เอกสารอ้างอิง

1. Cazetta, M.L., Celligoi, M.A.P.C., Buzato, J.B. and Scarmino, I.S., 2007, "Fermentation of molasses by *Zymomonas mobilis*: Effect of temperature and sugar concentration on ethanol production", **Bioresource Technology**, Vol. 98, pp. 2824-2828.

2. กัลทิมา พิชัย, 2535, **การเปรียบเทียบการเจริญและการผลิตเอทานอลของ *Zymomonas mobilis* ในน้ำอ้อยในสภาวะต่างๆ**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, หน้า 31-64.

3. Roukas, T. 1996. Ethanol production from non-sterilized beet molasses by free and immobilized *Saccharomyces cerevisiae* cells using fed-batch culture. J. Food Eng. 27:87-96.

4. ชุติมา ศรีงิ้ว, 2548, **การผลิตเอทานอลเชื้อเพลิงจากน้ำอ้อยโดยยีสต์ที่ทนอุณหภูมิสูง**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 82-98.

5. ปริษฎางค์ วงศ์ปราชญ์, 2547, **การปรับปรุงการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลอ้อย โดย *Saccharomyces cerevisiae* SKP1 ในการเลี้ยงเชื้อแบบ เฟด-แบตช์**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 67-79.

6. Starzak, M., Kryzstek, L., Nowicki, L. and Michalski, H., 1994, "Macroapproach kinetics of ethanol fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*:experimental studies and mathematical modeling", **The Chemical Engineering Journal and the Biochemical Engineering Journal**, Vol. 54, No. 3, pp. 221-240.

7. Birol, G., Doruker, P., Kirdar, B., Onsan, I. and Ulgen, K., 1998, "Mathematical description of ethanol fermentation by immobilized *Saccharomyces cerevisiae*", **Process Biochemistry**, Vol. 33, No. 7, pp. 763-771.

8. Oliverira, S.C., De Castro, H.F., Visconti, A.E.S. and Giudici, R., 1999, "Continuous ethanol fermentation in a tower reactor with flocculating yeast recycle: scale-up effects on processperformance, kinetic parameters and model predictions", **Bioprocess Engineering.**, Vol. 20, pp. 525-530.

9. Oliverira, S.C., De Castro, H.F., Visconti, A.E.S. and Giudici, R., 2000, "Scale-up effects on kinetic parameters and on predictions of a yeast recycle continuous ethanol fermentation model incorporating loss of cell viability", **Bioprocess Engineering.**, Vol. 23, pp. 51-55.

10. เหมือนเดือน พิศาลพงศ์ และ วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล, 2547, แบบจำลองจลนพลศาสตร์และแบบจำสอง Neural Networks ของการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล โดย *Saccharomyces cerevisiae*, **รายงานวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย**, หน้า 17-34.

11. Wang, D., Xu, Y., Hu, Y., J. and Zhao, G., 2004, "Fermentation kinetics of different sugars by apple wine yeast *Saccharomyces cerevisiae*", **Journal of The Institute of Brewing**, Vol. 110, No. 4, pp. 340-346.

12. ปราโมทย์ ธรรมรันต์, ชูศักดิ์ ภาสวันโน, สมคิด ธรรมรันต์, มิชิมาสม คิชิโมโต และจรูญ คำนวนตา, 2527, การนำน้ำส่าทิ้งกลับมาใช้ในขบวนการหมักแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาล, **รายงานวิจัยย่อ การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย**, หน้า 317.

13. Shojaosadati, S.A., Sanaei, H.R. and Fatemi, S.M., 1996, "The use of biomass and stillage recycle in conventional ethanol fermentation", **Journal of Chemical Technology & Biotechnology**, Vol. 67, pp. 362-366.

14. Navarro, A.R., Sepulveda, M. del C. and Rubio, M.C., 2000, "Bio-concentration of vinasse from the alcoholic fermentation of sugar cane molasses", **Waste Management**, Vol. 20, pp. 581-585.

15. Pejin, D., Mojovic, L., Grujic, O., Pejin, J. and Rakin, M., 2009, "The Bioethanol production with the thin stillage recirculation", **Chemical Industry & Engineering Quarterly**, Vol. 15, pp. 49-52.

16. เกษม สุขสถาน, 2523, **เอกสารวิชาการอ้อย**, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ, หน้า 100-116.

17. สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2553, **รายงานพื้นที่ปลูกอ้อยปีการผลิต 2552/53**, หน้า 10-13

18. สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์, 2552, **กากน้ำตาล**[Online], Available : http ://www.tistr.or.th [2008, October 12,]

19. Stowell, J.D., Beardsmore, A.J., Keevil, C.W., and Woodward, J.R. 1987, "Carbohydrate feedstocks : availability and utikization of molasses and whey", **Carbohydrate substrates in biotechnology**, Washington DC Academic press, pp.33-39.

