ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ตัวอย่าง สูตรในการคำนวณ และตารางผลการทดลอง

1. วิเคราะห์ความเข้มข้นของเซลล์

วิเคราะห์น้ำหนักเซลล์แห้ง

1. เตรียมหลอดทดลองที่อบแห้งและชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. นำตัวอย่างปริมาตร 3 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง นำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที เก็บส่วนใสไว้วิเคราะห์น้ำตาลและเอทานอล
3. ล้างเซลล์ด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 3 มิลลิลิตร และนำไปหมุนเหวี่ยง รินส่วนใสทิ้ง(ทำซ้ำ)
4. นำเซลล์ที่ได้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

$$\text{น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)} = \frac{\text{น้ำหนักหลอดและเซลล์แห้ง(กรัม)} - \text{น้ำหนักหลอด (กรัม)}}{\text{ค่าความชันกราฟมาตรฐาน}}$$

2. วิเคราะห์ความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสโดยวิธี DNS (Miller,1959)

วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธี 3,5-dinitrosalicylic acid (DNS)

สารเคมี

3, 5-dinitrosalicylic acid (DNS) เตรียมโดยชั่ง DNS 5 กรัม ในน้ำกลั่น 125 มิลลิลิตร เติมสารละลายด่างทีละน้อย (NaOH 8 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 87.5 มิลลิลิตร) คนให้ละลายจนเข้ากันหมด นำไปอุ่นในอ่างน้ำร้อนจนใส แล้วเติม K-Na tartrate ลงไปทีละน้อยจนครบ 150 กรัม ปรับปริมาตรสุดท้ายให้ได้ 500 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชาที่อุณหภูมิห้อง

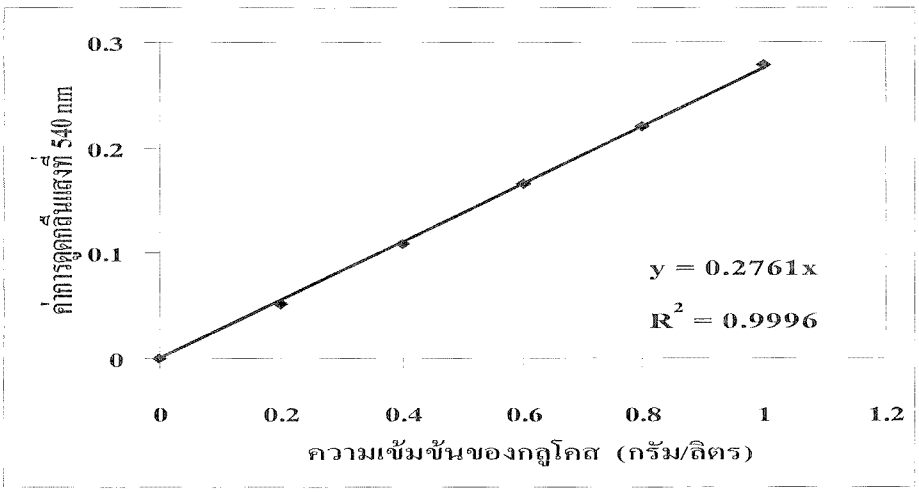
วิธีการ

1. ดูดสารละลายตัวอย่างหรือสารละลายมาตรฐานที่ต้องการวิเคราะห์ 250 ไมโครลิตร (ที่ผ่านการเหวี่ยงแยกเซลล์ออกแล้ว)
2. เติมสารละลาย DNS ปริมาตร 500 ไมโครลิตร
3. นำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที
4. แช่หลอดในอ่างน้ำเย็น 5 นาที
5. เติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตรลงในหลอดผสมให้เข้ากันแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร เทียบค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้กับกราฟมาตรฐานของกลูโคสหรือ ไซโลสที่ความเข้มข้นในช่วง 0.2-1.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร (blank ใช้น้ำกลั่นแทน)

กราฟมาตรฐานของน้ำตาลกลูโคสโดยวิธี DNS (Miller,1959)

เตรียมสารละลายตรฐานกลูโคส 1.0 กรัม/ลิตร โดยนำกลูโคส 0.1 กรัมละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้เจือจางให้ได้ความเข้มข้น 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร นำค่าการดูดกลืนแสงเทียบกราฟมาตรฐานเพื่อหาความเข้มข้นของกลูโคสในสารละลายตัวอย่าง หรือคำนวณจาก

$$\text{ความเข้มข้นน้ำตาล (กรัม/ลิตร)} = \frac{\text{(ค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร)x(อัตราการเจือจาง)}}{\text{ค่าความชันกราฟมาตรฐาน}}$$



รูปที่ ก.1 กราฟมาตรฐานน้ำตาลโดยวิธี DNS

ตัวอย่างวิธีการคำนวณ

จากกราฟสารละลายกลูโคสมาตรฐานจากวิธี DNS (Miller,1959) พบว่าในสารละลายตัวอย่างมีปริมาณน้ำตาลกลูโคส 0.252 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในสารละลาย 10 มิลลิลิตร ดังนั้นมีน้ำตาลรีดิวซ์ในสารละลายทั้งหมด 2.52 มิลลิกรัม หรือ 0.00252 กรัม

3. วิเคราะห์ความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสโดยวิธี GOD-PAP

เป็นการวิเคราะห์น้ำตาลกลูโคสเกิดจากการที่เอนไซม์กลูโคออกซิเดสเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้เกิดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide) จากนั้นจะถูกกระตุ้นด้วยเปอร์ออกซิเดส (peroxidase) กับฟีนอล (phenol) และ 4-aminophenazone ซึ่งจะได้สีม่วงแดงของ quinoneimine dye

