

## บทที่ 5

### ผลการทดลอง

#### 5.1 การทดลองในขวดแก้วเซย่า

จากการทดลองหาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ S.ellipsoideus จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จะนำไปใช้ในขบวนการหมักในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ต่อไป ซึ่งผลการทดลองในขวดแก้วเซย่าเป็นดังนี้

5.1.1 เมื่อไม่เติมสารอาหารเสริม ได้แสดงไวคิงในรูปที่ 5-1, 5-2 และ 5-3

5.1.2 เมื่อเติมแอมโมเนียมซัลเฟต 0.05% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม ได้แสดงไวคิงในรูปที่ 5-1, 5-2 และ 5-3

5.1.3 เมื่อเติมโคแอมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต 0.05% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม ได้แสดงไวคิงในรูปที่ 5-1, 5-2 และ 5-3

5.1.4 เมื่อเติม โป ตัสเซียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต 0.05% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม ได้แสดงไวคิงในรูปที่ 5-1, 5-2 และ 5-3

5.1.5 เมื่อเติมยูเรีย 0.05% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม ได้แสดงไวคิงในรูปที่ 5-1, 5-2 และ 5-3

5.1.6 เมื่อเติม แอมโมเนียม ซัลเฟต และ โคแอมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต อย่างละ 0.05% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม ได้แสดงไวคิงในรูปที่ 5-4, 5-5 และ 5-6

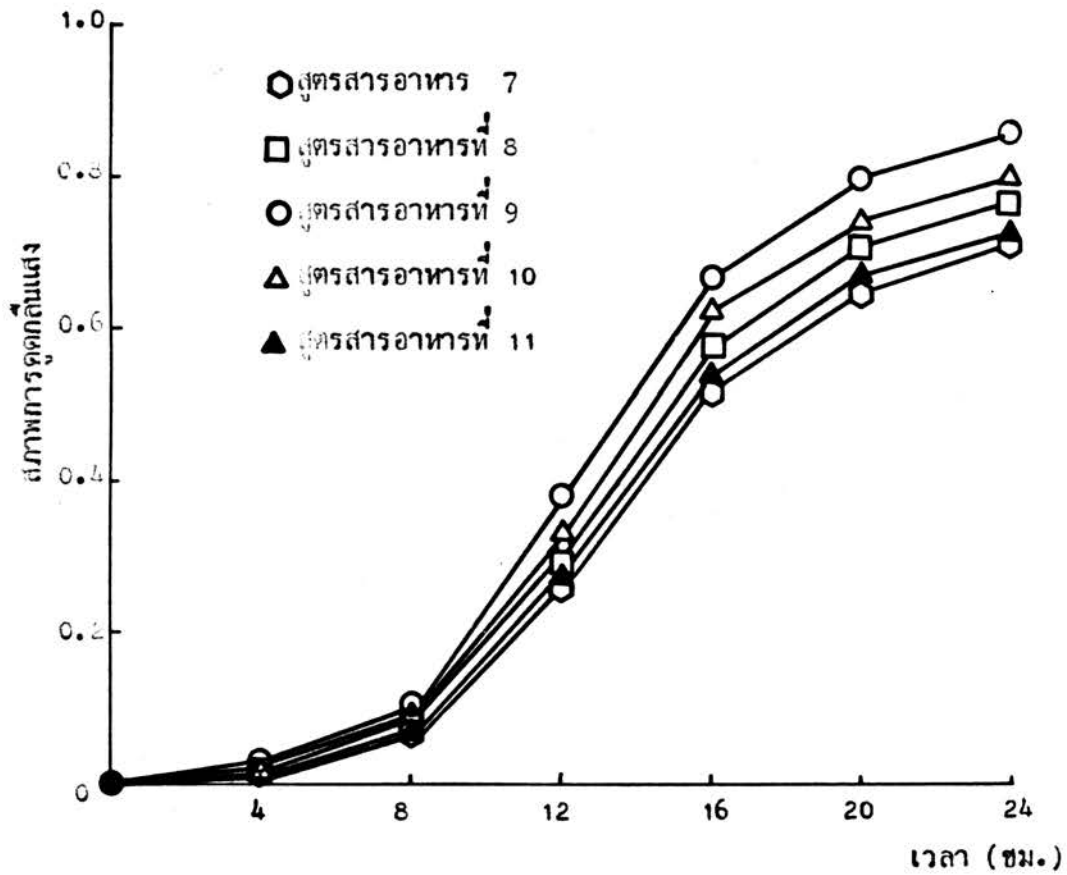
5.1.7 เมื่อเติมแอมโมเนียม ซัลเฟต และ โคโป ตัสเซียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต อย่างละ 0.05% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม ได้แสดงไวคิงในรูปที่ 5-4, 5-5 และ 5-6

ตารางที่ 5-1 แสดงสัญลักษณ์และองค์ประกอบในสูตรสารอาหารที่ใช้ในการทดลองในซวกแก้ว เซย่าคัย เครื่อง เซย่าคัยความเร็ว 240 รอบต่อนาที

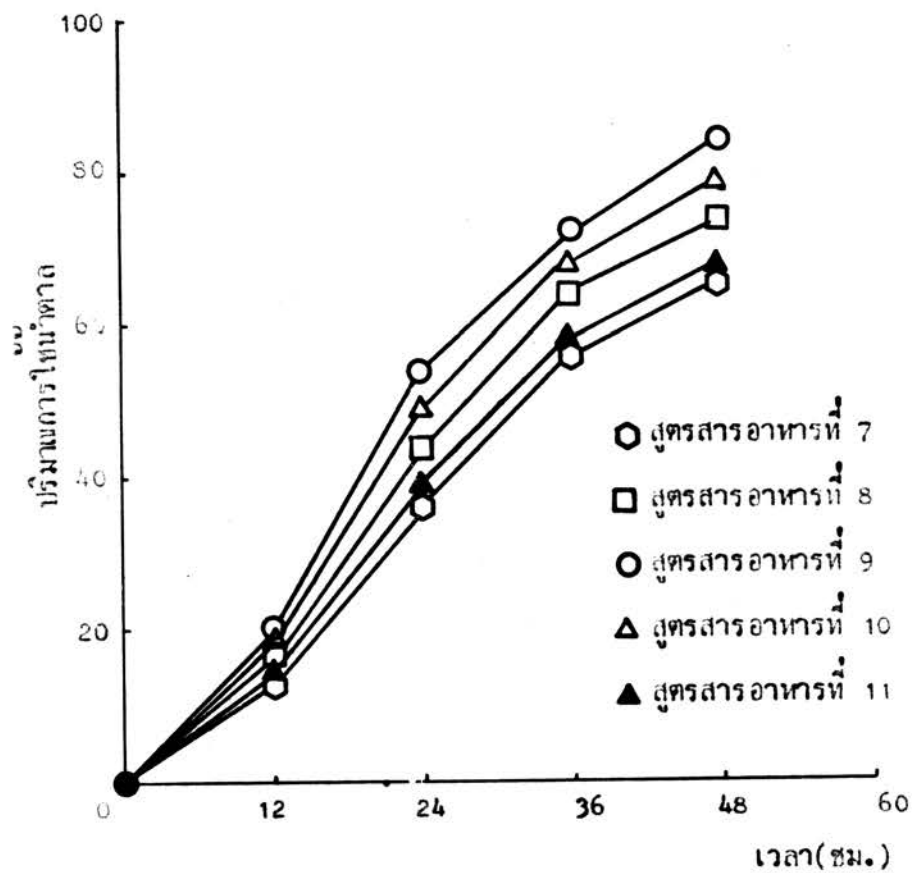
องค์ประกอบ	สูตรสารอาหารและสัญลักษณ์									
	7	○	8	□	9	○	10	△	11	▲
น้ำสับปะรด (20 องศาบริกซ์)	+		+		+		+		+	
แอมโมเนียม ซัลเฟต (0.05% น้ำหนักต่อปริมาตร)	-		-		-		+		-	
ไดแอมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต (0.05% น้ำหนักต่อปริมาตร)	-		-		+		-		-	
ไดโบตัสเซียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต (0.05% น้ำหนักต่อปริมาตร)	-		+		-		-		-	
ยูเรีย (0.05% น้ำหนักต่อปริมาตร)	+		-		-		-		-	

โดยมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมักดังนี้

ความเป็นกรด-ด่าง 4.5, อุณหภูมิห้อง, เวลาในการหมักทั้งหมด 48 ชั่วโมง เครื่องหมาย + ในตาราง แสดงว่า เติบโตในสูตรสารอาหาร ส่วนเครื่องหมาย - แสดงว่าไม่เติบโตในสูตรสารอาหาร

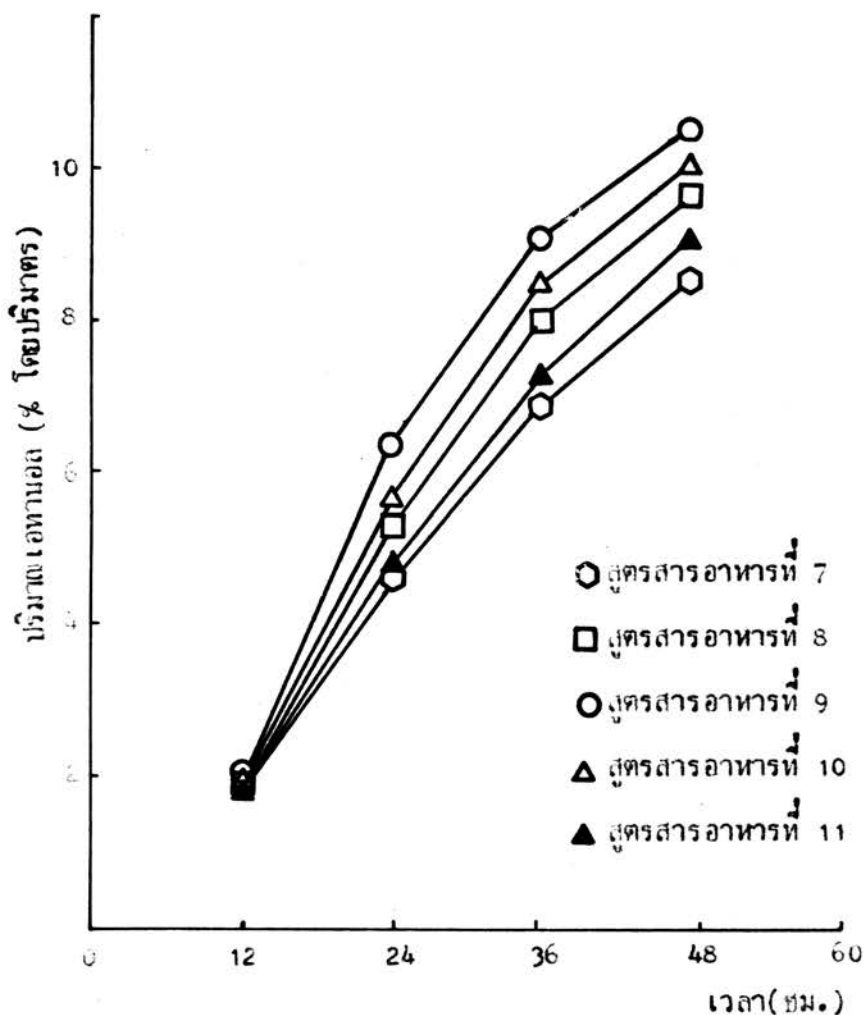


รูปที่ 5-1 แสดงสมภาพการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร ของเชื้อยีสต์ *S. ellipsoideus* เมื่อใช้สูตรสารอาหารชนิดต่าง ๆ กัน ในขวดแก้วเซ้า องค์ประกอบในสูตรสารอาหารและสภาวะต่าง ๆ ของการหมัก แสดงไว้ดังตารางที่ 5-1



รูปที่ 5-2 แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำตาลในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* เมื่อใช้สูตรอาหารชนิดต่าง ๆ กับในขวดแก้วเขย่า องค์ประกอบในสูตรอาหารและสภาวะต่าง ๆ ของการหมัก แสดงไว้ดังตารางที่ 5-1





รูปที่ 5-3 แสดงค่าปริมาณเอทานอลที่ได้ในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* เมื่อใช้สูตรสารอาหารชนิดต่าง ๆ กัน ในขวดแก้วเขย่า องค์ประกอบในสูตรสารอาหารและสภาวะต่าง ๆ ของการหมัก แสดงไว้ดังตารางที่ 5-1

5.1.8 เมื่อเติมแอมโมเนียม ซัลเฟต และ โบ ตัสเซียม โคไฮโครเจน ฟอสเฟต อย่างละ 0.05% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม ใต้แสงไว้คังในรูปที่ 5-4, 5-5 และ 5-6

5.1.9 เมื่อเติมแอมโมเนียม ซัลเฟต และ ยูเรีย อย่างละ 0.05% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม ใต้แสงไว้คังในรูปที่ 5-4, 5-5 และ 5-6

5.1.10 เมื่อเติมแอมโมเนียม ซัลเฟต และ โคแอมโมเนียม ไฮโครเจน ฟอสเฟต อย่างละ 0.01% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม ใต้แสงไว้คังในรูปที่ 5-7, 5-8 และ 5-9

5.1.11 เมื่อเติมแอมโมเนียม ซัลเฟต และ โคแอมโมเนียม ไฮโครเจน ฟอสเฟต อย่างละ 0.5% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม ใต้แสงไว้คังในรูปที่ 5-7, 5-8 และ 5-9

## 5.2 การทดลองในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง

จากการทดลองหาสภาวะต่าง ๆ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ S.ellipsoideus จะเป็นข้อมูลที่จะนำไปใช้ในขบวนการหมักชนิดกึ่งต่อเนื่องต่อไป ซึ่งผลการทดลองในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่องได้แบ่งออกเป็น

5.2.1 แสดงผลการทดลองถึงอิทธิพลของท่อป้อนย้อนกลับที่มีผลต่อขบวนการหมัก โดยทำการเปรียบเทียบอิทธิพลการมีและไม่มีการไหลหมุนเวียนของน้ำหมักในท่อป้อนย้อนกลับต่อการทดลอง ดังนี้

5.2.1.1 ขบวนการหมักแบบให้และไม่ให้อากาศเสกเมื่อแสดงให้เห็นว่าการหมักในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ ไม่ใช้การหมักในเครื่องหมักแบบธรรมดา ใต้แสงไว้คังในรูปที่ 5-10, 5-11, 5-12 และ 5-13

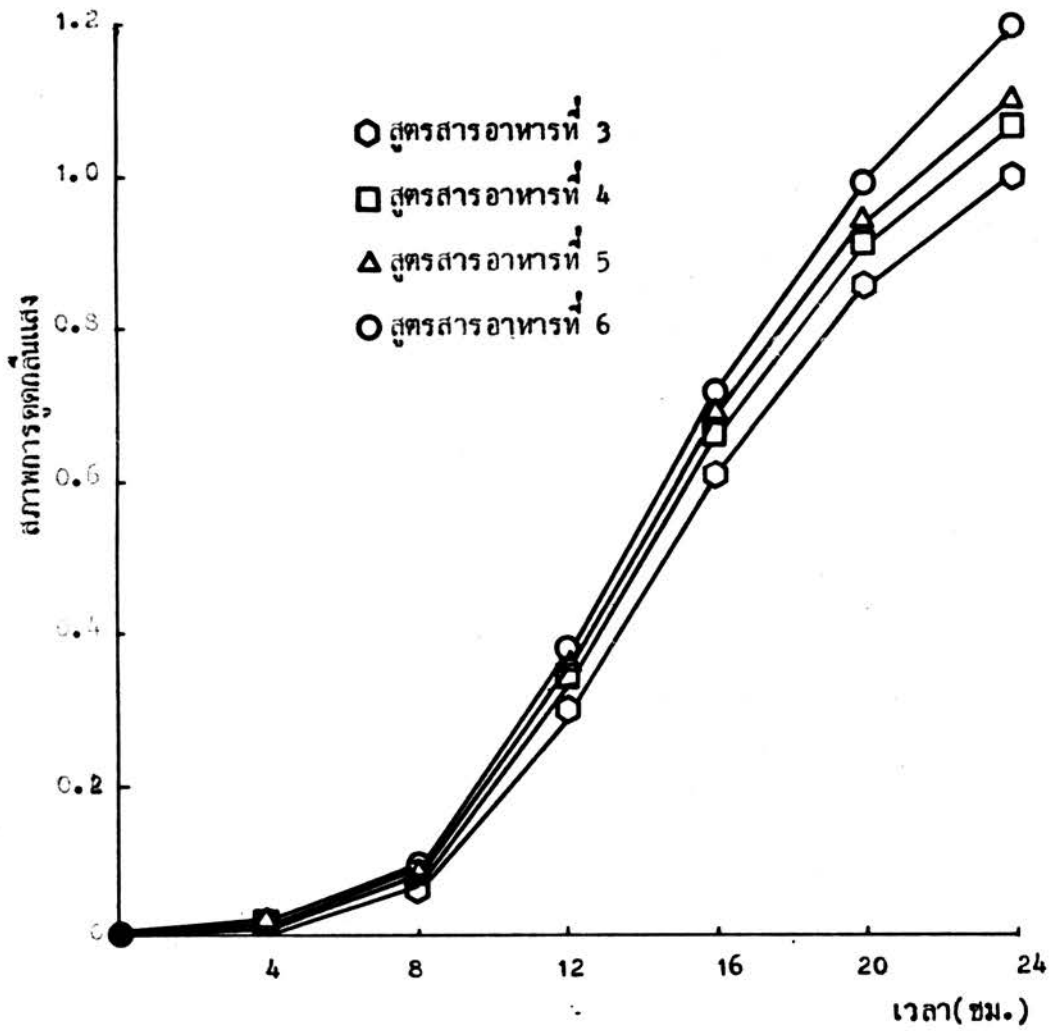
5.2.1.2 ขบวนการหมักเมื่อทำให้น้ำหมักไหลหมุนเวียนในท่อป้อนย้อนกลับเมื่อเติมและไม่เติมสารอาหารเสริม ใต้แสงไว้คังในรูปที่ 5-14, 5-15, 5-16 และ 5-17

ตารางที่ 5-2 แสดงสัญลักษณ์และองค์ประกอบในสูตรสารอาหารที่ใช้ในการทดลองในขวดแก้ว เขย่าด้วยเครื่อง  
เขย่า ความเร็ว 240 รอบต่อนาที

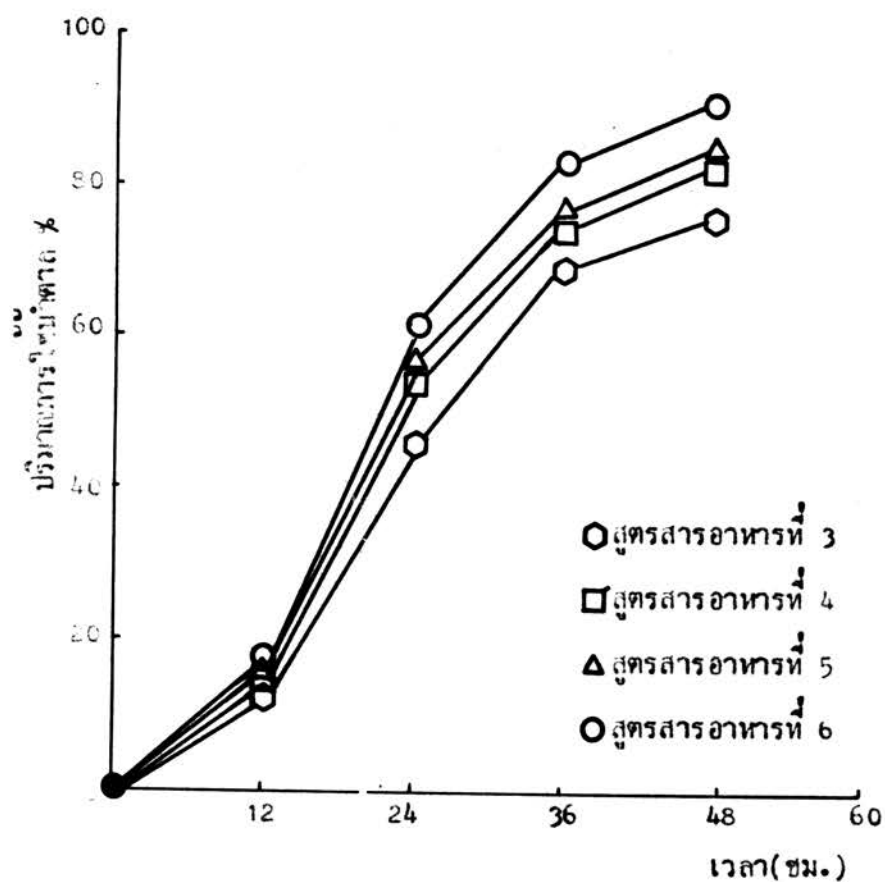
องค์ประกอบ	สูตรสารอาหารและสัญลักษณ์							
	3	⬡	4	□	5	△	6	○
น้ำส้มปรง (20 องศาบริกซ์)	+		+		+		+	
แอมโมเนียม ซัลเฟต (0.05% น้ำหนักต่อปริมาตร)	+		+		+		+	
ไดแอมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต (0.05% น้ำหนักต่อปริมาตร)	-		-		-		+	
โพแทสเซียม ไคไฮโดรเจน ฟอสเฟต (0.05% น้ำหนักต่อปริมาตร)	-		-		+		-	
ไดโพแทสเซียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต (0.05% น้ำหนักต่อปริมาตร)	-		+		-		-	
ยูเรีย (0.05% น้ำหนักต่อปริมาตร)	+		-		-		-	

โดยมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมัก ดังนี้

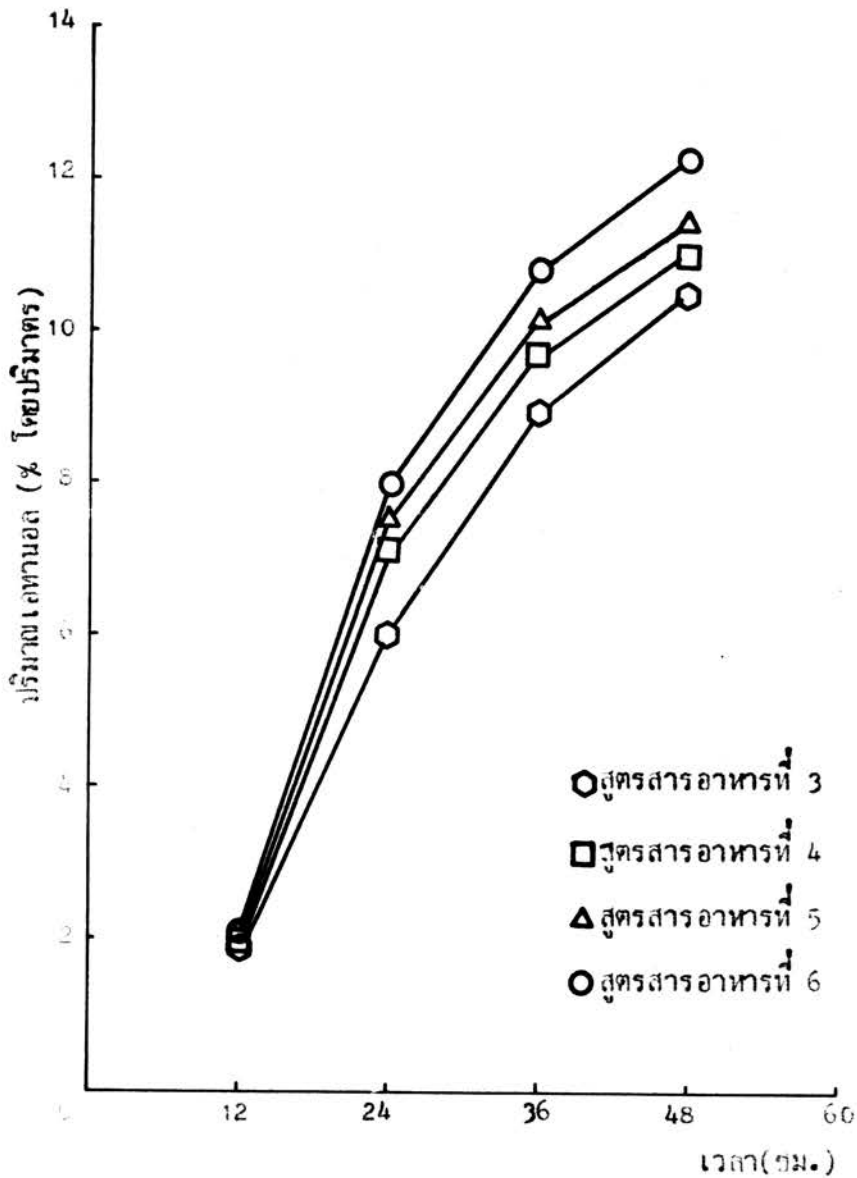
ความเป็นกรด-ด่าง 4.5, อุณหภูมิห้อง, เวลาในการหมักทั้งหมด 48 ชั่วโมง เครื่องหมาย + ในตารางแสดงว่า  
เติมในสูตรสารอาหาร ส่วนเครื่องหมาย - แสดงว่าไม่เติมในสูตรสารอาหาร



รูปที่ 5-4 แสดงสภาพการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร ของเชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* เมื่อใช้สูตรสารอาหารชนิดต่าง ๆ กันในขวดแก้วเซย่า องค์ประกอบในสารอาหารและสภาวะต่าง ๆ ของการหมัก แสดงไว้ดังตารางที่ 5-2



รูปที่ 5-5 แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำตาลในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* เมื่อใช้สูตรสารอาหารชนิดต่าง ๆ กัน ในขวดแก้วเซรามิก องค์ประกอบในสูตรสารอาหารและสภาวะต่าง ๆ ของการหมัก แสดงไว้ผังตารางที่ 5-2



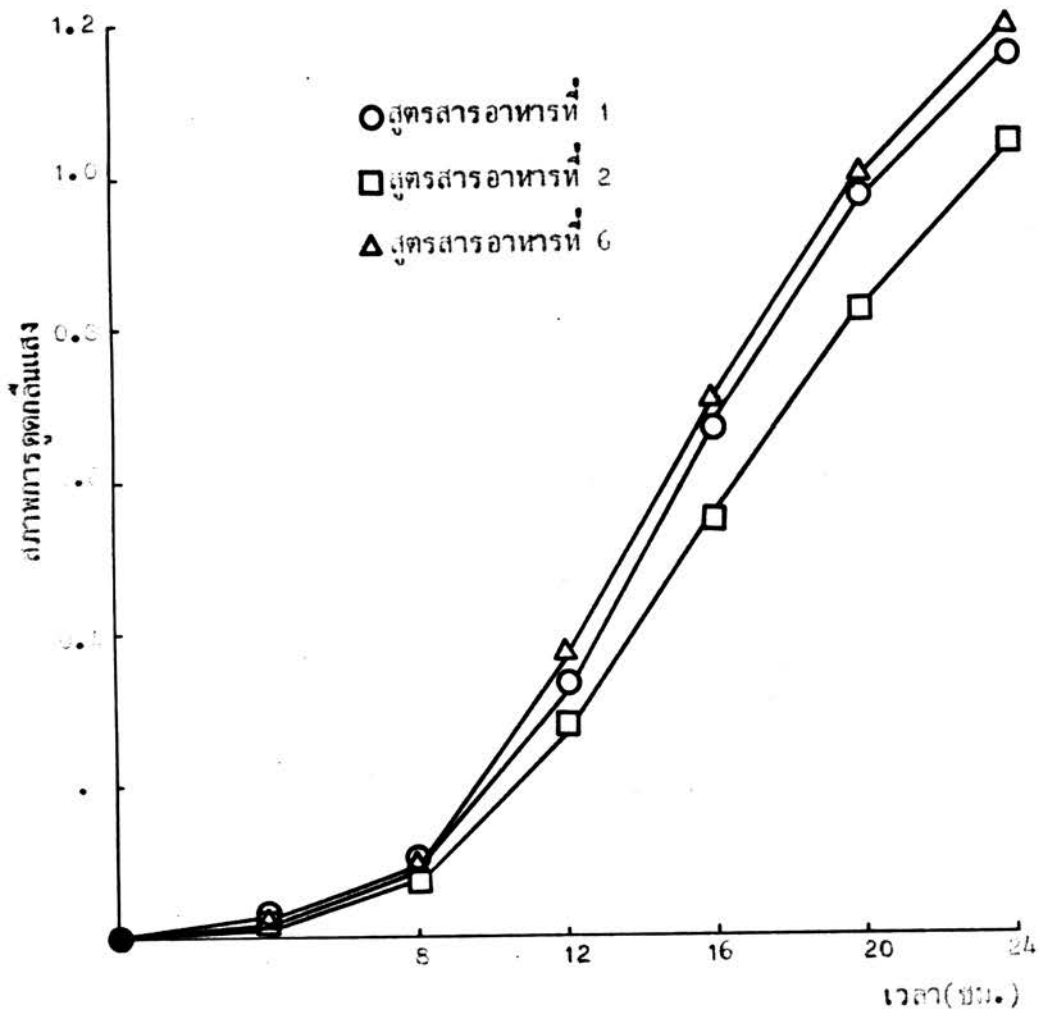
รูปที่ 5-6 แสดงค่าปริมาณเอทานอลที่ได้ในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* เมื่อใช้สูตรสารอาหารชนิดต่าง ๆ กับ ในขวดแก้วเซย่า องค์ประกอบในสูตรสารอาหารและสภาวะต่าง ๆ ของการหมัก แสดงไว้ดังตารางที่ 5-2

ตารางที่ 5-3 แสดงสัญลักษณ์และองค์ประกอบในสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองในขวดแก้ว เช้าด้วยเครื่อง  
 เช้า ความเร็ว 240 รอบต่อนาที

องค์ประกอบ	สูตรอาหารและสัญลักษณ์					
	1	○	2	□	6	△
น้ำส้มประด (20 องศาบริกซ์)	+		+			+
แอมโมเนียม ซัลเฟต (0.01% น้ำหนักต่อปริมาตร)	-		+			-
แอมโมเนียม ซัลเฟต (0.05% น้ำหนักต่อปริมาตร)	-		-			+
แอมโมเนียมซัลเฟต (0.5% น้ำหนักต่อปริมาตร)	+		-			-
โคแอมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต (0.01% น้ำหนักต่อปริมาตร)	-		+			-
โคแอมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต (0.05% น้ำหนักต่อปริมาตร)	-		-			+
โคแอมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต (0.5% น้ำหนักต่อปริมาตร)	+		-			-

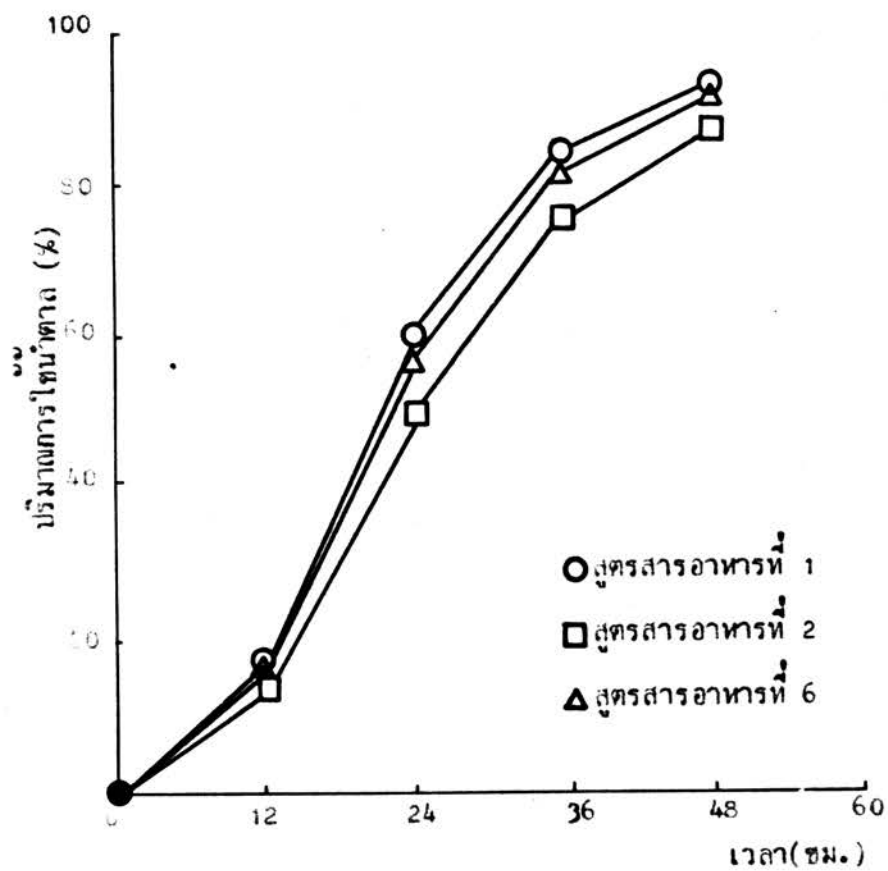
โดยมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมักดังนี้

ความเป็นกรด-ด่าง 4.5, อุณหภูมิห้อง, เวลาในการหมักทั้งหมด 48 ชั่วโมง เครื่องหมาย + ในตารางแสดงว่า  
 เติบโตในสูตรอาหาร ส่วนเครื่องหมาย - แสดงว่าไม่เติบโตในสูตรอาหาร

