ภาคผนวก ก
การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

1. Yeast Malt medium (YM medium)

ประกอบด้วย

Yeast extract	3 กรัม
Malt extract	3 กรัม
Peptone	5 กรัม
Glucose	10 กรัม

นำส่วนประกอบทั้งหมดมาละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ถ้าเป็นอาหารแข็ง เติมผงวุ้นลงไป 20 กรัม จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันที่ 121องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นระยะเวลา 15 นาที

2. Yeast extract-Peptone-Cassava medium (YPC medium)

ประกอบด้วย

Yeast extract	0.5 กรัม
Peptone	0.5 กรัม
แป้งมันสำปะหลัง	30 กรัม

นำส่วนประกอบทั้งหมดมาละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ถ้าเป็นอาหารแข็ง เติมผงวุ้นลงไป 20 กรัม จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันที่ 121องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นระยะเวลา 15 นาที

ภาคผนวก ข
วิธีการวิเคราะห์

1. การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ตามวิธีการ Dinitrosalicylic colorimetric method ตามวิธีการของ Miller (1959)

สารเคมี

1. กรด 3,5-ไดไนโตรซาลิไซลิก (3,5-dinitrosalicylic acid; $C_7H_4N_2O_7$)
2. ฟีนอล (phenol; C_6H_5OH)
3. โซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทรต (Rochelle salt; $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$)
4. โซเดียมซัลไฟต์ (Sodium sulfite; Na_2SO_3)
5. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide; NaOH)

วิธีการเตรียมสารสารละลายดีเอ็นเอส (DNS reagent)

ชั่งกรด 3,5-ไดไนโตรซาลิไซลิก 10 กรัม เติมลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันจนละลายหมด เติมสารโซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทรต 200 กรัม ฟีนอล 2 กรัม และโซเดียมซัลไฟต์ 0.5 กรัม ผสมให้สารลายเข้ากันหมด จากนั้นนำไปปรับปริมาตรสุดท้ายให้ได้ 1,000 มิลลิลิตร เก็บรักษาไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิห้อง

วิธีการวิเคราะห์

1.1 วิธีการเตรียมกราฟมาตราฐานของน้ำตาลกลูโคส

ก. เตรียมสารละลายของน้ำตาลกลูโคสให้มีความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 และ 0.6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ข. ปิเปตสารละลายในข้อ ก. มาความเข้มข้นละ 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดหลอด (blank ใช้น้ำกลั่น 1.0 มิลลิลิตร แทน)

ค. เติมสารละลายดีเอ็นเอสปริมาตร 3 มิลลิลิตร

ง. นำไปต้มในน้ำเดือดเป็นระยะเวลา 5 นาที แล้วทำให้เย็นทันที

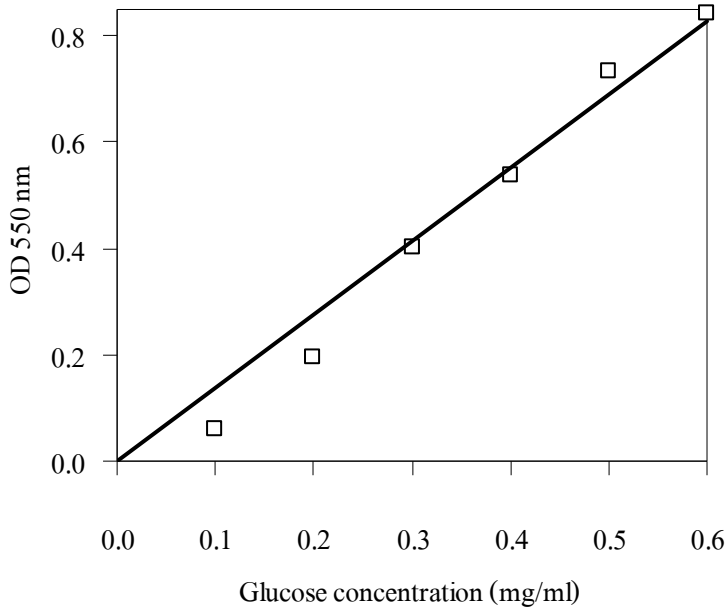
จ. เติมน้ำกลั่น 6 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

ฉ. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร

ช. นำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟมาตราฐาน แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณน้ำตาลกลูโคส และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร

1.2 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่เจือจางได้เหมาะสม ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เช่นเดียวกับข้อ 1.1



ภาพที่ 30 กราฟมาตราฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณน้ำตาลกลูโคส และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร

Figure 30. Standard curve of glucose.

2. การวิเคราะห์หาปริมาณแป้งที่เหลืออยู่ ตามวิธีของ Pintado และคณะ (1999)

สารเคมี

1. ไอโอดีน (Iodine; I_2)
2. โพแตสเซียมไอโอไดด์ (Potassium iodide; KI)

วิธีการเตรียมสารละลายไอโอดีน (Iodine solution)

ชั่งโพแตสเซียม 30 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน เติมไอโอดีน 3 กรัม ผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำไปปรับปริมาตรสุดท้ายให้ได้ 1,000 มิลลิลิตร เก็บรักษาไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิห้อง นำไปเจือจางกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน 4:100 ก่อนใช้

วิธีการวิเคราะห์

2.1 วิธีการเตรียมกราฟมาตราฐานของแป้ง

ก. เตรียมสารละลายแป้งให้มีความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ข. ปิเปตสารละลายในข้อ ก. มาความเข้มข้นละ 0.1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดหลอด (blank ใช้น้ำกลั่น 0.1 มิลลิลิตร แทน)