วิธีการ

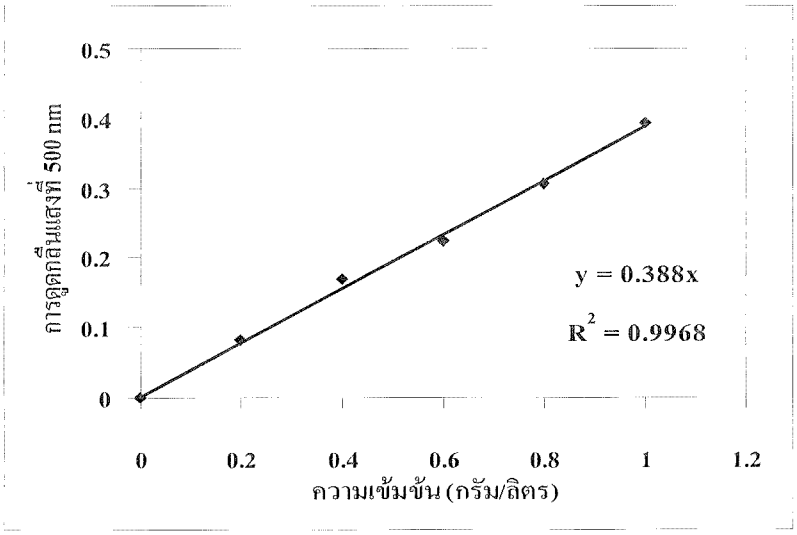
1. ปิเปตต์สารละลายตัวอย่างที่มีกลูโคสและกลูโคสมาตรฐาน (ความเข้มข้น 0.02-0.1 กรัมลิตร) ปริมาตร 10 ไมโครลิตร

2. เติม GOD-PAP reagent ปริมาณ 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

3. นำไปบ่มในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที

4. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร

5. นำค่าการดูดกลืนแสงเทียบกราฟมาตรฐานเพื่อหาความเข้มข้นของกลูโคสในสารละลายตัวอย่าง



รูปที่ ก.2 กราฟมาตรฐานกลูโคสโดยใช้ GOD-PAP reagent

4. วิเคราะห์ความเข้มข้นของเอทานอลโดยใช้เครื่องแก๊สโครโมโทกราฟี

1. เตรียมสารละลาย Absolute ethyl alcohol(99.8เปอร์เซ็นต์)โดยเตรียมความเข้มข้นเป็น1.0-5.0 กรัม/ลิตร

2. สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์เอทานอล

packing material :10เปอร์เซ็นต์ polyethylene glycon 20 M ขนาด 60-80 mesh เคลือบบน shimalite(silica oxide)

column size :ท่อแก้วเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 3.2 มิลลิลิตร ยาว 2.1 เมตร

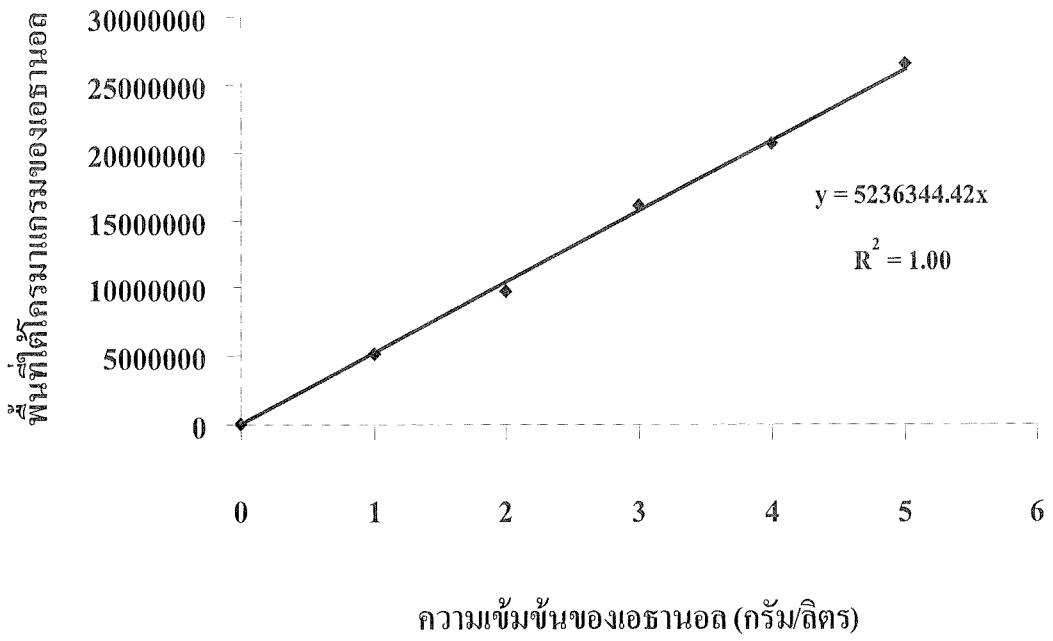
column temperature :120 องศาเซลเซียส

injection temperature :200 องศาเซลเซียส

detector temperature :200 องศาเซลเซียส

3. ฉีดตัวอย่าง 1 ไมโครลิตร เข้าเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีบันทึกพื้นที่กราฟ

4. นำค่าพื้นที่ใต้กราฟของเอทานอลเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานเพื่อหาความเข้มข้นของเอทานอล



รูปที่ ก.3 กราฟมาตรฐานเอทานอลจากแก๊สโครมาโตกราฟ

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข.1 ผลการเพาะเลี้ยงเชื้อ *S. cerevisiae* 5049 ในน้ำตาลกลูโคสโดยใช้อาหารสูตรที่ 1

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)
0	0.974	0.512	22.084
1	0.982	0.684	21.671
2	1.352	1.169	20.554
3	1.877	2.211	18.216
4	2.596	4.154	13.564
5	2.952	6.893	7.416
6	3.291	8.935	1.953
7	3.392	9.552	0.834
8	3.673	9.397	0.416
10	3.937	8.742	0.414
12	4.032	8.667	0.227
14	4.226	8.463	0.224
16	4.237	8.414	0.112
18	4.412	7.937	0.116