20. ธันยาภรณ์ เวทย์ไทยสงค์, 2548, **การผลิตเอทานอลจากมันเส้นโดยกระบวนการย่อยเป็นน้ำตาลและหมักพร้อมกัน**, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 20-23.

21. นงลักษณ์ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ, 2541, **จุลชีววิทยาทั่วไป**, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 360 หน้า

22. Casida, Jr., L.E., 1968, "Industrial Alcohol", **Industrial Microbiology**, John Wiley and Sons, New York, pp. 299-301.

23. Rose, A.H., 1977, "Microbiology and Biochemistry of Alcoholic Beverage Production", **Alcoholic Beverages**, pp. 7-32.

24. Jones, R.D., Pamment, N. and Greenfield, P.F., 1981, "Alcohol fermentation by yeasts the effect of environmental and other variables", **Process Biochem**. pp. 42-49.

25. ธีภัทร ศรีนรคุตร, 2543, "เชื้อเพลิงเอธานอลจากวัสดุทางการเกษตร : แหล่งพลังงานทางเลือกใหม่ของคนไทย", **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** ปีที่ 15, ฉบับที่ 3, กันยายน-ธันวาคม, หน้า 12-19.

26. สาวิตรี ลิ่มทอง, 2536, **เทคนิคการหมักแบบ fed-batch และการประยุกต์ใช้สำหรับการผลิตแอลกอฮอล์ทางอุตสาหกรรม, ยีสต์และชีวเคมีของการหมักเอธิลแอลกอฮอล์**, ภาควิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 78-82.

27. Nagodawithana, T.W., Castellano, C. and Steinkraus, K.H., 1974, "Effect of dissolved oxygen, temperature initial cell count and sugar concentration on the viability of *Saccharomyces cerevisiae*", **Biotechnol. Bioeng**. Vol. 36, pp. 437-445.

28. Rose, A.H. and Harison, J.S., 1970, **Yeast Technology**, Vol. 3, Academic Press Inc., New York, pp. 264.

29. Saita, M. and Slanghter, J.C., 1984, "Acceleration of the rate of fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* in the presence of ammoniuminon", **Enzymol. Microbiol. Technol**, Vol. 6, pp. 395-378.

30. Rosen, K., 1968, "Manufacture of baker yeast", **Process Biochem**, Vol. 3, No. 2, pp. 45-47.

31. Hugles, D.B. , Tudroszen, N.G. and Moye, C.J., 1984, "The effect of temperature on the kinetics of ethanol production by a Thermotolerant strain of :*Kluveromyces maxxionus*", **Biotech. Lett**, Vol. 6, No. 1, pp. 1-6.

32. เทพอำนวย ชื่นมุนีวงศ์ และพุทธพล วสันตดิลก, 2533, **การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิตแอลกอฮอล์เชื้อเพลิง**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 56-60.

33. Saigal, D., 1994, "Isolation and selection of thermotolerant yeast for ethanol production", **Indian J. Microbiology**, Vol. 34, pp. 193-203.

34. สาวิตรี ลิ่มทอง, 2549, **ยีสต์: ความหลากหลายและเทคโนโลยีชีวภาพ**, ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, หน้า 45-53.

35. สาวิตรี ลิ่มทอง, 2540, **ยีสต์และยีสต์เทคโนโลยี**, ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, หน้า 91-96.

36. มัลลิกา บุญมี ปวีณา พักพิง และประภัสสร พลโยราช, 2549, "ผลของการเขย่าต่อการเจริญและผลิตเอทานอลของ *Saccharomyces cerevisiae* และ *Kluyveromyces marxianus*", **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**, ครั้งที่ 44, กรุงเทพ ฯ, หน้า 159-166.

37. จรูญ คำนวนตา ประดิษฐ์ ครุวัฒณา ปราโมทย์ ธรรมรัตน์ และวิชชุพร ว่องสุวรรณเลิศ, 2525, "รายงานการสำรวจการหมักแอลกอฮอล์ของโรงงานแห่งหนึ่งในช่วงวิกฤติการของการหมัก", **วารสารชมรมผู้หมักแอลกอฮอล์แห่งประเทศไทย**, ปีที่ 1,ฉบับที่ 1, หน้า 6-13.