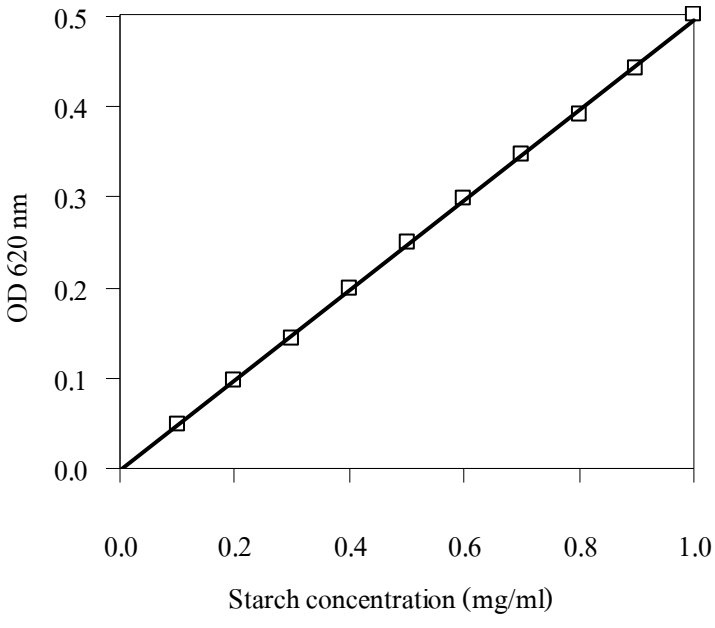
ค. เติมสารละลายไอโอดีนปริมาตร 2.4 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

ง. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร

จ. นำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟมาตราฐาน แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณแป้ง และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร

2.2 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่เจือจางได้เหมาะสม ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณแป้งเช่นเดียวกับข้อ 2.1



ภาพที่ 31 กราฟมาตราฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแป้ง และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร

Figure 31. Standard curve of starch.

3. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนตามวิธีของ Lowry และคณะ (1951)

สารเคมี

1. โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate; Na_2CO_3)
2. คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulfate;$CuSO_4 \cdot 5H_2O$)
3. โซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทรต (Rochelle salt; $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$)
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide; NaOH)
5. โฟลินฟีนอลรีเอเจนต์ (Folin-Ciocateu's phenol reagent)
6. โบไวน์ซีรัมอัลบูมิน (Bovine serum albumin; BSA)

วิธีการเตรียมสารเคมี

1. เตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 2 เปอร์เซ็นต์ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล
2. เตรียมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 0.5 เปอร์เซ็นต์ในสารละลายโซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทรต 1.0 เปอร์เซ็นต์
3. เตรียมสารละลาย alkali copper โดยผสมสารละลายในข้อ 1. 50 มิลลิลิตร กับสารละลายในข้อ 2. 1 มิลลิลิตร (เตรียมก่อนใช้)
4. เตรียมสารละลาย Folin-Ciocateu's reagent โดยเจือจางโฟลินฟีนอลรีเอเจนต์กับน้ำกลั่นอัตราส่วน 1:1 (เตรียมก่อนใช้)

วิธีการวิเคราะห์

3.1 วิธีการเตรียมกราฟมาตราฐานของโปรตีน

ก. เตรียมสารละลาย Bovine serum albumin ให้มีความเข้มข้น 0, 50, 100, 150, 200 และ 250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

ข. ปิเปตสารละลายในข้อ ก. มาความเข้มข้นละ 0.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดหลอด (blank ใช้น้ำกลั่น 0.5 มิลลิลิตร แทน)

ค. เติมสารละลาย alkali copper ปริมาตร 3.0 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 10 นาที ที่อุณหภูมิห้อง

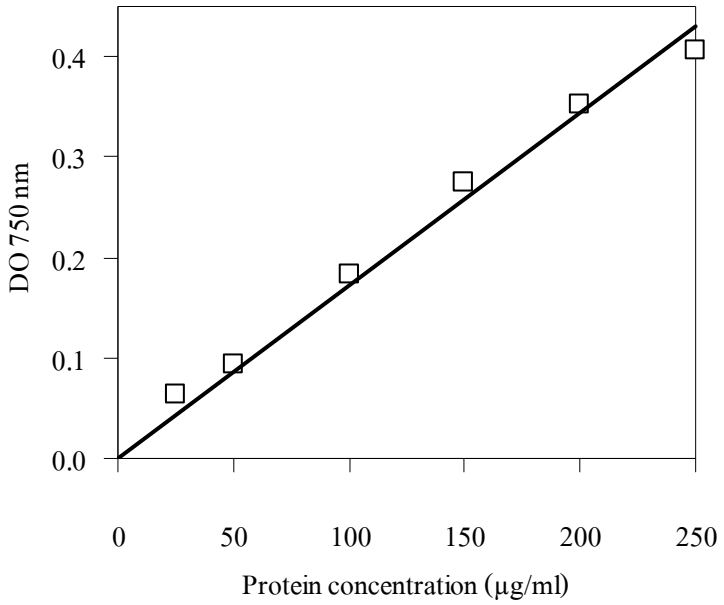
ง. เติมสารละลาย Folin-Ciocateu's reagent ปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง

จ. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร

ฉ. นำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟมาตราฐาน แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณโปรตีน และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร

3.2 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่เจือจางได้เหมาะสม ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนเช่นเดียวกับข้อ 3.1



ภาพที่ 32 กราฟมาตราฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณโปรตีน และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร

Figure 32. Standard curve of protein.

4. การวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์โดยใช้เครื่องวัดแอลกอฮอล์ (Ebulliometer) ตามวิธีของ Zoecklein และคณะ (1995)

Ebulliometer เป็นเครื่องมือที่ใช้หาปริมาณแอลกอฮอล์โดยการหาจุดเดือดแล้วเปิดเทียบกับแผ่นสเกลไว้สำหรับอ่านค่าอุณหภูมิและเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ (DUJARDIN-SALLERON scale) เครื่องมือประกอบด้วยโลหะทรงกระบอก 2 ส่วนคือ ส่วน A และ B ต่อกัน ทรงกระบอกส่วน A จะเป็นที่บรรจุสารละลายที่ต้องการหาปริมาณแอลกอฮอล์ โดยบรรจุสารละลายที่ต้องการวัดลงในช่อง C และเสียเทอร์โมมิเตอร์ปิดไว้ สำหรับอ่านค่าอุณหภูมิ ใส่น้ำสำหรับล่อเย็นลงใช่ช่อง D จากนั้นสวมต่อทรงกระบอก A และ B ตรงช่อง E ส่วน F เป็นที่ใช้สำหรับเปิดถ่ายสารละลายออก และท่อ G เป็นตำแหน่งสำหรับรวมเปลวไฟจากตะเกียง แสดงในรูปภาพที่ 33

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ (ebulliometer) ยี่ห้อ DUJARDIN-SALLERON ประเทศฝรั่งเศส

2. แผ่นสเกลไว้สำหรับอ่านค่าอุณหภูมิและเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ (DUJARDIN-SALLERON scale)

วิธีการวิเคราะห์

4.1 การหาจุดเดือดของน้ำกลั่น

ก. เติมน้ำกลั่นปริมาตร 30 มิลลิลิตร ลงในช่อง C และเสียเทอร์โมมิเตอร์ปิดไว้

ข. เติมน้ำล่อเย็นลงในช่อง D จากนั้นสวมต่อทรงกระบอก A และ B ตรงช่อง E

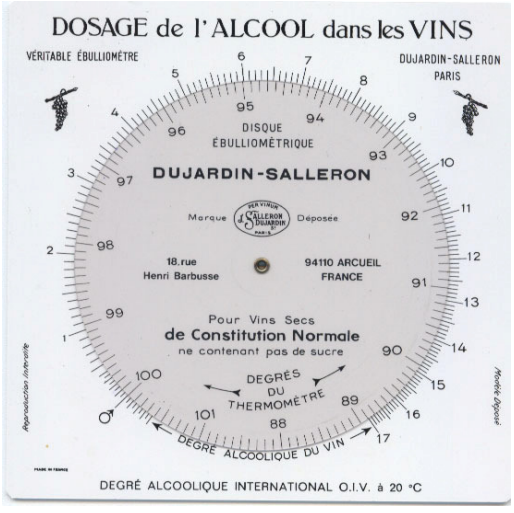
ค. จุดตะเกียงแล้ววางไว้ใต้ท่อ G

ง. เมื่อน้ำเดือดแล้วอ่านค่าอุณหภูมิที่คงที่ (คงที่ประมาณ 15-30 วินาที)

จ. นำค่าของอุณหภูมิที่ได้ไปปรับสเกล โดยให้ขีดศูนย์ของสเกลวงนอกตรงกับค่าอุณหภูมิจุดเดือดของน้ำกลั่น

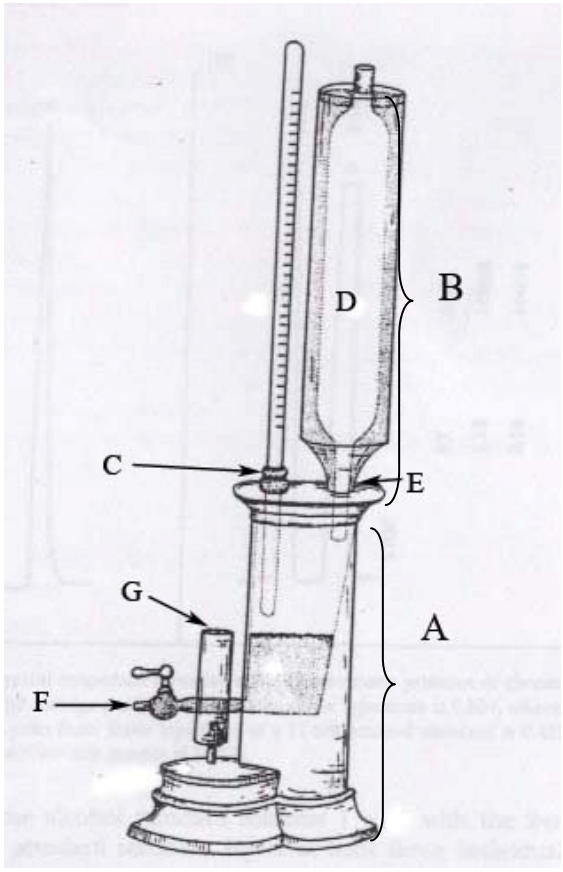
4.2 การหาจุดเดือดของตัวอย่าง

เติมสารละลายตัวอย่างปริมาตร 50 มิลลิลิตร ลงในช่อง C และเสียเทอร์โมมิเตอร์ปิดไว้ จากนั้นนำไปวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 4.1 ตั้งแต่ข้อ ข. ถึง ง. การอ่านค่าปริมาณแอลกอฮอล์ อ่านค่าปริมาณแอลกอฮอล์จากสเกลวงนอกที่ตรงกับค่าอุณหภูมิจุดเดือดของสารละลายตัวอย่างที่ได้ หน่วยของปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้คือ เปอร์เซ็นต์ ปริมาตรต่อปริมาตร



ภาพที่ 33 แผ่นสเกลไว้สำหรับอ่านค่าอุณหภูมิและเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์

Figure 33. DUJARDIN-SALLERON scale.