ตารางที่ ข.2 ผลการเพาะเลี้ยงเชื้อ *S. cerevisiae* 5049 ในน้ำตาลกลูโคสโดยใช้อาหารสูตรที่ 2

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)
0	0.872	0.000	19.961
1	0.956	0.732	19.624
2	1.162	1.044	18.982
3	1.427	2.147	16.816
4	1.552	2.872	15.342
5	1.693	3.256	12.647
6	1.727	3.515	12.134
7	1.934	3.757	11.091
8	2.026	4.182	10.243
10	2.194	4.947	9.125
12	2.342	5.332	8.358
14	2.458	5.911	5.517
16	2.454	6.172	4.822
18	2.076	6.445	3.764

ตารางที่ ข.3 ผลการเพาะเลี้ยงเชื้อ *S. diastaticus* 5547 ในน้ำตาลกลูโคสโดยใช้อาหารสูตรที่ 1

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)
0	0.782	0.491	20.664
1	0.824	0.926	19.592
2	1.067	1.194	18.565
3	1.471	1.632	17.184
4	1.532	2.081	16.296
5	1.686	3.812	12.527
6	2.047	4.637	9.226
7	2.671	6.192	6.175
8	2.942	8.584	0.844
10	3.196	8.858	0.526
12	3.325	9.058	0.337
14	3.461	9.257	0.176
16	3.362	9.092	0.172
18	3.323	9.075	0.114

ตารางที่ ข.4 ผลการเพาะเลี้ยงเชื้อ *S. diastaticus* 5547 ในน้ำตาลกลูโคสโดยใช้อาหารสูตรที่ 2

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)
0	0.742	0.561	20.574
1	0.937	0.824	20.055
2	0.982	1.052	19.172
3	1.032	1.461	18.326
4	1.326	1.962	16.231
5	1.424	2.539	14.116
6	1.572	3.412	12.722
7	1.798	4.764	10.615
8	2.194	5.934	7.982
10	2.233	7.541	4.841
12	2.256	8.528	2.892
14	2.454	9.244	0.919
16	2.495	9.221	0.336
18	2.253	9.267	0.332

ตารางที่ ข.5 การเปรียบเทียบความสามารถในการผลิตเอทานอลจากกากมันสำปะหลังในการหมักแบบ SHF จากเชื้อยีสต์เดี่ยวสายพันธุ์ *S. cerevisiae* 5048, *S. diastaticus* 5547, *S. fibuligera* 2321 และ *S. cerevisiae* 5049

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	*S. cerevisiae* 5048	*S. diastaticus* 5547	*S. fibuligera* 2321	*S. cerevisiae* 5049
0	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.012	0.024	0.016	0.155
4	0.671	1.127	0.044	1.292
6	1.242	1.756	0.121	2.146
8	1.792	2.562	0.496	2.652
12	2.877	3.114	0.982	3.427
16	3.246	3.452	1.352	3.619
20	3.822	3.874	2.114	3.728
24	3.834	4.167	3.262	3.745
28	3.681	4.154	3.346	3.927
32	3.674	4.266	3.372	3.926

ตารางที่ ข.6 การหมักโดยวิธี SHF ด้วยเชื้อ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้กากมันสำปะหลัง 1.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ ปรับสภาพด้วยกรด และย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส อะไมโลกลูโคซิเดส เพคติเนส เซลลูเลส และ เฮมิเซลลูเลส

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)
0	8.214	6.662	0.000
2	7.532	6.156	0.224
4	5.329	4.073	1.126
6	4.492	3.214	1.752
8	3.494	2.462	2.563
12	2.892	2.091	3.115
16	2.194	1.394	3.452
20	2.182	0.574	3.874
24	2.126	0.000	4.165
28	2.164	0.000	4.152
32	1.987	0.000	4.261

ตารางที่ ข.7 การหมักโดยวิธี SSF ด้วยเชื้อ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้กากมันสำปะหลัง 1.5 เปอร์เซ็นต์ เป็น สารอาหารด้วยการพรีทรีตเมนต์ด้วยกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ และย่อยด้วยเอนไซม์เพคติเนส เซลลูเลส และเฮมิเซลลูเลส

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง(กรัม/ลิตร)
0	3.224	2.582	0.000	5.362
4	6.347	5.336	0.542	5.741
8	4.532	3.591	2.174	6.234
12	3.682	2.924	3.597	7.482
16	2.827	0.557	4.492	7.644
20	1.962	0.000	5.064	6.926
24	1.684	0.119	5.372	7.515
28	1.295	0.054	5.474	7.682
32	1.042	0.082	5.315	7.782
36	0.941	0.023	5.332	8.627
40	0.892	0.000	5.351	8.329
44	0.971	0.000	5.362	8.565
48	0.848	0.000	5.374	8.422

ตารางที่ ข.8 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้ กากมันสำปะหลัง 1.5 เปอร์เซ็นต์ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำเป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ในการหมัก ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง(กรัม/ลิตร)
0	0.753	0.412	0.000	10.167
4	0.924	0.514	0.024	10.364
8	0.362	0.197	0.082	10.292
12	0.063	0.048	0.187	10.463
16	0.000	0.000	0.424	10.365
20	0.017	0.000	0.682	10.264
24	0.000	0.000	0.924	10.157
28	0.000	0.000	1.436	10.356
32	0.000	0.000	1.495	10.562
36	0.000	0.000	1.462	10.751
40	0.000	0.000	1.367	10.824
44	0.000	0.000	1.251	10.889
48	0.000	0.000	1.276	10.732