38. Reed, G. and Nagodawithana, T.W., 1991, **Yeast Technology**, 2nd ed., Published by Van Nostrand Reinhold, New York.

39. Casida, L.E., 1964, **Industrial microbiology**, John Wiley and Sons. Inc., New York.

40. Kosaric, N. and Vardar-Sukan, F., 2001, "Potential source of energy and chemical product", **The biotechnology of ethanol**, In M. Roehr, WILEY-VCH Weinheim, New York, pp. 89-90.

41. สมใจ ศิริโภค, 2537, **เทคโนโลยีการหมัก**, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ศูนย์สื่อเสริม กรุงเทพฯ.]

42. รำไพ เกณฑ์สาคู, 2535, **การหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตยีสต์ขนมปังจากกากน้ำตาล**, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 42-48.

43. Takeshige, K., and Ouchi, K, 1995, "Effects of yeast invertase on ethanol production in molasses", **J. Ferment. Bioeng.**, Vol. 79, No. 5, pp. 513-515.

44. Golias, H., Dumsday, G.J., Stanley, G.A.. and Pamment, N.B., 2002, "Evaluation of a recombinant *Klebsiella oxytoca* strain for ethanol production from cellulose by simultaneous saccarification and fermentation: comparison with native cellobiose-utilising yeast strains and performance in co-culture with thermotolerant yeast and *Zymomonas mobilis*", **J. Biotechnol**, Vol. 96, pp. 155-168.

45. Speers, R.A., Rogers, P. and Smith, B., 2003, "Non-linear modeling of industrial brewing fermentation", **Journal of The Institute of Brewing**, Vol. 109, No. 3, pp. 229-235.

46. Maiorella B., Blanch, H.W. and Wilke, C.R., 1983, "By-product inhibition Effects on ethanolic fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*", **Biotechnology and Bioengineering**, Vol. XXV, pp. 103-121.

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์

ก.1 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด โดยวิธีฟีนอล-ซัลเฟต (Phenol-Sulfuric)

อุปกรณ์

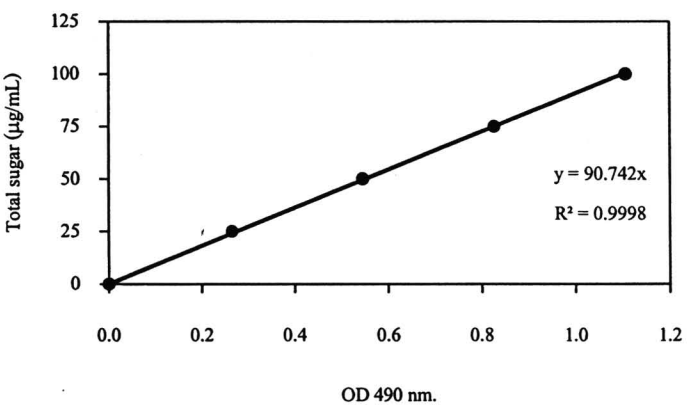
1. เครื่องสเปคโตโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer, Odyssey DR/2500, Hach Company, USA.)
2. หลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. ฟีนอล
2. กรดกำมะถัน 95%
3. สารละลายกลูโคสมาตรฐาน (100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)

วิธีการ

1. ใส่สารละลายตัวอย่าง Blank และสารละลายมาตรฐานกลูโคส ความเข้มข้น 25, 50, 70 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ลงไปในหลอดทดลอง 1 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายฟีนอล 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน
3. เติมกรดซัลฟูริคเข้มข้น 5 มิลลิลิตร ลงไปอย่างรวดเร็วพร้อมกัน เขย่าให้ผสมกัน
4. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องประมาณ 10 นาที และแช่ในอ่างน้ำเย็น 5 นาที
5. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 490 นาโนเมตร โดยวัดเทียบกับ Blank ซึ่งใช้น้ำกลั่นแทนสารละลายตัวอย่าง แล้วบันทึกค่า
6. คำนวณค่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมด จากกราฟมาตรฐาน



รูปที่ ก.1 ค่ามาตรฐานปริมาณน้ำตาลทั้งหมด กับค่าการดูดกลืนแสงที่ 490 nm.