ภาพที่ 34 เครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์

Figure 34. Ebulliometer.

5. การหาปริมาณเอทานอลโดยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas Chromatography-Flame ionization detector; GC-FID)

อุปกรณ์

1. เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas Chromatography-Flame ionization detector; GC-FID) ยี่ห้อ HEWLETT PACKARD รุ่น HP 6850

สารเคมี

1. อะซิโตน (acetone; CH_3COCH_3)
2. เอทานอลบริสุทธิ์ (absolute alcohol; C_2H_5OH)

วิธีการวิเคราะห์

5.1 วิธีการเตรียมกราฟมาตรฐานของเอทานอล

ก. เตรียมสารละลายเอทานอลให้มีความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 กรัมต่อลิตร

ข. ปิเปตสารในข้อ ก. มาความเข้มข้นละ 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดหลอดดักก๊าซ

ค. เติมสารละลายอะซิโตนลงไป 50 ไมโครลิตร

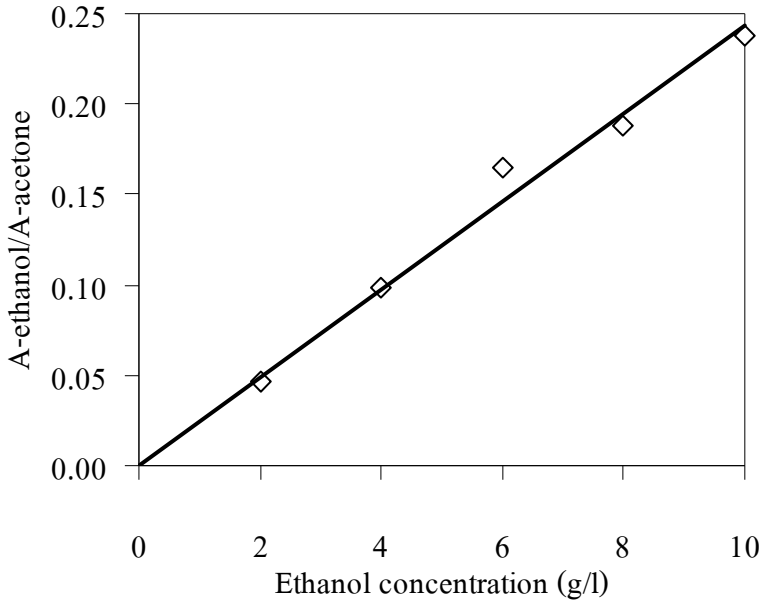
ง. นำตัวอย่างที่ได้ไปฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีปริมาตร 1 ไมโครลิตร โดยสภาวะของเครื่องคือ

Packing material	: polyethylene glycol (HP 19091N-133E INNOWAX)
Column size	: เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร ยาว 30 เมตร
Column temperature	: 50 องศาเซลเซียส
Injection temperature	: 200 องศาเซลเซียส
Detector	: flame ionized detector (FID)
Carrier gas, flow rate	: ฮีเลียม (Helium), 20 มิลลิลิตรต่อนาที

จ. นำค่าที่ได้ไปหาอัตราส่วนของพื้นที่ใต้กราฟเอทานอลต่อพื้นที่ใต้กราฟของอะซิโตน จากนั้นนำไปเขียนกราฟมาตราฐาน แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอทานอล และอัตราส่วนของพื้นที่ใต้กราฟเอทานอลต่อพื้นที่ใต้กราฟของอะซิโตน

5.2 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ปิเปตสารละลายตัวอย่างได้เหมาะสม ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดหลอดดักก๊าซ แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลเช่นเดียวกับข้อ 5.1



ภาพที่ 35 กราฟมาตราฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอทานอล และอัตราส่วนของพื้นที่ใต้กราฟเอทานอลต่อพื้นที่ใต้กราฟของอะซิโตน

Figure 35. Standard curves of ethanol

6. การวิเคราะห์หาผลผลิตที่ได้จากย่อยแป้งมันสำปะหลังโดยวิธีทินเลเยอร์โครมาโตกราฟี (Thin layer chromatography; TLC) ตามวิธีของ Yang และคณะ (2004)

อุปกรณ์

1. แผ่นทินเลเยอร์โครมาโตกราฟีอะลูมิเนียม (Thin layer chromatography aluminium sheet) ชนิด silica gel 60 F_{254} ขนาด 20x20 cm หนา 0.2 mm ของบริษัท MERCK จากประเทศเยอรมัน
2. ทินเลเยอร์โครมาโตรกราฟีแชมเบอร์ (Thin layer chromatography aluminium chamber)

สารเคมี

1. สารละลายไอโซโพรอิลแอลกอฮอล์ (isoproyl alcohol)
2. สารละลายเอตทิลอะซิเตต (ethyl acetate)
3. กรดซัลฟูริก (sulfuric acid; H_2SO_4)
4. สาร *N*-(1-naphthyl)-ethylenediamine
5. สารละลายเมทานอล (methanol)

วิธีการเตรียมสารเคมี

1. สารละลายชนิดที่ 1 (ตัวเคลื่อนที่)โดยผสมสารละลายระหว่าง ไอโซโพรอิลแอลกอฮอล์ : เอตทิลอะซิเตต : น้ำกลั่น อัตราส่วน 3 : 1 : 1
2. สารละลายชนิดที่ 2 (ตัวตรวจวิเคราะห์) โดยชั่งสาร*N*-(1-naphthyl)-ethylenediamine มา 0.3 กรัม ละลายในสารละลายกรดซัลฟูริก 5 เปอร์เซ็นต์ ในเมทานอล ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