ตารางที่ ข.9 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้ กากมันสำปะหลัง 1.5 เปอร์เซ็นต์ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.025 เปอร์เซ็นต์เป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ในการหมักปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง(กรัม/ลิตร)
0	4.052	0.511	0.000	8.244
4	4.423	1.064	0.139	9.012
8	4.047	0.712	0.172	10.019
12	3.549	0.077	0.392	9.723
16	3.194	0.000	0.627	9.767
20	2.882	0.000	0.772	9.753
24	2.334	0.015	0.954	9.826
28	1.892	0.011	1.542	9.692
32	1.914	0.000	1.351	9.643
36	1.869	0.000	1.276	9.862
40	1.862	0.000	1.097	10.167
44	1.794	0.000	1.082	10.292
48	1.668	0.000	1.242	10.246

ตารางที่ ข.10 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้ กากมันสำปะหลัง 1.5 เปอร์เซ็นต์ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ในการหมักปริมาตร 100 มิลลิลิตร เป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์

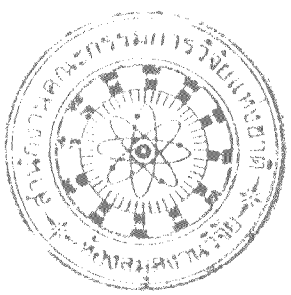
ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง(กรัม/ลิตร)
0	6.216	3.432	0.000	7.223
4	6.782	4.431	0.982	7.462
8	4.671	2.462	1.434	8.522
12	2.475	1.027	1.962	7.614
16	1.526	0.069	2.348	8.532
20	1.554	0.000	2.732	8.469
24	1.262	0.000	2.664	9.327
28	1.027	0.000	2.752	9.451
32	0.842	0.000	2.336	9.597
36	0.491	0.000	2.292	9.882
40	0.482	0.000	2.394	9.946
44	0.346	0.000	2.327	9.362
48	0.325	0.000	2.374	9.728

ตารางที่ ข.11 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้ กากมันสำปะหลัง 1.5 เปอร์เซ็นต์โดยการอบด้วยไอน้ำเป็นสารอาหารโดยเติมเฉพาะเอนไซม์ เซลลูเลส เฮมิเซลลูเลสในการหมักปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง(กรัม/ลิตร)
0	1.516	0.974	0.000	7.621
4	1.552	1.241	0.216	8.384
8	1.411	1.215	1.472	8.226
12	0.946	0.627	2.223	9.264
16	0.712	0.349	3.714	8.527
20	0.344	0.021	3.726	8.761
24	0.315	0.074	3.662	9.532
28	0.117	0.000	3.824	9.234
32	0.162	0.032	3.846	9.442
36	0.064	0.044	3.925	9.541
40	0.127	0.021	3.752	10.637
44	0.149	0.000	3.975	10.572
48	0.122	0.000	4.054	10.651

ตารางที่ ข.12 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้ กากมันสำปะหลัง 1.5 เปอร์เซ็นต์ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.025 เปอร์เซ็นต์เป็นสารอาหาร โดยเติมเฉพาะเอนไซม์ เซลลูเลส เฮมิเซลลูเลสในการหมักปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง(กรัม/ลิตร)
0	3.152	0.76	0.000	7.124
4	4.487	1.192	0.314	8.232
8	5.241	1.224	1.482	8.842
12	4.424	0.637	3.165	8.561
16	3.452	0.282	3.952	8.325
20	1.636	0.011	4.071	8.454
24	0.517	0.071	4.287	8.233
28	0.943	0.024	4.182	8.116
32	0.861	0.017	3.862	8.612
36	0.674	0.012	3.256	9.874
40	0.862	0.000	3.051	9.341
44	0.714	0.000	3.023	9.762
48	0.437	0.000	2.912	9.874



ตารางที่ ข.13 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้ กากมันสำปะหลัง 1.5 เปอร์เซ็นต์ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นสารอาหาร โดยเติมเฉพาะเอนไซม์ เซลลูเลส เฮมิเซลลูเลสในการหมักปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง(กรัม/ลิตร)
0	3.221	2.582	0.000	5.362
4	6.347	5.337	0.544	5.741
8	4.532	3.591	2.172	6.237
12	3.682	2.927	3.597	7.484
16	2.827	0.554	4.491	7.646
20	1.961	0.000	5.069	6.925
24	1.687	0.116	5.372	7.514
28	1.291	0.051	5.474	7.682
32	1.042	0.089	5.312	7.785
36	0.948	0.021	5.337	8.622
40	0.891	0.000	5.351	8.327
44	0.972	0.000	5.336	8.564
48	0.848	0.000	5.328	8.421

ตารางที่ ข.14 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้ กากมันสำปะหลัง 3 เปอร์เซ็นต์โดยการอบด้วยไอน้ำเป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ในการหมักปริมาตร 5 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง(กรัม/ลิตร)
0	1.472	0.803	0.000	17.211
4	1.619	0.882	0.035	18.233
8	0.662	0.349	0.147	18.933
12	0.451	0.232	0.414	18.271
16	0.432	0.217	0.704	18.215
20	0.334	0.141	1.251	18.878
24	0.322	0.059	1.806	19.894
28	0.227	0.000	2.516	18.514
32	0.142	0.000	2.592	19.430
36	0.068	0.000	2.665	21.075
40	0.034	0.000	2.544	20.125
44	0.000	0.000	2.528	21.107
48	0.000	0.000	2.482	21.030

ตารางที่ ข.15 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้ กากมันสำปะหลัง 3 เปอร์เซ็นต์ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ในการหมักปริมาตร 5 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง(กรัม/ลิตร)
0	12.171	6.722	0.000	14.151
4	11.932	7.796	1.442	14.246
8	8.594	4.521	2.632	15.676
12	5.681	2.346	4.164	16.428
16	4.214	0.105	4.228	16.471
20	2.742	0.000	4.561	16.734
24	2.324	0.000	5.207	18.267
28	1.795	0.000	4.824	17.428
32	1.417	0.000	4.287	18.249
36	0.960	0.000	4.057	19.364
40	0.844	0.000	4.127	18.921
44	0.625	0.000	4.216	19.727
48	0.627	0.000	4.347	19.516