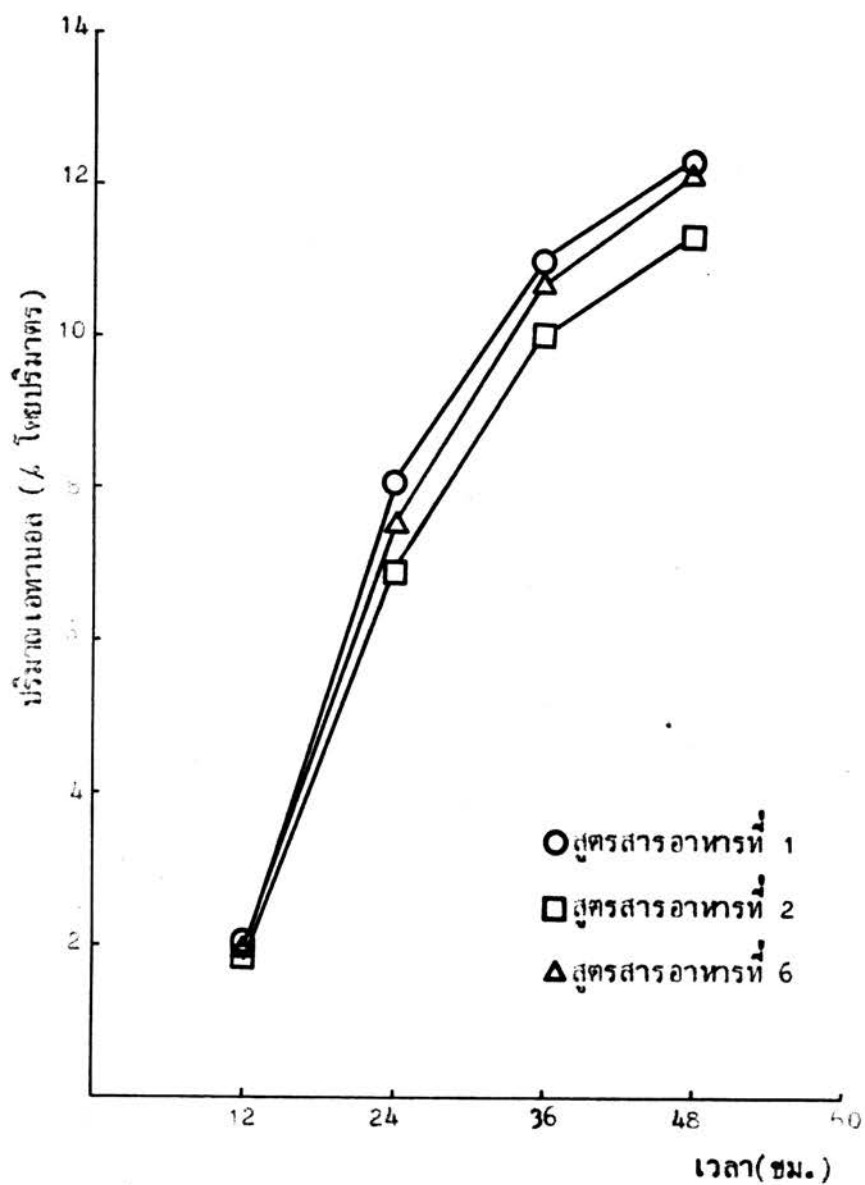


รูปที่ 5-7 แสดงสภาพการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตรของ เชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* เมื่อใช้สูตรสารอาหารในปริมาณต่าง ๆ กัน ในขวดแก้วเขย่า องค์ประกอบในสูตรสารอาหารและสภาวะต่าง ๆ ของการหมัก แสดงไว้ดังตารางที่ 5-3





รูปที่ 5-8 แสดงค่าปริมาณการไอน้ำตาลในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* เมื่อใช้สูตรสารอาหารในปริมาณต่าง ๆ กัน ในขวดแก้วเซรามิกประกอบในสูตรสารอาหารและสภาวะต่าง ๆ ของการหมัก แสดงไว้ผังตารางที่ 5-3



รูปที่ 5-9 แสดงค่าปริมาณเอทานอลที่ได้ในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* เมื่อใช้สูตรสารอาหารในปริมาณต่าง ๆ ในขวดแก้วเขย่า องค์ประกอบในสูตรสารอาหารและสภาวะต่าง ๆ ของการหมัก แสดงไว้ดังตารางที่ 5-3

## รูปที่ 5-10 ถึง 5-13

แสดงสภาวะการหมักแบบให้และไม่ให้อากาศในช่วงแรกการทดลอง ในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ด้วย เครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง ซึ่งได้ทดลองทำดังนี้คือ

สภาวะการหมักแบบ 1 ให้อากาศในช่วงแรกการทดลอง

สภาวะการหมักแบบ 2 ไม่ให้อากาศในช่วงแรกการทดลอง

โดยมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมักดังนี้

น้ำสับประคที่มี ความเข้มข้นน้ำตาล 20 องศาบริกซ์ เป็นสารอาหาร

แอมโมเนียม ซัลเฟต และ ไคแอมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต อย่างละ 0.05% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม

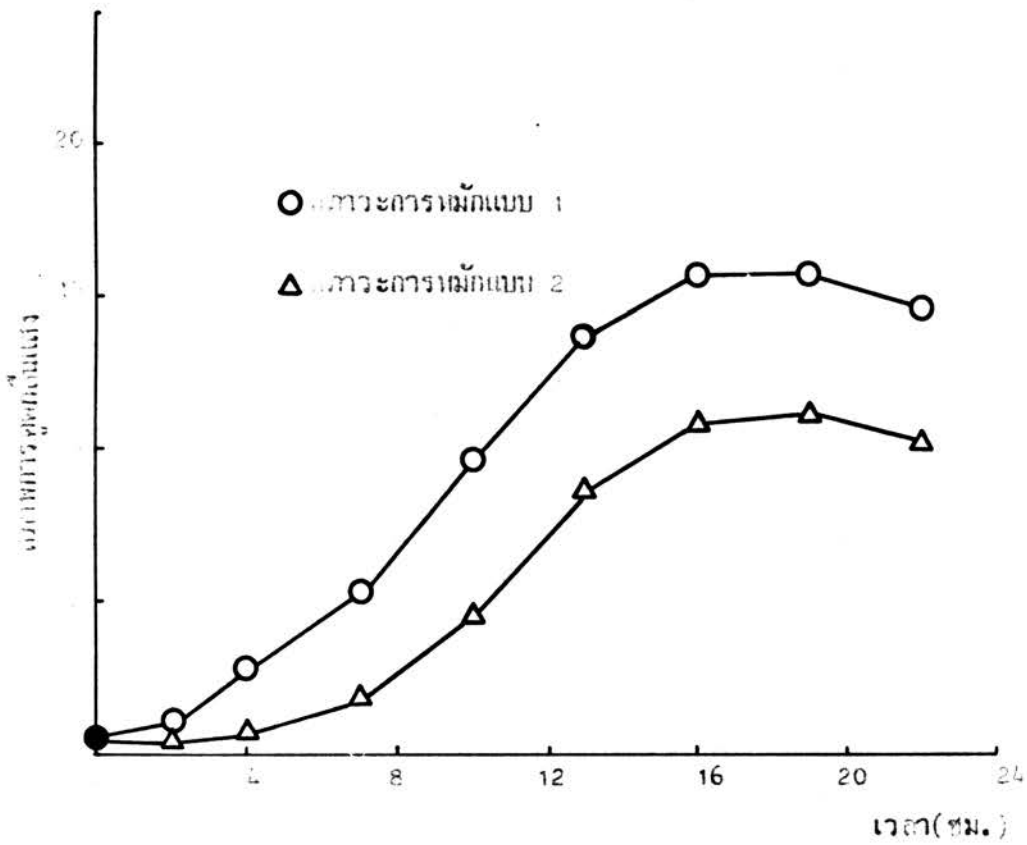
ปริมาณการป้อนอากาศ 0.5 ปริมาตรอากาศ ต่อปริมาตรน้ำหมัก ต่อหน้าที่เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ในช่วงแรกการทดลอง สำหรับการหมักแบบให้อากาศ

เชื้อหมักเริ่มต้น 1% ของปริมาตรน้ำหมักทั้งหมด

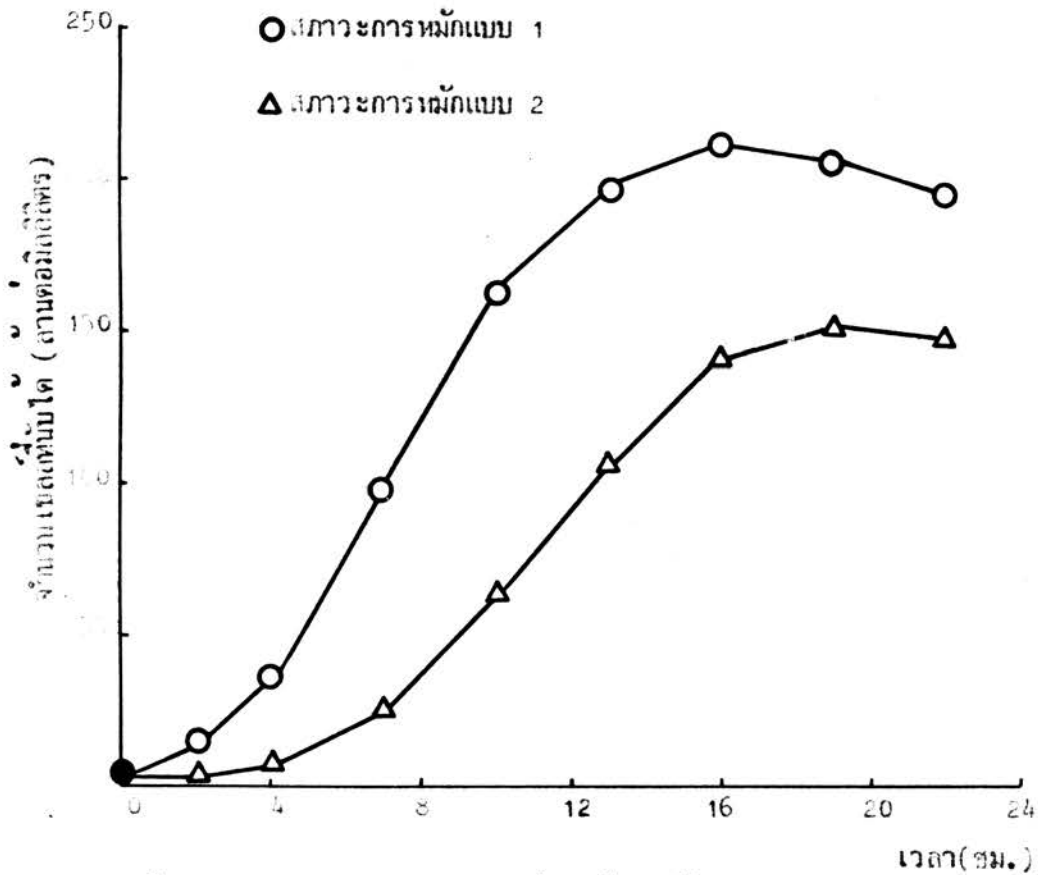
ความเป็นกรด-ด่าง 4.5

อุณหภูมิเฉลี่ย 30 องศาเซลเซียส

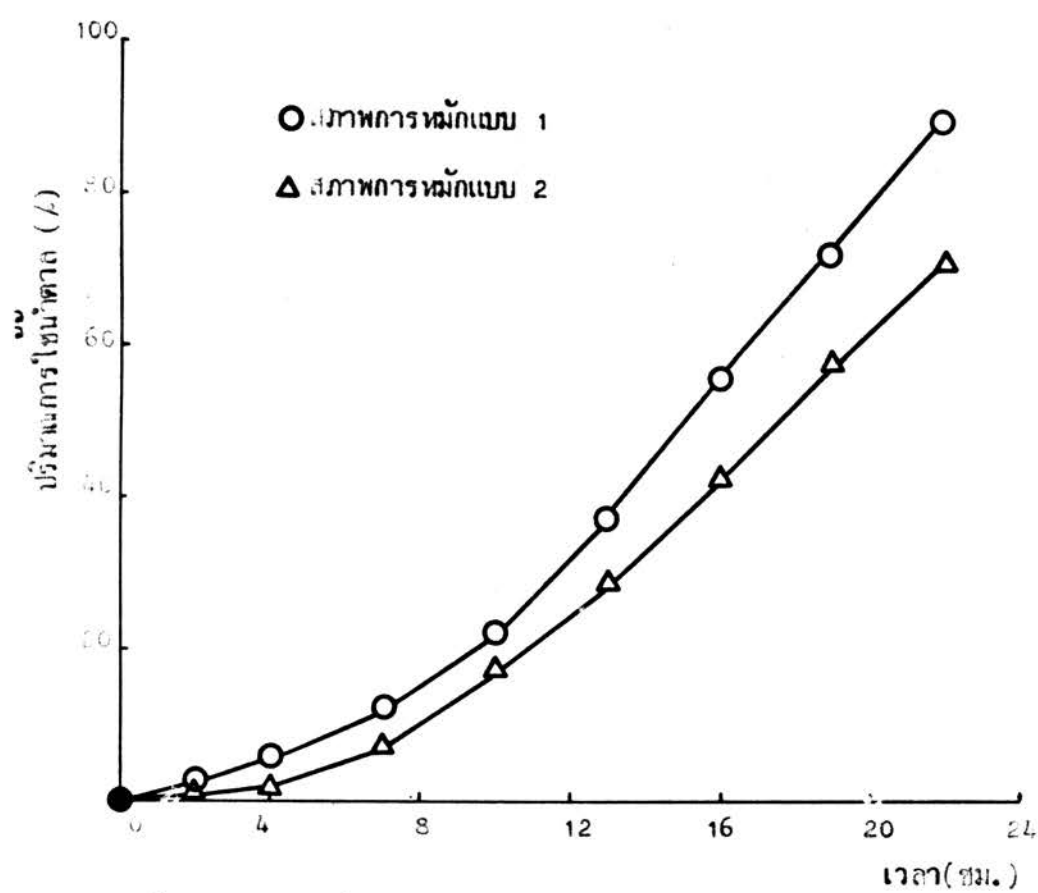
เวลาในการหมักทั้งหมด 22 ชั่วโมง



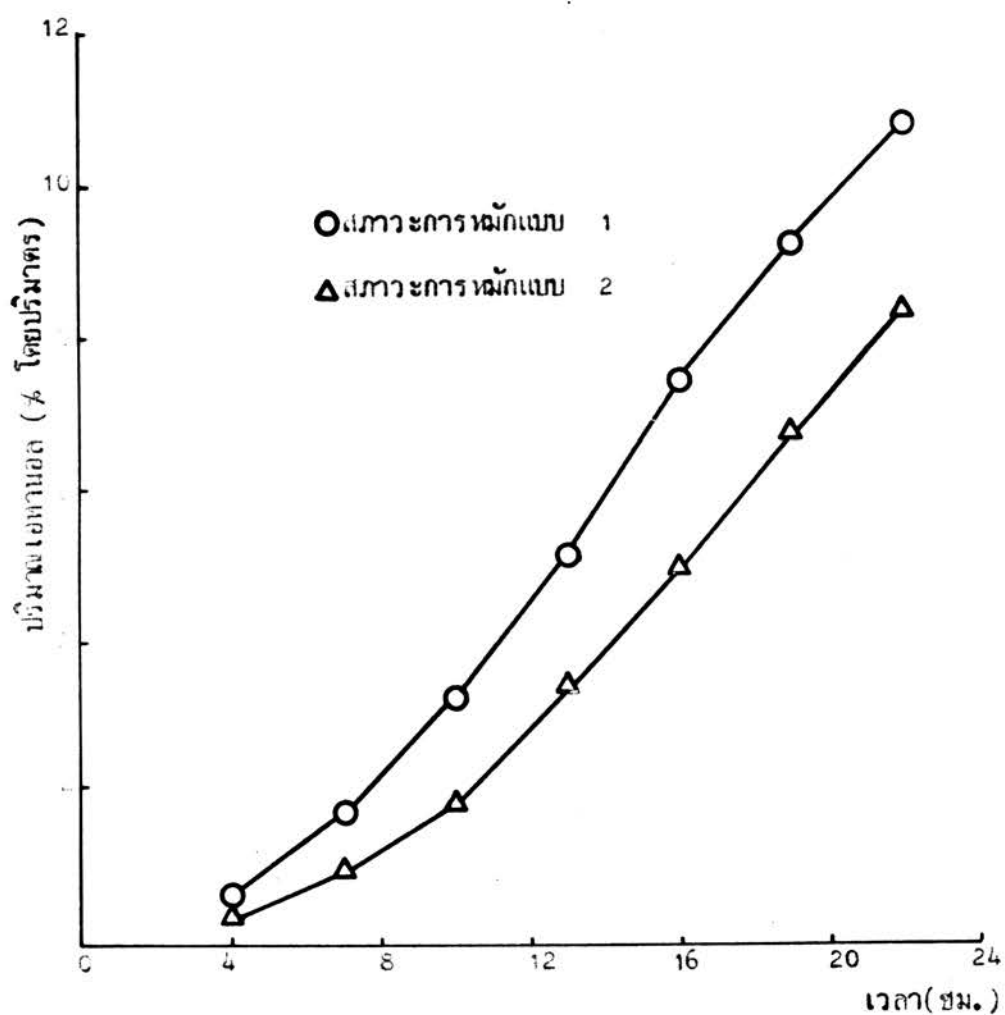
รูปที่ 1 - ผลของการสลับแสงที่ 300 นาโนเมตร ในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ในขบวนการหมักแบบให้และไม่ให้อากาศในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง



รูปที่ - 11 แสดง จำนวนเซลล์ที่นับได้จากกล้องจุลทรรศน์โดยตรง ในการผลิต  
 เอทานอลของ เชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ในชบวนการหมักแบบ  
 ไขและไม้ให้อากาศ ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง



รูปที่ 5-12 แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำตาลในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* ในขบวนการหมักแบบให้และไม่ให้อากาศ ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง



รูปที่ ๑-13 แสดงค่าปริมาณ เอทานอลที่ได้ในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ในชบวนการหมักแบบให้และไม่ให้อากาศ ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง

5.2.1.3 ขบวนการหมักเมื่อไม่ทำให้น้ำหมักไหลหมุนเวียนในห่อป้อนย้อนกลับ เมื่อเติมสารอาหารเสริม ใค้แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-14, 5-15, 5-16 และ 5-17

5.2.2 แสดงผลการทดลองถึงชนิดและปริมาณของสารอาหารเสริมต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต และการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ที่ใช้ โดยเปรียบเทียบกับสารอาหารเสริมที่ใช้อยู่เดิม ดังนี้

5.2.2.1 เติมไคเอมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต และ แอมโมเนียม ซัลเฟต อย่างละ 0.05% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม ใค้แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-18, 5-19, 5-20 และ 5-21

5.2.2.2 เติมไคเอมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต และ แอมโมเนียม กลอไรด์ อย่างละ 0.05% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม ใค้แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-18, 5-19, 5-20 และ 5-21

5.2.2.3 เติมไคเอมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต และ ไดโป คัสเซียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต อย่างละ 0.05% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม ใค้แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-18, 5-19, 5-20 และ 5-21

5.2.2.4 เติมไคเอมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต และ ยูเรีย อย่างละ 0.05% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม ใค้แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-18, 5-19, 5-20 และ 5-21

5.2.2.5 เติมแอมโมเนียม ซัลเฟต และ ไดโป คัสเซียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต อย่างละ 0.05% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม ใค้แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-22, 5-23, 5-24 และ 5-25

5.2.2.6 เติมแอมโมเนียม ซัลเฟต และ โปตัสเซียม ไดไฮโดรเจน ฟอสเฟต อย่างละ 0.05% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม ใค้แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-22, 5-23, 5-24 และ 5-25

5.2.2.7 เติมแอมโมเนียม ซัลเฟต และ ยูเรีย อย่างละ 0.05% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม ใค้แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-22, 5-23, 5-24 และ 5-25



รูปที่ 5-14 ถึง 5-17

แสดงอิทธิพลของท่อป้อนย้อนกลับในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง ซึ่งได้ทดลองทำดังนี้ คือ

- สภาวะการหมักแบบ 1 มีการไหลหมุนเวียนของน้ำหมักในท่อป้อนย้อนกลับ และเติมสารอาหารเสริม
- สภาวะการหมักแบบ 2 ไม่มีการไหลหมุนเวียนของน้ำหมักในท่อป้อนย้อนกลับและเติมสารอาหารเสริม
- สภาวะการหมักแบบ 3 มีการไหลหมุนเวียนของน้ำหมักในท่อป้อนย้อนกลับและไม่เติมสารอาหารเสริม
- สภาวะการหมักแบบ 4 ไม่มีการไหลหมุนเวียนของน้ำหมักในท่อป้อนย้อนกลับและไม่เติมสารอาหารเสริม

โดยมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมัก ดังนี้

น้ำสับปรดที่มีความเข้มข้นน้ำตาล 14 องศาบริกซ์ เป็นสารอาหาร

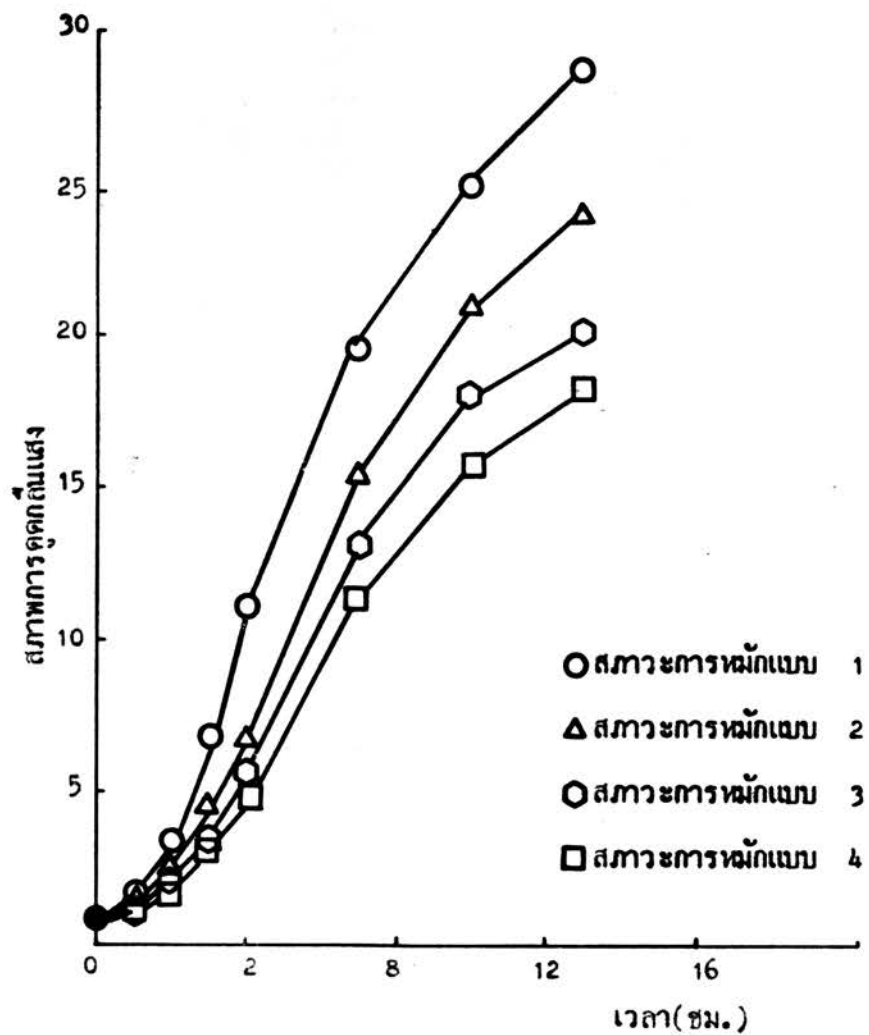
แอมโมเนียม ซัลเฟต และโคแอมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต อย่างละ 0.05% (น้ำหมักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม

ปริมาณการป้อนอากาศ 0.5 ปริมาตรอากาศต่อปริมาตรน้ำหมักต่อนาที เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ในช่วงแรกการทดลอง

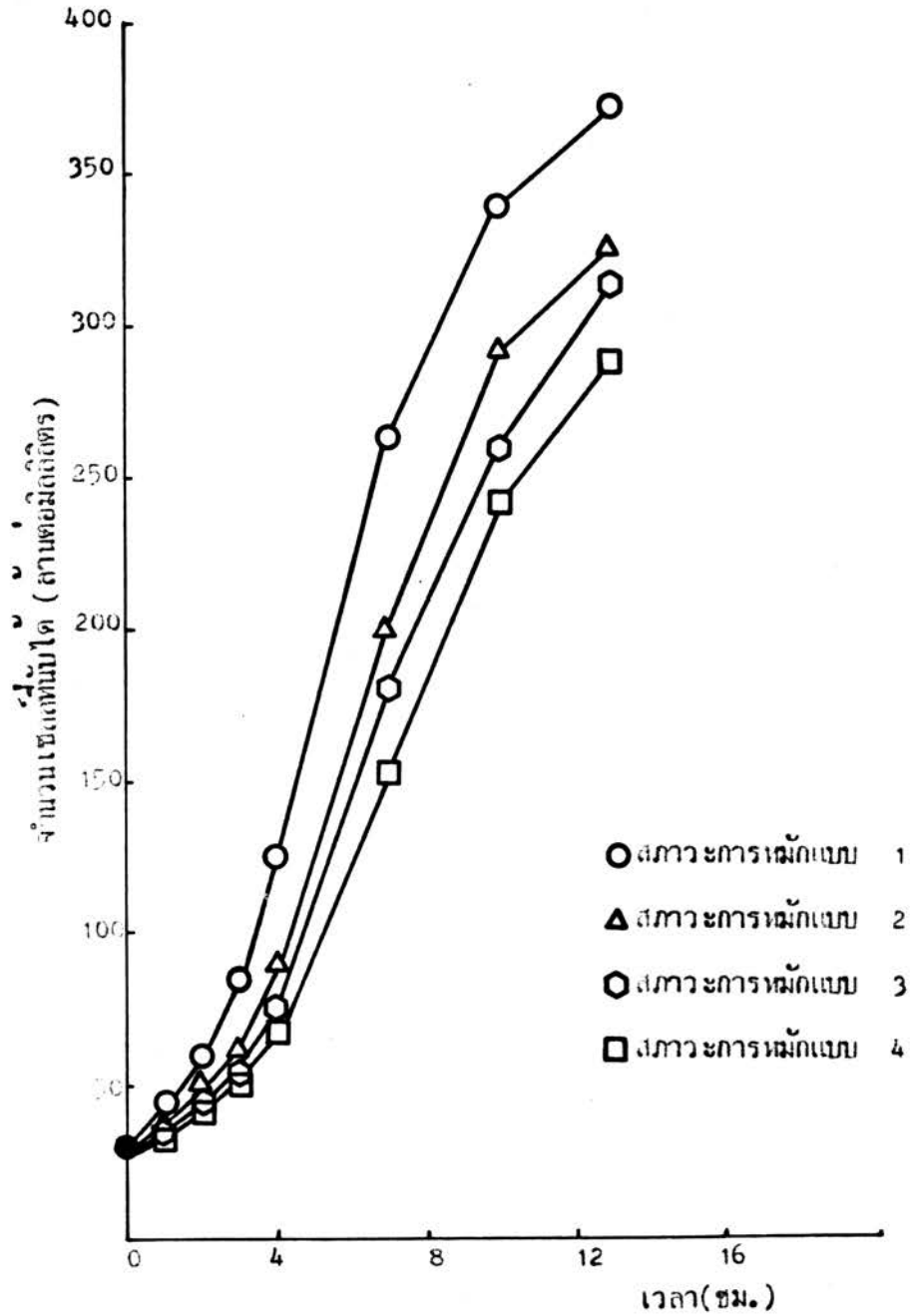
เชื้อหมักเริ่มต้น 5% ของปริมาตรน้ำหมักทั้งหมด

ความเป็นกรด-ด่าง 4.5, อุณหภูมิเฉลี่ย 30 องศาเซลเซียส

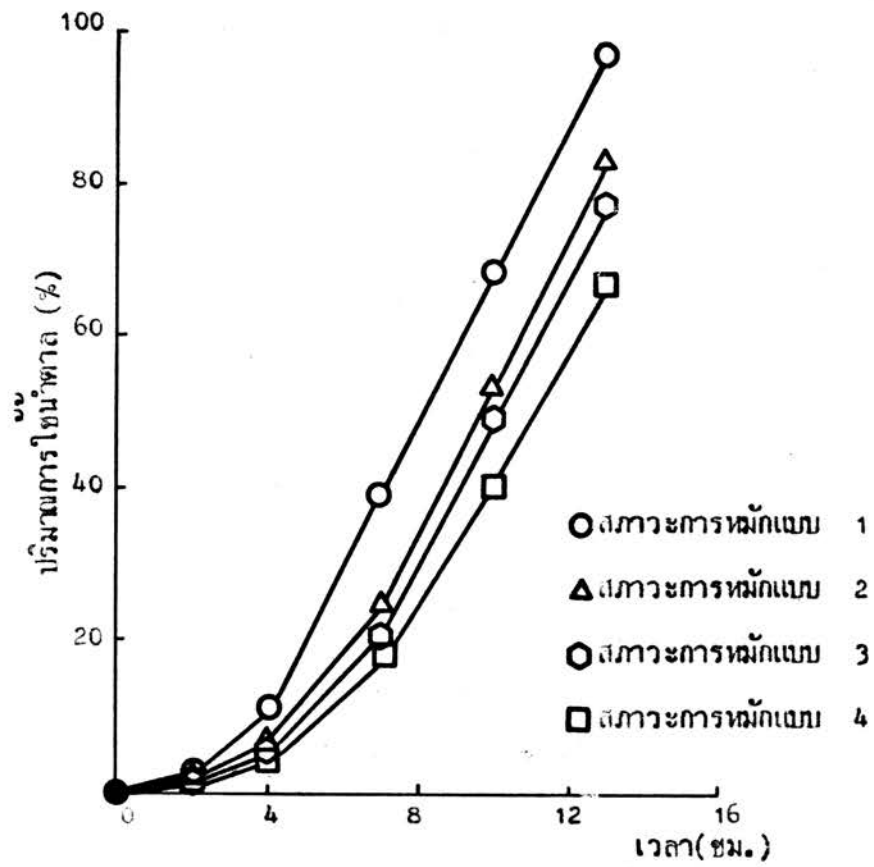
เวลาในการหมักทั้งหมด 13 ชั่วโมง



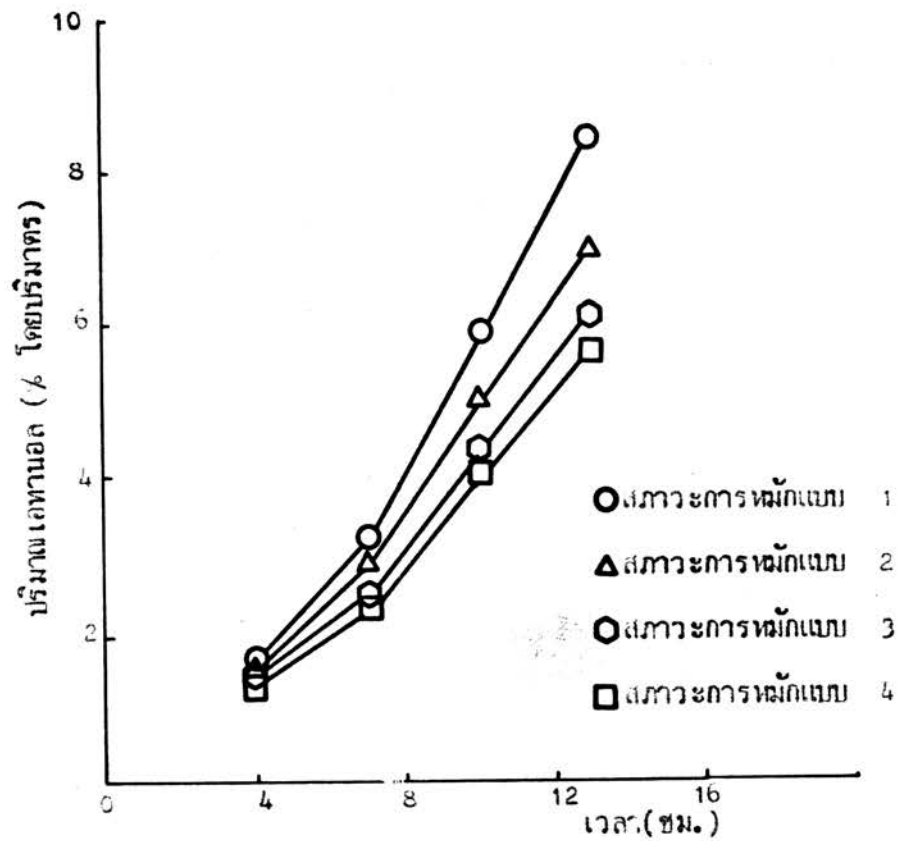
รูปที่ 5-14 แสดงสภาพการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร ในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ในชบวนการหมักแบบมีและไม่มีการไหลหมุนเวียนของน้ำหมักในท่อป้อนย้อนกลับ ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง



รูปที่ 5-15 แสดงจำนวนเซลล์ที่นับได้จากกล้องจุลทรรศน์โดยตรงในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ *S. ellipsoideus* ในระหว่างการหมักแบบมีกละไม่มีการไหลหมุนเวียนของน้ำหมักในหม้อหมักแบบคัลเจอร์ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง



รูปที่ 5-16 แสดงค่าปริมาณการไอน้ำที่ดูดในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* ในขบวนการหมักแบบมีและไม่มีกรไลคูลูส เวย์นของน้ำหมักที่ต่อป้อนย้อนกลับ ในเครื่องหมักแบบคอกซ์ชนิดไม่ต่อเนื่อง



รูปที่ 5-17 แสดงค่าปริมาณเอทานอลที่ได้ในการผลิตเอทานอลของเชื้อ S. ellipsoideus ในขบวนการหมักแบบมีและไม่มีคาร์บอนไดออกไซด์ในหมักในห่อป้อนย้อนกลับ ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง

ตารางที่ 5-4 แสดงองค์ประกอบในสูตรสารอาหารที่ใช้ในการทดลองผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง

องค์ประกอบ	สูตรสารอาหารที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
น้ำสับปะรด 14 องศาบริกซ์	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
แอมโมเนียม ซัลเฟต ร้อยละ	0.01	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	0.05	+	-	+	+	+	+	+	+	+
	0.5	-	+	-	-	-	-	-	-	-
แอมโมเนียม คลอไรด์ ร้อยละ 0.05	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
ไดแอมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต ร้อยละ	0.01	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	0.05	+	-	-	-	-	+	-	-	-
	0.5	-	+	-	-	-	-	-	-	-
ไดโปตัสเซียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต ร้อยละ 0.05	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
โปตัสเซียม ไดไฮโดรเจน ฟอสเฟต ร้อยละ 0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
แมกเนเซียม ซัลเฟต ร้อยละ 0.05	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ยูเรีย ร้อยละ 0.05	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-

