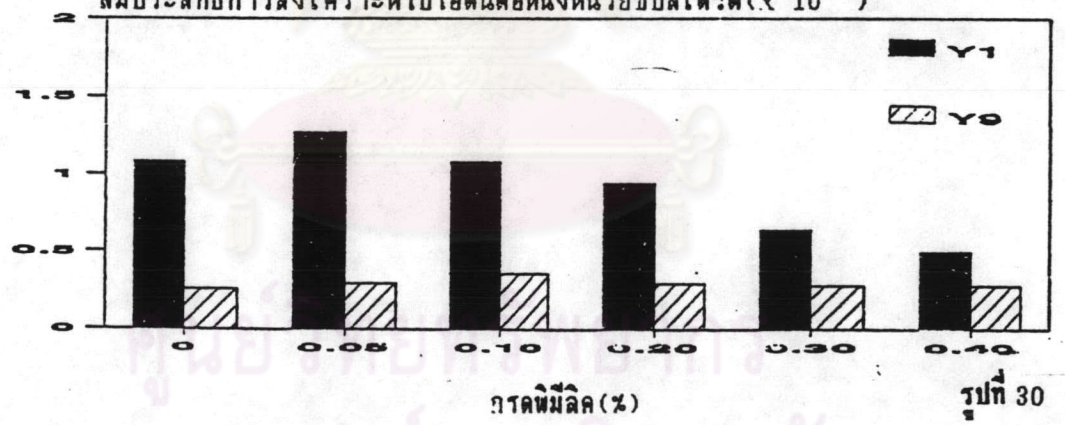
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 28



รูปที่ 29



รูปที่ 30

รูปที่ 28 ฮีสโตแกรมเปรียบเทียบค่าอัตราการเจริญจำเพาะ(μ) ในยีสต์ Y1 และ Y9 กับปริมาณความเข้มข้นของกรดพิมีลิคในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่เติมไบโอติน 0.0 - 0.40% ในระดับถังหมักขนาด 10 ลิตร

รูปที่ 29 ฮีสโตแกรมค่าสัมประสิทธิ์การผลิตเซลต่อหนึ่งหน่วยซับสเตรต ในยีสต์ Y1 และ Y9 ในระดับถังหมักขนาด 10 ลิตร

รูปที่ 30 ฮีสโตแกรมค่าสัมประสิทธิ์การผลิตไบโอดินต่อหนึ่งหน่วยซับสเตรต ในยีสต์ Y1 และ Y9 ในระดับถังหมักขนาด 10 ลิตร