ก.2 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดแอลกอฮอล์ (Ebulliometer, Salleron-Dujardin ebulliometer No. 10051, France)
2. แผ่นสเกลปริมาณแอลกอฮอล์ (Ebulliometer disc)

วิธีการ

การหาจุดเดือดของน้ำ

1. ใช้หลอดตวงน้ำ ตวงน้ำใส่ในช่องใส่น้ำหรือตัวอย่างที่ต้องการตรวจ
2. นำปรอทที่ใช้เฉพาะเครื่อง มีจุกปิดช่องใส่น้ำหรือตัวอย่าง ใส่ปิดช่องใส่น้ำหรือตัวอย่าง
3. จุดตะเกียงแอลกอฮอล์ต้มให้เดือดจนปรอทขึ้นมาที่มาตรวัด
4. รอจนมาตรวัดปรอทคงที่ ให้ดูว่าได้กี่องศาเซลเซียส คือจุดเดือดของน้ำ
5. นำแผ่นสเกลปรับเลขศูนย์ของแอลกอฮอล์ (Degree alcolique du vin) ไปที่จุดเดือดของน้ำที่ได้
6. ปล่อยน้ำออกตรงช่องปล่อยน้ำ

การวัดปริมาณแอลกอฮอล์

1. เมื่อทราบจุดเดือดของน้ำแล้ว ให้ใส่ตัวอย่างที่ต้องการวัดที่ช่องใส่
2. ต้มตัวอย่างให้เดือดจนมาตรวัดปรอทคงที่
3. เมื่อมาตรวัดปรอทคงที่แล้ว ให้ดูจุดเดือดของตัวอย่างและจดบันทึก
4. นำจุดเดือดที่ได้ เทียบที่ช่องจุดเดือดกับแอลกอฮอล์ บนแผ่นสเกลปริมาณแอลกอฮอล์

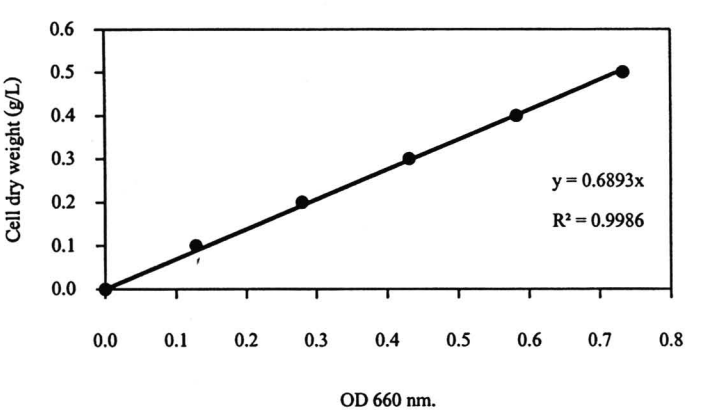
ก.3 การวิเคราะห์ความเข้มข้นยีสต์

อุปกรณ์

1. เครื่องสเปคโตโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer, Odyssey DR/2500, Hach Company, USA.)
2. หลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร

วิธีการ

1. นำเซลล์ยีสต์ที่ได้จากการหมักมาปั่นแยกส่วนใสออก เติมน้ำกลั่นเพื่อล้างเซลล์ยีสต์เขย่าให้เซลล์ยีสต์กระจายตัวในน้ำกลั่นแล้วนำไปแยกปั่นเอาส่วนใสทิ้งไป และล้างเซลล์ยีสต์ด้วยน้ำกลั่นอีกครั้ง
2. เติมน้ำกลั่นลงไปเล็กน้อยเพื่อให้เซลล์ยีสต์กระจายตัวแล้วเทรวมลงใน Volumetric Flask ขนาด 50 มิลลิลิตร ปรับให้มีปริมาตร 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ปิเปตสารละลายยีสต์ 5 ml 5 ตัวอย่าง ลงใน Moistrue Can ที่อบไล่ความชื้นที่ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที ชั่งน้ำหนักแห้งไว้ ต่อจากนั้นนำสารละลายยีสต์ไปอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักแห้งของเซลล์ยีสต์
3. นำสารละลายยีสต์ที่เหลือจากข้อ 2 มาเจือจางในอัตราส่วนต่างๆแล้ววัดค่าดูดกลืนแสงโดยใช้น้ำกลั่นเป็น Blank ที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร โดยให้มีค่าการดูดกลืนแสงระหว่าง 0.1-0.7 นำค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นยีสต์มาทำเป็น Standard Curve
4. การหาค่าความเข้มข้นเซลล์ยีสต์ในสารละลายตัวอย่าง ปิเปตสารละลายตัวอย่างจากถังหมัก และนำมาทำให้เจือจางจนมีความเข้มข้นใกล้เคียงกับ Standard Curve วัดค่าการดูดกลืนแสง และนำไปเปรียบเทียบค่าใน Standard Curve เพื่อหาความเข้มข้นเซลล์ยีสต์ ถ้าสารละลายมีความเข้มข้นมากเกินไปจะต้องทำการเจือจางก่อน



รูปที่ ก.2 ค่ามาตรฐานปริมาณเซลล์ยีสต์ กับค่าการดูดกลืนแสงที่ 660 nm.