วิธีการวิเคราะห์

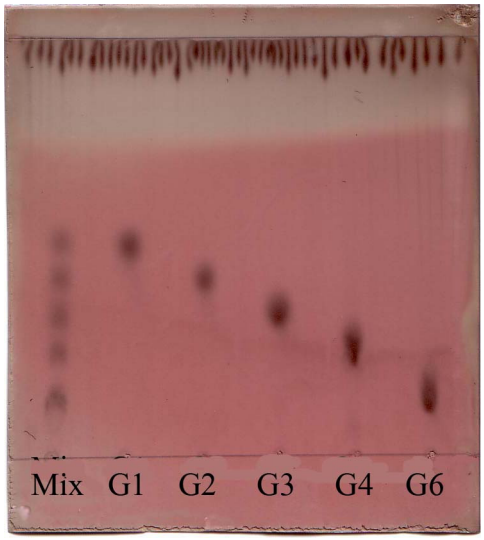
ก. หยดสารละลายตัวอย่างลงบนแผ่นทินเลเยอร์โครมาโตกราฟีอะลูมิเนียม แล้วนำมาเป่าให้แห้ง

ข. นำแผ่นทินเลเยอร์โครมาโตกราฟีอะลูมิเนียมที่ได้ไปแช่ในทินเลเยอร์โครมาโตรกราฟีแชมเบอร์ ที่มีสารละลายชนิดที่ 1

ค. ทิ้งไว้จนสารละลายเคลื่อนที่ไปบนแผ่นทินเลเยอร์โครมาโตกราฟีอะลูมิเนียมจนถึงระยะที่ประมาณไว้ จึงนำแผ่นทินเลเยอร์โครมาโตกราฟีอะลูมิเนียมออก แล้วนำมาเป่าให้แห้ง

ง. นำแผ่นทินเลเยอร์โครมาโตกราฟีอะลูมิเนียมที่ได้ไปจุ่มลงในสารละลายชนิดที่ 2 จากนั้นนำมาเป่าให้แห้ง

จ. นำไปให้ความร้อน จะเห็นตำแหน่งของสารบนแผ่นทินเลเยอร์โครมาโตกราฟีอะลูมิเนียม



ภาพที่ 36 การวิเคราะห์หาผลผลิตที่ได้จากย่อยแป้งมันสำปะหลังโดยวิธีทินเลเยอร์โครมาโตกราฟี สารละลายเคลื่อนที่ประกอบด้วย ไอโซโพรอิลแอลกอฮอล์ : เอตทิลอะซิเตต : น้ำกลั่น อัตราส่วน 3 : 1 : 1 และสารละลายที่ใช้ตรวจวิเคราะห์ประกอบด้วย *N*-(1-naphthyl)-ethylenediamine มา 0.3 กรัม ละลายในสารละลายกรดซัลฟูริก 5 เปอร์เซ็นต์ ในเมทานอล ปริมาตร 100 มิลลิลิตร โดยใช้น้ำตาลกลูโคสและอนุพันธ์ของน้ำตาลมอลโตสเป็นน้ำตาลมาตราฐาน (น้ำตาลกลูโคส : G1, น้ำตาลมอลโตส : G2, น้ำตาลมอลโตไตรโอส : G3, น้ำตาลมอลโตเตตตราโอส : G4 และน้ำตาลมอลโตเฮกซาโอส : G6)

Figure 36. Thin-layer chromatographic analysis. The solvent system contained isopropyl alcohol-ethyl acetate-water (3:1:1, vol/vol/vol) and dipping reagent contained 0.3% (wt/vol) *N*-(1-naphthyl)-ethylenediamine and 5% (vol/vol) H_2SO_4 in methanol. A mixture of glucose and maltooligosaccharides was used as standards: glucose (G1), maltose (G2), maltotriose (G3), maltotetraose (G4) and maltohexaose (G6).

ภาคผนวก ค
วิธีการคำนวณประสิทธิภาพการย่อยแป้งมันสำปะหลัง

1. วิธีการคำนวณประสิทธิภาพการย่อยแป้งมันสำปะหลังบนอาหารแข็ง

$$\text{ประสิทธิภาพของการย่อยแป้ง} = \frac{\text{ขนาดของบริเวณวงใส (เซนติเมตร)}}{\text{ขนาดของโคโลนี (เซนติเมตร)}}$$

2. วิธีการคำนวณประสิทธิภาพการย่อยแป้งมันสำปะหลังในอาหารเหลว

ตามทฤษฎีการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล แป้ง 90 กรัม จะถูกเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคส 100 กรัม ดังนั้น

จากแป้ง 90 กรัม ย่อยสลายได้น้ำตาลกลูโคส 100 กรัม

ถ้ามีแป้ง 50 กรัม จะได้ปริมาณน้ำตาลกลูโคส เท่ากับ $\frac{50 \times 100}{90} = 55.55$ กรัม

เพราะฉะนั้นถ้ามีแป้ง 50 กรัม จะได้ปริมาณน้ำตาลกลูโคสเท่ากับ 55.55 กรัม ตามทฤษฎี

ในการคำนวณหาประสิทธิภาพการย่อยสลายแป้งมันสำปะหลังใช้สมการดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพของการย่อยแป้ง (เปอร์เซ็นต์ของค่าทางทฤษฎี)} = \frac{\text{ปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่วัดได้ (กรัม)} \times 100}{\text{ปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่ได้ตามทฤษฎี (กรัม)}}$$