เครื่องหมาย + ในตารางแสดงว่า เติบโตในสูตรสารอาหาร  
ส่วน - แสดงว่าไม่เติบโตในสูตรสารอาหาร

โดยมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมักดังนี้

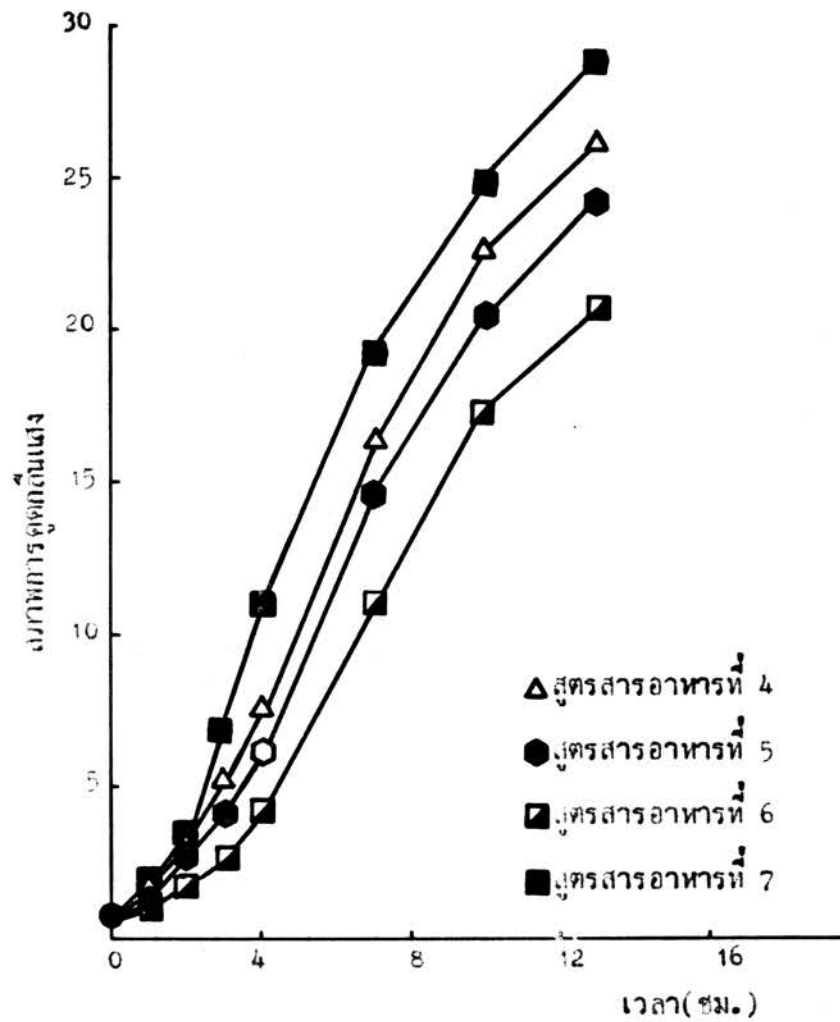
ปริมาณการป้อนอากาศ 0.5 ปริมาตรอากาศ ต่อปริมาณน้ำหมัก ต่อนาที เป็นเวลา  
4 ชั่วโมง

เชื้อหมักเริ่มต้น 5% ของปริมาณน้ำหมักทั้งหมด

ความเป็นกรด-ด่าง 4.5

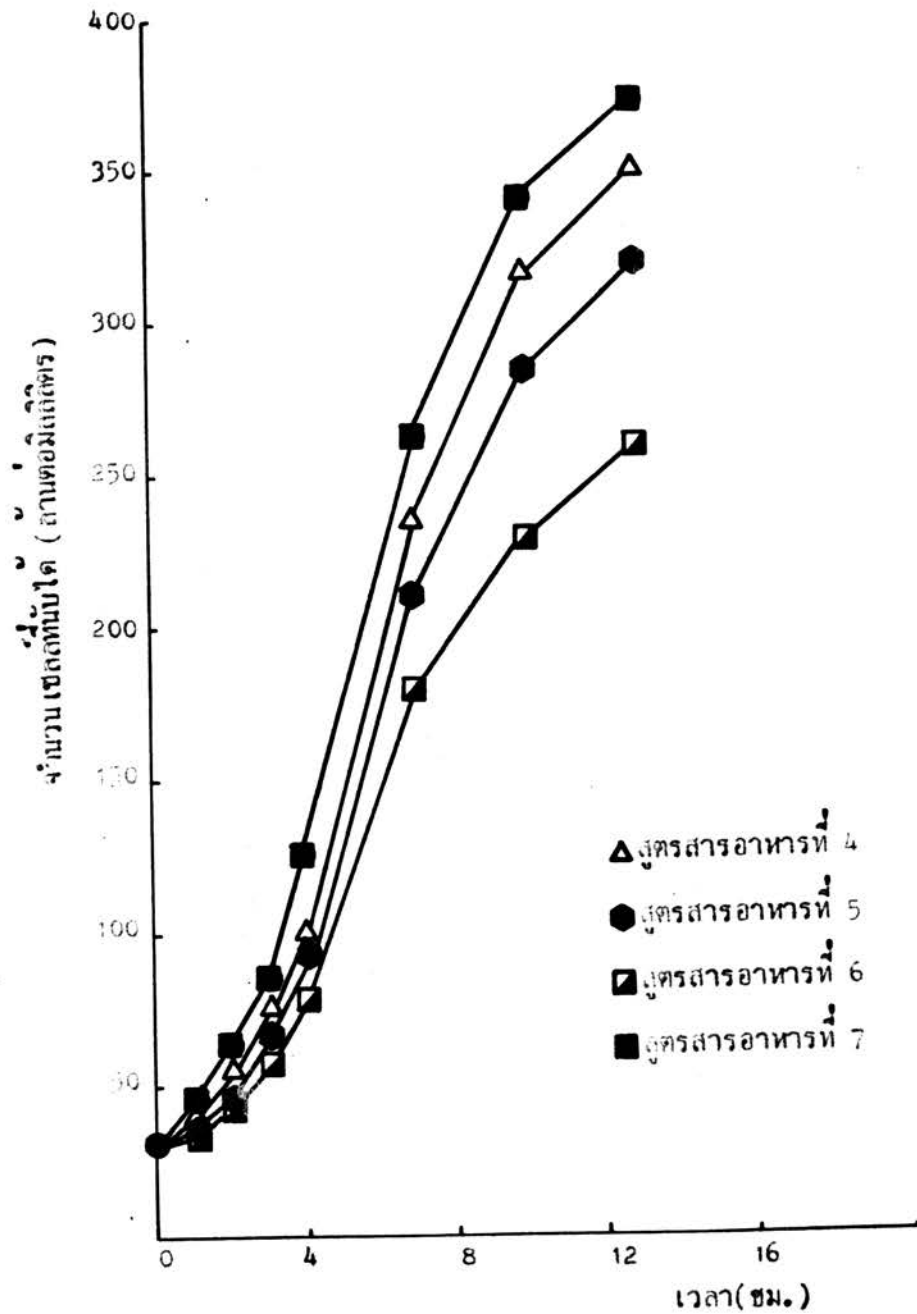
อุณหภูมิเฉลี่ย 30 องศาเซลเซียส

เวลาในการหมักทั้งหมด 13 ชั่วโมง

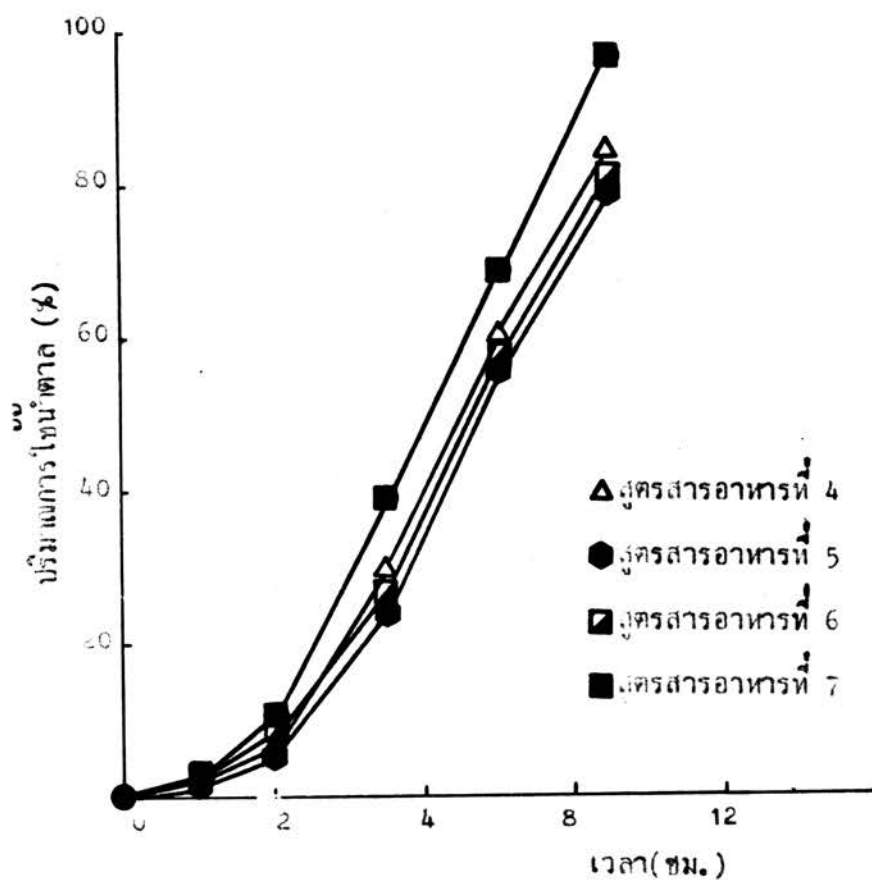


รูปที่ 5-18 แสดงสภาพการขูดกลั่นแสงที่ 500 นาโนเมตร ในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* เมื่อใช้สูตรสารอาหารชนิดต่าง ๆ กัน ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง องค์ประกอบในสูตรสารอาหารแสดงไว้ในตารางที่ 5-4



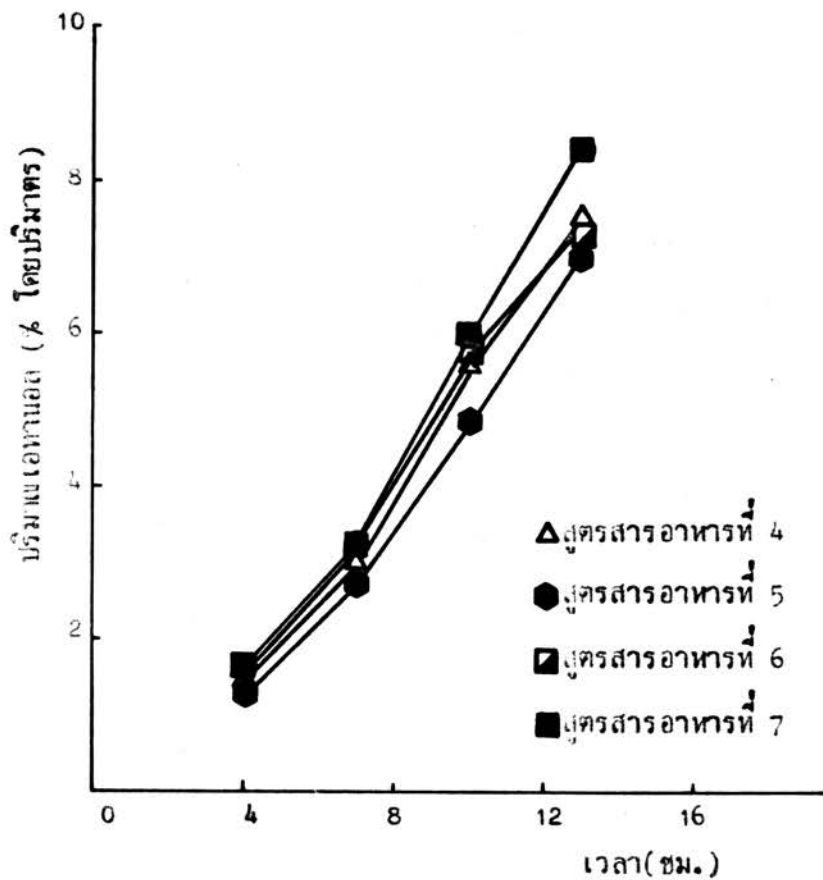


รูปที่ 5-19 แสดงจำนวนเซลล์ที่นับได้จากกล้องจุลทรรศน์โดยตรง ในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ S. ellipsoideus เมื่อใช้สูตรอาหารชนิดต่าง ๆ กัน ในเครื่องหมักแบบคอกซ์มันน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง องค์ประกอบในสูตรอาหารแสดงไว้ในตารางที่ 5-4

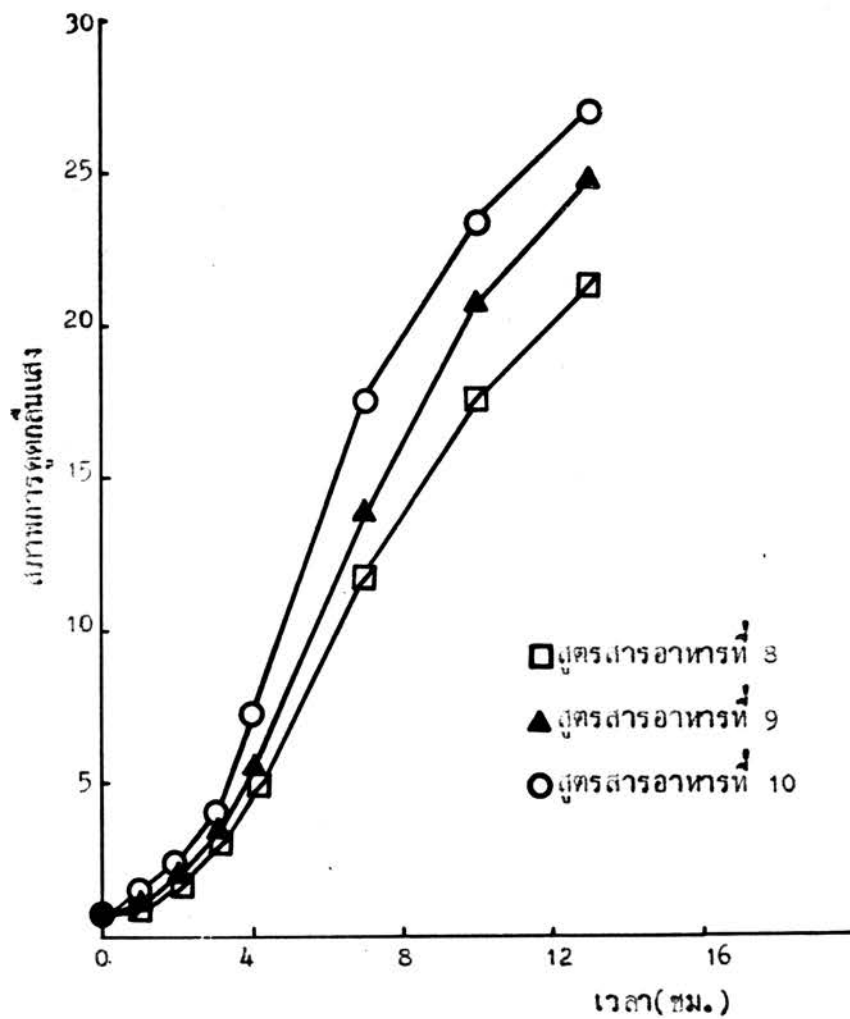


รูปที่ 5-30 แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำตาลในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* เมื่อใช้สูตรอาหารชนิดต่าง ๆ กัน ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง องค์ประกอบในสูตรอาหารแสดงไว้ในตารางที่ 5-4

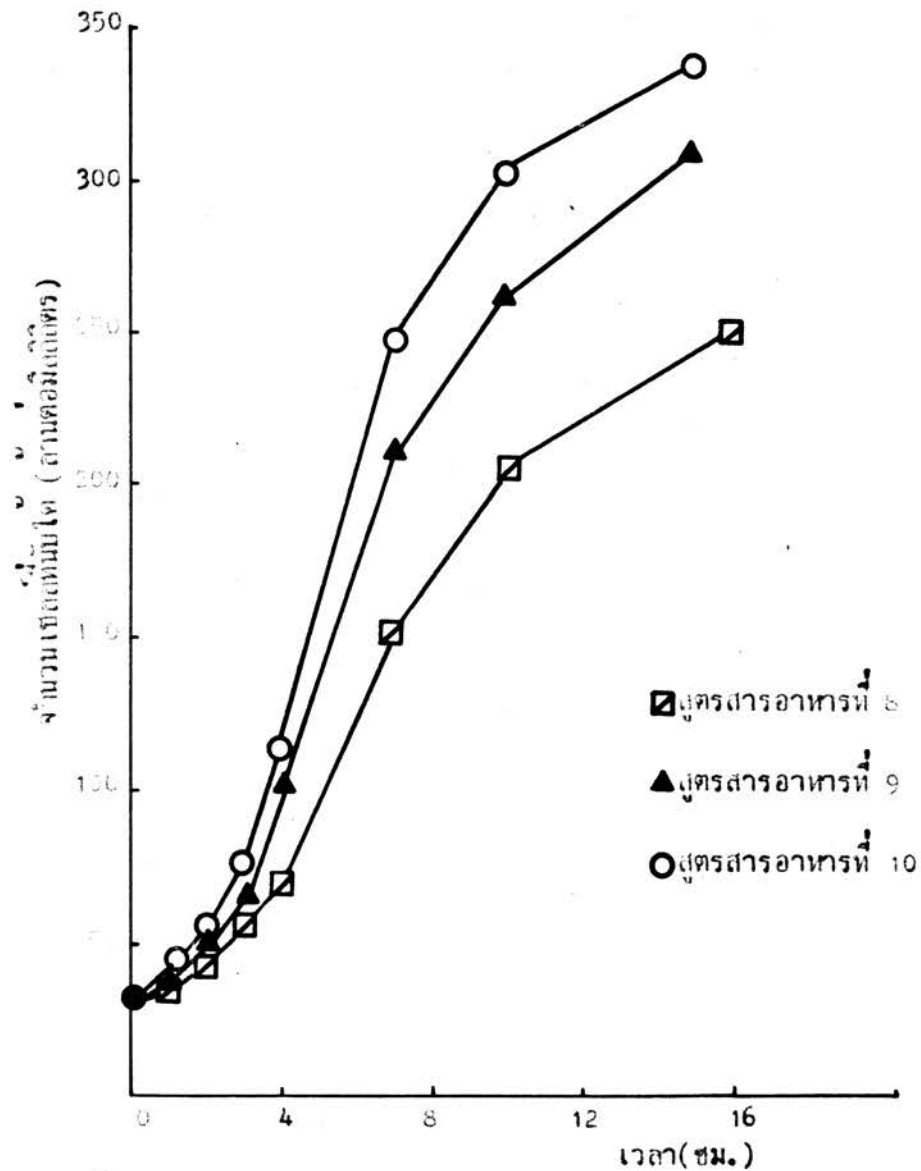
เลขหมู่.....  
 เลขทะเบียน..... 294  
 วันที่ 11 เดือน ๗ ปี พ.ศ. ๒๕๒๕



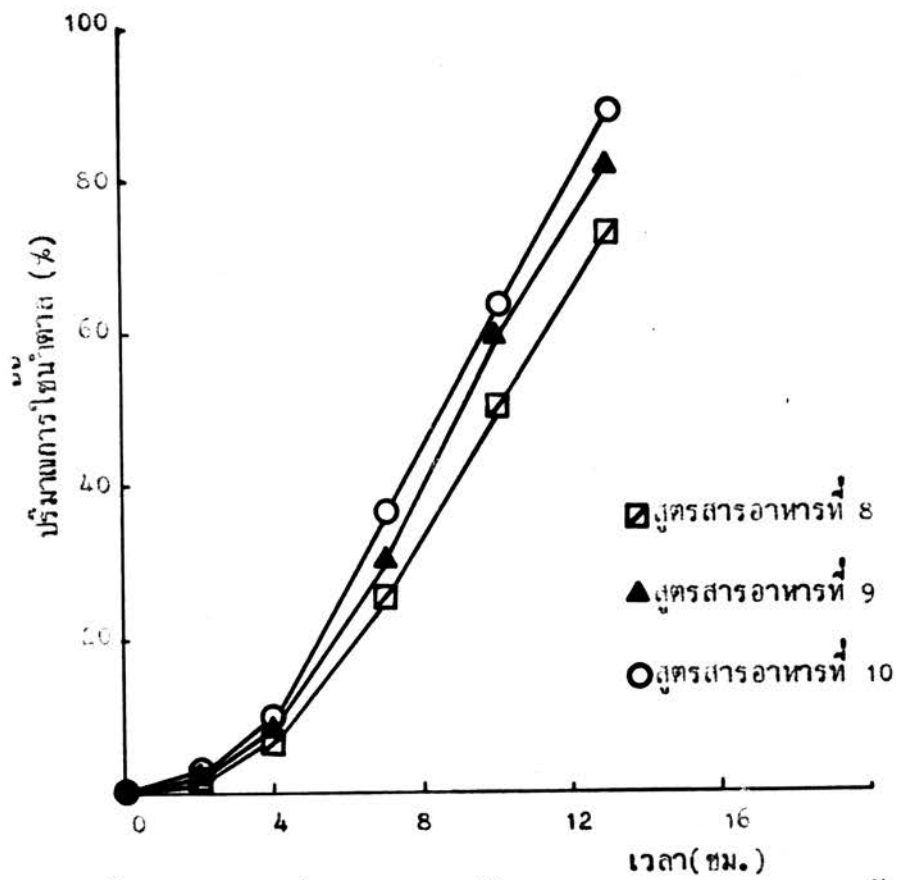
รูปที่ 5-21 แสดงค่าปริมาณ เอทานอลที่ได้ในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* เมื่อใช้สูตรสารอาหารชนิดต่าง ๆ กัน ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง องค์ประกอบในสูตรสารอาหารแสดงไว้ในตารางที่ 5-4



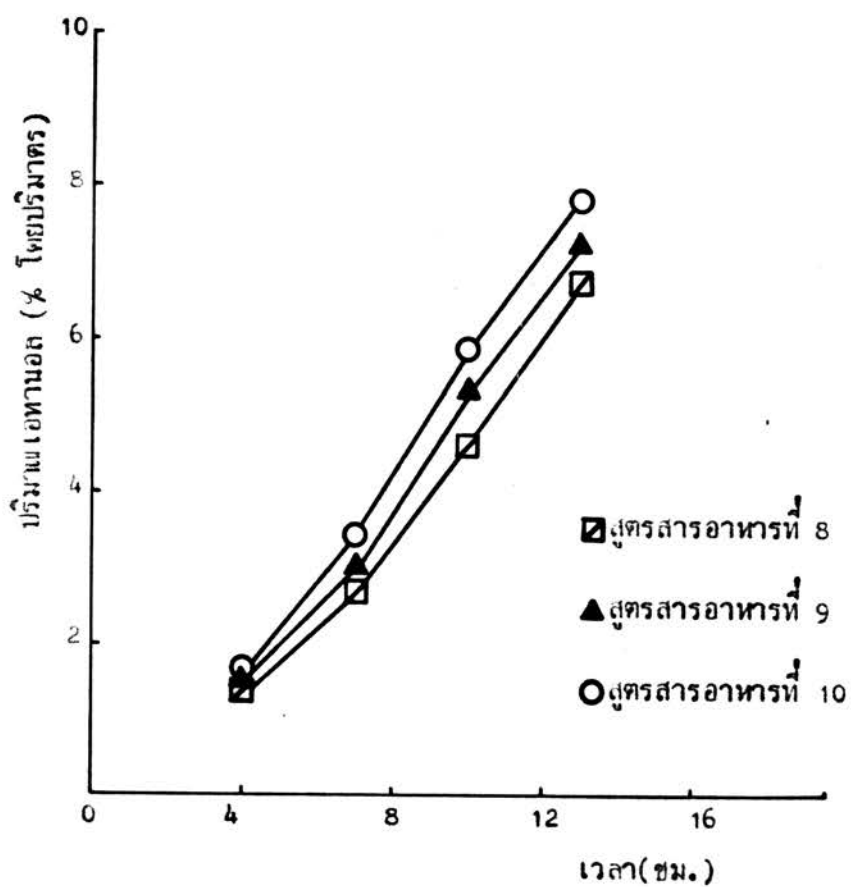
รูปที่ 5-22 แสดงสภาพการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร ในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* เมื่อใช้สูตรสารอาหารชนิดต่าง ๆ ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง องค์ประกอบในสูตรสารอาหารแสดงไว้ในตารางที่ 5-4



รูปที่ 5-23 แสดงจำนวนเซลล์ที่นับได้จากกล้องจุลทรรศน์โดยตรงในการผลิตเลทานอกของเชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* เมื่อใช้สูตรอาหารชนิดต่าง ๆ กัน ในเครื่องหมักแบบคอกซ์มันซ์ชนิดไม่ต่อเนื่องที่ประกอบด้วยในสูตรอาหารแสดงไว้ในตารางที่ 5-4



รูปที่ 5-24 แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำตาลในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* เมื่อใช้สูตรอาหารชนิดต่าง ๆ กัน ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง องค์ประกอบในสูตรอาหารแสดงไว้ในตารางที่ 5-4



รูปที่ 5-25 แสดงค่าปริมาณเอทานอลในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* เมื่อใช้สูตรสารอาหารชนิดต่าง ๆ กัน ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง องค์ประกอบในสูตรสารอาหารแสดงไว้ในตารางที่ 5-4

5.2.2.8 เติมแอมโมเนียม ซัลเฟต และ ไคเอมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต อย่างละ 0.01% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม ได้แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-26, 5-27, 5-28 และ 5-29

5.2.2.9 เติมแอมโมเนียม ซัลเฟต และ ไคเอมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต อย่างละ 0.5% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม ได้แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-26, 5-27, 5-28 และ 5-29

5.2.2.10 เติมแอมโมเนียม ซัลเฟต ไคเอมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต อย่างละ 0.05% และ แมกเนเซียม ซัลเฟต 0.01% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม ได้แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-26, 5-27, 5-28 และ 5-29

5.2.3 แสดงผลการทดลองถึงปริมาณความเข้มข้นน้ำตาลในน้ำสับปรดที่เหมาะสมที่จะให้ปริมาณเอทานอลสูงสุด โดยใช้ระยะเวลาพอสมควร (ที่จะให้อัตราส่วนของเอทานอลต่อระยะเวลาหมักสูง) ดังนี้

5.2.3.1 ใช้น้ำสับปรดที่มีความเข้มข้นน้ำตาล 14 องศาบริกซ์ ล้วน ๆ เป็นสารอาหาร ได้แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-30, 5-31, 5-32 และ 5-33

5.2.3.2 ใช้น้ำสับปรดที่มีความเข้มข้นน้ำตาล 18 องศาบริกซ์ เป็นสารอาหาร ได้แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-30, 5-31, 5-32 และ 5-33

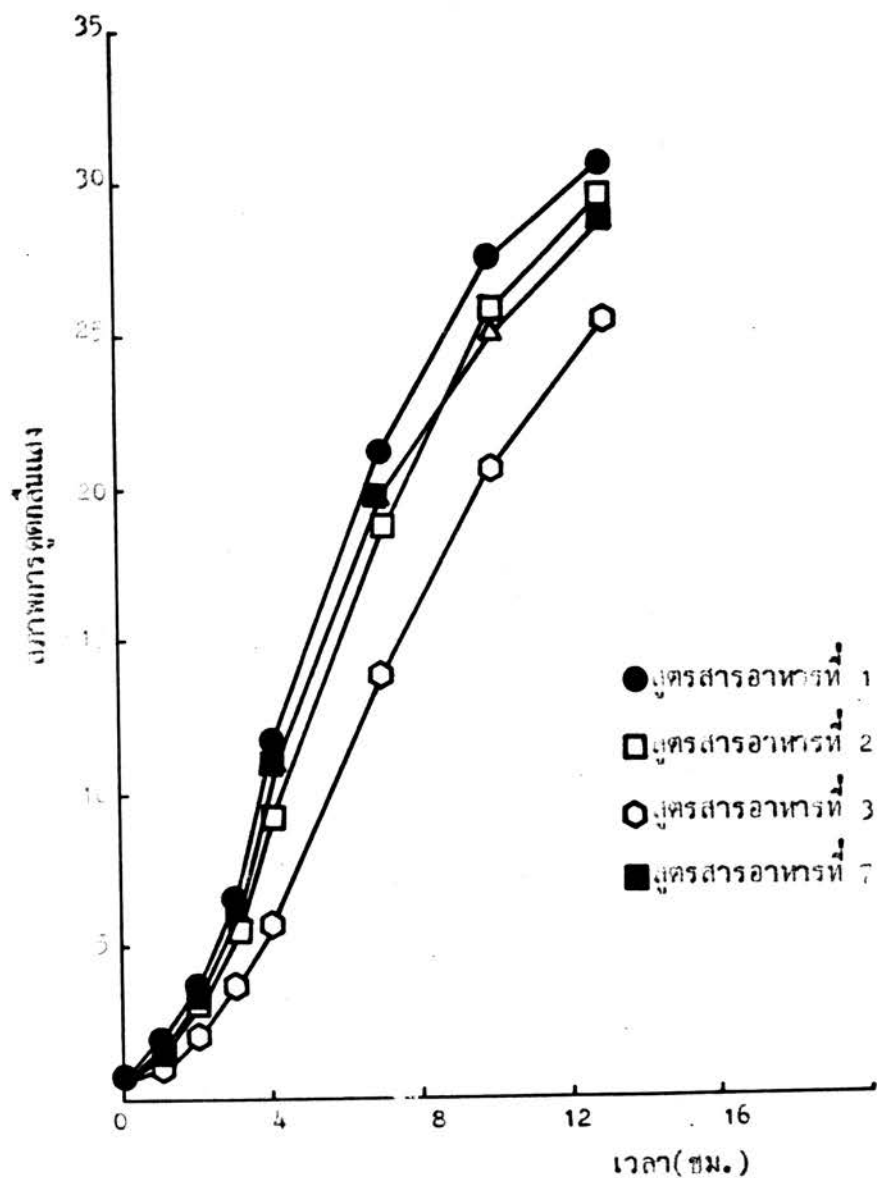
5.2.3.3 ใช้น้ำสับปรดที่มีความเข้มข้นน้ำตาล 20 องศาบริกซ์ เป็นสารอาหาร ได้แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-30, 5-31, 5-32 และ 5-33

5.2.3.4 ใช้น้ำสับปรดที่มีความเข้มข้นน้ำตาล 25 องศาบริกซ์ เป็นสารอาหาร ได้แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-30, 5-31, 5-32 และ 5-33

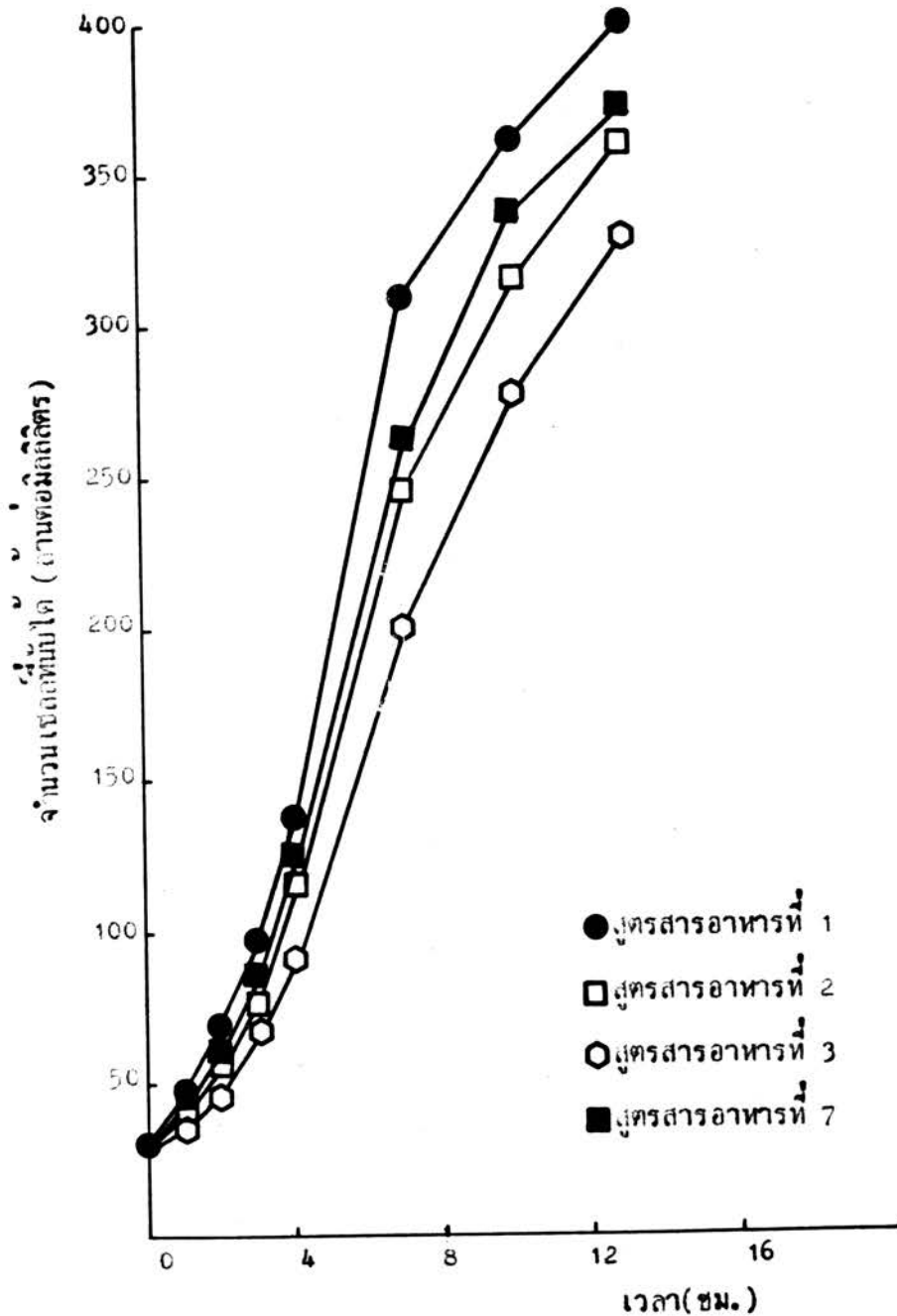
5.2.3.5 ใช้น้ำสับปรดที่มีความเข้มข้นน้ำตาล 30 องศาบริกซ์ เป็นสารอาหาร ได้แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-30, 5-31, 5-32 และ 5-33