ภาคผนวก ข

ข้อมูลการทดลอง

ตารางที่ ข.1 ปริมาณน้ำตาลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 120 กรัมต่อลิตร

	Sugar (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	131.03	126.89	135.07	131.04 ± 4.09
4	115.82	112.84	129.24	119.38 ± 8.74
8	86.40	82.85	92.95	87.40 ± 5.12
12	51.61	52.86	61.19	55.22 ± 5.21
18	34.46	33.40	42.75	36.87 ± 5.12
24	21.59	21.59	23.34	22.17 ± 1.01
30	19.56	19.56	22.21	20.44 ± 1.53
36	18.63	18.63	20.21	19.16 ± 0.91
42	17.54	17.56	20.19	18.43 ± 1.52
48	17.52	17.62	20.96	18.70 ± 1.96
54	17.22	17.28	19.76	18.09 ± 1.45
60	16.33	16.71	19.76	17.60 ± 1.88
72	16.69	16.76	19.32	17.59 ± 1.50

ตารางที่ ข.2 ปริมาณเซลล์ยีสต์ในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 120 กรัมต่อลิตร

Cell (g/L)				
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.81	0.81	0.81	0.81 ± 0.00
4	2.15	2.47	2.85	2.49 ± 0.35
8	3.92	4.68	5.08	4.56 ± 0.59
12	6.54	6.53	7.28	6.78 ± 0.43
18	6.52	6.52	7.54	6.86 ± 0.59
24	6.59	6.58	7.59	6.92 ± 0.58
30	6.84	6.78	7.45	7.02 ± 0.37
36	7.22	7.20	7.54	7.32 ± 0.19
42	6.76	6.75	7.36	6.96 ± 0.35
48	6.72	6.72	7.59	7.01 ± 0.50
54	6.90	6.90	8.01	7.27 ± 0.64
60	7.18	7.17	8.06	7.47 ± 0.51
72	6.79	6.86	7.38	7.01 ± 0.32

ตารางที่ ข.3 ปริมาณเอทานอลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 120 กรัมต่อลิตร

	Ethanol (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
8	11.55	14.14	14.18	13.29 ± 1.51
12	21.30	24.39	24.44	23.38 ± 1.80
18	26.85	28.71	28.83	28.13 ± 1.11
24	28.13	32.63	34.77	31.84 ± 3.39
30	31.33	34.75	36.43	34.17 ± 2.60
36	32.63	34.53	35.98	34.38 ± 1.68
42	32.11	34.13	35.79	34.01 ± 1.84
48	32.20	34.71	36.98	34.63 ± 2.39
54	31.97	34.74	35.74	34.15 ± 1.95
60	32.13	35.05	35.78	34.32 ± 1.93
72	32.69	35.45	35.93	34.69 ± 1.75

ตารางที่ ข.4 ปริมาณน้ำตาลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 170 กรัมต่อลิตร

	Sugar (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	176.80	165.12	188.18	176.74 ± 11.53
4	170.85	149.62	166.73	162.40 ± 11.26
8	142.88	117.62	137.00	132.57 ± 13.22
12	96.93	96.94	101.75	98.54 ± 2.78
18	75.52	72.25	79.93	75.90 ± 3.85
24	64.48	61.91	67.05	64.48 ± 2.57
30	50.39	45.69	50.92	49.00 ± 2.88
36	39.43	41.49	37.76	39.56 ± 1.87
42	36.07	36.30	37.89	36.75 ± 0.99
48	34.38	34.01	38.68	35.69 ± 2.60
54	37.49	35.59	32.84	35.31 ± 2.34
60	34.32	36.26	33.24	34.61 ± 1.53
72	34.07	34.22	36.08	34.79 ± 1.12

ตารางที่ ข.5 ปริมาณเซลล์ในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 170 กรัมต่อลิตร

	Cell (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.86	0.86	0.86	0.856 ± 0.00
4	2.28	2.28	2.28	2.28 ± 0.00
8	4.16	5.31	4.11	4.53 ± 0.68
12	5.55	5.85	5.33	5.58 ± 0.26
18	6.13	6.63	5.78	6.18 ± 0.43
24	6.53	7.19	6.35	6.69 ± 0.44
30	6.58	7.35	5.89	6.61 ± 0.73
36	6.88	7.37	6.29	6.85 ± 0.54
42	7.01	6.79	7.56	7.12 ± 0.40
48	6.98	6.97	6.66	6.87 ± 0.18
54	7.43	6.04	7.32	6.93 ± 0.77
60	7.02	5.85	7.73	6.87 ± 0.95
72	6.57	7.53	6.89	7.00 ± 0.49

ตารางที่ ข.6 ปริมาณเอทานอลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 170 กรัมต่อลิตร