ภาคผนวก ง
วิธีการคำนวณประสิทธิภาพการผลิตเอทานอล

ตามทฤษฎีการเปลี่ยนแป้งให้เป็นเอทานอล แป้ง 90 กรัม จะถูกเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคส 100 กรัม จากนั้นเชื้อยีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสเป็นแอลกอฮอล์ 51.1 กรัม และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 48.9 กรัม

1. การคำนวณประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลจากน้ำตาลกลูโคส

จากน้ำตาล 100 กรัม จะถูกเปลี่ยนเป็นเอทานอล 51.1 กรัม

ถ้ามีน้ำตาล 18 กรัม จะได้ปริมาณเอทานอล เท่ากับ $\frac{18 \times 51.1}{100} = 9.20$ กรัม

เพราะฉะนั้นถ้ามีน้ำตาล 18 กรัม จะได้ปริมาณเอทานอลเท่ากับ 9.2 กรัม ตามทฤษฎี

ในการคำนวณหาประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลจากน้ำตาลกลูโคสใช้สมการดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพของการผลิตเอทานอล (เปอร์เซ็นต์ของค่าทางทฤษฎี)} = \frac{\text{ปริมาณเอทานอลที่วัดได้ (กรัม)} \times 100}{\text{ปริมาณเอทานอลที่ได้ตามทฤษฎี (กรัม)}}$$

2. การคำนวณประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลจากแป้ง

จากแป้ง 90 กรัม จะถูกเปลี่ยนเป็นเอทานอล 51.1 กรัม

ถ้ามีแป้ง 50 กรัม จะได้ปริมาณเอทานอล เท่ากับ $\frac{50 \times 51.1}{90} = 28.39$ กรัม

เพราะฉะนั้นถ้ามีแป้ง 50 กรัม จะได้ปริมาณเอทานอลเท่ากับ 28.39 กรัม ตามทฤษฎี

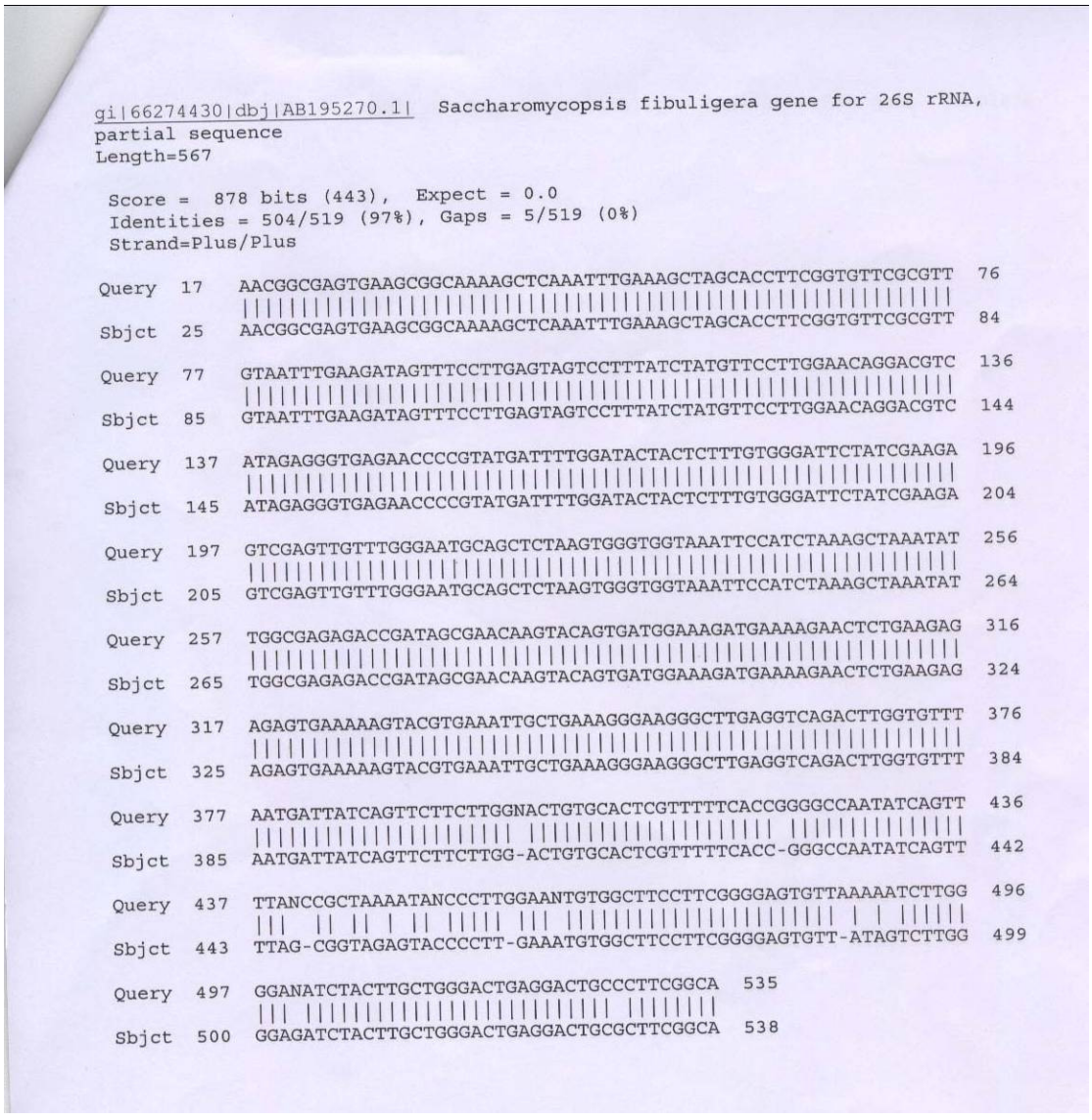
ในการคำนวณหาประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลจากแป้งใช้สมการดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพของการผลิตเอทานอล (เปอร์เซ็นต์ของค่าทางทฤษฎี)} = \frac{\text{ปริมาณเอทานอลที่วัดได้ (กรัม)} \times 100}{\text{ปริมาณเอทานอลที่ได้ตามทฤษฎี (กรัม)}}$$