5.2.4 แสดงผลการทดลองถึงปริมาณความเข้มข้นของน้ำตาลได้จากการเจือจางน้ำสับปรดเข้มข้นที่เหมาะสมที่จะให้ปริมาณเอทานอลสูงสุด โดยใช้ระยะเวลาพอสมควร ดังนี้

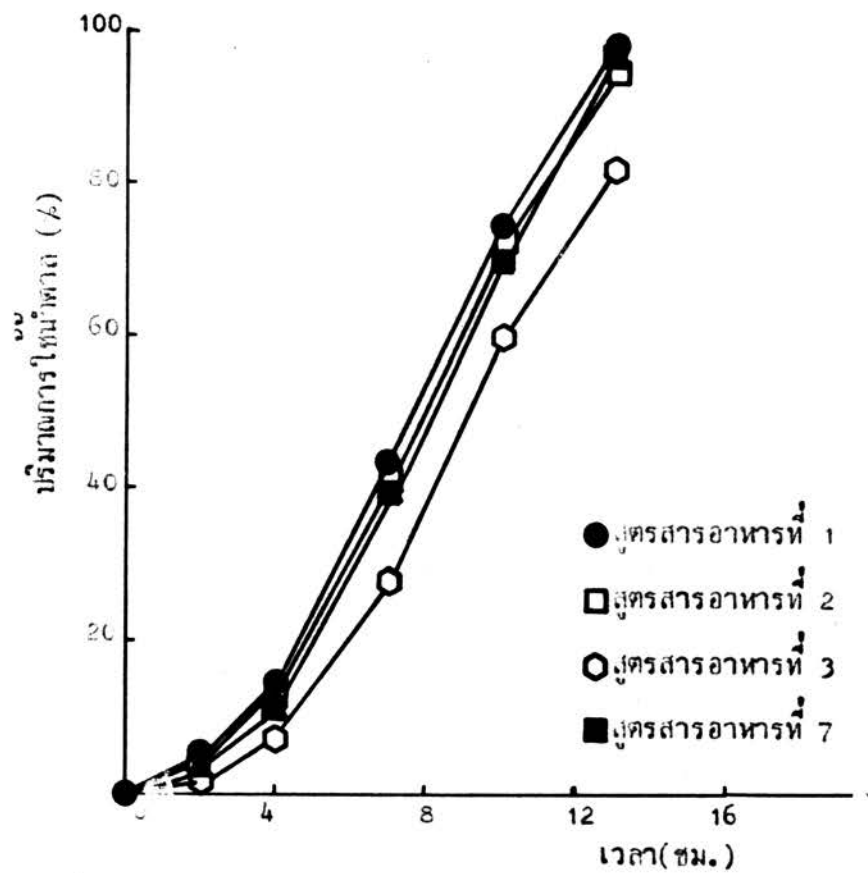




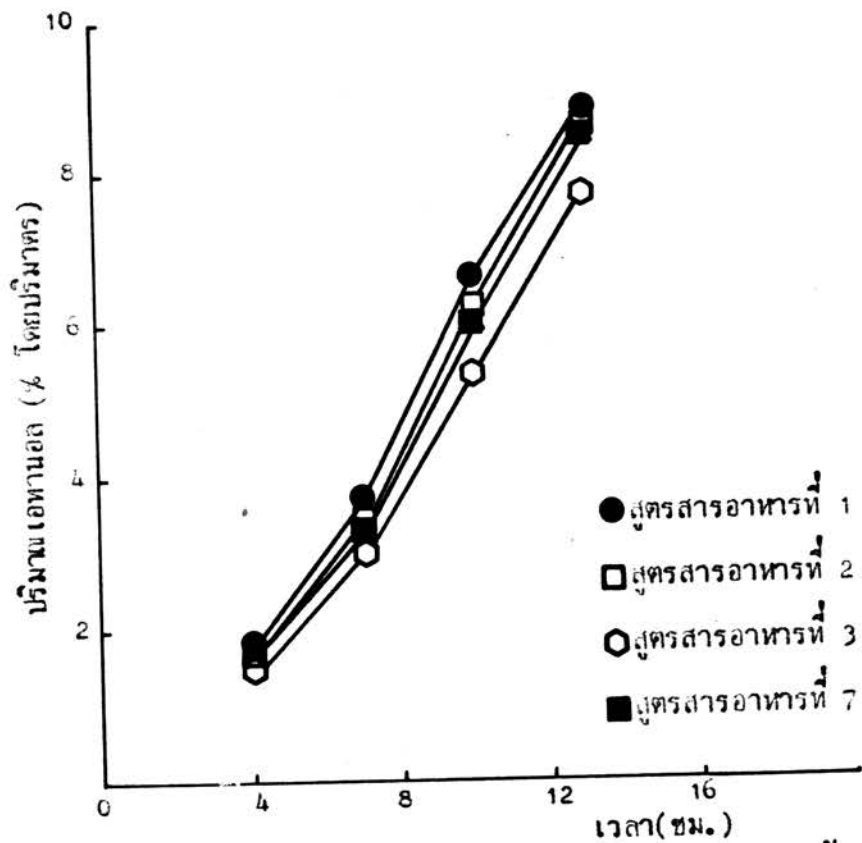
รูปที่ 5-26 แสดงสภาพการคูณแสงที่ 500 นาโนเมตร ในการผลิตเลทานอลของเชื้อยีสต์ *S. ellipsoideus* เมื่อใช้สูตรสารอาหารในปริมาณต่าง ๆ กัน ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง องค์ประกอบในสูตรสารอาหารแต่ละไว้ในตารางที่ 5-4



รูปที่ 5-27 แสดงจำนวนเซลล์นับได้จากกล้องจุลทรรศน์โดยตรงในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ *S. ellipsoideus* เมื่อใช้สูตรสารอาหารในปริมาณต่าง ๆ กัน ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง องค์ประกอบในสูตรสารอาหารดังกล่าวแสดงไว้ในตารางที่ 5-4



รูปที่ 5-28 แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำศาลในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ *S. ellipsoideus* เมื่อใช้สูตรอาหารในปริมาณต่าง ๆ กัน ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง องค์ประกอบในสูตรอาหารแสดงไว้ในตารางที่ 5-4



รูปที่ 5-29 แสดงค่าปริมาณเอทานอลที่ได้ในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* เมื่อใช้สูตรสารอาหารในปริมาณต่าง ๆ กัน ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง องค์ประกอบในสูตรสารอาหารแสดงไว้ในตารางที่ 5-4

## รูปที่ 5-30 ถึง 5-33

แสดงสารละลายน้ำสับปรตที่มีความเข้มข้นน้ำตาลต่าง ๆ กัน ในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง ซึ่งได้ทดลองใช้ความเข้มข้นน้ำตาล 14, 18, 20, 25 และ 30 องศาบริกซ์ เป็นสารอาหาร โดยมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมักดังนี้

แอมโมเนียม ซัลเฟต ไคโอแมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต อย่างละ 0.05% และแมกเนเซียม ซัลเฟต 0.01% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม

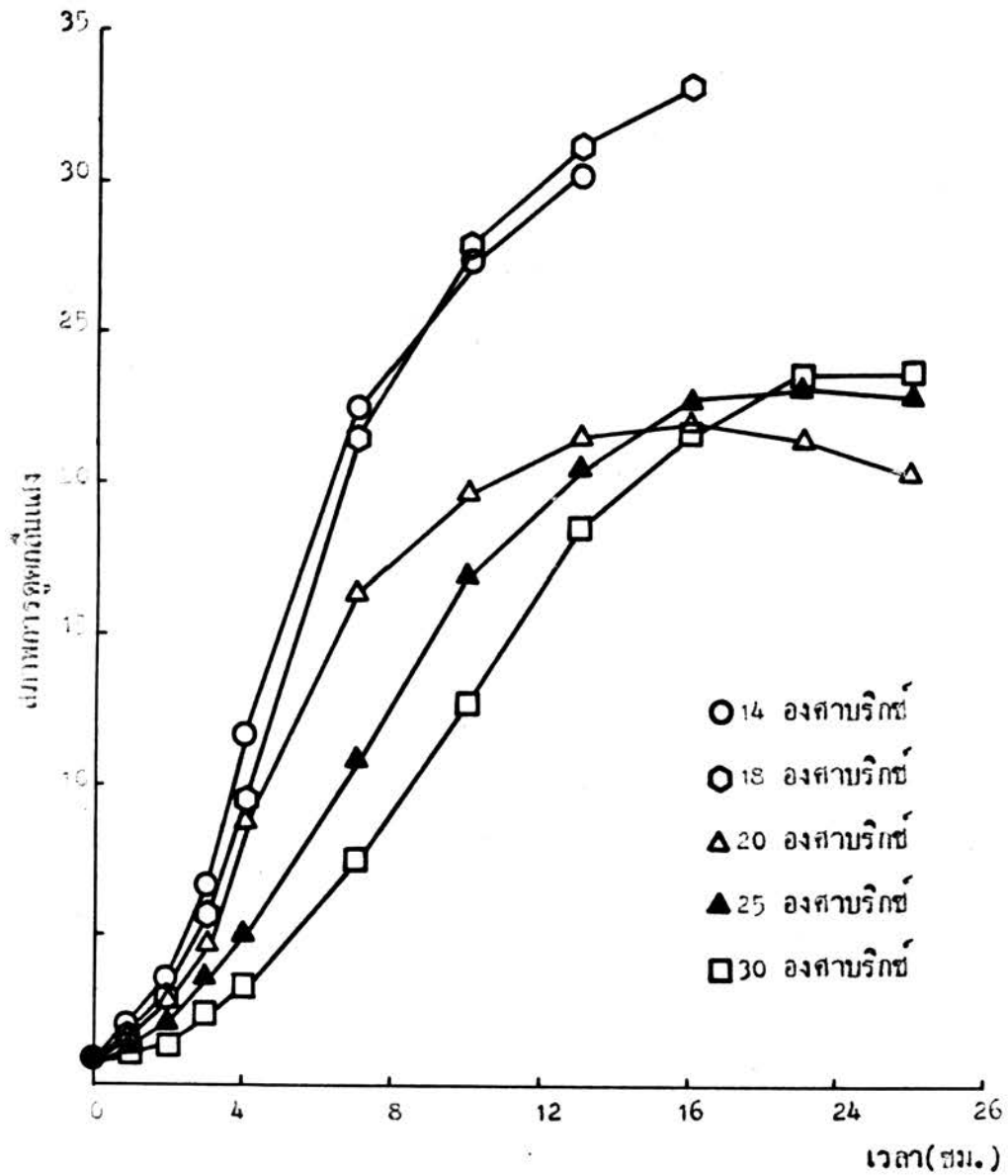
ปริมาณป้อนอากาศ 0.5 ปริมาตรอากาศ ต่อปริมาตรน้ำหมัก ต่อเวลา เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ในช่วงแรกของการทดลอง

เชื้อหมักเริ่มต้น 5% ของปริมาตรน้ำหมักทั้งหมด

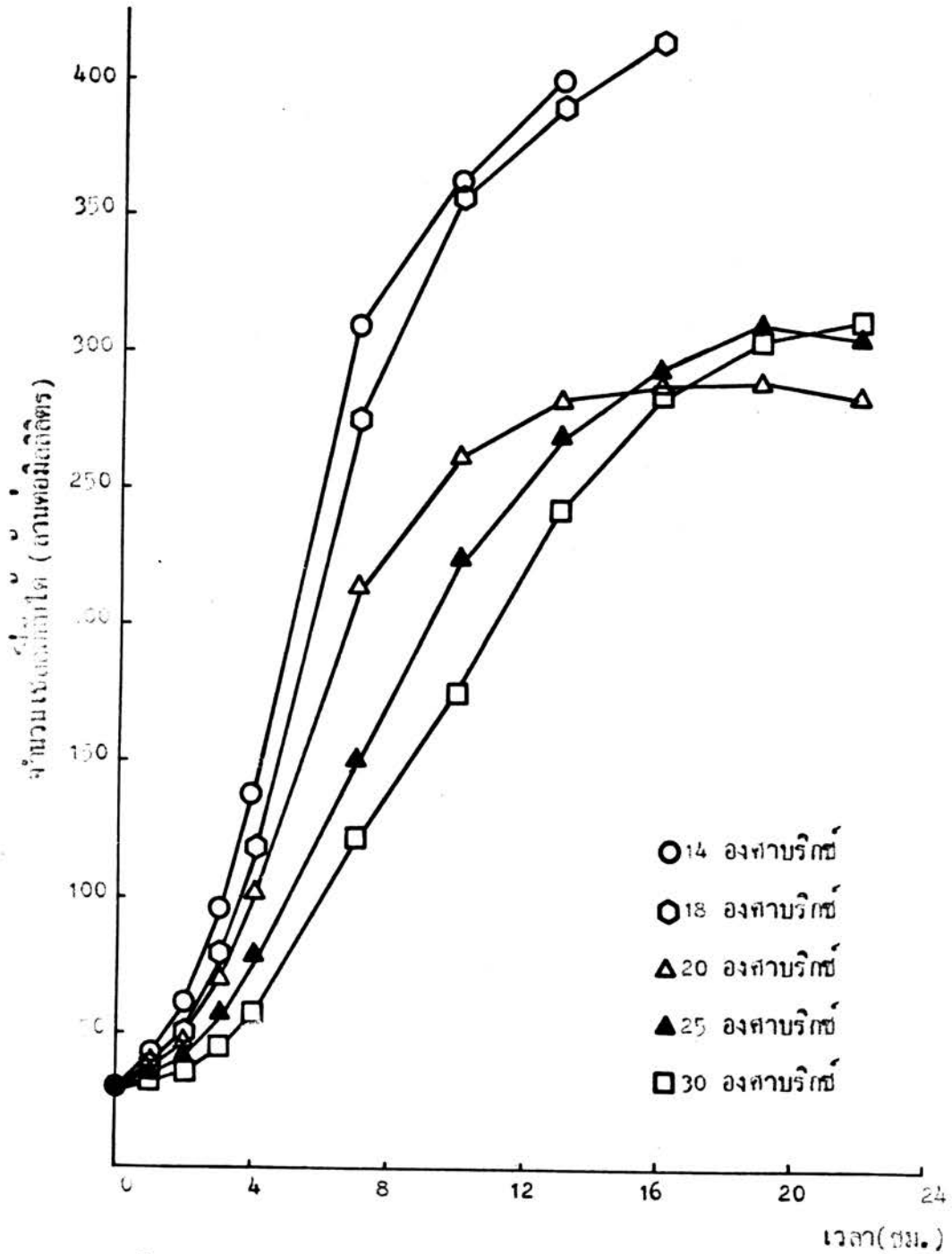
ความเป็นกรด-ด่าง 4.5

อุณหภูมิเฉลี่ย 30 องศาเซลเซียส

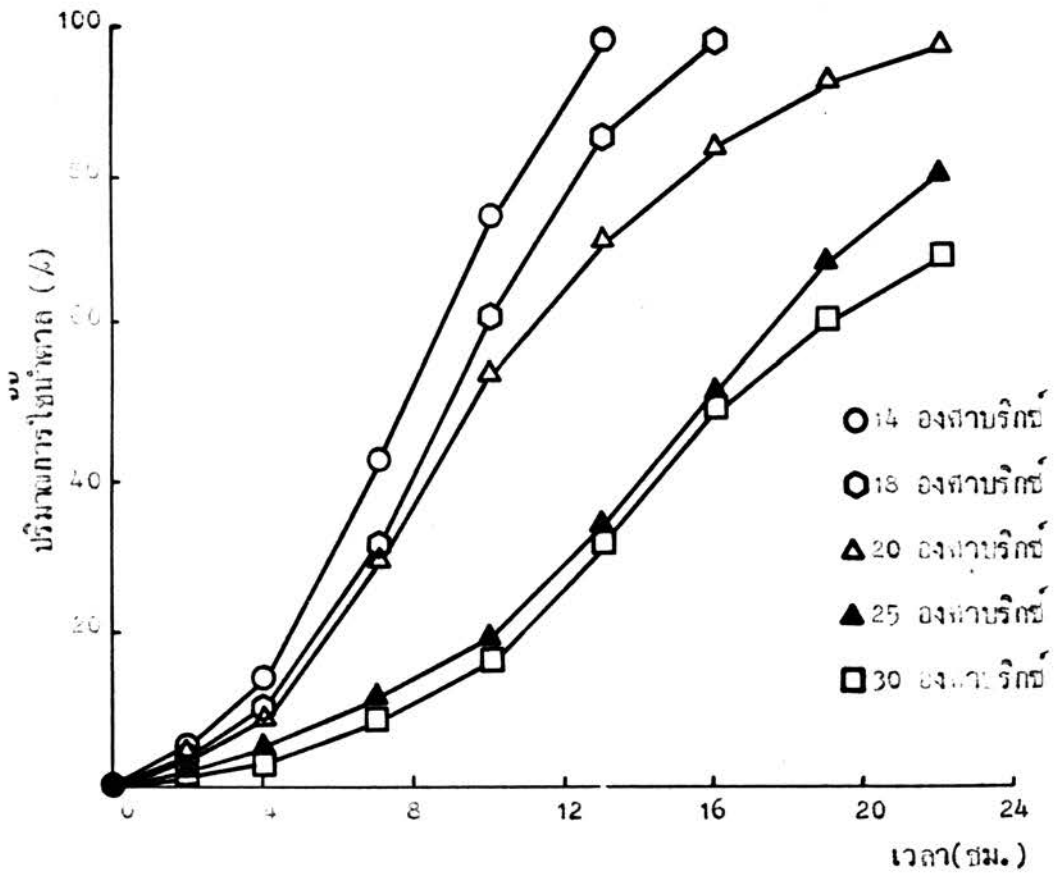
เวลาในการหมักทั้งหมด 13, 16 และ 22 ชั่วโมง สำหรับปริมาณน้ำตาล 14, 18 และสูงกว่า 20 องศาบริกซ์ ตามลำดับ



รูปที่ 5-30 แสดงสภาพการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร ในการผลิตเอทานอลของเชื้อ S.ellipsoideus เมื่อใช้สารละลายน้ำสับประสมที่มีความเข้มข้นน้ำตาลต่าง ๆ กันเป็นสารอาหารในเครื่องหมักแบบคอกซ์ชนิดไม่ต่อเนื่อง

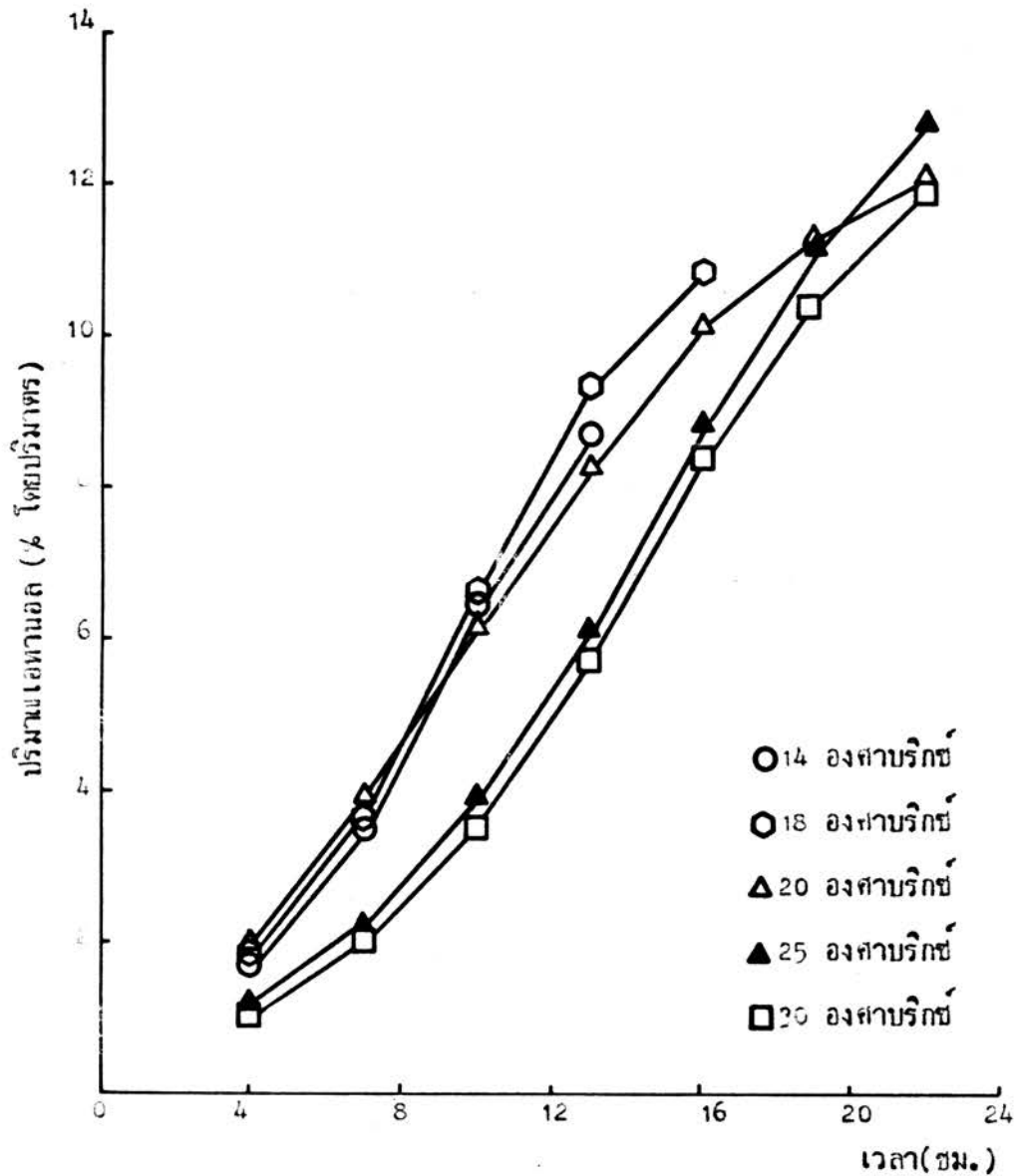


รูปที่ 31 แสดงจำนวนเซลล์ที่นับได้จากกล้องจุลทรรศน์โดยตรงในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ *S. ellipsoideus* เมื่อใช้สารละลายยีสต์ที่ปรับความเข้มข้นน้ำตาลต่าง ๆ กัน เป็นสารอาหารในเครื่องหมักแบบกลดด้วยชนิดไม่ต่อเนื่อง



รูปที่ 16 แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำศาลในการผลิตเอทานอลของ เกรื้อยีสต์ S.ellipsoideus เมื่อใช้สารละลายน้ำส้มประคมี่ความเข้มข้น น้ำตาลต่าง ๆ กันในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง





รูปที่ 5-33 แสดงค่าปริมาณเอทานอลที่ได้ในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* เมื่อใช้สารละลายน้ำสับประคมีเข้มข้น น้ำตาลต่าง ๆ กัน ในเครื่องหมักแบบคอกซ์ชนิดไม่ต่อเนื่อง

5.2.4.1 ใช้น้ำสับปรคที่ได้จากการเจือจางน้ำสับปรคเข้มข้น ซึ่งให้  
ความเข้มข้นน้ำตาล 18 องศาบริกซ์ เป็นสารอาหาร ใค้แสดงไว้ค้ในรูปที่ 5-34, และ 5-35

5.2.4.2 ใช้น้ำสับปรคที่ได้จากการเจือจางน้ำสับปรคเข้มข้น ซึ่งให้  
ความเข้มข้นน้ำตาล 20 องศาบริกซ์ เป็นสารอาหาร ใค้แสดงไว้ค้ในรูปที่ 5-34 และ 5-35

5.2.4.3 ใช้น้ำสับปรคที่ได้จากการเจือจางน้ำสับปรคเข้มข้น ซึ่งให้  
ความเข้มข้นน้ำตาล 25 องศาบริกซ์ เป็นสารอาหาร ใค้แสดงไว้ค้ในรูปที่ 5-34 และ 5-35

5.2.5 แสดงผลการทดลองเพิ่มระยะเวลาในการบ่อนอากาศสำหรับน้ำสับปรคที่มี  
ความเข้มข้นน้ำตาลสูงกว่า 20 องศาบริกซ์ ค้ดังนี้

5.2.5.1 เวลาในการบ่อนอากาศ 4 ชั่วโมง ใค้แสดงไว้ค้ในรูปที่ 5-36,  
5-37, 5-38 และ 5-39

5.2.5.2 เวลาในการบ่อนอากาศ 5 ชั่วโมง ใค้แสดงไว้ค้ในรูปที่ 5-36,  
5-37, 5-38 และ 5-39

5.2.5.3 เวลาในการบ่อนอากาศ 6 ชั่วโมง ใค้แสดงไว้ค้ในรูปที่ 5-36,  
5-37, 5-38 และ 5-39

5.2.6 แสดงผลการทดลองเมื่อคู้เชื้อยีสต์ให้เอทานอลสูงอื่น ๆ เท้าที่จะหาได้ เปรียบ  
เทียบกับเชื้อยีสต์ที่ใช้อยู่เดิม โดยใค้สภาวะการหมักที่ค้ที่สุดของเชื้อยีสต์ที่ใช้อยู่เดิมเป็นเกณฑ์ ค้ดังนี้

5.2.6.1 หมักคู้ยเชื้อยีสต์ Saccharomyces ellipsoideus(K<sub>1</sub>)  
จากสถาบันค้ค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นเชื้อที่ใช้อยู่เดิม ใค้  
แสดงไว้ค้ในรูปที่ 5-40, 5-41, 5-42 และ 5-43

5.2.6.2 หมักคู้ยเชื้อยีสต์ Saccharomyces cerevisiae(S<sub>90</sub>)  
จากโรงงานสุราอยุธยา ใค้แสดงไว้ค้ในรูปที่ 5-40, 5-41, 5-42 และ 5-43

5.2.7 แสดงผลการทดลองเตรียมเชื้อหมักเริ่มต้นในเครื่องหมักแบบค้อถ้ค้ ค้ดังนี้

5.2.7.1 เวลาการบ่อนอากาศ 4 ชั่วโมง แล้วหมักค้อแบบไม่ให้อากาศ  
ใค้แสดงไว้ค้ในรูปที่ 5-44, 5-45, 5-46 และ 5-47

## รูปที่ 5-34 ถึง 5-35

แสดงสารละลายน้ำสับปรคที่ไคจากการเจือจางน้ำสับปรคเข้มข้นใหม่ความเข้มข้นใหม่ความเข้มข้นน้ำตาลต่าง ๆ กันในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง ซึ่งได้ทดลองใช้ความเข้มข้นน้ำตาล 18, 20 และ 25 องศาบริกซ์ เป็นสารอาหาร โดยมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมัก ดังนี้

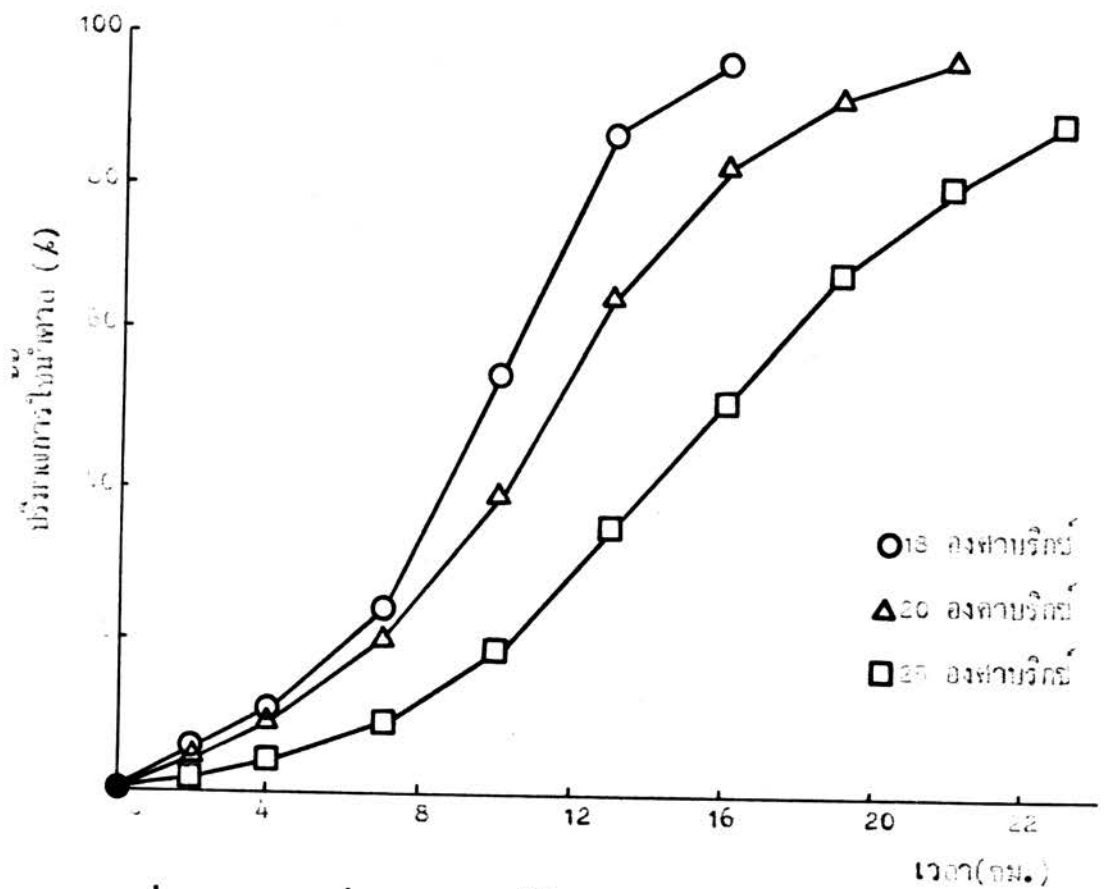
แอมโมเนียม ซัลเฟต ไคแอมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต อย่างละ 0.05% และแมกเนเซียม ซัลเฟต 0.01% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม ปริมาณการป้อนอากาศ 0.5 ปริมาตรอากาศ ปริมาตรน้ำหมัก ต่อนาที เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ในช่วงแรกของการทดลอง

เชื้อหมักเริ่มต้น 5% ของปริมาตรน้ำหมักทั้งหมด

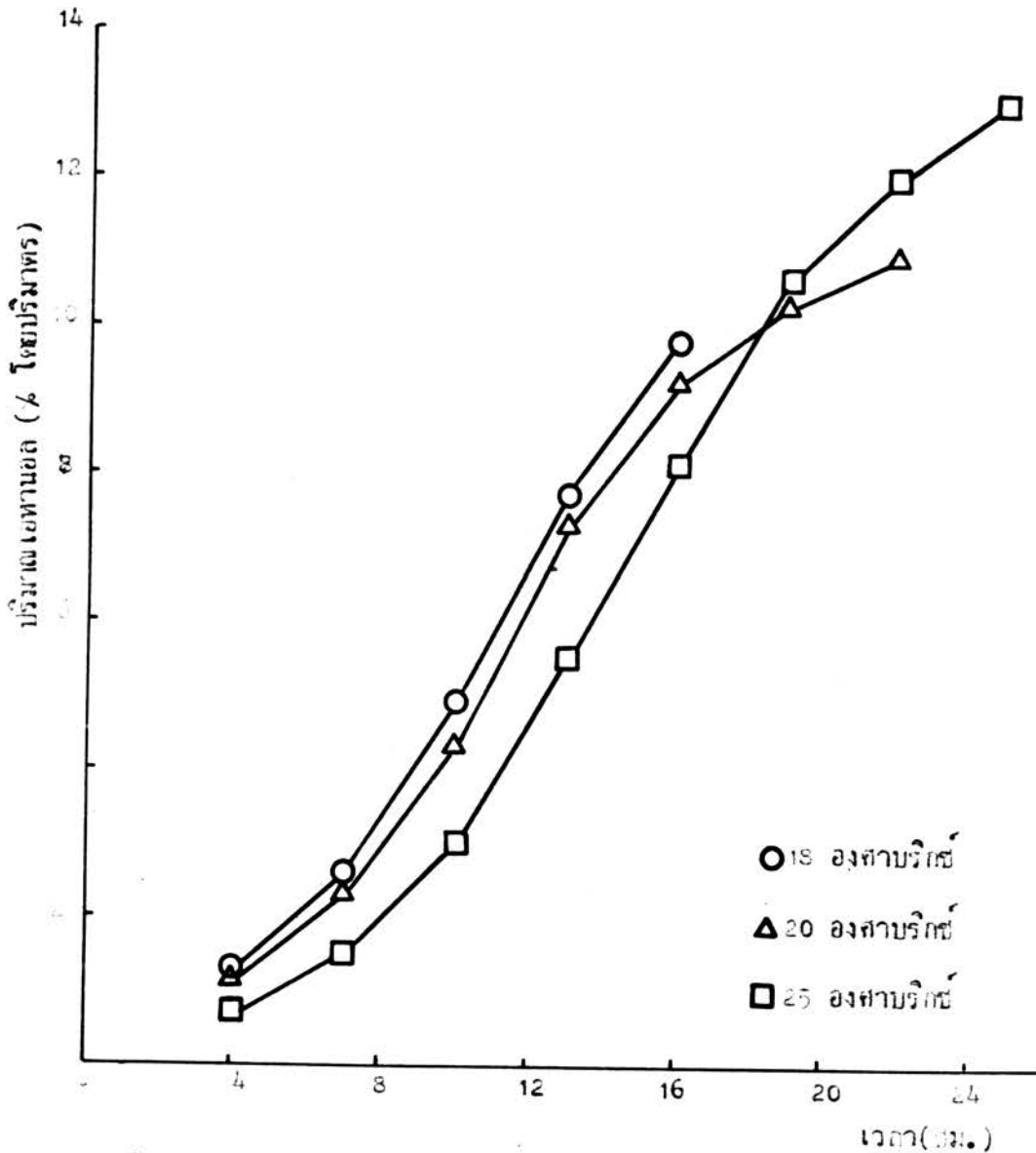
ความเป็นกรด-ด่าง 4.5

อุณหภูมิเฉลี่ย 30 องศาเซลเซียส

เวลาในการหมักทั้งหมด 16, 22 และ 25 ชั่วโมง สำหรับปริมาณน้ำตาล 18, 20 และ 25 องศาบริกซ์ ตามลำดับ