	Ethanol (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
8	8.13	9.16	7.63	8.31 ± 0.78
12	23.26	22.75	23.92	23.31 ± 0.59
18	29.78	32.41	27.15	29.78 ± 2.63
24	34.75	40.72	33.20	36.22 ± 3.97
30	38.56	43.49	37.57	39.87 ± 3.17
36	45.41	45.68	43.85	44.98 ± 0.99
42	45.45	45.60	46.75	45.93 ± 0.71
48	46.34	46.93	44.69	45.99 ± 1.16
54	46.27	44.55	48.03	46.28 ± 1.74
60	48.01	48.09	44.09	46.73 ± 2.29
72	46.21	48.07	44.39	46.22 ± 1.84

ตารางที่ ข.7 ปริมาณน้ำตาลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 200 กรัมต่อลิตร

	Sugar (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	209.10	192.12	226.08	209.11 ± 16.98
4	204.73	215.13	193.34	204.42 ± 10.90
8	161.63	184.65	164.31	170.24 ± 12.59
12	152.23	128.18	162.68	147.76 ± 17.69
18	106.11	123.42	101.67	110.48 ± 11.49
24	93.06	102.49	83.63	93.06 ± 9.43
30	72.43	80.59	68.33	73.78 ± 6.24
36	52.80	53.59	50.60	52.33 ± 1.55
42	45.64	42.12	44.97	44.24 ± 1.87
48	42.16	45.03	41.18	42.79 ± 2.00
54	41.50	37.38	41.36	40.08 ± 2.34
60	40.69	43.95	38.12	40.92 ± 2.92
72	41.40	41.60	39.03	40.68 ± 1.43

ตารางที่ ข.8 ปริมาณเซลล์ยีสต์ในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 200 กรัมต่อลิตร

	Cell (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.94	0.94	0.94	0.94 ± 0.00
4	2.08	2.08	2.08	2.08 ± 0.00
8	4.08	3.47	4.33	3.96 ± 0.44
12	5.38	5.91	4.89	5.39 ± 0.51
18	5.77	5.66	6.00	5.81 ± 0.17
24	6.23	5.67	6.79	6.23 ± 0.56
30	6.37	6.11	7.20	6.56 ± 0.57
36	6.73	7.23	5.99	6.65 ± 0.62
42	6.80	7.09	6.17	6.69 ± 0.47
48	6.44	6.09	6.75	6.43 ± 0.33
54	5.96	6.85	5.70	6.17 ± 0.60
60	6.22	6.98	6.00	6.40 ± 0.51
72	5.91	6.89	6.05	6.28 ± 0.53

ตารางที่ ข.9 ปริมาณเอทานอลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 200 กรัมต่อลิตร

	Ethanol (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
8	4.34	4.34	4.34	4.34 ± 0.00
12	23.52	24.81	21.27	23.2 ± 1.79
18	30.19	28.73	31.67	30.2 ± 1.47
24	39.06	36.33	41.51	38.97 ± 2.59
30	42.43	40.88	43.98	42.43 ± 1.55
36	49.85	50.69	48.05	49.53 ± 1.35
42	52.29	56.09	49.51	52.63 ± 3.30
48	56.67	55.93	57.95	56.85 ± 1.02
54	58.38	60.87	58.15	59.13 ± 1.51
60	60.55	62.07	57.89	60.17 ± 2.12
72	60.30	59.15	60.73	60.06 ± 0.82

ตารางที่ ข.10 ปริมาณน้ำตาลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 230 กรัมต่อลิตร

Sugar (g/L)				
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	238.15	257.01	220.94	238.77 ± 18.04
4	235.05	241.54	208.91	228.57 ± 17.27
8	194.27	211.73	189.80	198.64 ± 11.59
12	192.32	200.18	156.80	183.14 ± 23.11
18	150.80	167.41	140.49	152.93 ± 13.58
24	133.89	139.46	128.06	133.8 ± 5.70
30	91.64	96.74	86.54	91.64 ± 5.10
36	81.89	87.40	76.38	81.89 ± 5.51
42	71.77	77.87	65.31	71.65 ± 6.28
48	64.68	63.99	66.03	64.90 ± 1.04
54	60.14	55.80	48.82	54.92 ± 5.71
60	53.94	59.81	47.99	53.91 ± 5.91
72	52.57	51.16	57.19	53.64 ± 3.15

ตารางที่ ข.11 ปริมาณเซลล์ยีสต์ในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 230 กรัมต่อลิตร