ภาคผนวก จ

ผลการพิสูจน์เชื้อยีสต์ในระดับสปีชีส์ โดยการทำ DNA sequencing 26S 500 basepair

3. ผลการพิสูจน์เชื้อยีสต์ในระดับสปีชีส์ของเชื้อยีสต์สายพันธุ์ YCY1

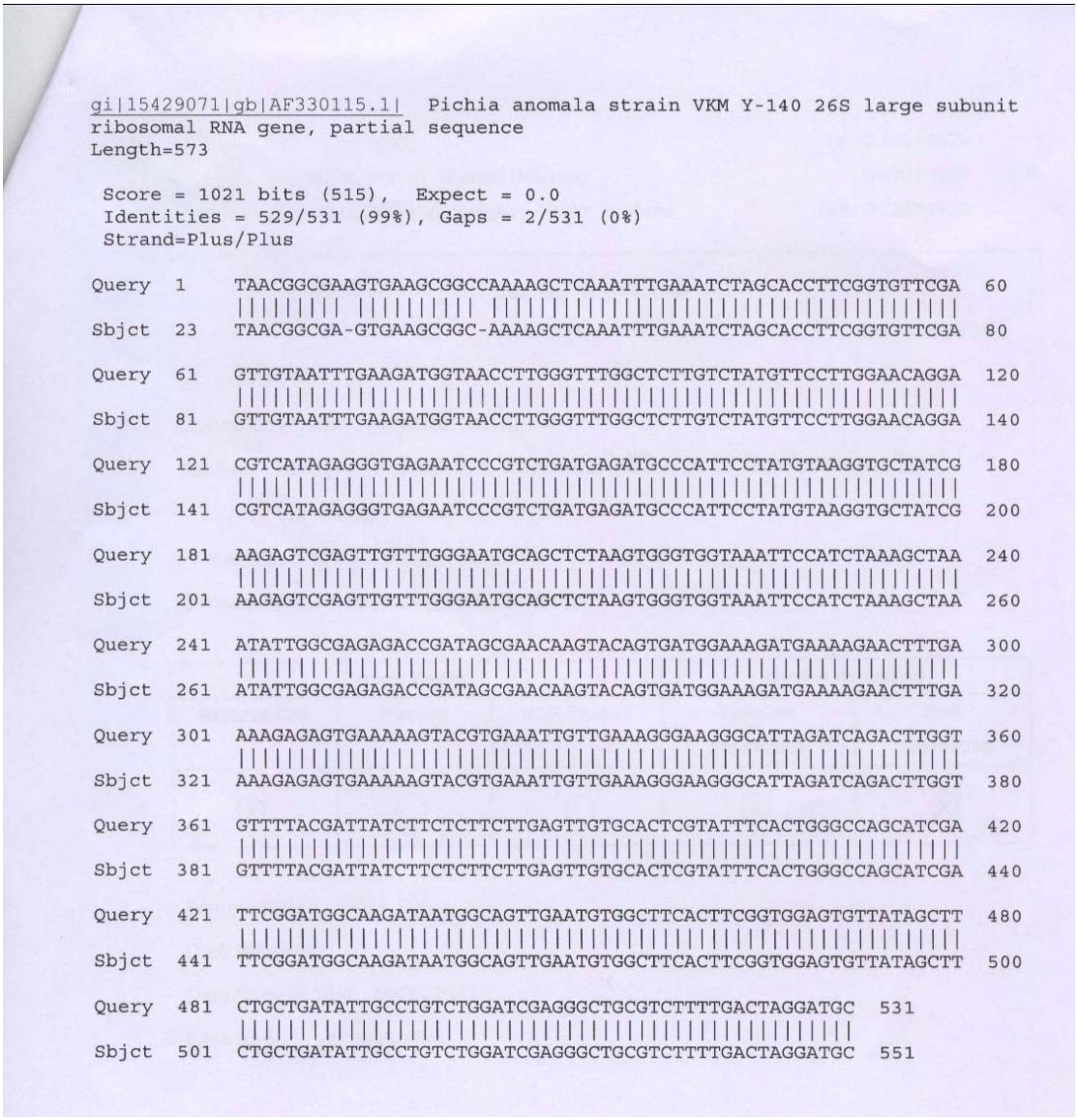


gi|66274430|dbj|AB195270.1| Saccharomycopsis fibuligera gene for 26S rRNA, partial sequence
Length=567