รูปที่ - 34 แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำตาลในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ *S. ellipsoideus* เมื่อใช้สารละลายน้ำสับประคที่ได้อากการ เจริญงาน้ำสับประคเข้มข้นไฉ่มีความเข้มข้นน้ำตาลต่าง ๆ กัน ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง



รูปที่ 5-35 แสดงค่าปริมาณเอทานอลที่ได้ในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ *S.ellipsoideu* เมื่อใช้สารละลายน้ำตาลสับประคที่ได้ออกจากการ เจริญงน้ำตาลสับประคเข้มข้นไว้ด้วยความเข้มข้นน้ำตาลต่าง ๆ ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง

## รูปที่ 5-36 ถึง 5-39

แสดงระยะเวลาในการป้อนอากาศสำหรับสารละลายน้ำสับประณีความเข้มข้นน้ำตาล 25 องศาบริกซ์ เป็นสารอาหาร ในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง โดยมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมักดังนี้

แอมโมเนียม ซัลเฟต ไคโอแมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต อย่างละ 0.05% และ แมกเนเซียม ซัลเฟต 0.01% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม

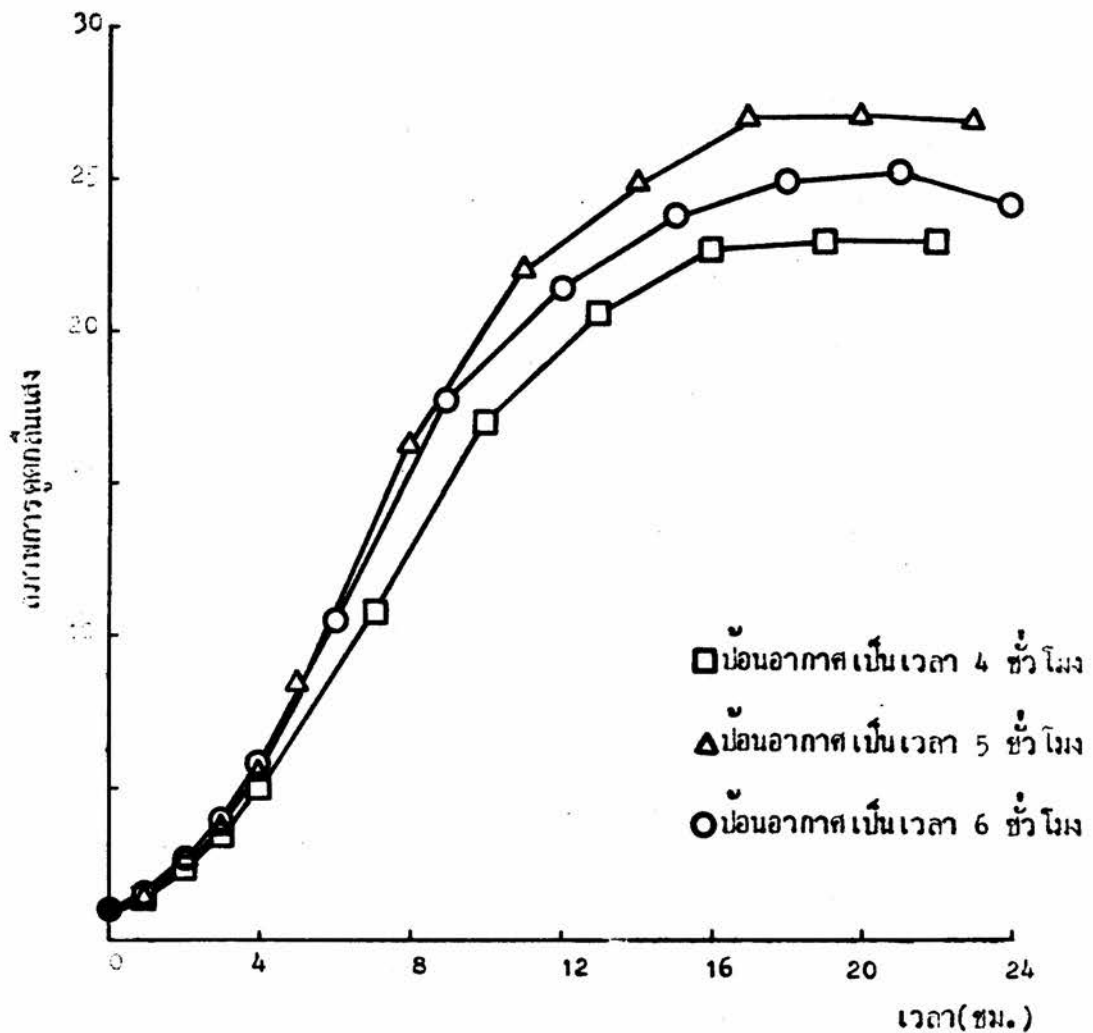
ปริมาณการป้อนอากาศ 0.5 ปริมาตรอากาศ ต่อปริมาตรน้ำหมัก ต่อนาที ในช่วงแรกของการทดลอง

เชื้อหมักเริ่มต้น 5% ของปริมาตรน้ำหมักทั้งหมด

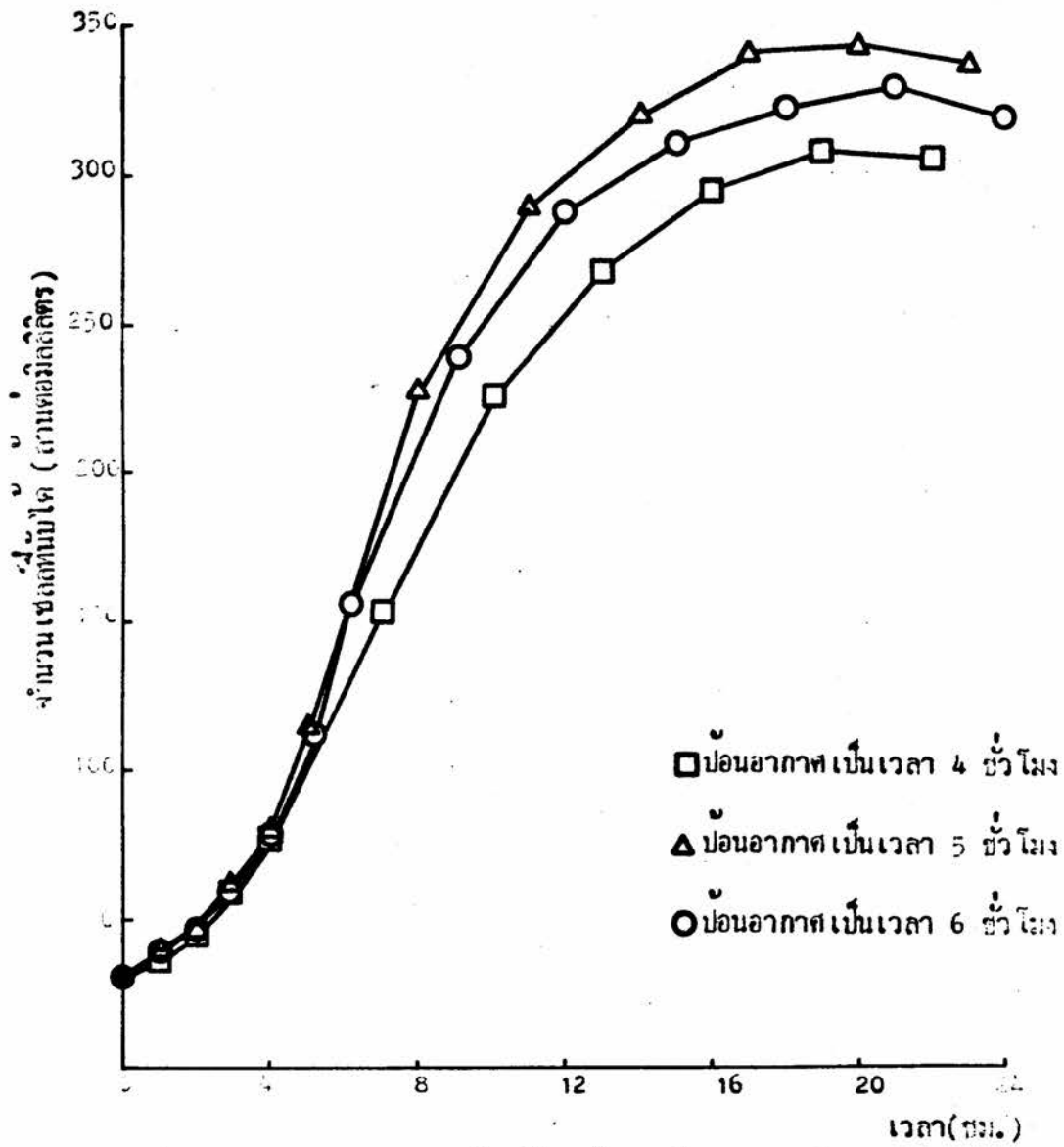
ความเป็นกรด-ด่าง 4.5

อุณหภูมิเฉลี่ย 30 องศาเซลเซียส

เวลาในการหมักทั้งหมด 22, 23 และ 24 ชั่วโมง สำหรับเวลาในการป้อนอากาศ 4, 5 และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ

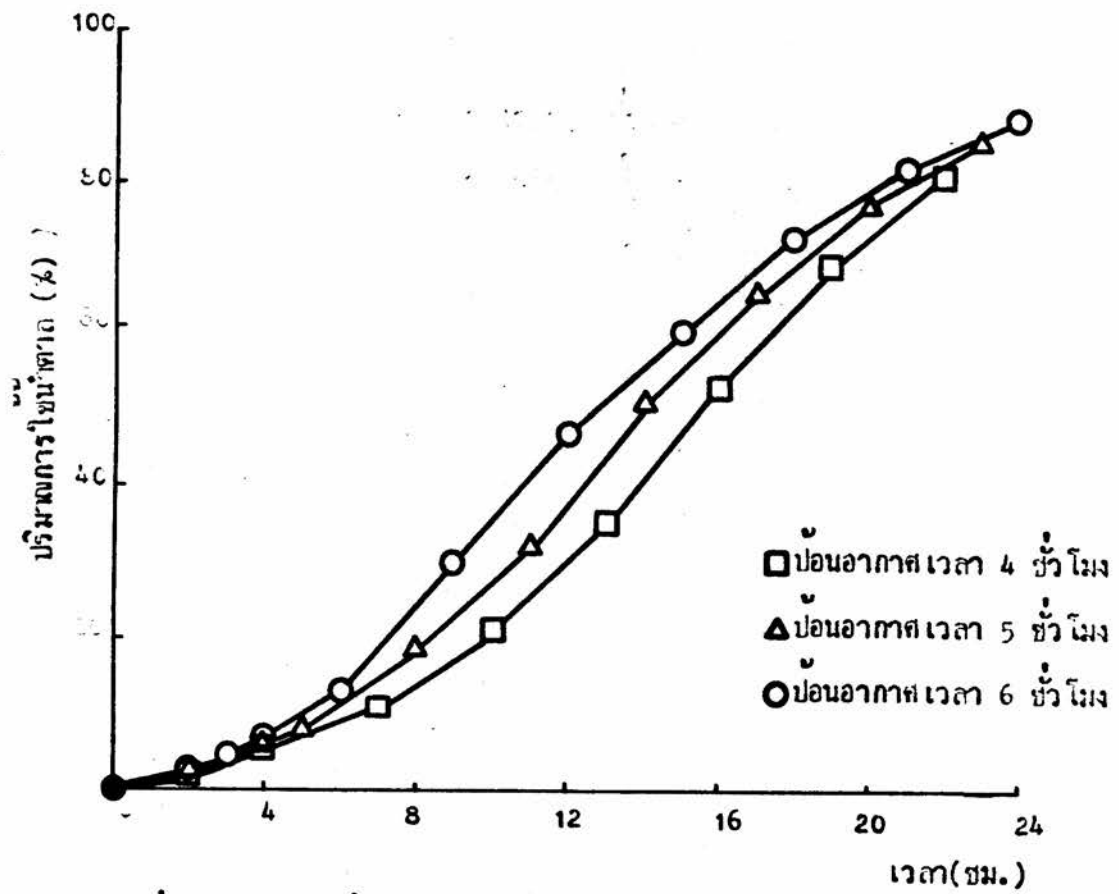


รูปที่ 36 แสดงผลการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร ในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ S.ellipsoideus เมื่อให้ระยะเวลาในการป้อนอากาศต่าง ๆ กัน สำหรับสารละลายน้ำตาลประจําความเข้มข้นน้ำตาล 25 องศาบริกซ์ ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง

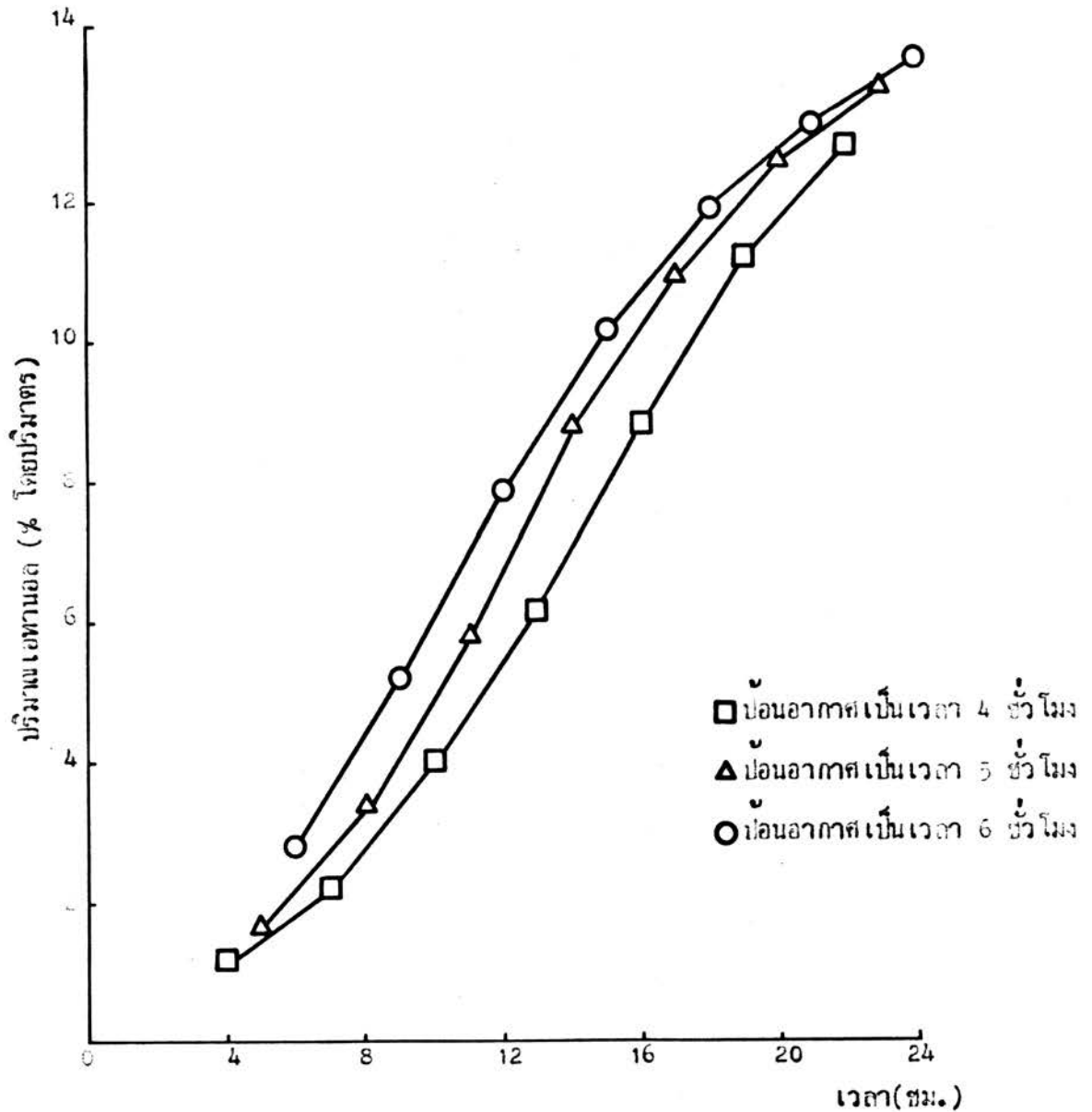


รูปที่ 5-37 แสดงจำนวนเซลล์ที่นับได้จากกล้องจุลทรรศน์โดยตรงในการผลิต เอทานอลของ เชื้อยีสต์ S.ellipsoideus เมื่อให้ระยะเวลาในการบ่อนอากาศต่าง ๆ กัน สำหรับสารละลายน้ำตาลประจําความเข้มข้นน้ำตาล 23 องศาบริตซ์ ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง





รูปที่ 5-38 แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำตาลในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ S. ellipsoideus เมื่อให้ระยะเวลาในการบ่มอากาศต่าง ๆ กัน สำหรับสารละลายยีสต์ที่ปรับกรด มีความเข้มข้นน้ำตาล 25 องศาบริกซ์ ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ ต่อเนื่อง



รูปที่ 5-39 แสดงค่าปริมาณเอทานอลที่ได้ในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ S. ellipsoideus เมื่อให้ระยะเวลาในการบ่มอากาศต่าง ๆ กัน สำหรับสารละลายน้ำตาลปีบระด มีความเข้มข้นน้ำตาล 25 องศาบริกซ์ ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่  
ต่อเนื่อง

## รูปที่ 5-40 ถึง 5-43

แสดง เชื้อยีสต์ที่ใช้ในการผลิตเอทานอลด้วย เครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง  
 ซึ่งใช้ทดลองใช้เชื้อยีสต์ S.ellipsoideus(K<sub>1</sub>) และ S.cerevisiae(S<sub>90</sub>)  
 โดยมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมักดังนี้

น้ำสับประคมีค่าความเข้มข้นน้ำตาล 20 องศาบริกซ์ เป็นสารอาหาร

แอมโมเนียม ซัลเฟต ไคโอแมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต อย่างละ  
 0.05% และแมกเนเซียม ซัลเฟต 0.01% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหาร  
 เสริม

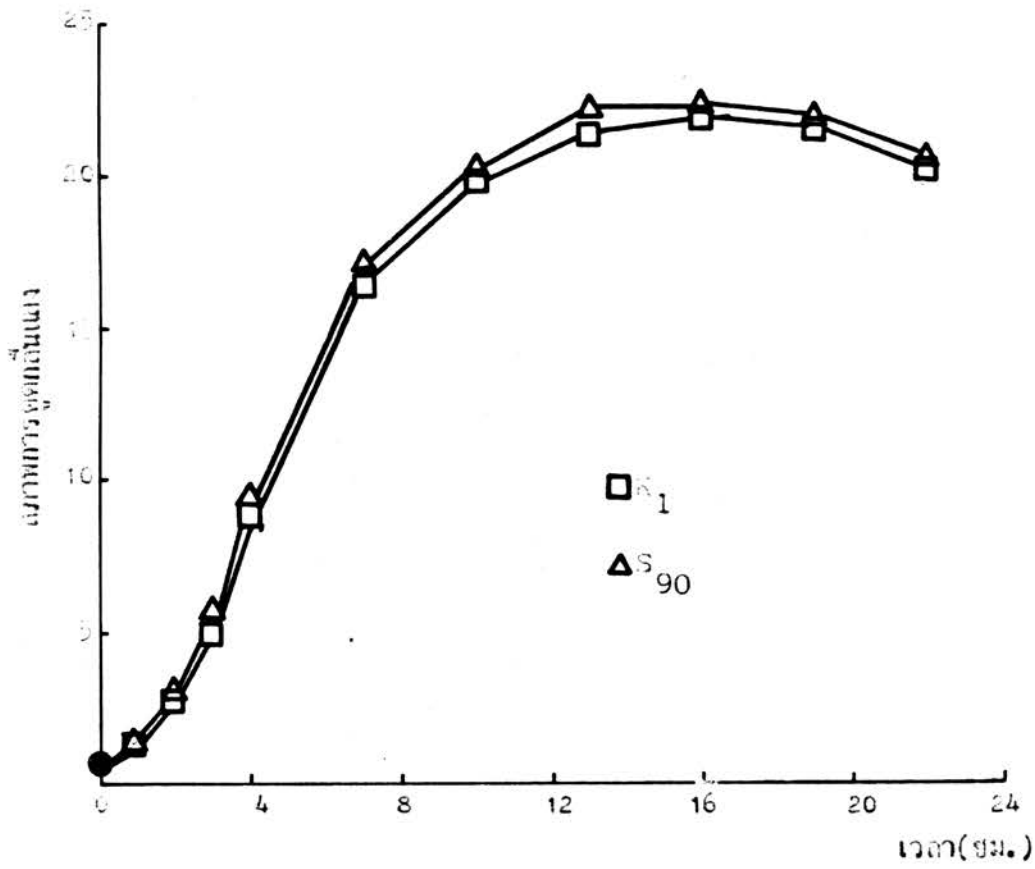
ปริมาณการป้อนอากาศ 0.5 ปริมาตรอากาศ ต่อปริมาตรน้ำหมัก ต่อหน้าที่  
 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ในช่วงแรกของการทดลอง

เชื้อหมักเริ่มต้น 5% ของปริมาตรน้ำหมักทั้งหมด

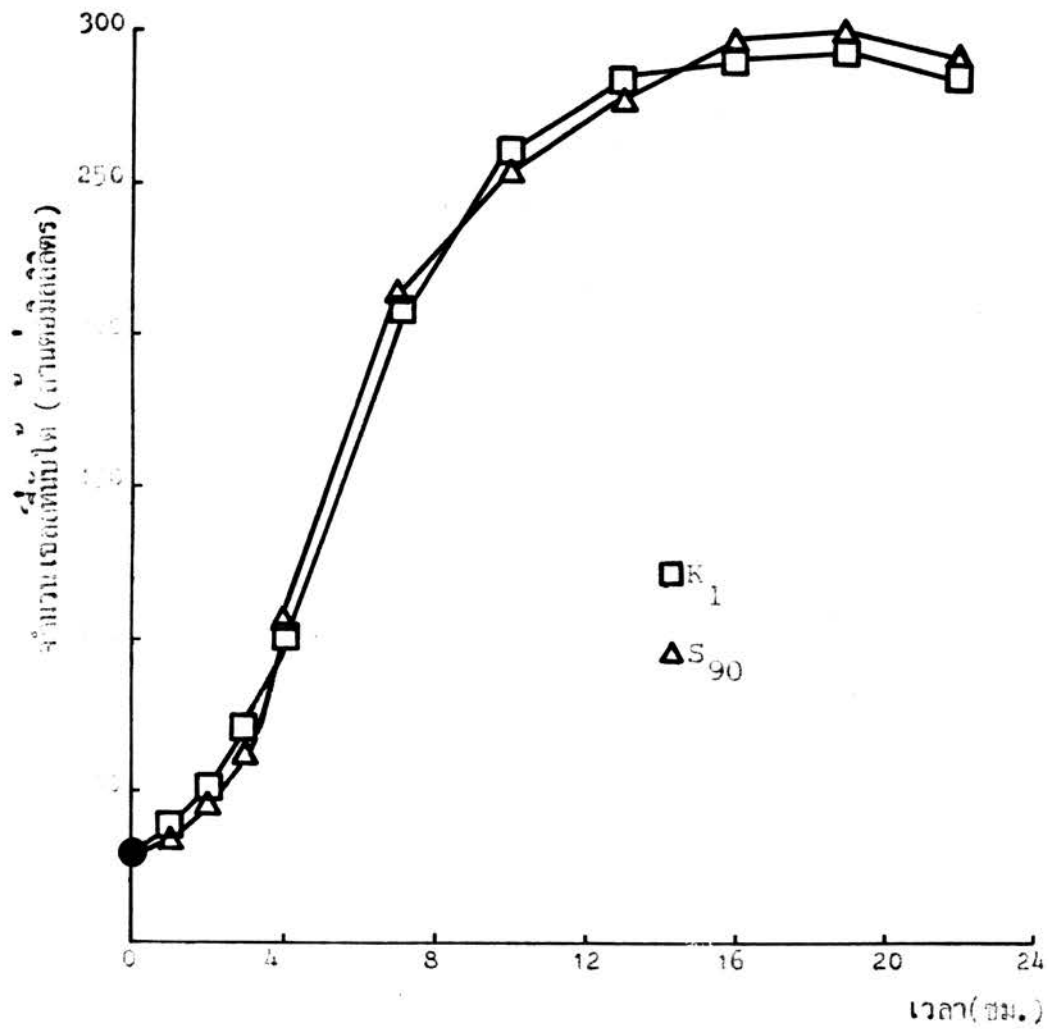
ความเป็นกรด-ด่าง 4.5

อุณหภูมิเฉลี่ย 30 องศาเซลเซียส

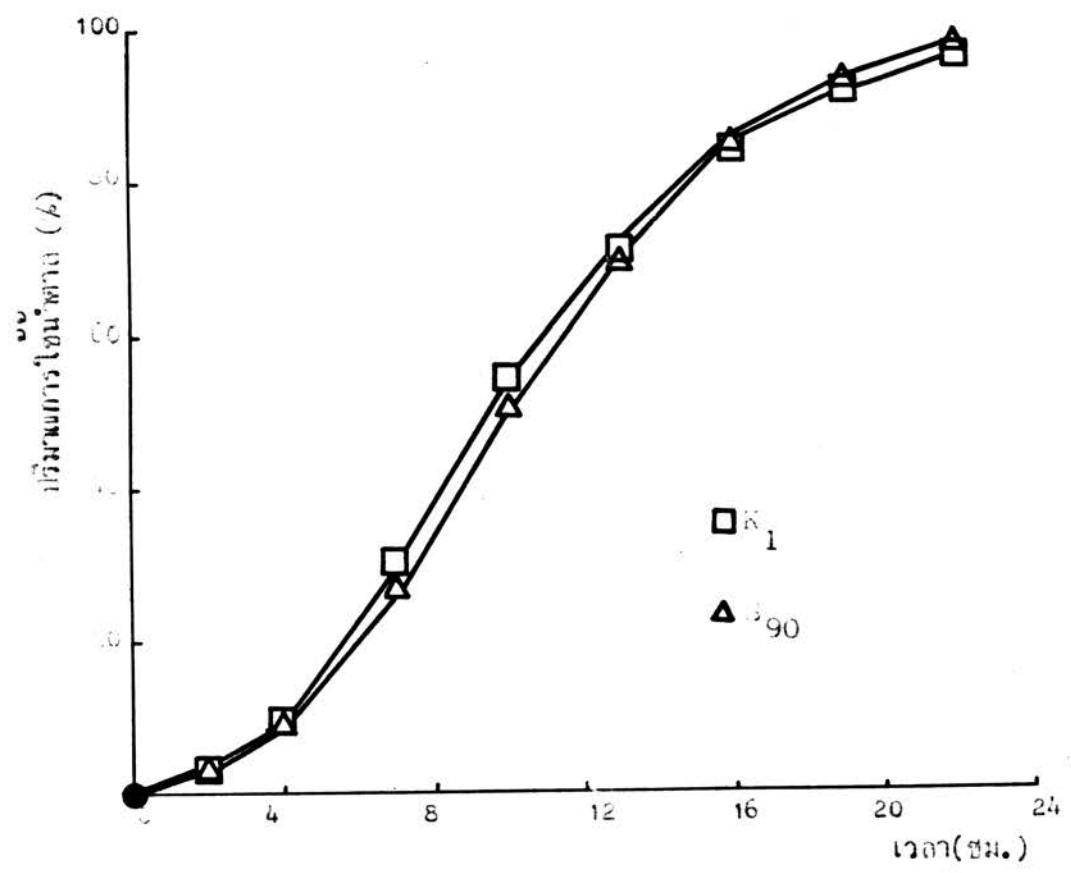
เวลาในการหมักทั้งหมด 22 ชั่วโมง



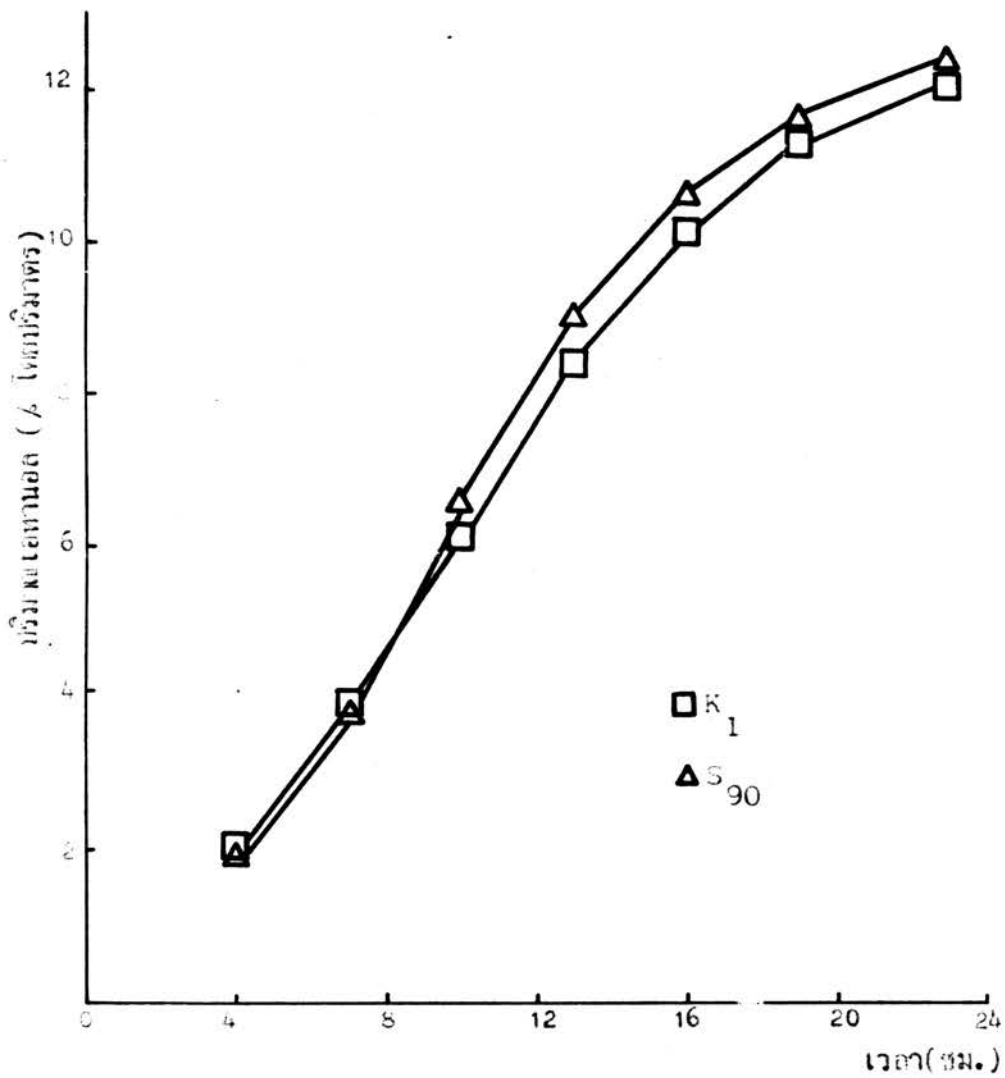
รูปที่ 5-40 แสดงผลการวัดอนุภาคแสงที่ 500 นาโนเมตร ในการผลิตเอทานอลของ  
 เชื้อยีสต์ K<sub>1</sub> และ S<sub>90</sub> ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง



รูปที่ 5-41 แสดงจำนวนเซลล์ที่นับได้จากกล้องจุลทรรศน์โดยตรง ในการนับเอทานอลของ เซลล์ยีสต์ K<sub>1</sub> และ S<sub>90</sub> ในเครื่องหมักแบบคอกซ์ที่มีชนิดไมโต เนื่อง



รูปที่ 5-42 แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำ (%) ในการผลิตเอทานอลของ เซลล์ยีสต์ K<sub>1</sub> และ S<sub>90</sub> ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง



รูปที่ 3-43 แสดงค่าปริมาณเอทานอลที่ได้ในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ K<sub>1</sub> และ S<sub>90</sub> ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง

5.2.7.2 เวลาการบ่อนอากาศ 8 ชั่วโมง แล้วยกต่อแบบไม่ให้อากาศ ได้  
แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-44, 5-45, 5-46 และ 5-47

### 5.3 การทดลองในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง

เมื่ออาศัยข้อมูลจากการทดลองนี้นำไปสู่ขบวนการหมักแบบต่อเนื่องในเครื่องหมักแบบคอลัมน์  
ผลการทดลองได้แบ่งออกเป็น

5.3.1 แสดงผลการทดลองถึงอัตราการถ่ายเทน้ำหมัก โดยเริ่มถ่ายเทน้ำหมักในชั่วโมง  
ที่ 16 และใช้น้ำสับปะรดที่มีความเข้มข้นน้ำตาล 20 องศาบริกซ์ เป็นสารอาหารและทดแทน ดังนี้

5.3.1.1 อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 25% ของ 6 ลิตร ได้แสดงไว้ดังในรูปที่  
5-48 และ 5-49

5.3.1.2 อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 50% ของ 6 ลิตร ได้แสดงไว้ดังในรูปที่  
5-50 และ 5-51

5.3.1.3 อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 75% ของ 6 ลิตร ได้แสดงไว้ดังในรูปที่  
5-52 และ 5-53