ตารางที่ ข.16 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้กากมันสำปะหลัง 3 เปอร์เซ็นต์ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นสารอาหารโดยโดยเติมเฉพาะเอนไซม์ เซลลูเลส เฮมิเซลลูเลสในการหมักปริมาตร 5 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง(กรัม/ลิตร)
0	6.272	5.056	0.000	10.502
4	11.158	9.390	1.227	10.102
8	8.335	6.605	3.992	11.463
12	8.464	4.517	7.417	12.416
16	4.217	2.624	7.824	12.942
20	2.742	1.529	7.817	14.617
24	2.326	1.214	8.524	15.822
28	2.270	0.088	9.627	15.742
32	1.447	0.023	9.732	16.495
36	1.842	0.039	10.446	16.895
40	1.566	0.000	9.728	16.727
44	1.784	0.000	9.807	15.750
48	1.642	0.000	10.378	16.503

ตารางที่ ข.17 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้กากมันสำปะหลังปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ โดยการอบด้วยไอน้ำเป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ ในการหมักปริมาตร 70 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง(กรัม/ลิตร)
0	1.425	0.779	0.000	17.914
4	1.674	0.911	0.036	18.851
8	1.224	0.330	0.139	18.514
12	0.741	0.384	0.342	19.874
16	0.472	0.254	0.728	18.855
20	0.323	0.226	1.185	18.714
24	0.247	0.176	1.748	19.285
28	0.211	0.078	2.602	18.837
32	0.247	0.000	2.592	18.728
36	0.234	0.000	2.584	20.425
40	0.159	0.000	2.475	20.117
44	0.127	0.000	2.427	19.952
48	0.115	0.000	2.413	20.387

ตารางที่ ข.18 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้กากมันสำปะหลังปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ ในปริมาตรอาหาร 70 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง(กรัม/ลิตร)
0	11.550	6.379	0.000	13.429
4	13.153	8.594	0.982	14.472
8	7.939	4.182	2.431	14.484
12	4.594	1.897	3.645	14.154
16	2.912	1.284	4.462	16.548
20	2.635	1.227	4.149	16.074
24	2.343	0.871	4.251	17.335
28	1.978	0.744	3.854	18.333
32	1.421	0.000	3.961	18.221
36	1.176	0.000	3.850	18.376
40	0.932	0.000	3.821	19.283
44	0.578	0.000	3.222	18.864
48	0.595	0.000	3.106	19.215

ตารางที่ ข.19 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้กากมันสำปะหลังปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นสารอาหารโดยเติมเฉพาะเอนไซม์เซลลูเลส เฮมิเซลลูเลสในการหมักปริมาตร 70 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง(กรัม/ลิตร)
0	5.888	4.747	0.000	9.862
4	11.285	9.701	0.982	10.448
8	10.690	6.821	4.123	11.837
12	7.286	3.016	6.605	13.015
16	5.414	2.101	8.171	13.904
20	3.724	1.219	9.614	13.148
24	3.091	1.127	9.880	13.818
28	2.347	0.586	9.955	13.977
32	2.121	0.234	10.089	14.782
36	2.174	0.142	9.807	15.860
40	1.619	0.000	9.737	15.808
44	1.748	0.000	10.127	15.7504
48	1.682	0.000	9.752	15.492

ตารางที่ ข.20 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้เมล็ดข้าวบด 0.125 เปอร์เซ็นต์ ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ ในการหมักปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง(กรัม/ลิตร)
0	3.022	1.252	0.000	0.927
4	3.124	1.226	0.117	1.119
8	2.412	0.942	0.154	1.156
12	1.752	0.751	0.242	1.214
16	1.251	0.524	0.414	1.341
20	0.752	0.442	0.522	1.426
24	0.627	0.352	0.517	1.542
28	0.452	0.216	0.532	1.614
32	0.424	0.054	0.516	1.621
36	0.415	0.027	0.521	1.693
40	0.427	0.019	0.534	1.621
44	0.421	0.000	0.521	1.647
48	0.419	0.052	0.532	1.694

ตารางที่ ข.21 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้เมล็ดข้าวบด 0.25 เปอร์เซ็นต์ ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ ในการหมักปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง(กรัม/ลิตร)
0	3.617	1.546	0.000	1.221
4	3.511	1.625	0.225	1.147
8	3.752	1.053	0.454	1.524
12	1.544	0.851	0.755	1.725
16	0.921	0.357	0.752	1.871
20	0.754	0.124	0.984	1.982
24	0.728	0.052	1.052	2.527
28	0.852	0.437	1.146	3.271
32	0.891	0.054	1.152	3.445
36	0.757	0.015	1.275	3.535
40	0.765	0.000	1.154	3.416
44	0.772	0.019	1.151	3.525
48	0.781	0.125	1.245	3.672

ตารางที่ ข.22 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้เมล็ดข้าวบดปริมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ ในการหมักปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	4.014	1.272	0.000	5.321
4	5.728	2.443	0.142	5.514
8	5.675	2.544	0.151	5.637
12	3.144	2.126	0.352	5.425
16	2.755	1.827	0.476	5.822
20	2.527	1.242	0.985	6.564
24	2.042	1.146	1.434	7.215
28	1.755	0.571	1.425	7.525
32	0.982	0.262	1.562	8.221
36	0.871	0.157	1.694	8.512
40	0.847	0.125	1.923	8.768
44	0.782	0.054	1.852	8.542
48	0.791	0.042	1.957	8.874

ตารางที่ ข.23 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้เมล็ดข้าวบดปริมาณ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ ในการหมักปริมาตร 5 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	3.252	1.253	0.000	0.924
4	3.141	1.572	0.224	1.215
8	2.392	1.014	0.417	1.252
12	1.224	0.547	0.645	1.475
16	0.976	0.425	0.726	1.722
20	0.625	0.223	0.852	1.977
24	0.552	0.127	0.754	2.445
28	0.541	0.142	0.876	2.729
32	0.532	0.126	0.744	2.742
36	0.704	0.054	0.922	2.875
40	0.571	0.117	0.871	2.934
44	0.722	0.052	0.855	2.877
48	0.623	0.029	0.926	2.915