	Cell (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.93	0.93	0.93	0.93 ± 0.00
4	1.44	1.44	1.44	1.44 ± 0.00
8	2.97	2.97	2.97	2.97 ± 0.00
12	5.10	4.05	5.55	4.90 ± 0.77
18	5.11	4.70	5.52	5.11 ± 0.41
24	5.34	4.73	6.01	5.36 ± 0.64
30	6.62	4.99	6.43	6.01 ± 0.89
36	5.84	5.39	6.47	5.90 ± 0.54
42	6.07	6.18	6.47	6.24 ± 0.21
48	6.83	6.62	5.42	6.29 ± 0.76
54	6.09	5.19	6.87	6.05 ± 0.84
60	5.74	5.80	6.49	6.01 ± 0.42
72	5.92	5.67	6.38	5.99 ± 0.36

ตารางที่ ข.12 ปริมาณเอทานอลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 230 กรัมต่อลิตร

	Ethanol (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
8	1.97	1.97	1.97	1.97 ± 0.00
12	12.70	12.23	11.49	12.14 ± 0.61
18	30.95	29.31	32.61	30.96 ± 1.65
24	38.21	37.40	39.02	38.21 ± 0.81
30	47.01	42.10	49.58	46.23 ± 3.80
36	53.39	48.27	57.49	53.05 ± 4.62
42	58.19	55.63	61.84	58.55 ± 3.12
48	61.18	68.23	65.08	64.83 ± 3.53
54	66.42	67.71	69.21	67.78 ± 1.40
60	69.44	67.42	72.63	69.83 ± 2.63
72	71.48	65.27	72.41	69.72 ± 3.88

ตารางที่ ข.13 ปริมาณน้ำตาลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 260 กรัมต่อลิตร

	Sugar (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	255.00	241.81	280.79	259.22 ± 19.83
4	250.04	231.13	263.73	248.37 ± 16.37
8	246.32	227.25	245.54	239.75 ± 10.79
12	221.80	211.69	236.71	223.40 ± 12.59
18	192.41	177.87	210.22	193.58 ± 16.20
24	182.79	172.23	195.48	183.51 ± 11.64
30	177.87	161.90	189.43	176.41 ± 13.82
36	173.56	161.68	184.06	173.11 ± 11.20
42	148.41	123.60	143.49	138.50 ± 13.14
48	122.99	126.35	106.77	118.73 ± 10.47
54	100.00	111.29	136.71	116.03 ± 18.80
60	112.20	102.32	122.08	112.22 ± 9.88
72	82.18	76.82	89.16	82.72 ± 6.19

ตารางที่ ข.14 ปริมาณเซลล์ยีสต์ในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 260 กรัมต่อลิตร

	Cell (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.82	0.82	0.82	0.82 ± 0.00
4	0.74	0.74	0.74	0.74 ± 0.00
8	1.88	1.88	1.88	1.88 ± 0.00
12	4.33	4.95	3.71	4.33 ± 0.62
18	5.52	5.71	4.76	5.33 ± 0.50
24	5.17	4.41	5.93	5.17 ± 0.76
30	4.99	5.67	4.60	5.09 ± 0.54
36	4.83	5.82	4.50	5.05 ± 0.69
42	5.55	5.23	5.78	5.52 ± 0.28
48	5.88	4.50	6.21	5.53 ± 0.91
54	5.34	4.87	5.87	5.36 ± 0.50
60	5.47	6.06	5.27	5.60 ± 0.41
72	5.57	6.26	5.54	5.79 ± 0.41

ตารางที่ ข.15 ปริมาณเอทานอลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 260 กรัมต่อลิตร

	Ethanol (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
12	11.02	12.99	10.85	11.62 ± 1.19
18	26.45	26.43	21.88	24.92 ± 2.63
24	28.24	31.34	33.58	31.05 ± 2.68
30	38.88	44.54	34.28	39.23 ± 5.14
36	43.96	45.45	42.26	43.89 ± 1.60
42	45.22	43.62	47.09	45.31 ± 1.74
48	48.57	47.75	51.32	49.21 ± 1.87
54	51.45	50.46	58.14	53.35 ± 4.18
60	56.34	58.52	54.94	56.60 ± 1.80
72	61.59	65.89	53.87	60.45 ± 6.09

ตารางที่ ข.16 ปริมาณน้ำตาลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 120 กรัมต่อลิตร

Sugar (g/L)				
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	129.20	140.85	117.55	129.25 ± 11.65
4	126.22	129.11	120.56	125.38 ± 4.35
8	119.60	127.53	111.67	119.64 ± 7.93
12	92.95	102.29	90.33	95.19 ± 6.29
18	53.37	58.26	46.95	52.86 ± 5.67
24	14.22	16.35	12.21	14.26 ± 2.07
30	6.55	7.06	5.50	6.37 ± 0.80
36	2.08	2.64	1.34	2.02 ± 0.65
42	1.53	1.38	3.24	2.05 ± 1.03
48	2.05	1.28	2.84	2.06 ± 0.78
54	1.99	1.64	2.52	2.05 ± 0.44
60	1.96	1.60	2.50	2.02 ± 0.45
72	2.08	1.86	2.32	2.09 ± 0.23