5.3.2 แสดงผลการทดลอง เมื่อเริ่มการถ่ายเทน้ำหมักในชั่วโมงที่ 19 ด้วยอัตราการ  
ถ่ายเทน้ำหมัก 25% และใช้น้ำสับปะรดที่มีความเข้มข้นน้ำตาล 20 องศาบริกซ์ เป็นสารอาหารและ  
ทดแทน ซึ่งได้แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-54 และ 5-55

5.3.3 แสดงผลการทดลอง เมื่อเริ่มการถ่ายเทน้ำหมักในชั่วโมงที่ 13 ด้วยอัตราการ  
ถ่ายเทน้ำหมัก 25% และใช้น้ำสับปะรดที่มีความเข้มข้นน้ำตาล 20 องศาบริกซ์ เป็นสารอาหาร ดังนี้

5.3.3.1 ทดแทนด้วยน้ำสับปะรดที่มีความเข้มข้นน้ำตาล 15 องศาบริกซ์ ได้  
แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-56 และ 5-57

5.3.3.2 ทดแทนด้วยน้ำสับปะรดที่มีความเข้มข้นน้ำตาล 20 องศาบริกซ์ ได้  
แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-58 และ 5-59

5.3.4 แสดงผลการทดลอง เมื่อใช้น้ำสับปะรดที่มีความเข้มข้นน้ำตาล 18 องศาบริกซ์



## รูปที่ 5-44 ถึง 5-47

แสดงการเตรียมเชื้อหมักเริ่มต้นในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ในเครื่องหมักแบบคอลัมน์ โดยมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมัก ดังนี้

น้ำสับประคมีค่าความเข้มข้นน้ำตาล 20 องศาบริกซ์ เป็นสารอาหาร

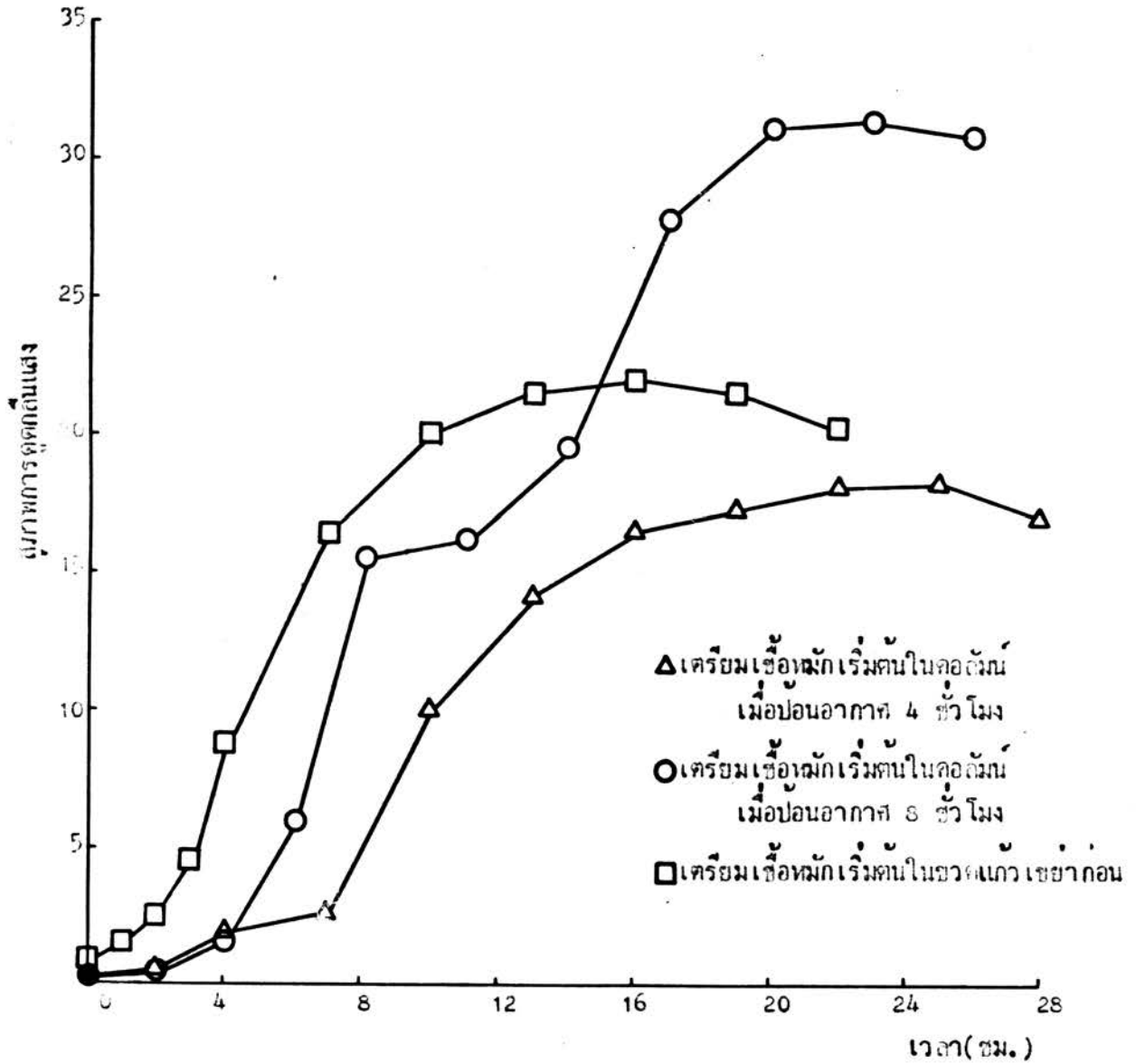
แอมโมเนียม ซัลเฟต ไคแอมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต อย่างละ 0.05% และแมกเนเซียม ซัลเฟต 0.01% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม

ปริมาณการป้อนอากาศ 0.5 ปริมาตรอากาศ ต่อปริมาตรน้ำหมัก ต่อเวลาที่ในช่วงแรกของการทดลอง

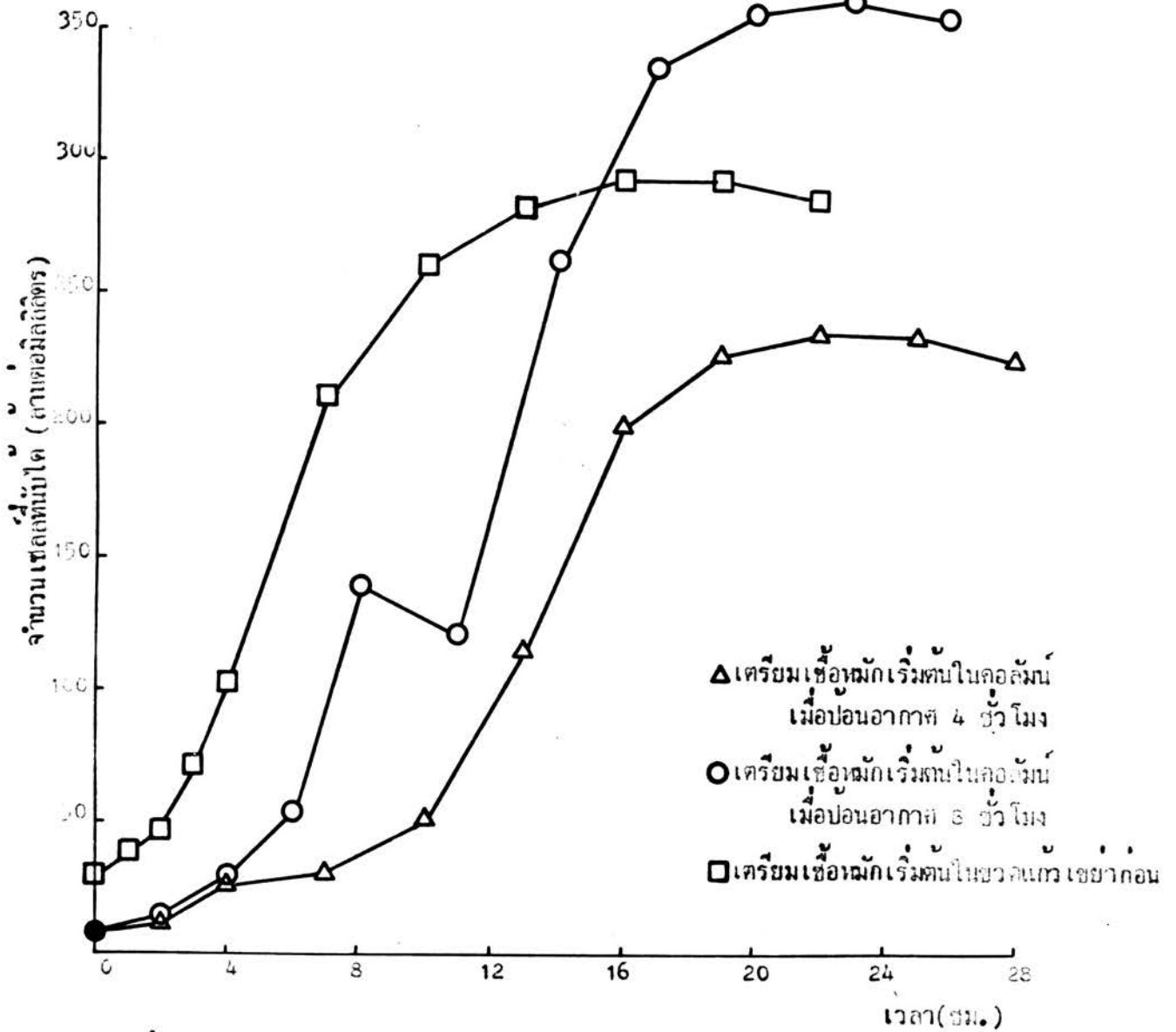
เชื้อหมักเริ่มต้น 5% ของปริมาตรน้ำหมักทั้งหมด

ความเป็นกรด-ด่าง 4.5

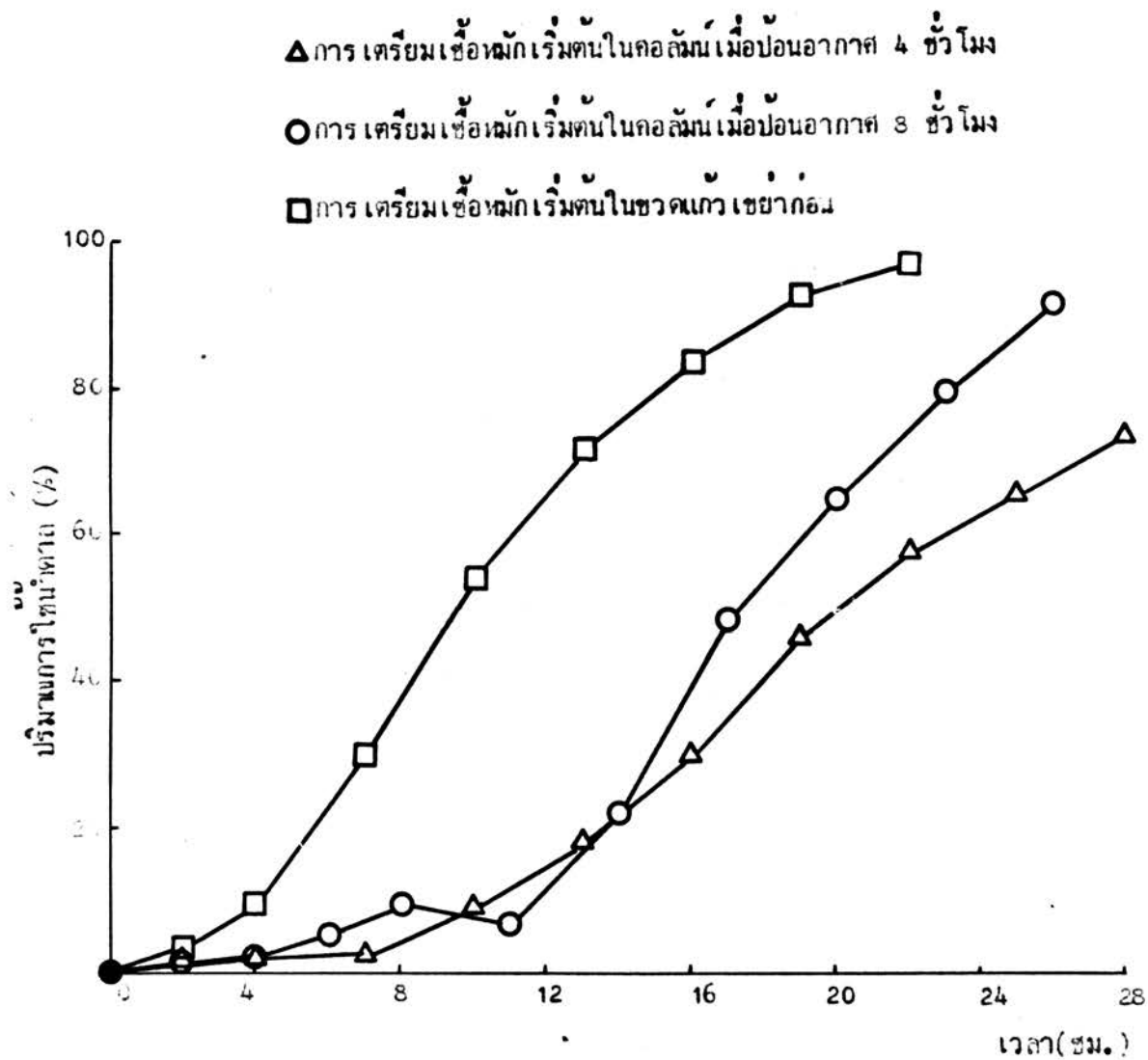
อุณหภูมิเฉลี่ย 30 องศาเซลเซียส



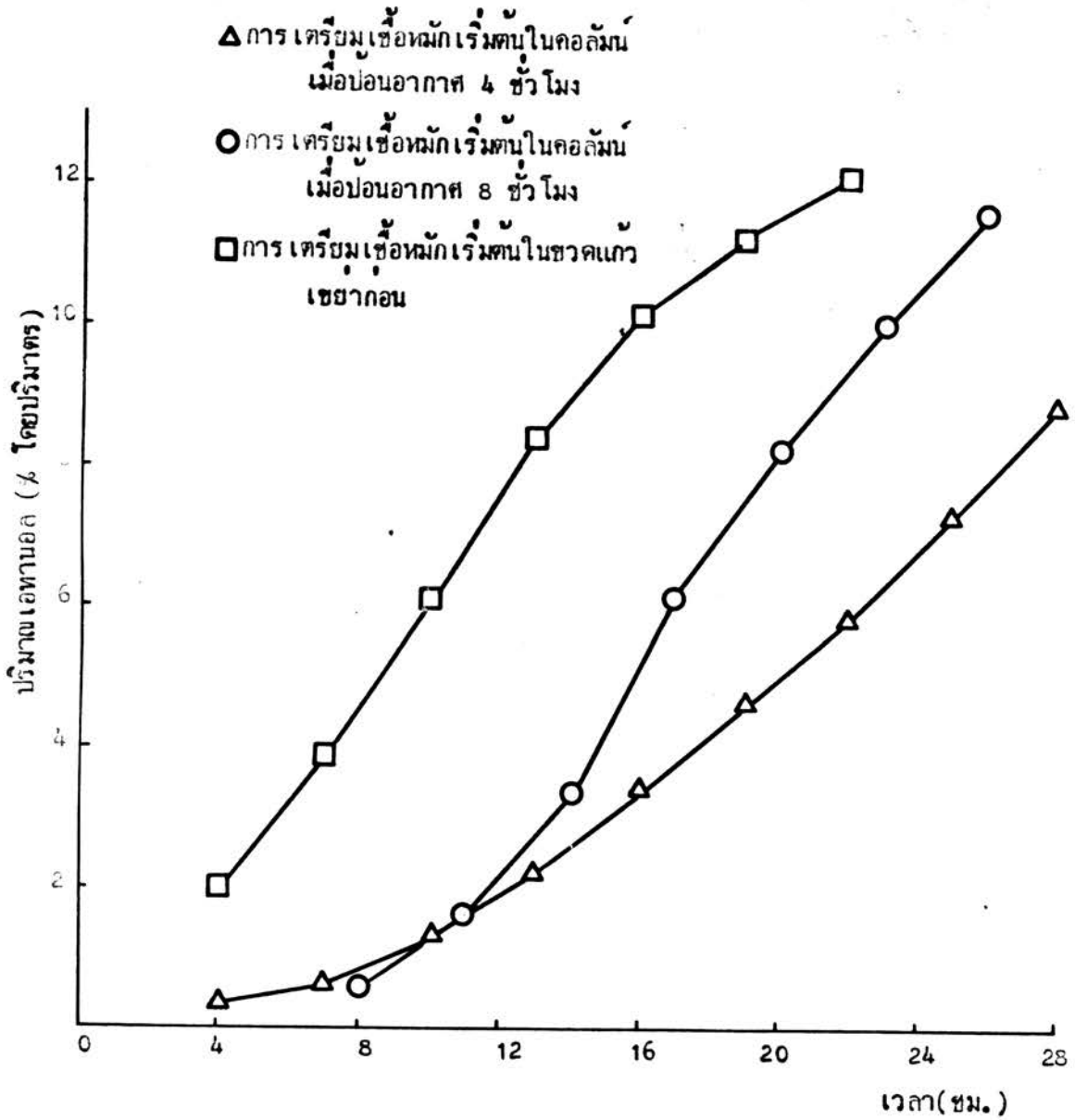
รูปที่ 5-44 แสดงสภาพการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร ในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* เมื่อเตรียมเชื้อหมักเริ่มต้นในคอลัมน์และในขวดแก้ว เขย่า ด้วย เครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง



รูปที่ 5-45 แสดงจำนวนเซลล์สปอร์ที่นับได้จากกล้องจุลทรรศน์โดยตรงในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ *S. ellipsoideus* เมื่อเตรียมเชื้อหมักเริ่มต้นในคอแลนและใน ขวดแก้ว เซยาคอน เครื่องหมักแบบคอแลนชนิดไม่ต่อเนื่อง



รูปที่ 5-46 แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำตาลในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ S.ellipsoideus เมื่อเตรียมเชื้อหมักเริ่มต้นในคอลัมน์และในขวดแก้ว เซย่า ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ ชนิดไม่ต่อเนื่อง



รูปที่ 5-47 แสดงค่าปริมาณเอทานอลที่ได้ในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ S.ellipsoideus  
 เมื่อเตรียมเชื้อหมักเริ่มต้นในคอลัมน์และในขวดแก้วเซย้า ค่ายเครื่องหมักแบบ  
 คอลัมน์ชนิดไม่ต่อเนื่อง

## รูปที่ 5-48

แสดงสภาพการดูดกลืนแสงที่ 50 นาโนเมตร และจำนวนเซลล์ยีสต์ที่นับได้จากกล้องจุลทรรศน์โดยตรง ในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง เมื่อใช้สารละลายน้ำสับประคมีค่าความเข้มข้นน้ำตาล 20 องศาบริกซ์ ที่อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 25% (โดยปริมาตร) ทุก 3 ชั่วโมง โดยเริ่มการถ่ายเทน้ำหมักครั้งแรกในชั่วโมงที่ 16 ซึ่งมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมัก ดังนี้

แอมโมเนียม ซัลเฟต, ไคเอมโมเนียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต อย่างละ 0.05% และแมกเนเซียม ซัลเฟต 0.01% (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นสารอาหารเสริม

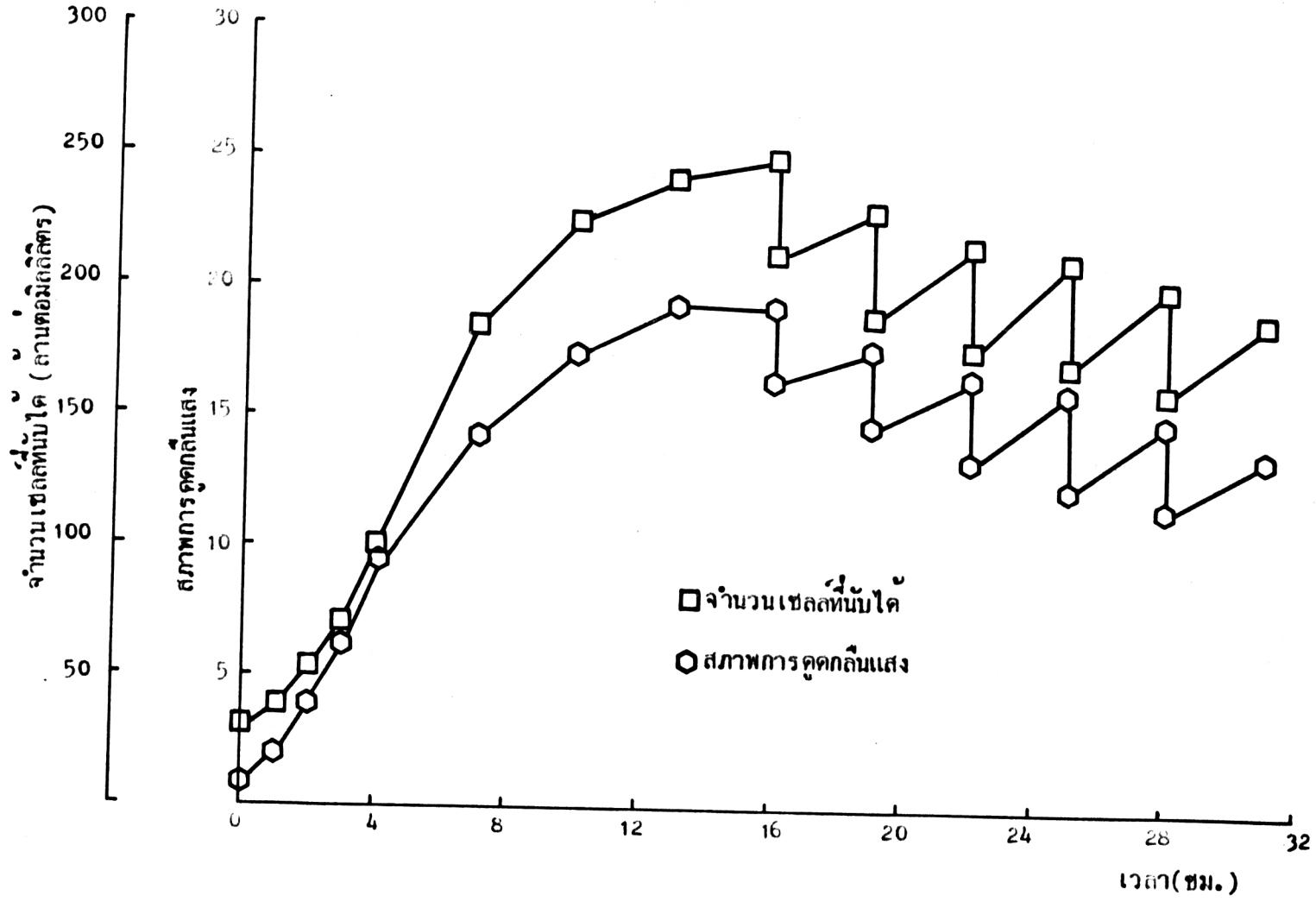
ปริมาณการป้อนอากาศ 0.5 ปริมาตรอากาศ ต่อปริมาตรน้ำหมัก ต่อนาที เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ในช่วงแรกของการทดลอง

เชื้อหมักเริ่มต้น 5% ของปริมาตรน้ำหมักทั้งหมด

ความเป็นกรด-ด่าง 4.5

อุณหภูมิเฉลี่ย 30 องศาเซลเซียส

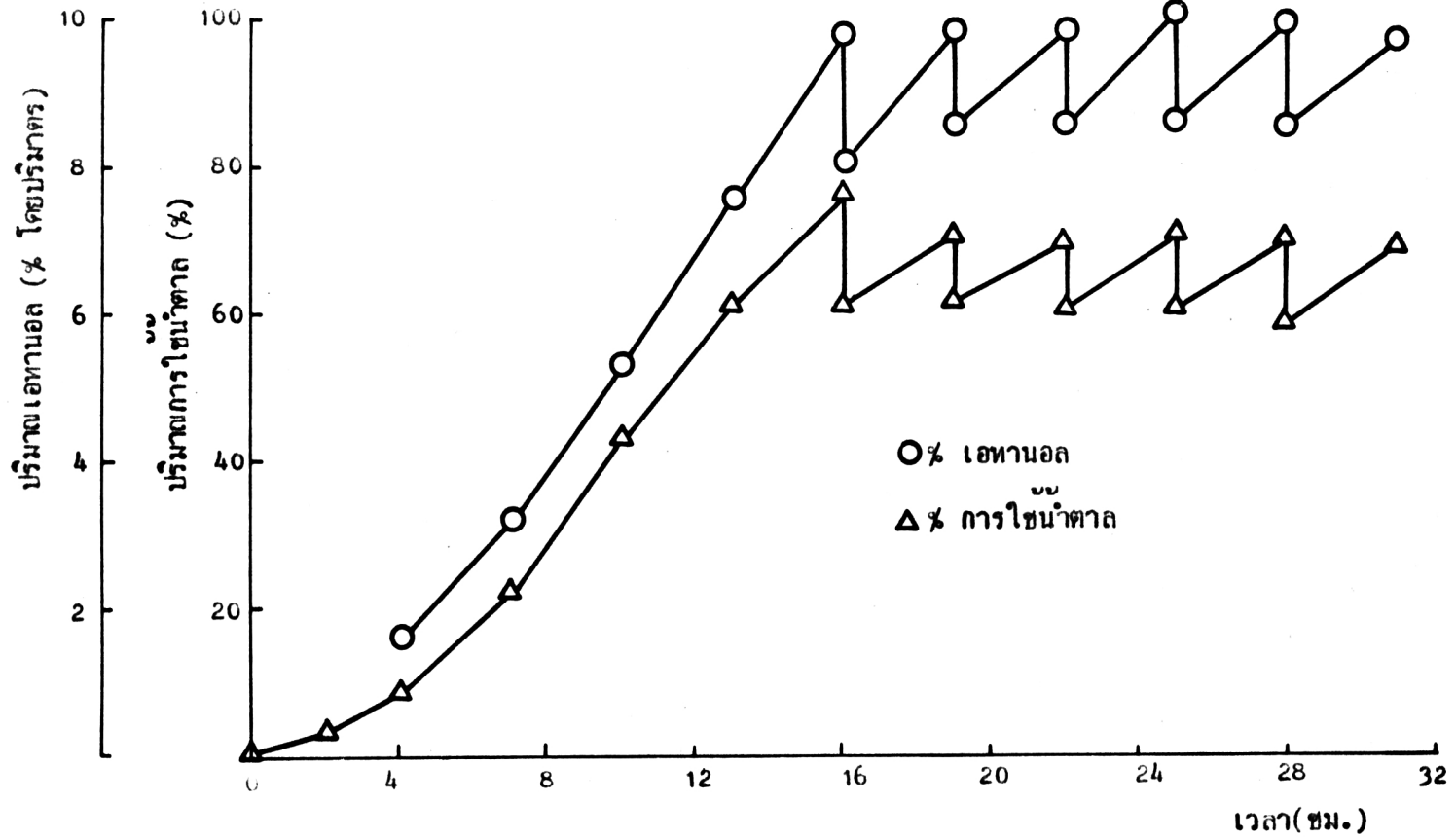
เวลาในการหมักทั้งหมด 32 ชั่วโมง



## รูปที่ 5-49

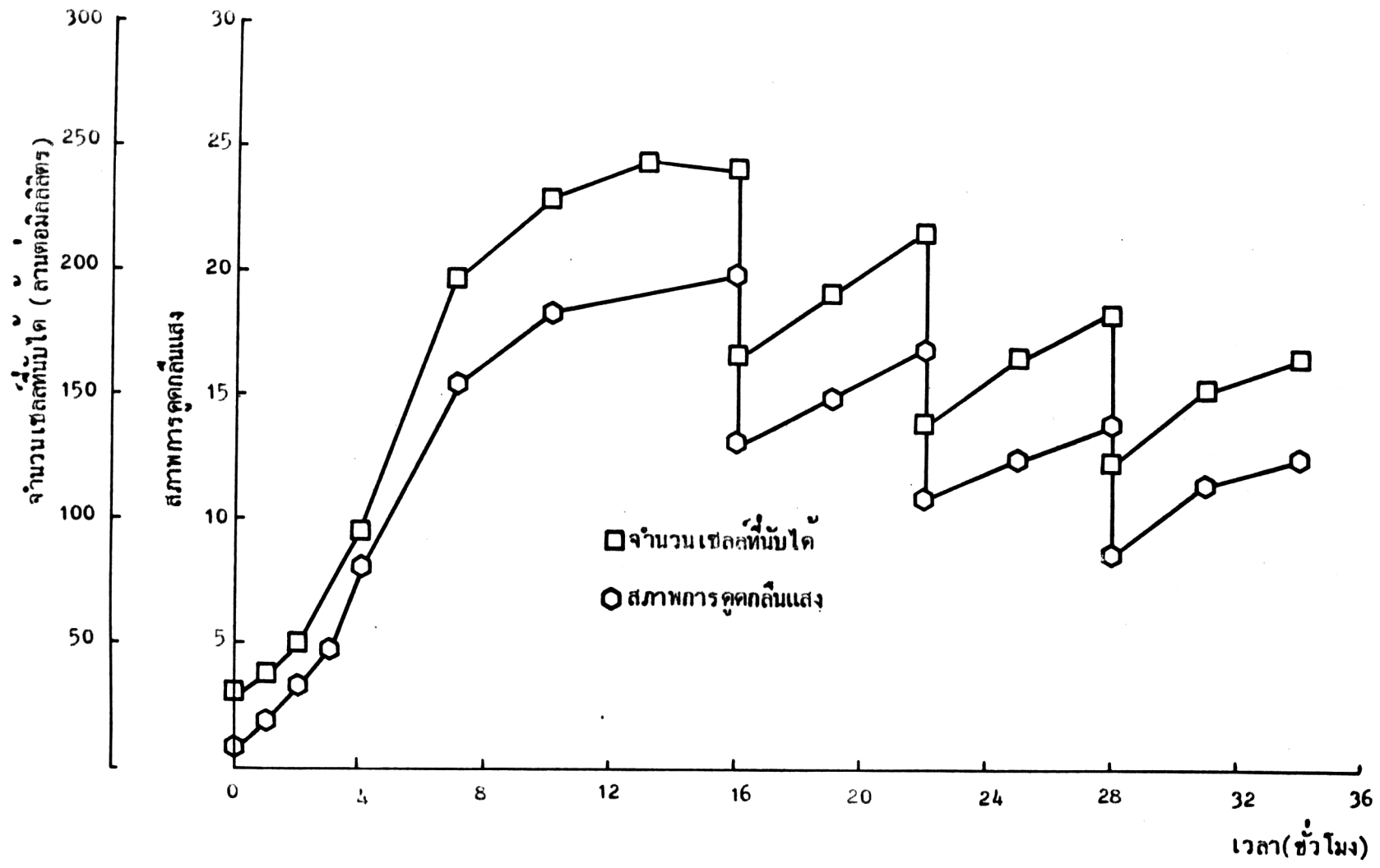
แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำตาลและปริมาณเอทานอลที่ได้ในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ภายเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง เมื่อใช้สารละลายน้ำตาลปีระคมี**ความเข้มข้นน้ำตาล 20 องศาบริกซ์** ที่อัตราการถ่ายเท**น้ำหมัก 25%** (โดยปริมาตร) ทุก 3 ชั่วโมง โดยเริ่มการถ่ายเท**น้ำหมักครั้งแรก**ในชั่วโมงที่ 16 ซึ่งสภาวะต่าง ๆ ของการหมัก ดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-48





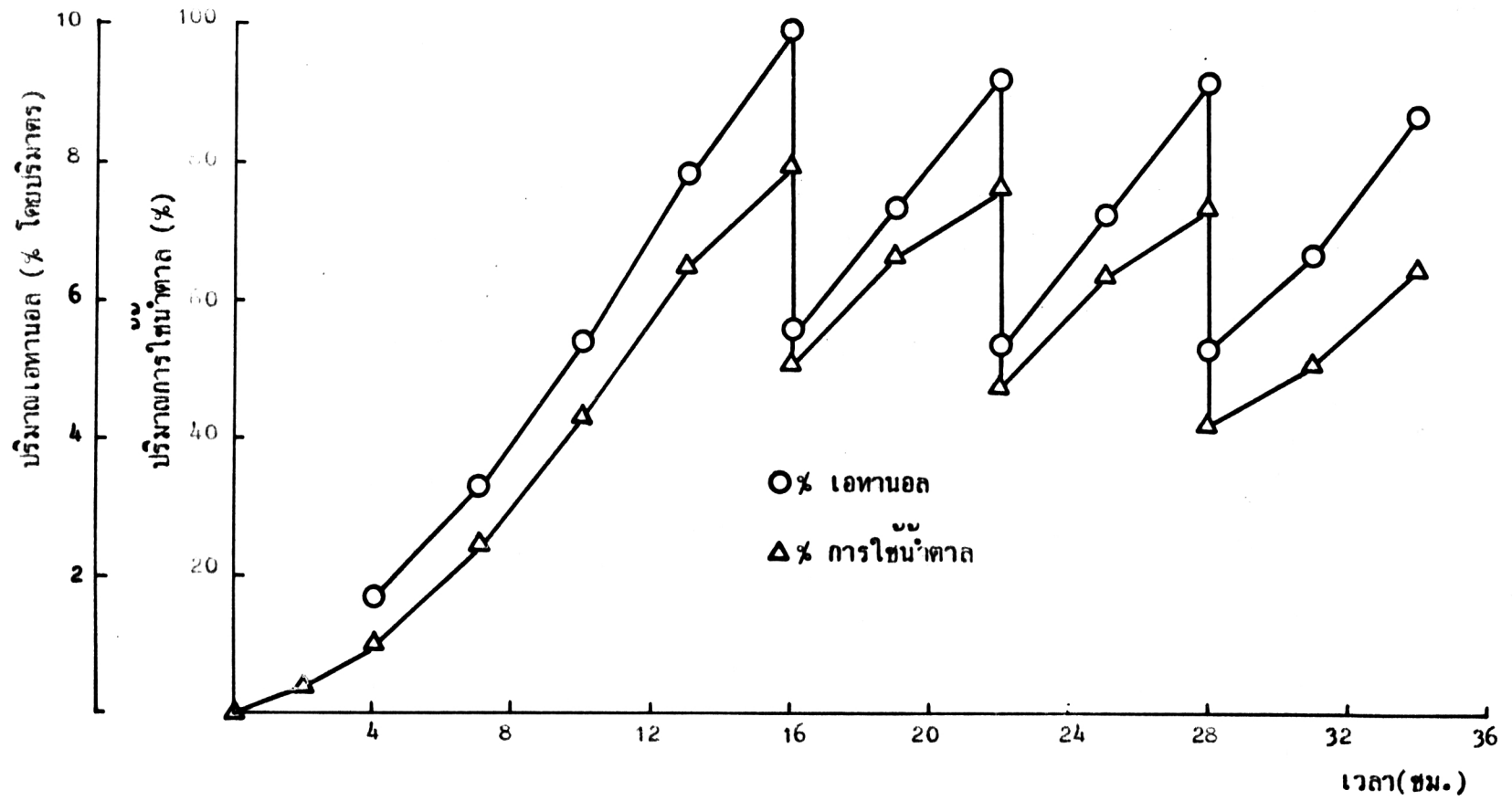
## รูปที่ 5-50

แสดงสภาพการคุกกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตรและจำนวนเซลล์ยีสต์ที่นับได้จากกล้องจุลทรรศน์โดยตรง ในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง เมื่อใช้สารละลายน้ำตาลประจําความเข้มข้นน้ำตาล 20 องศาบริกซ์ ที่อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 50% (โดยปริมาตร) ทุก 6 ชั่วโมง โดยเริ่มการถ่ายเทน้ำหมักครั้งแรกในชั่วโมงที่ 16 ซึ่งสภาวะต่าง ๆ ของการหมัก ดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-48