ตารางที่ ข.24 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้เมล็ดข้าวบดปริมาณ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ ในการหมักปริมาตร 70 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	2.622	1.242	0.000	1.172
4	2.574	1.255	0.241	1.244
8	2.321	0.875	0.352	1.412
12	1.257	0.473	0.471	1.624
16	0.824	0.256	0.755	1.757
20	0.551	0.235	0.871	1.826
24	0.535	0.122	0.824	2.245
28	0.526	0.154	0.841	2.676
32	0.545	0.112	0.827	2.743
36	0.524	0.053	0.851	2.872
40	0.571	0.021	0.822	2.752
44	0.423	0.015	0.874	2.891
48	0.419	0.052	0.857	2.912

ตารางที่ ข.25 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้เมล็ดข้าวบดปริมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ ในการหมักปริมาตร 70 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	13.262	6.454	0.000	3.352
4	12.451	7.063	1.249	3.741
8	11.874	5.125	1.565	5.212
12	10.412	4.275	3.512	7.744
16	7.037	3.292	4.324	8.652
20	5.224	1.741	4.652	9.946
24	3.551	1.514	4.837	13.932
28	2.652	1.236	4.491	15.224
32	2.641	0.537	4.814	13.753
36	2.185	0.473	4.328	14.712
40	2.142	0.000	5.022	15.334
44	1.663	0.000	4.361	13.751
48	1.712	0.000	4.934	14.817

ตารางที่ ข.26 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้เมล็ดข้าวบดปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำ เป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ ในการหมักปริมาตร 70 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	14.321	7.668	0.000	3.580
4	11.813	6.332	0.558	3.308
8	14.264	6.827	2.157	7.785
12	9.779	3.102	2.728	8.514
16	4.444	1.982	4.837	11.068
20	4.337	1.251	4.560	11.781
24	2.884	1.849	4.662	18.995
28	2.306	1.133	4.987	19.555
32	2.844	0.974	6.224	20.053
36	3.051	0.529	5.798	19.742
40	2.279	0.286	6.164	21.671
44	1.683	0.000	5.550	20.053
48	2.291	0.000	6.305	21.053

ตารางที่ ข.27 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้เมล็ดข้าวบดปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ ในการหมักปริมาตร 70 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	26.522	14.246	0.000	6.632
4	26.254	14.072	1.242	7.351
8	21.291	10.194	3.226	11.624
12	17.785	5.642	4.964	15.482
16	10.582	3.671	7.223	16.521
20	8.341	2.782	8.291	21.424
24	5.342	2.764	8.724	28.352
28	5.492	2.067	9.592	30.176
32	5.473	1.772	9.296	29.932
36	5.652	1.269	9.451	30.421
40	4.247	0.556	9.224	30.319
44	3.742	0.000	9.015	29.932
48	3.421	0.000	9.416	30.653

ตารางที่ ข.28 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้เมล็ดข้าวบดปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นสารอาหารโดยเติมเอนไซม์ ในการหมักปริมาตร 70 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	27.846	15.620	0.000	7.293
4	30.188	14.774	1.302	7.718
8	24.271	11.719	3.703	13.363
12	21.336	5.922	5.208	16.254
16	11.638	4.221	7.581	17.346
20	9.174	3.169	9.534	24.633
24	6.675	3.312	9.941	29.768
28	6.039	2.266	11.501	31.605
32	6.400	2.018	10.219	34.420
36	6.215	1.512	9.923	34.702
40	4.515	0.589	10.580	31.826
44	4.114	0.000	10.260	31.427
48	3.488	0.000	11.492	35.248

ตารางที่ ข.29 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้เปลือกกล้วยน้ำว้า 1.5 เปอร์เซ็นต์ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำเป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ในการหมัก ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	1.562	0.659	0.000	1.166
4	1.762	0.833	0.723	1.205
8	1.432	0.763	0.858	1.469
12	1.252	0.561	1.420	1.777
16	0.977	0.560	1.501	1.846
20	0.836	0.420	1.482	1.984
24	0.849	0.378	1.527	2.387
28	0.745	0.174	1.592	2.260
32	0.490	0.107	1.419	2.606
36	0.490	0.051	1.441	3.119
40	0.340	0.024	1.513	2.956
44	0.310	0.000	1.490	3.200
48	0.300	0.000	1.485	3.177

ตารางที่ ข.30 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้ เปลือกกล้วยน้ำว้า 1.5 เปอร์เซ็นต์ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.025 เปอร์เซ็นต์เป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ในการหมักปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	0.862	0.502	0.000	1.720
4	0.995	0.675	0.606	1.675
8	0.990	0.615	0.904	1.727
12	0.994	0.571	1.503	2.214
16	0.846	0.544	1.600	2.459
20	0.800	0.428	1.544	2.759
24	0.673	0.274	1.600	2.725
28	0.604	0.231	1.500	3.160
32	0.406	0.095	1.538	3.086
36	0.273	0.021	1.479	3.189
40	0.264	0.000	1.470	3.119
44	0.120	0.000	1.410	3.240
48	0.170	0.000	1.504	3.258

ตารางที่ ข.31 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้ เปลือกกล้วยน้ำว้า 1.5 เปอร์เซ็นต์ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ในการหมักปริมาตร 100 มิลลิลิตร เป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	2.619	1.516	0.000	2.821
4	2.552	1.248	0.719	2.805
8	2.221	0.875	1.757	3.251
12	1.587	0.505	2.218	3.185
16	1.434	0.570	2.015	3.254
20	1.106	0.310	2.405	3.519
24	0.526	0.310	2.203	3.911
28	0.436	0.250	2.161	3.727
32	0.481	0.100	2.036	4.366
36	0.396	0.100	2.105	4.245
40	0.312	0.000	2.000	4.636
44	0.210	0.000	2.180	4.545
48	0.245	0.000	2.174	4.688