Score = 878 bits (443), Expect = 0.0
Identities = 504/519 (97%), Gaps = 5/519 (0%)
Strand=Plus/Plus

```
Query  17   AACGGCGAGTGAAGCGGCAAAAGCTCAAATTTGAAAGCTAGCACCTTCGGTGTTCGCGTT  76
            ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  25   AACGGCGAGTGAAGCGGCAAAAGCTCAAATTTGAAAGCTAGCACCTTCGGTGTTCGCGTT  84

Query  77   GTAATTTGAAGATAGTTTCCTTGAGTAGTCCTTTATCTATGTTCCTTGGAACAGGACGTC  136
            ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  85   GTAATTTGAAGATAGTTTCCTTGAGTAGTCCTTTATCTATGTTCCTTGGAACAGGACGTC  144

Query  137  ATAGAGGGTGAGAACCCCGTATGATTTTGGATACTACTCTTTGTGGGATTCTATCGAAGA  196
            ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  145  ATAGAGGGTGAGAACCCCGTATGATTTTGGATACTACTCTTTGTGGGATTCTATCGAAGA  204

Query  197  GTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCTAAGTGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATAT  256
            ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  205  GTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCTAAGTGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATAT  264

Query  257  TGGCGAGAGACCGATAGCGAACAAGTACAGTGATGGAAAGATGAAAAGAACTCTGAAGAG  316
            ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  265  TGGCGAGAGACCGATAGCGAACAAGTACAGTGATGGAAAGATGAAAAGAACTCTGAAGAG  324

Query  317  AGAGTGAAAAAGTACGTGAAATTGCTGAAAGGGAAGGGCTTGAGGTCAGACTTGGTGTTT  376
            ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  325  AGAGTGAAAAAGTACGTGAAATTGCTGAAAGGGAAGGGCTTGAGGTCAGACTTGGTGTTT  384

Query  377  AATGATTATCAGTTCTTCTTGGNACTGTGCACTCGTTTTTCACCGGGGCCAATATCAGTT  436
            |||||||||||||||||||| |||||||||||||||||||| ||||||||||||||||
Sbjct  385  AATGATTATCAGTTCTTCTTGG-ACTGTGCACTCGTTTTTCACC-GGGCCAATATCAGTT  442

Query  437  TTANCCGCTAAAATANCCCTTGGAANTGTGGCTTCCTTCGGGGAGTGTTAAAAATCTTGG  496
            |||  || || | || ||||| ||| |||||||||||||||||||| | | ||||||
Sbjct  443  TTAG-CGGTAGAGTACCCCTT-GAAATGTGGCTTCCTTCGGGGAGTGTT-ATAGTCTTGG  499

Query  497  GGANATCTACTTGCTGGGACTGAGGACTGCCCTTCGGCA  535
            ||| |||||||||||||||||||||| ||||||||
Sbjct  500  GGAGATCTACTTGCTGGGACTGAGGACTGCGCTTCGGCA  538
```

4. ผลการพิสูจน์เชื้อยีสต์ในระดับสปีชีส์ของเชื้อยีสต์สายพันธุ์ YTB3



gi|15429071|gb|AF330115.1| Pichia anomala strain VKM Y-140 26S large subunit ribosomal RNA gene, partial sequence
Length=573

Score = 1021 bits (515), Expect = 0.0
Identities = 529/531 (99%), Gaps = 2/531 (0%)
Strand=Plus/Plus

```
Query  1    TAACGGCGAAGTGAAGCGGCCAAAAGCTCAAATTTGAAATCTAGCACCTTCGGTGTTCGA  60
            ||||||||| |||||||||| ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  23   TAACGGCGA-GTGAAGCGGC-AAAAGCTCAAATTTGAAATCTAGCACCTTCGGTGTTCGA  80

Query  61   GTTGTAATTTGAAGATGGTAACCTTGGGTTTGGCTCTTGTCTATGTTCCTTGGAACAGGA  120
            ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  81   GTTGTAATTTGAAGATGGTAACCTTGGGTTTGGCTCTTGTCTATGTTCCTTGGAACAGGA  140

Query  121  CGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTGATGAGATGCCCATTCCTATGTAAGGTGCTATCG  180
            ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  141  CGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTGATGAGATGCCCATTCCTATGTAAGGTGCTATCG  200

Query  181  AAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCTAAGTGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAA  240
            ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  201  AAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCTAAGTGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAA  260

Query  241  ATATTGGCGAGAGACCGATAGCGAACAAGTACAGTGATGGAAAGATGAAAAGAACTTTGA  300
            ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  261  ATATTGGCGAGAGACCGATAGCGAACAAGTACAGTGATGGAAAGATGAAAAGAACTTTGA  320

Query  301  AAAGAGAGTGAAAAAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAGGGCATTAGATCAGACTTGGT  360
            ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  321  AAAGAGAGTGAAAAAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAGGGCATTAGATCAGACTTGGT  380

Query  361  GTTTTACGATTATCTTCTCTTCTTGAGTTGTGCACTCGTATTTCACTGGGCCAGCATCGA  420
            ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  381  GTTTTACGATTATCTTCTCTTCTTGAGTTGTGCACTCGTATTTCACTGGGCCAGCATCGA  440

Query  421  TTCGGATGGCAAGATAATGGCAGTTGAATGTGGCTTCACTTCGGTGGAGTGTTATAGCTT  480
            ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  441  TTCGGATGGCAAGATAATGGCAGTTGAATGTGGCTTCACTTCGGTGGAGTGTTATAGCTT  500

Query  481  CTGCTGATATTGCCTGTCTGGATCGAGGGCTGCGTCTTTTGACTAGGATGC  531
            ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  501  CTGCTGATATTGCCTGTCTGGATCGAGGGCTGCGTCTTTTGACTAGGATGC  551
```

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายไกรยศ แซ่ลิ้ม

รหัสประจำตัวนักศึกษา 4782004

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2546

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

- ทุนอุตสาหกรรมเกษตรสู่ความเป็นเลิศ จากคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานคริทร์ ปีการศึกษา 2547

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

Kraiyot Saelim, Yaowaluk Dissara and Aran H-Kittikun. 2006. Production from cassava starch by yeasts isolated from Loog-Pang (rice cake starter). Program & Abstracts of the 18th Annual Meeting of the Thai Society for Biotechnology “Biotechnology: Benefits&Bioethics”, Thailand, 2-3 November, 2006. pp. 195.