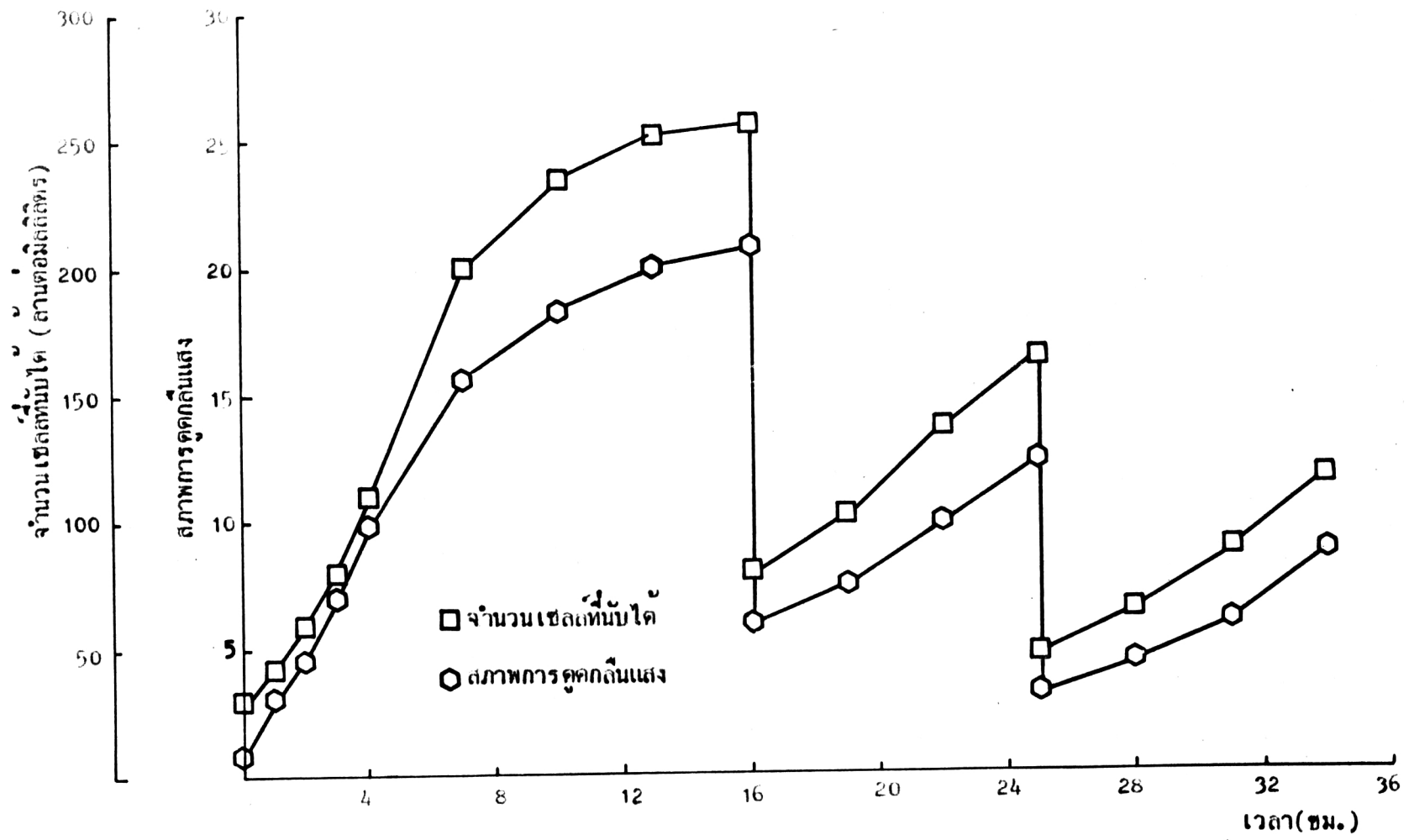
## รูปที่ 5-51

แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำตาลและปริมาณเอทานอลที่ได้ในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง เมื่อใช้สารละลายสับประสมมีความเข้มข้นน้ำตาล 20 องศาบริกซ์ ที่อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 50% (โดยปริมาตร) ทุก 6 ชั่วโมง โดยเริ่มการถ่ายเทน้ำหมักครั้งแรกในชั่วโมงที่ 16 ซึ่งสภาวะต่าง ๆ ของการหมักดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-48



## รูปที่ 5-52

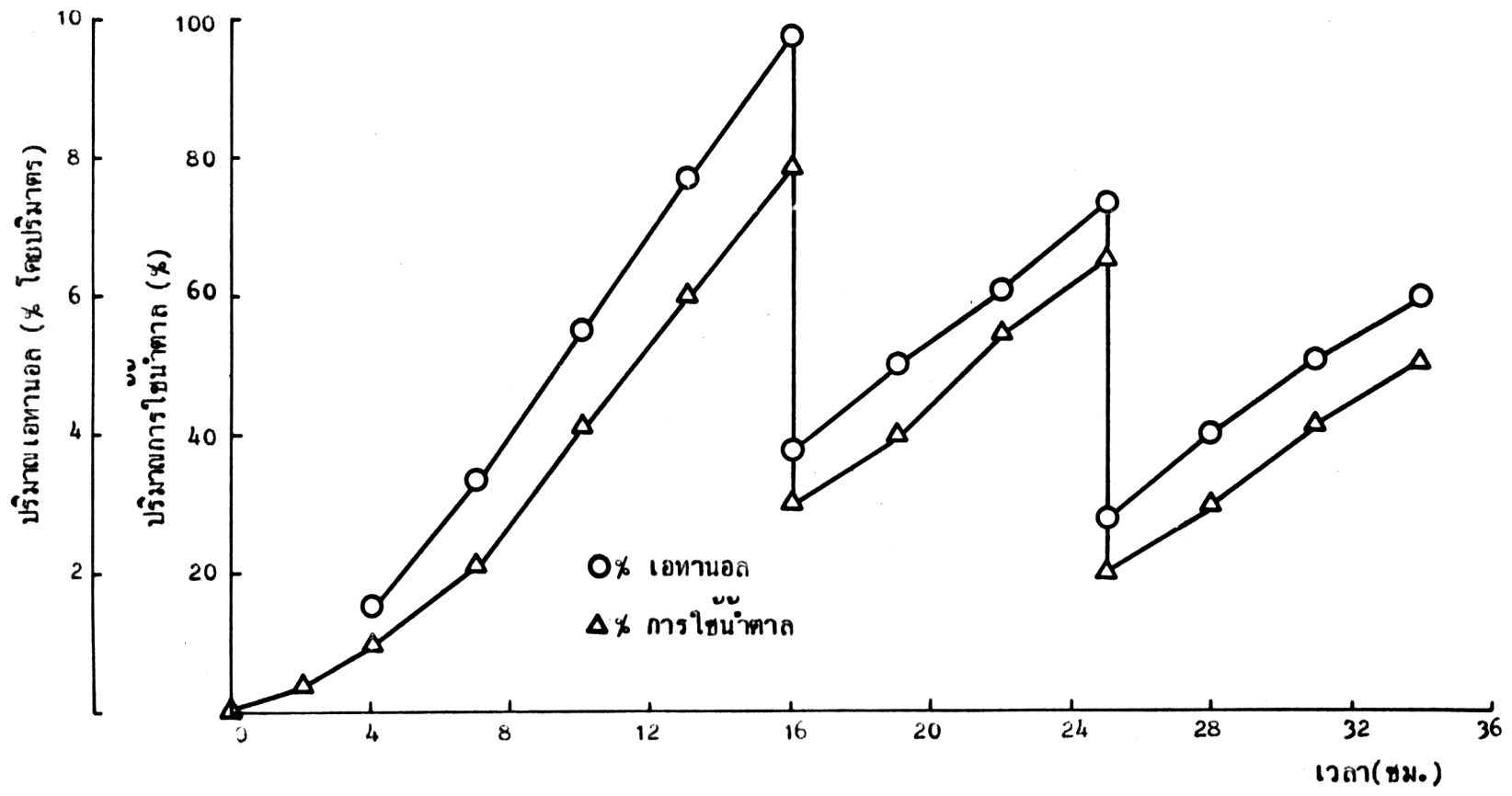
แสดงสภาพการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร และจำนวนเซลล์ที่นับได้จาก กลองจุลทรรศน์โดยตรง ในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง เมื่อใช้สารละลายน้ำสับประคมีค่าความเข้มข้นน้ำตาล 20 องศาบริกซ์ ที่อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 75% (โดยปริมาตร) ทุก 9 ชั่วโมง โดยเริ่ม การถ่ายเทน้ำหมักครั้งแรกในชั่วโมงที่ 16 ซึ่งมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมักดังแสดงไว้ใน รูปที่ 5-48



## รูปที่ 5-53

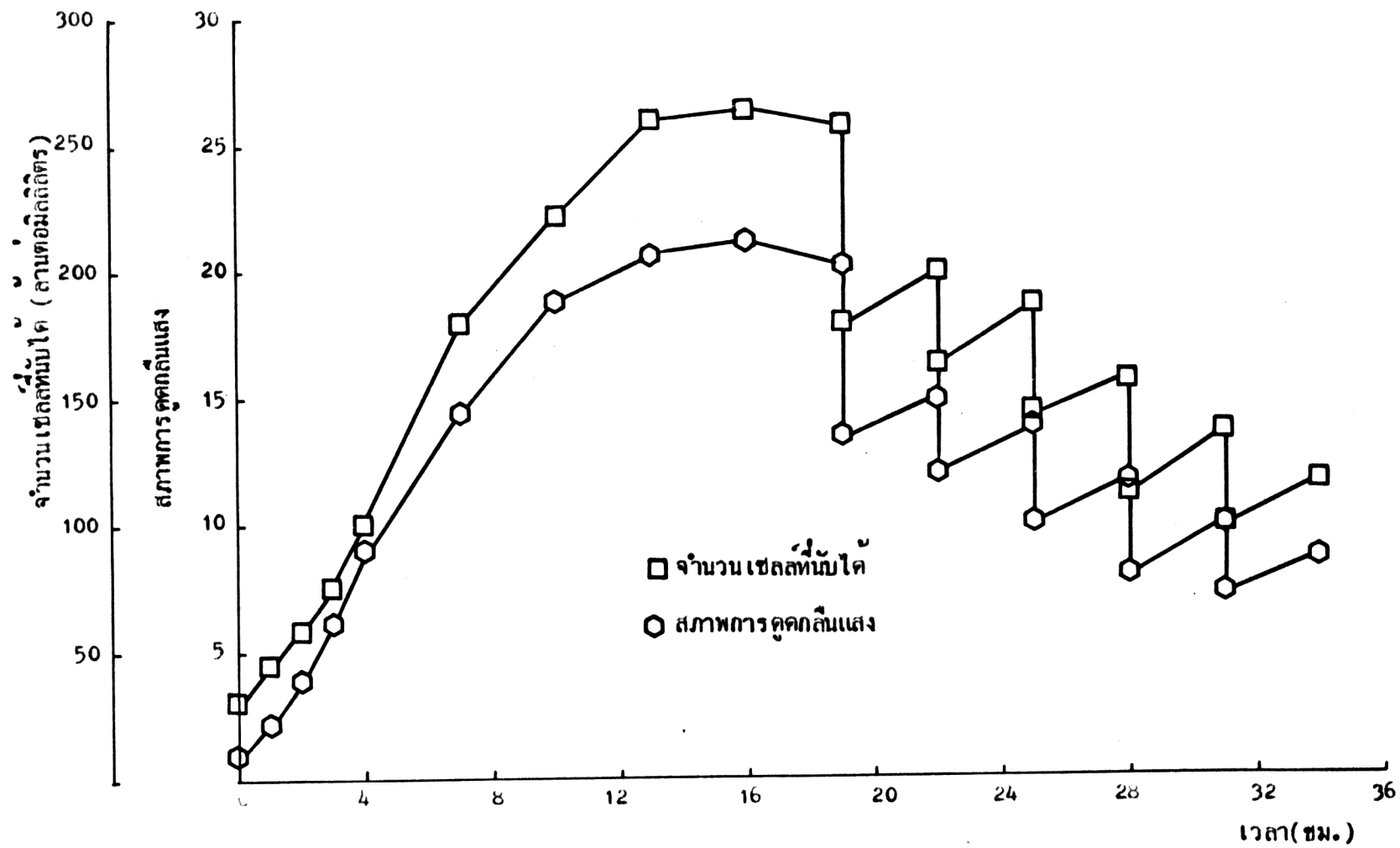
แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำตาลและปริมาณเอทานอลที่ได้ในการผลิตเอทานอลของ  
 เชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง เมื่อใช้  
 สารละลายน้ำตาลสับประคมีความเข้มข้นน้ำตาล 20 องศาบริกซ์ ที่อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 75%  
 (โดยปริมาตร) ทุก 9 ชั่วโมง โดยเริ่มการถ่ายเทน้ำหมักครั้งแรกในชั่วโมงที่ 16 ซึ่งมี  
 สภาวะต่าง ๆ ของการหมัก ดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-48





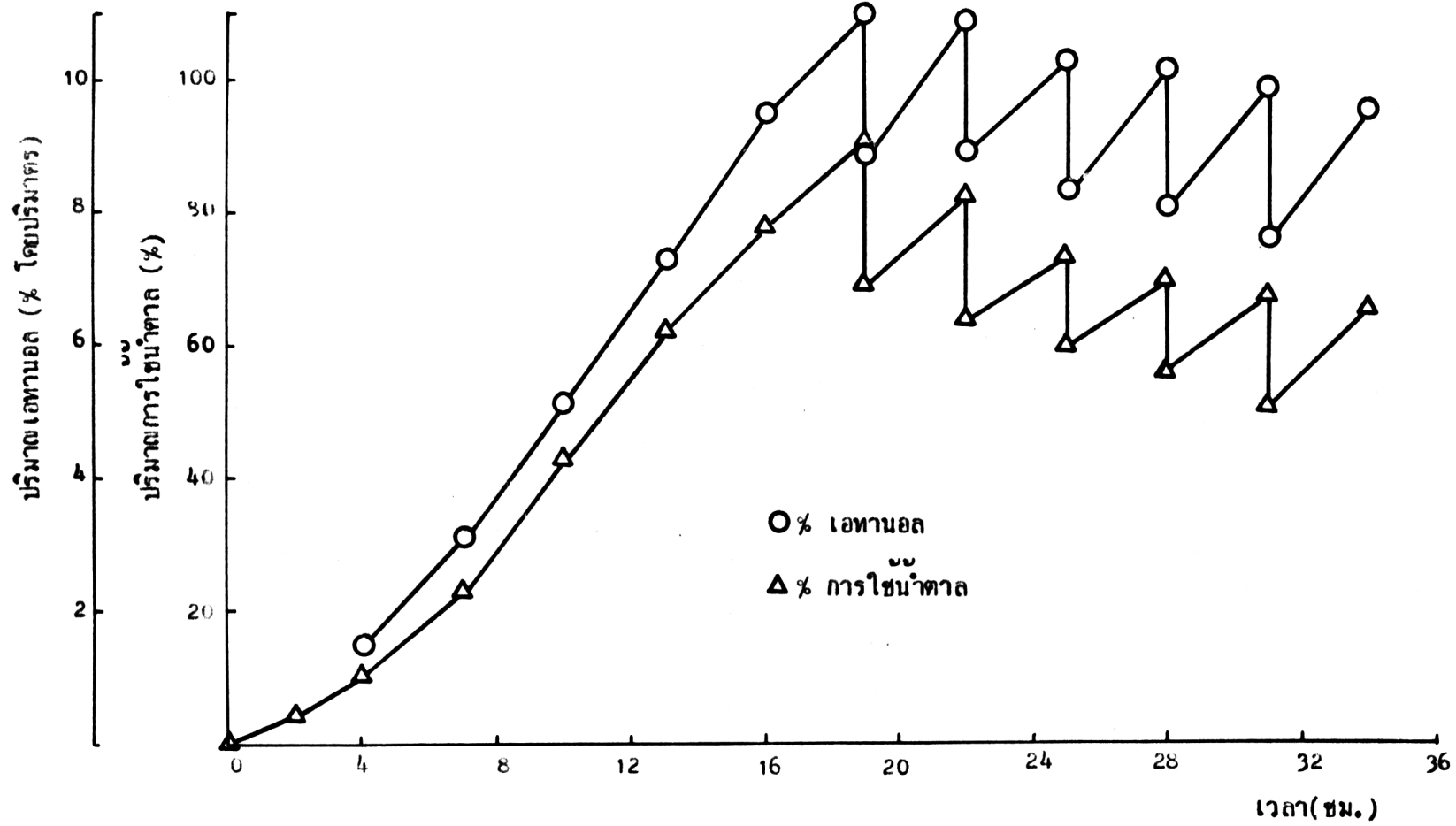
## รูปที่ 5-54

แสดงสมภาพการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตรและจำนวนเซลล์ยีสต์ที่นับได้จาก กล้องจุลทรรศน์โดยตรง ในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง เมื่อใช้สารละลายน้ำตาลที่เข้มข้น น้ำตาล 20 องศาบริกซ์ ที่อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 25% (โดยปริมาตร) ทุก 3 ชั่วโมง โดยเริ่มการถ่ายเทน้ำหมักครั้งแรกในชั่วโมงที่ 19 ซึ่งมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมัก ดัง แสดงไว้ในรูปที่ 5-48



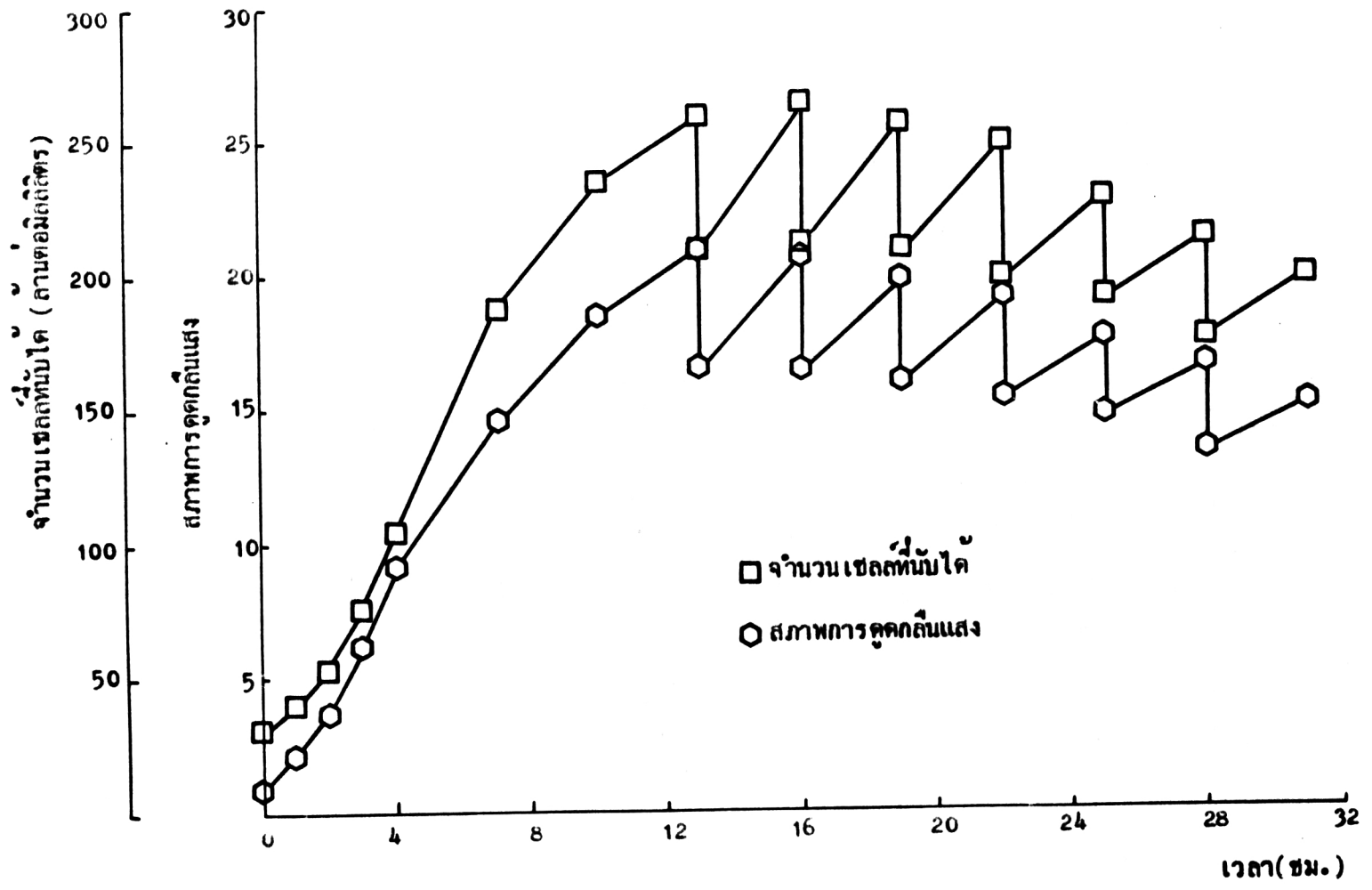
## รูปที่ 5-55

แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำตาลและปริมาณเอทานอลที่ได้ในการผลิต เอทานอลของ เชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง เมื่อใช้สารละลายน้ำสับประคมีความเข้มข้นน้ำตาล 20 องศาบริกซ์ ที่อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 25% (โดยปริมาตร) ทุก 3 ชั่วโมง โดยเริ่มการถ่ายเทน้ำหมักครั้งแรกในชั่วโมงที่ 19 ซึ่งสภาวะต่าง ๆ ของการหมักดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-48



## รูปที่ 5-56

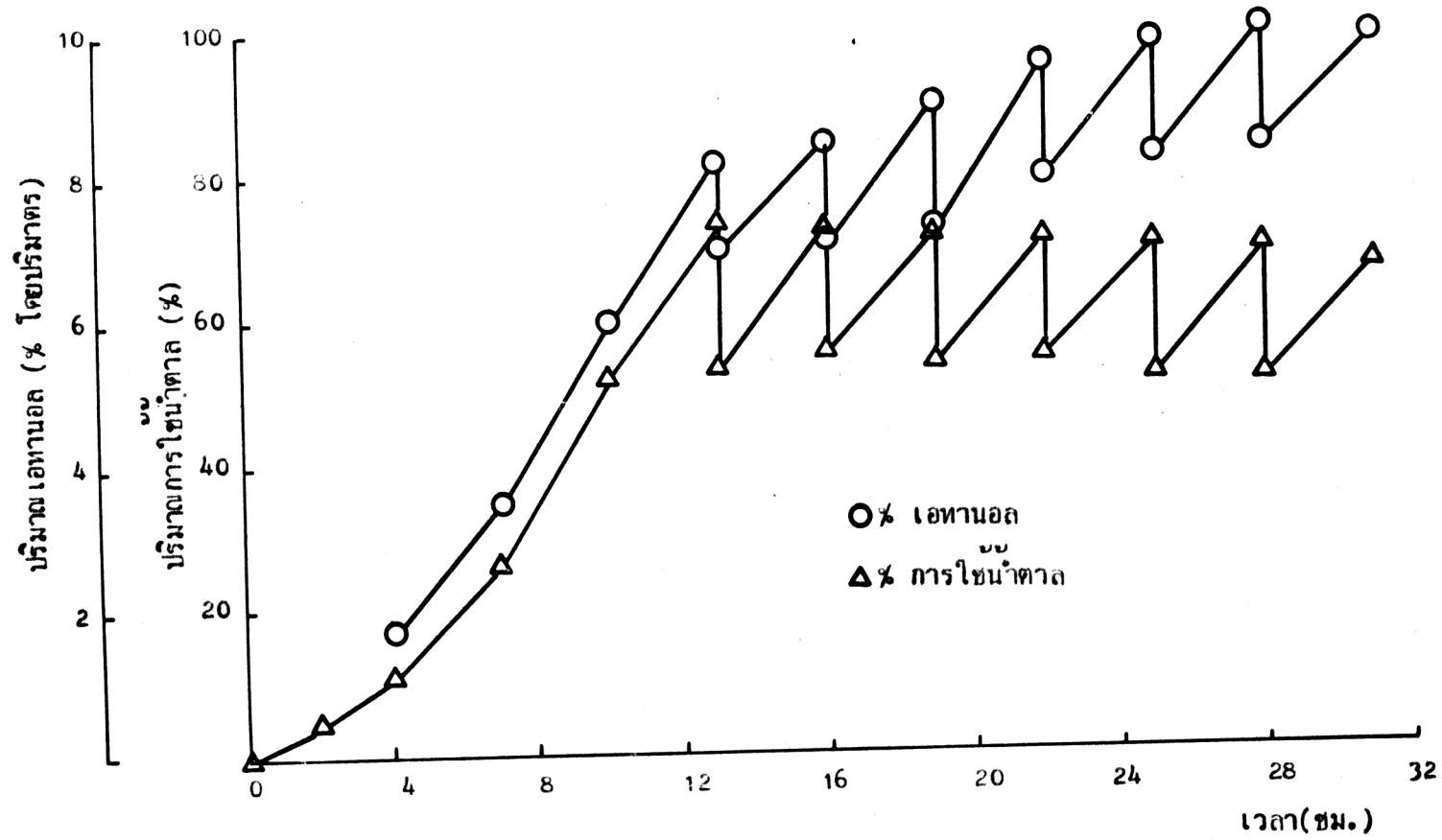
แสดงสภาพการคุกกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตรและจำนวนเซลล์ที่นับได้จากกล้องจุลทรรศน์ ในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง เมื่อใช้สารละลายน้ำสับประคตที่มีความเข้มข้นน้ำตาล 20 องศาบริกซ์ ที่อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 25% (โดยปริมาตร) ทุก 3 ชั่วโมง โดยเริ่มการถ่ายเทน้ำหมักครั้งแรกในชั่วโมงที่ 13 ซึ่งมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมักดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-48



## รูปที่ 5-57

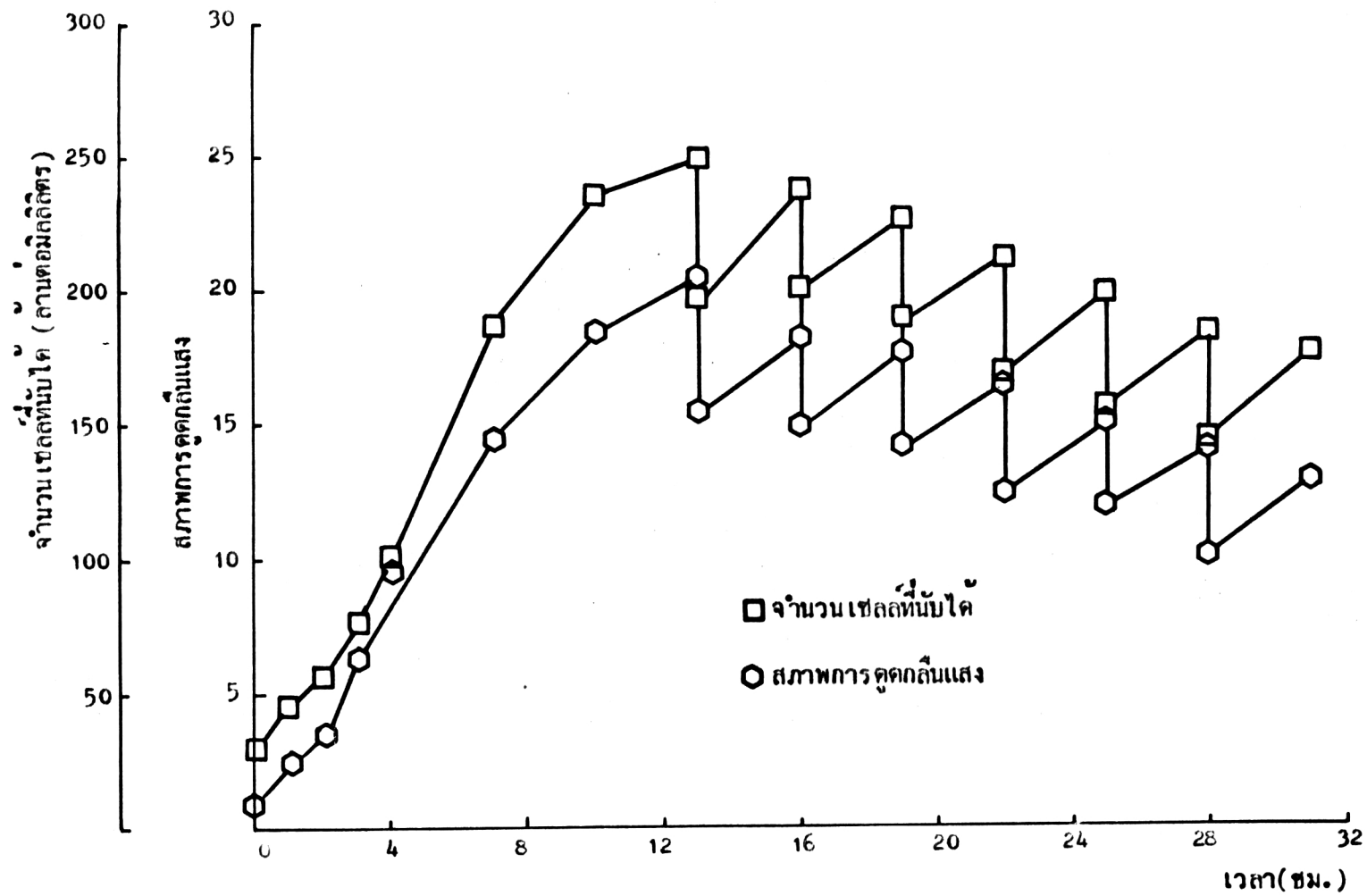
แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำตาลและปริมาณเอทานอลที่ได้ในการผลิตเอทานอลของ  
เชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง เมื่อใช้สาร  
ละลายน้ำสับประสมมีความเข้มข้นน้ำตาล 20 องศาบริกซ์ ที่อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 25%  
(โดยปริมาตร) ทุก 3 ชั่วโมง โดยเริ่มการถ่ายเทน้ำหมักครั้งแรกในชั่วโมงที่ 13 ซึ่งมี  
สภาวะต่าง ๆ ของการหมัก ดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-48





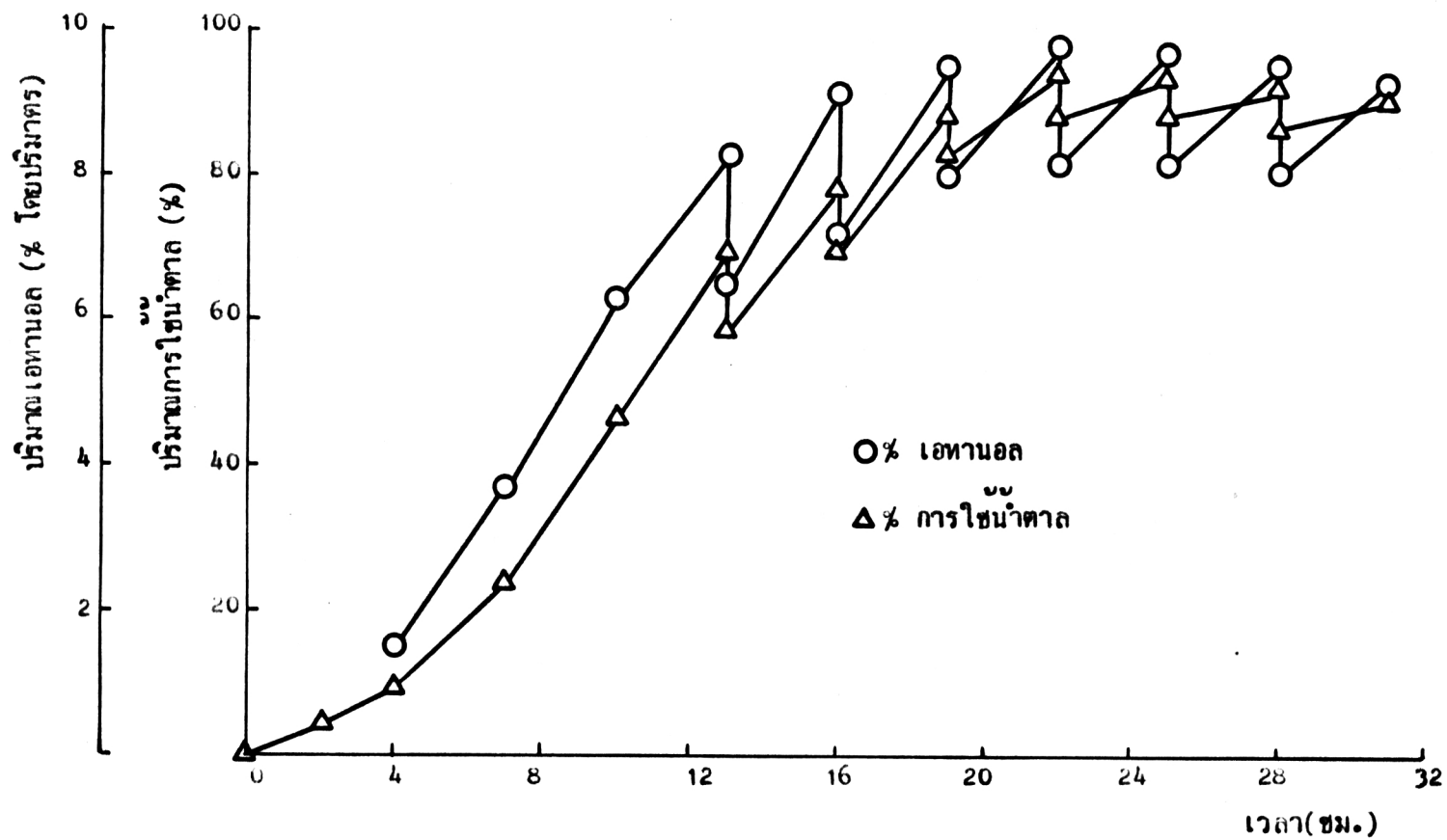
## รูปที่ 5-58

แสดงสภาพการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร และจำนวนเซลล์ยีสต์ที่นับได้จากกล้องจุลทรรศน์โดยตรง ในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ S. ellipsoideus ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง เมื่อใช้สารละลายน้ำตาลสับประคมีความเข้มข้นน้ำตาล 20 องศาบริกซ์ ที่อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 25% (โดยปริมาตร) ทุก 3 ชั่วโมง โดยเริ่มการถ่ายเทน้ำหมักครั้งแรกในชั่วโมงที่ 13 และทดแทนน้ำหมักด้วยสารละลายน้ำตาลสับประคที่มีความเข้มข้นน้ำตาล 15 องศาบริกซ์ ซึ่งมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมักดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-48