ตารางที่ ข.32 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้ เปลือกกล้วยน้ำว้า 1.5 เปอร์เซ็นต์โดยการอบด้วยไอน้ำเป็นสารอาหารโดยเติมเฉพาะเอนไซม์ เซลลูเลส เฮมิเซลลูเลสในการหมักปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	2.739	0.929	0.000	1.715
4	2.901	1.212	0.755	2.032
8	2.417	1.499	1.882	2.126
12	2.029	1.151	2.563	2.953
16	2.013	1.059	2.750	3.175
20	1.465	0.790	2.728	3.107
24	1.240	0.773	2.562	3.768
28	1.111	0.500	2.412	3.976
32	0.750	0.286	2.420	4.233
36	0.661	0.219	2.470	4.965
40	0.585	0.071	2.503	5.240
44	0.498	0.010	2.320	5.300
48	0.499	0.005	2.445	5.411

ตารางที่ ข.33 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้ เปลือกกล้วยน้ำว้า 1.5 เปอร์เซ็นต์ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.025 เปอร์เซ็นต์เป็นสารอาหาร โดยเติมเฉพาะเอนไซม์ เซลลูเลส เฮมิเซลลูเลสในการหมักปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	0.859	0.620	0.000	2.520
4	1.270	0.750	1.056	2.850
8	1.410	0.753	1.528	3.480
12	1.100	0.500	2.271	3.560
16	0.950	0.390	2.328	4.200
20	0.750	0.374	2.151	4.290
24	0.750	0.240	2.245	5.000
28	0.610	0.126	2.056	5.300
32	0.440	0.120	2.183	5.700
36	0.341	0.050	2.202	6.400
40	0.311	0.000	2.134	6.190
44	0.257	0.000	2.150	6.600
48	0.280	0.000	2.159	6.630

ตารางที่ ข.34 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้ เปลือกกล้วยน้ำว้า 1.5 เปอร์เซ็นต์ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นสารอาหาร โดยเติมเฉพาะเอนไซม์ เซลลูเลส เฮมิเซลลูเลสในการหมักปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	1.536	0.966	0.000	2.821
4	1.594	0.920	1.119	2.800
8	1.271	0.551	2.212	3.465
12	1.237	0.379	2.421	3.500
16	1.007	0.270	2.445	4.200
20	0.724	0.120	2.471	4.485
24	0.614	0.110	2.328	4.700
28	0.556	0.050	2.256	5.300
32	0.471	0.000	2.351	5.700
36	0.296	0.000	2.253	5.779
40	0.280	0.000	2.341	5.770
44	0.273	0.000	2.200	6.200
48	0.248	0.000	2.347	6.357

ตารางที่ ข.35 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้ เปลือกกล้วยน้ำว้า 3 เปอร์เซ็นต์โดยการอบด้วยไอน้ำเป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ในการหมักปริมาตร 5 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	2.428	1.402	0.000	2.015
4	2.434	1.765	0.775	2.209
8	2.177	1.434	1.993	2.444
12	1.841	1.273	2.244	3.109
16	1.710	0.730	2.421	3.451
20	1.348	0.760	2.139	3.571
24	1.227	0.586	2.244	4.177
28	1.203	0.328	2.171	4.226
32	0.855	0.205	2.131	4.561
36	0.653	0.148	2.398	5.832
40	0.506	0.000	2.477	6.207
44	0.550	0.000	2.370	6.100
48	0.450	0.000	2.484	6.219

ตารางที่ ข.37 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้เปลือกกล้วยน้ำว้า 3 เปอร์เซ็นต์ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นสารอาหารโดยเติมเฉพาะเอนไซม์ เซลลูเลส เฮมิเซลลูเลสในการหมักปริมาตร 5 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	3.655	1.975	0.000	6.510
4	3.974	1.500	1.443	6.602
8	3.070	1.425	3.103	6.996
12	2.956	0.831	4.404	8.120
16	2.290	0.610	4.505	8.270
20	2.225	0.356	4.294	9.056
24	1.767	0.365	4.544	9.972
28	1.700	0.250	4.245	10.447
32	1.039	0.125	4.590	12.005
36	0.870	0.075	4.942	11.801
40	0.750	0.000	4.796	12.067
44	0.700	0.000	4.870	11.870
48	0.858	0.000	4.516	12.836

ตารางที่ ข.38 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้เปลือกกล้วยน้ำว้าปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ โดยการอบด้วยไอน้ำเป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ ในการหมักปริมาตร 70 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	2.739	0.929	0.000	1.715
4	2.901	1.212	0.755	2.032
8	2.417	1.499	1.882	2.126
12	2.029	1.151	2.563	2.953
16	2.013	1.059	2.750	3.175
20	1.465	0.790	2.728	3.107
24	1.240	0.773	2.562	3.768
28	1.111	0.500	2.412	3.976
32	0.750	0.286	2.420	4.233
36	0.661	0.219	2.470	4.965
40	0.585	0.071	2.503	5.300
44	0.498	0.010	2.320	5.300
48	0.499	0.005	2.445	5.411

ตารางที่ ข.39 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้เปลือกกล้วยน้ำว้าปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ ในปริมาตรอาหาร 70 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	2.985	1.920	0.000	4.878
4	2.529	1.744	1.660	4.849
8	2.583	1.147	2.297	5.292
12	2.131	0.957	3.505	5.294
16	1.804	0.514	3.895	5.599
20	1.750	0.493	3.737	5.606
24	1.654	0.274	3.876	6.405
28	1.148	0.257	3.573	6.037
32	0.683	0.074	3.748	6.647
36	0.571	0.082	3.518	7.541
40	0.287	0.000	3.930	7.464
44	0.270	0.000	3.310	7.300
48	0.261	0.000	3.957	7.428