## รูปที่ 5-59

แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำตาลและปริมาณเอทานอลที่ได้ ในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง เมื่อใช้สารละลายน้ำตาลสับประคมีความเข้มข้นน้ำตาล 20 องศาบริกซ์ ที่อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 25% (โดยปริมาตร) ทุก 3 ชั่วโมง โดยเริ่มการถ่ายเทน้ำหมักครั้งแรกในชั่วโมงที่ 13 และทดแทนน้ำหมักด้วยสารละลายน้ำตาลสับประคมีความเข้มข้นน้ำตาล 15 องศาบริกซ์ ซึ่งมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมักดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-48



เป็นสารอาหารและทดแทน คัยอัครากรถ่ายเทน้ำหมัก 25% ดังนี้

5.3.4.1 เริ่มถ่ายเทน้ำหมักออกในชั่วโมงที่ 13 ของการหมัก ได้แสดงไว้  
ดังในรูปที่ 5-60 และ 5-61

5.3.4.2 เริ่มถ่ายเทน้ำหมักออกในชั่วโมงที่ 16 ของการหมัก ได้แสดงไว้  
ดังในรูปที่ 5-62 และ 5-63

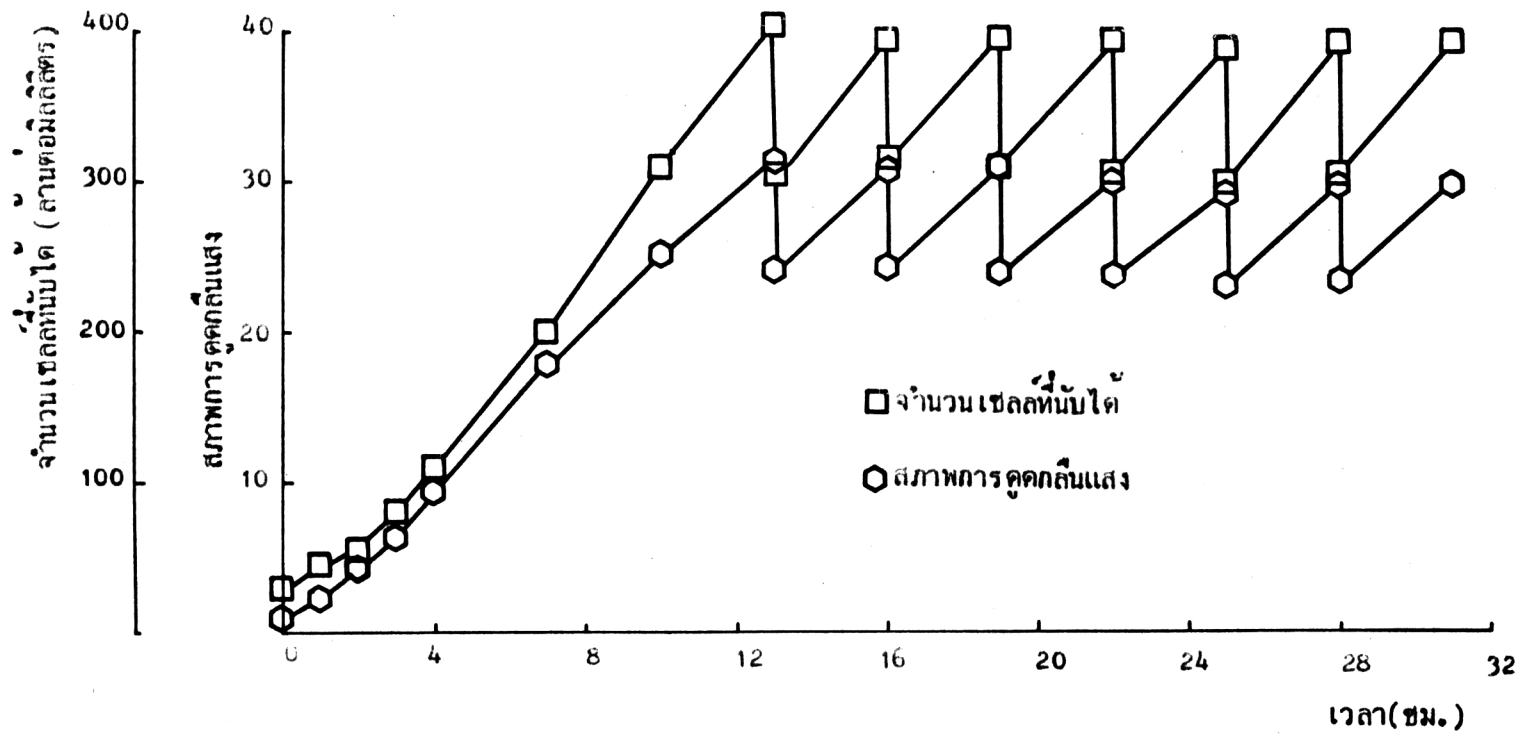
5.3.5 แสดงผลการทดลอง เมื่อเริ่มการถ่ายเทน้ำหมักในชั่วโมงที่ 13 คัยอัครากร  
ถ่ายเทน้ำหมัก 25% และใช้น้ำสับปรคที่มีความเข้มข้นน้ำตาล 14 องศาบริกซ์ เป็นสารอาหาร  
ดังนี้

5.3.5.1 ทดแทนคัยน้ำสับปรคที่มีความเข้มข้นน้ำตาล 14 องศาบริกซ์ ได้  
แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-64 และ 5-65

5.3.5.2 ทดแทนคัยน้ำสับปรคที่มีความเข้มข้นน้ำตาล 18 องศาบริกซ์ ได้  
แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-66 และ 5-67

## รูปที่ 5-60

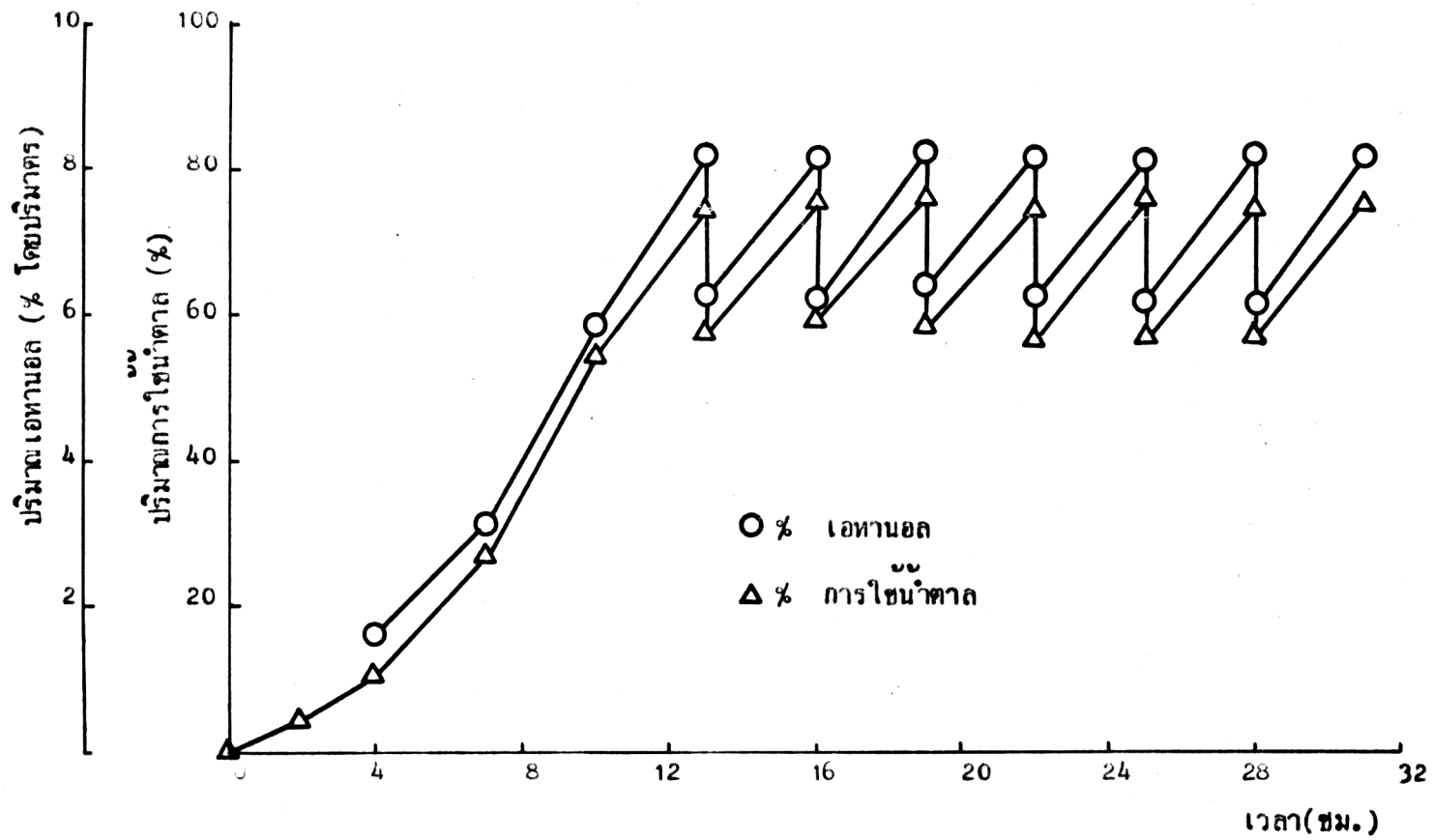
แสดงสภาพการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร และจำนวนเซลล์ที่นับได้จากกล้องจุลทรรศน์โดยตรง ในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง เมื่อใช้สารละลายน้ำตาลสับประคมีความเข้มข้นน้ำตาล 18 องศาบริกซ์ ที่อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 25% (โดยปริมาตร) ทุก 3 ชั่วโมง โดยเริ่มการถ่ายเทน้ำหมักครั้งแรกในชั่วโมงที่ 13 ซึ่งมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมักดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-48





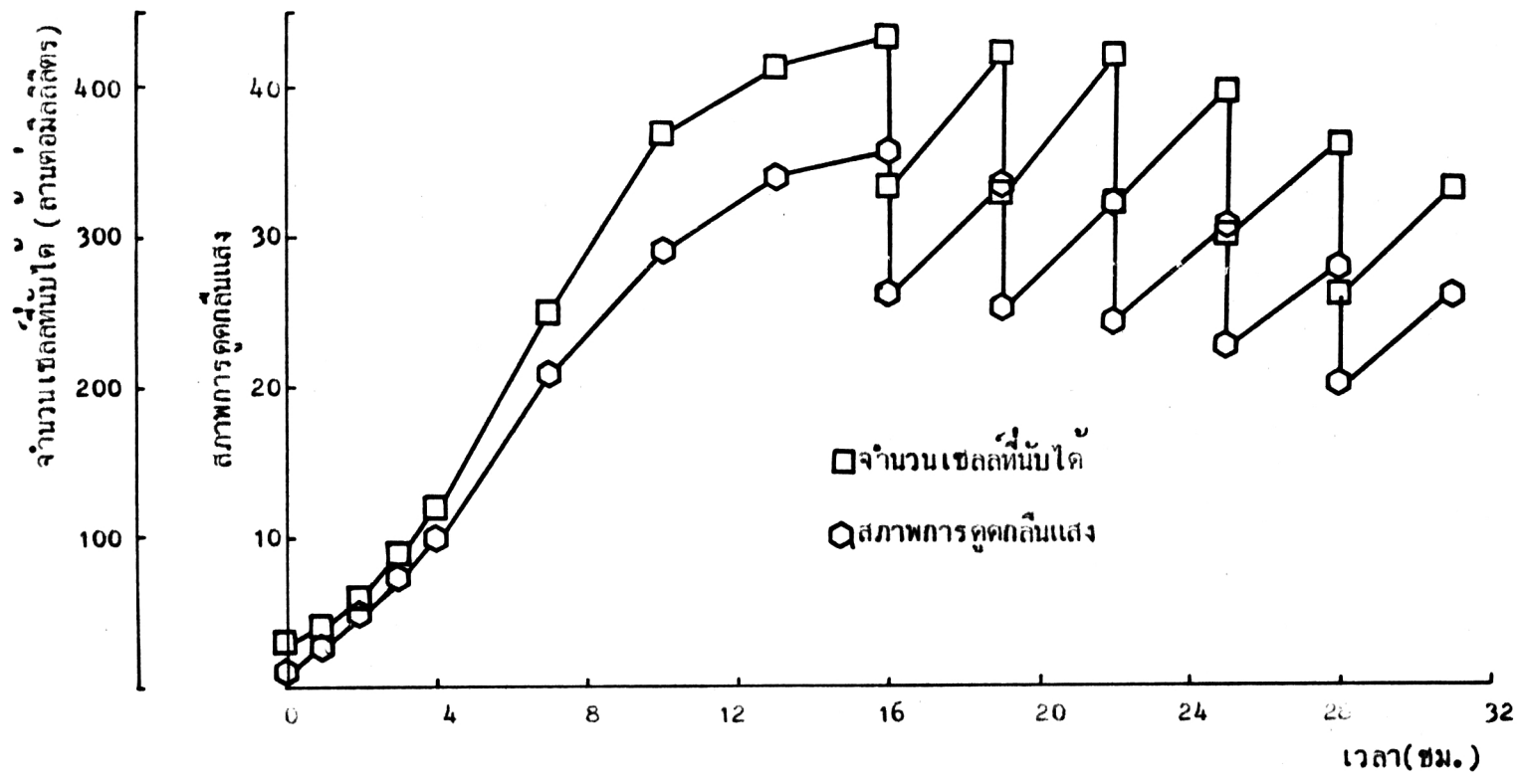
## รูปที่ 5-61

แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำตาลและปริมาณเอทานอลที่ได้ในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง เมื่อใช้สารละลายน้ำสับประคมีค่าความเข้มข้นน้ำตาล 18 องศาบริกซ์ ที่อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 25% (โดยปริมาตร) ทุก 3 ชั่วโมง โดยเริ่มการถ่ายเทน้ำหมักครั้งแรกในชั่วโมงที่ 13 ซึ่ง สภาวะต่าง ๆ ของการหมักดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-48



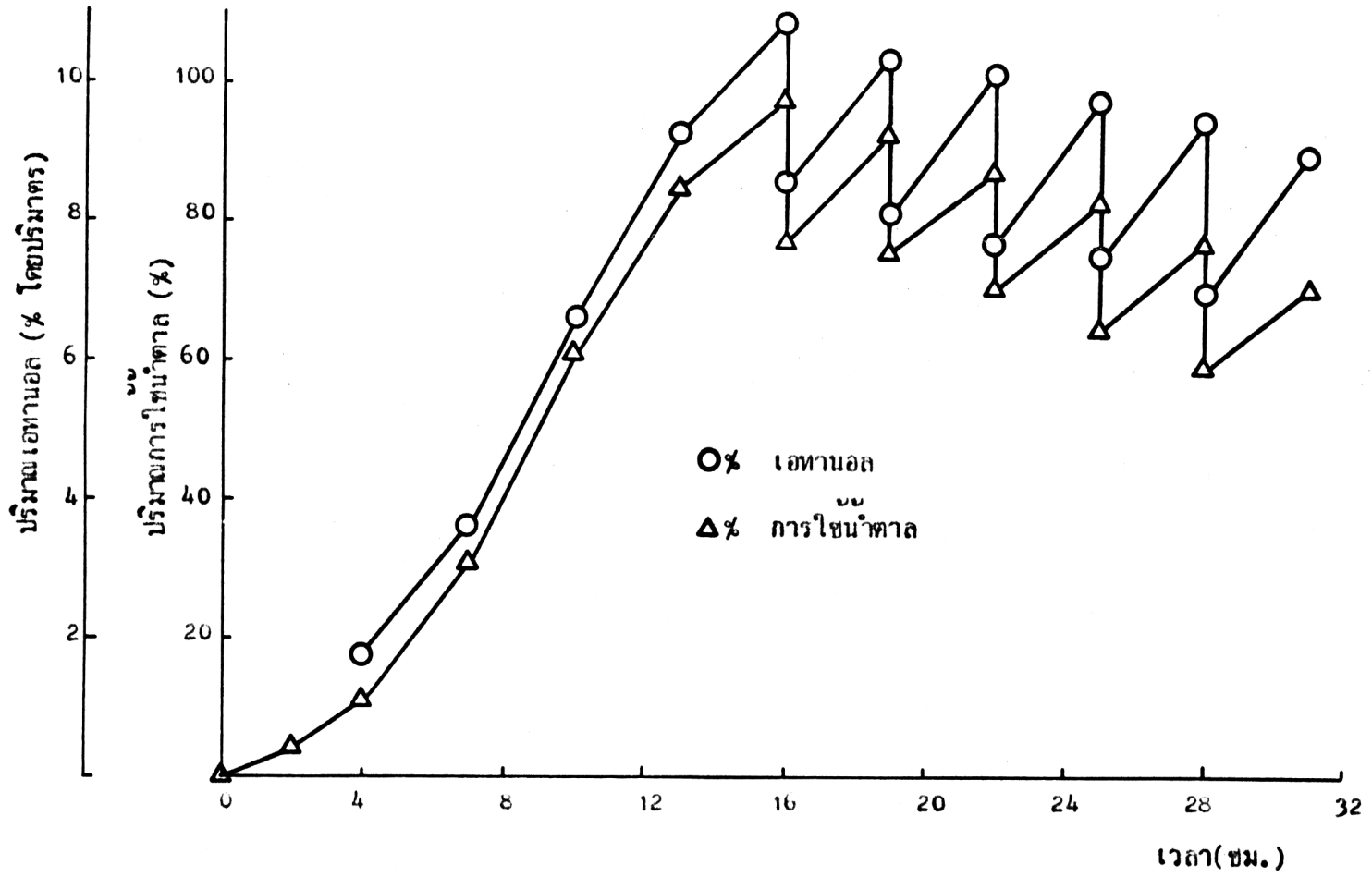
## รูปที่ 5-62

แสดงสภาพการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร และจำนวนเซลล์ที่นับได้จากกล้องจุลทรรศน์โดยตรง ในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ S. ellipsoideus ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง เมื่อใช้สารละลายน้ำตาลปีระคมี่ความเข้มข้นน้ำตาล 18 องศาบริกซ์ ที่อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 25% (โดยปริมาตร) ทุก 3 ชั่วโมง โดยเริ่มการถ่ายเทน้ำหมักครั้งแรกในชั่วโมงที่ 16 ซึ่งมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมักดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-48



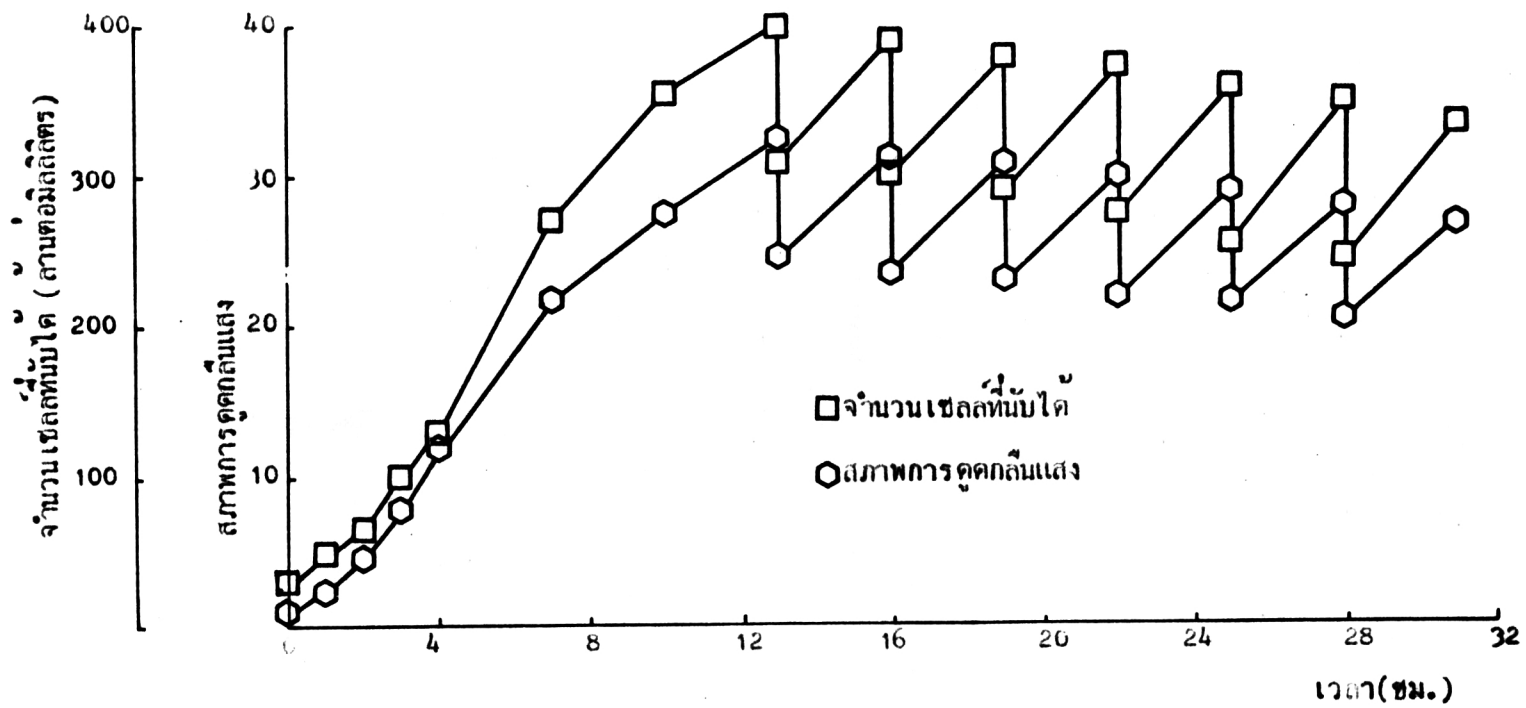
## รูปที่ 5-63

แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำตาลและปริมาณเอทานอลที่ได้ในการผลิตเอทานอลของ  
เชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง เมื่อใช้สาร  
ละลายน้ำสับประสมมีความเข้มข้นน้ำตาล 18 องศาบริกซ์ ที่อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 25%  
(โดยปริมาตร) ทุก 3 ชั่วโมง โดยเริ่มการถ่ายเทน้ำหมักครั้งแรกในชั่วโมงที่ 16 ซึ่ง  
สภาวะต่าง ๆ ของการหมักดังกล่าวแสดงไว้ในรูปที่ 5-48



## รูปที่ 5-64

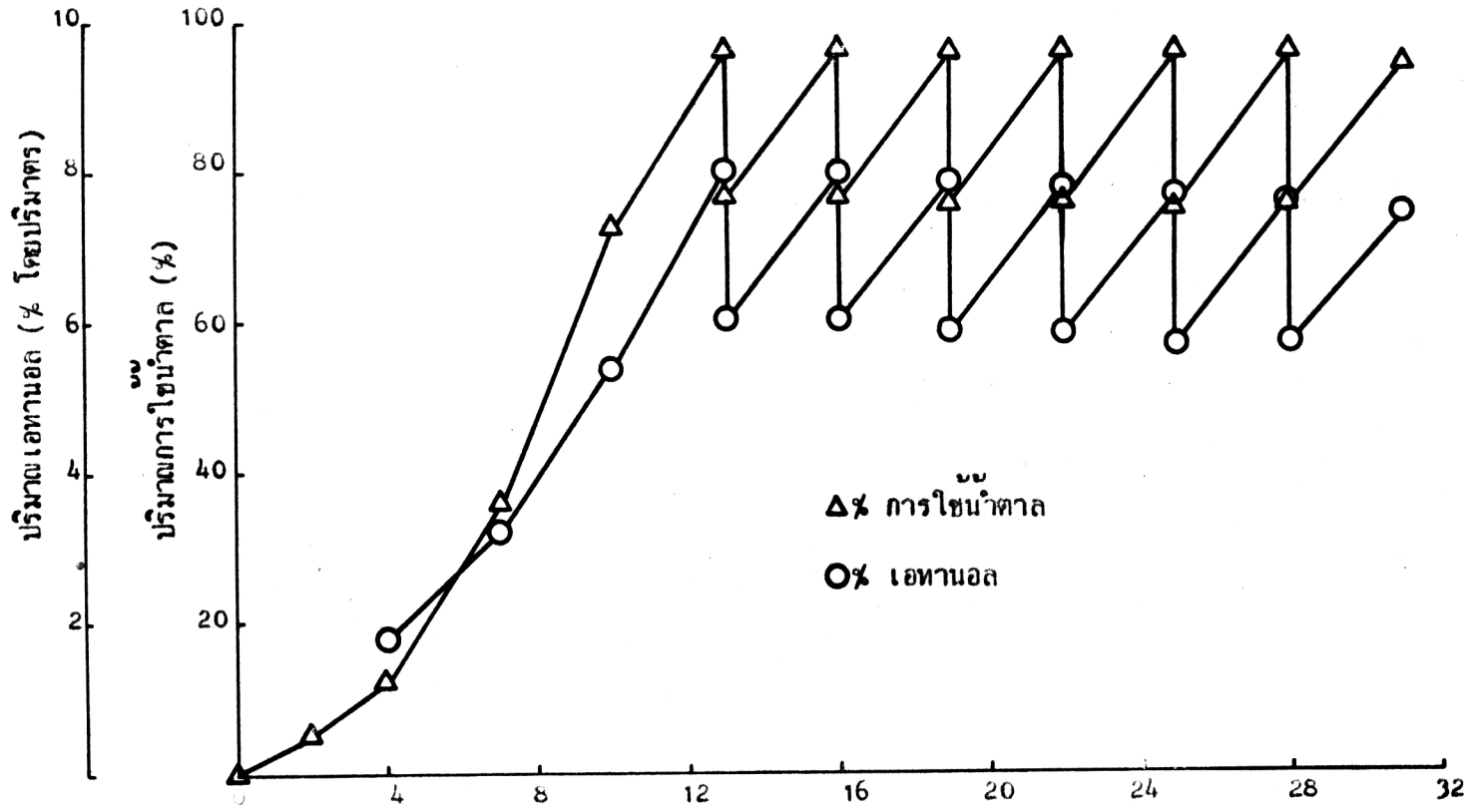
แสดงสภาพการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร และจำนวนเซลล์ที่นับได้จากกล้องจุลทรรศน์โดยตรง ในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง เมื่อใช้สารละลายน้ำตาลับประคมีความเข้มข้นน้ำตาล 14 องศาบริกซ์ ที่อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 25% (โดยปริมาตร) ทุก 3 ชั่วโมง โดยเริ่มการถ่ายเทน้ำหมักครั้งแรกในชั่วโมงที่ 13 ซึ่งมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมักดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-48





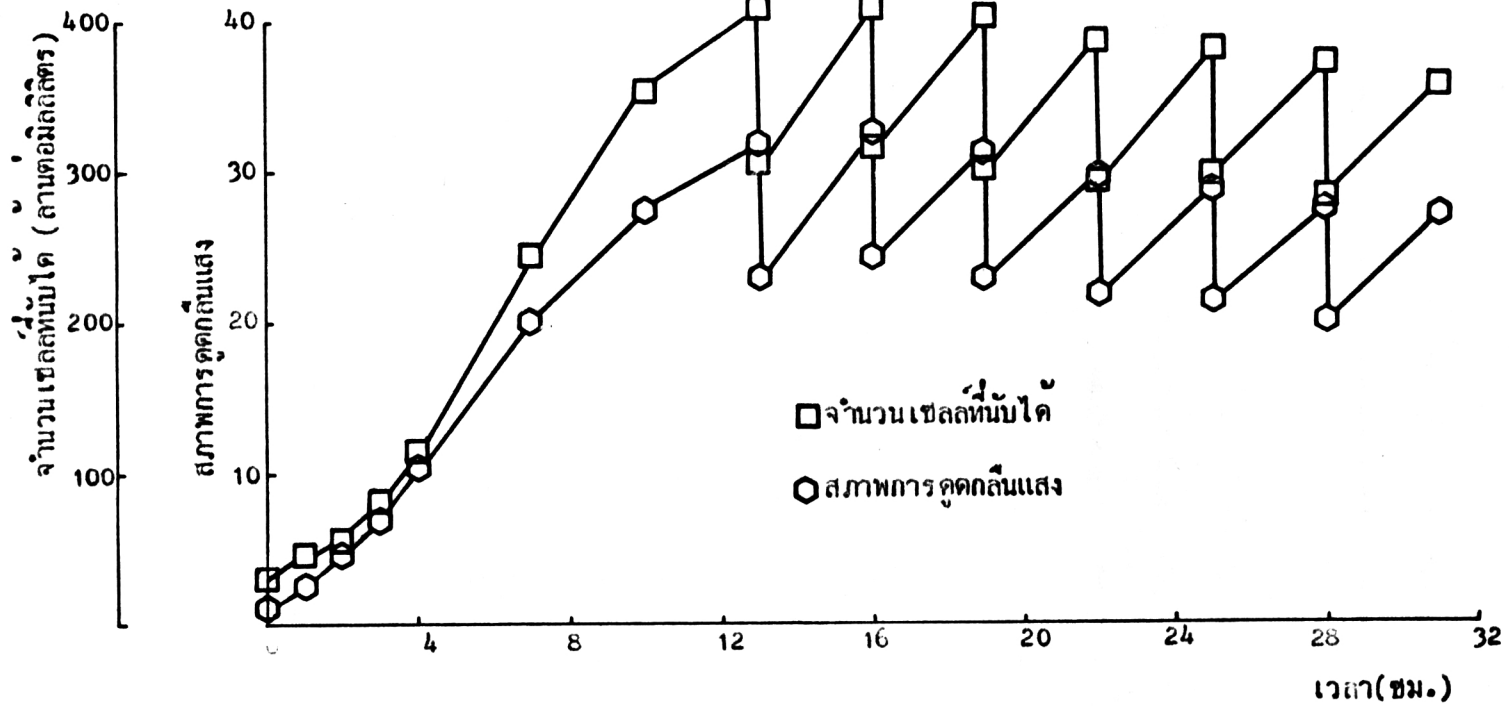
## รูปที่ 5-65

แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำตาลและปริมาณเอทานอลที่ได้ในการผลิตเอทานอลของ  
 เชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง เมื่อใช้สาร  
 ละลายน้ำส้มประคมีความเข้มข้นน้ำตาล 14 องศาบริกซ์ ที่อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 25%  
 (โดยปริมาตร) ทุก 3 ชั่วโมง โดยเริ่มการถ่ายเทน้ำหมักครั้งแรกในชั่วโมงที่ 13 ซึ่งมี  
 สภาวะต่าง ๆ ของการหมักดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-48



## รูปที่ 5-66

แสดงสภาพการคุกกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร และจำนวนเซลล์ยีสต์ที่นับได้จากกล้องจุลทรรศน์โดยตรง ในการผลิตเอทานอลของ เชื้อยีสต์ S.ellipsoideus ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง เมื่อใช้สารละลายน้ำตาลปีระคมี ความเข้มข้นน้ำตาล 14 องศาบริกซ์ ที่อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 25% (โดยปริมาตร) ทุก 3 ชั่วโมง โดยเริ่มการถ่ายเทน้ำหมักครั้งแรกในชั่วโมงที่ 13 และทดแทนน้ำหมักด้วยสารละลายน้ำตาลปีระคมี ความเข้มข้นน้ำตาล 18 องศาบริกซ์ ซึ่งมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมักดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-48



## รูปที่ 5-67

แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำตาลและปริมาณเอทานอลที่ได้ในการผลิตเอทานอลของเชื้อยีสต์ *S.ellipsoideus* ด้วยเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง เมื่อใช้สารละลายน้ำตาลสับประณีตความเข้มข้นน้ำตาล 14 องศาบริกซ์ ที่อัตราการถ่ายเทน้ำหมัก 25% (โดยปริมาตร) ทุก 3 ชั่วโมง โดยเริ่มการถ่ายเทน้ำหมักครั้งแรกในชั่วโมงที่ 13 และทดแทนน้ำหมักด้วยสารละลายน้ำตาลสับประณีตความเข้มข้นน้ำตาล 18 องศาบริกซ์ ซึ่งมีสภาวะต่าง ๆ ของการหมักดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-48