ตารางที่ ข.40 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้เปลือกกล้วยน้ำว้าปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นสารอาหาร โดยเติมเฉพาะเอนไซม์เซลลูเลส เฮมิเซลลูเลสในการหมักปริมาตร 70 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	3.012	1.269	0.000	5.455
4	3.270	1.903	1.173	5.083
8	2.984	1.535	2.093	6.105
12	2.455	0.829	3.702	6.253
16	2.216	0.622	4.548	7.812
20	1.708	0.553	4.332	7.903
24	1.687	0.273	4.351	7.678
28	1.226	0.174	4.226	9.117
32	1.272	0.173	4.538	9.244
36	0.746	0.024	4.297	9.607
40	0.876	0.065	4.539	10.530
44	0.650	0.020	4.470	9.990
48	0.796	0.007	4.525	10.200

ตารางที่ ข.41 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้ผลกล้วยน้ำว้าบดปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำเป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ ในการหมักปริมาตร 70 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	16.224	7.488	0.000	8.400
4	14.674	6.417	1.467	7.857
8	14.657	5.191	2.443	8.550
12	11.712	4.355	3.745	9.760
16	7.057	2.193	5.864	9.523
20	4.070	2.357	6.320	10.800
24	3.888	1.486	6.318	16.017
28	3.111	1.464	6.465	16.987
32	2.814	1.126	7.073	19.909
36	2.841	1.125	6.209	20.189
40	2.575	0.260	5.990	21.916
44	2.909	0.158	7.151	22.075
48	2.787	0.000	7.337	22.182

ตารางที่ ข.42 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้ผลกล้วยน้ำว้าบดปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ ในการหมักปริมาตร 70 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	12.979	5.990	0.000	6.720
4	11.005	5.213	0.701	5.892
8	10.553	3.738	1.759	6.156
12	8.784	2.916	2.059	7.027
16	5.293	1.259	2.962	6.392
20	3.930	1.017	4.740	7.776
24	2.916	1.115	4.549	12.013
28	2.240	1.054	4.299	13.455
32	2.110	0.845	5.305	12.894
36	2.131	0.798	4.470	15.892
40	1.534	0.270	5.502	15.780
44	2.332	0.114	5.149	16.556
48	1.919	0.000	5.202	15.951

ตารางที่ ข.43 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้ผลกล้วยน้ำว้าบดปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นสารอาหารโดยเติมเอนไซม์ ในการหมักปริมาตร 70 ลิตร

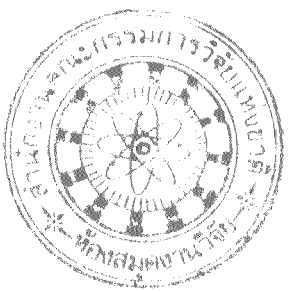
ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	31.424	17.888	0.000	12.400
4	34.304	18.250	1.630	20.374
8	30.371	11.111	5.229	18.300
12	24.264	7.810	6.390	22.720
16	14.141	4.159	9.982	33.886
20	11.896	3.704	11.743	35.280
24	8.322	3.181	10.636	44.376
28	7.242	3.408	10.078	48.157
32	6.322	3.926	11.621	45.046
36	8.306	3.550	10.418	50.787
40	6.390	1.253	11.020	51.019
44	6.655	0.432	11.005	47.090
48	5.948	0.000	12.794	50.218

ตารางที่ ข.44 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้กล้วยน้ำว้าทั้งผลปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำเป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ ในการหมักปริมาตร 70 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	12.979	5.990	0.000	6.720
4	11.005	5.213	0.701	5.892
8	10.553	3.738	1.759	6.156
12	8.784	2.916	2.059	7.027
16	5.293	1.259	2.962	6.392
20	3.930	1.017	4.740	7.776
24	2.916	1.115	4.549	12.013
28	2.240	1.054	4.299	13.455
32	2.110	0.845	5.305	12.894
36	2.131	0.798	4.470	15.892
40	1.534	0.270	5.502	15.780
44	2.332	0.114	5.149	16.556
48	1.919	0.000	5.202	15.951

ตารางที่ ข.45 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้กล้วยน้ำว้าทั้งผลปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นสารอาหารโดยไม่เติมเอนไซม์ ในการหมักปริมาตร 70 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	24.960	11.520	0.000	9.600
4	24.457	10.696	2.446	10.761
8	18.514	6.557	3.086	10.800
12	14.400	4.125	4.375	12.000
16	8.345	2.455	5.891	17.182
20	6.104	1.878	8.315	17.280
24	5.457	1.955	8.286	25.023
28	3.825	1.728	7.425	24.417
32	3.731	1.210	8.935	25.848
36	4.262	1.275	7.634	26.765
40	3.600	0.440	8.208	26.946
44	4.091	0.119	9.409	24.840
48	2.935	0.000	8.921	28.636

ตารางที่ ข.46 การหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. diastaticus* 5547 โดยใช้กล้วยน้ำว้าทั้งผลปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ผ่านการพรีทรีตเมนท์โดยการอบด้วยไอน้ำและกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นสารอาหารโดยเติมเอนไซม์ ในการหมักปริมาตร 70 ลิตร

ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)	น้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	เอทานอล (กรัม/ลิตร)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม/ลิตร)
0	24.939	16.510	0.000	9.920
4	27.728	17.188	2.773	15.280
8	25.587	11.000	3.965	13.176
12	21.811	5.858	6.993	18.176
16	10.606	3.995	9.287	25.415
20	8.565	3.463	10.018	25.402
24	7.858	2.486	9.598	33.282
28	6.732	2.154	10.162	34.673
32	6.552	2.041	10.216	36.037
36	6.645	1.263	9.813	38.090
40	4.793	0.402	10.255	36.733
44	4.791	0.124	10.280	35.318
48	4.758	0.000	10.457	36.157