ตารางที่ ข.17 ปริมาณเซลล์ยีสต์ในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 120 กรัมต่อลิตร

Cell (g/L)				
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.66	0.66	0.66	0.66 ± 0.00
4	1.18	1.18	1.18	1.18 ± 0.00
8	2.51	2.30	2.57	2.46 ± 0.14
12	3.96	3.65	4.10	3.90 ± 0.23
18	5.09	5.62	6.57	5.76 ± 0.75
24	5.93	6.48	5.56	5.99 ± 0.46
30	6.22	7.51	6.28	6.67 ± 0.73
36	7.62	7.58	6.75	7.32 ± 0.49
42	7.26	7.23	7.99	7.49 ± 0.43
48	7.51	6.80	8.16	7.49 ± 0.68
54	7.29	6.34	7.85	7.16 ± 0.76
60	7.26	8.13	7.11	7.50 ± 0.55
72	7.81	7.35	8.23	7.80 ± 0.44

ตารางที่ ข.18 ปริมาณเอทานอลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 120 กรัมต่อลิตร

	Ethanol (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
8	4.89	4.74	5.16	4.93 ± 0.21
12	8.92	8.59	10.51	9.34 ± 1.03
18	24.56	21.76	27.99	24.77 ± 3.12
24	39.57	42.72	34.80	39.03 ± 3.99
30	39.59	48.66	39.67	42.64 ± 5.21
36	42.50	45.96	38.78	42.41 ± 3.59
42	42.80	38.16	45.22	42.06 ± 3.59
48	42.53	38.12	45.47	42.04 ± 3.70
54	42.70	40.22	44.25	42.39 ± 2.03
60	41.49	44.97	40.07	42.18 ± 2.52
72	41.19	40.85	46.36	42.80 ± 3.09

ตารางที่ ข.19 ปริมาณน้ำตาลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 170 กรัมต่อลิตร

	Sugar (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	173.77	164.68	187.75	175.42 ± 11.62
4	169.62	156.79	181.18	169.28 ± 12.20
8	155.70	143.30	168.10	155.79 ± 12.40
12	122.18	121.41	139.81	127.87 ± 10.41
18	75.72	65.72	78.93	73.46 ± 6.89
24	32.81	35.86	30.39	33.02 ± 2.74
30	20.77	24.29	17.61	20.89 ± 3.34
36	7.31	6.91	7.86	7.36 ± 0.48
42	4.26	3.39	4.44	4.03 ± 0.56
48	3.13	2.12	4.14	3.13 ± 1.01
54	2.79	2.63	4.00	3.14 ± 0.75
60	3.27	2.24	4.08	3.20 ± 0.92
72	3.18	2.93	3.43	3.18 ± 0.25

ตารางที่ ข.20 ปริมาณเซลล์ยีสต์ในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 170 กรัมต่อลิตร

Cell (g/L)				
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.65	0.65	0.65	0.65 ± 0.00
4	1.17	1.17	1.17	1.17 ± 0.00
8	2.56	2.71	2.39	2.55 ± 0.16
12	4.29	4.71	3.87	4.29 ± 0.42
18	5.13	4.91	5.61	5.22 ± 0.36
24	6.18	5.93	6.43	6.18 ± 0.25
30	6.79	6.50	8.04	7.11 ± 0.82
36	6.98	6.46	7.71	7.05 ± 0.63
42	7.37	6.53	8.15	7.35 ± 0.81
48	7.21	6.85	8.24	7.43 ± 0.72
54	7.25	6.99	8.47	7.57 ± 0.79
60	7.74	8.36	6.94	7.68 ± 0.71
72	7.40	7.13	8.54	7.69 ± 0.75

ตารางที่ ข.21 ปริมาณเอทานอลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 170 กรัมต่อลิตร

	Ethanol (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
8	3.17	3.83	3.36	3.45 ± 0.34
12	11.79	12.48	11.10	11.79 ± 0.69
18	27.29	22.76	30.41	26.82 ± 3.85
24	49.92	42.44	51.31	47.89 ± 4.77
30	58.89	55.83	60.93	58.55 ± 2.57
36	58.92	60.16	70.07	63.05 ± 6.11
42	60.27	55.48	65.06	60.27 ± 4.79
48	62.86	60.05	66.75	63.22 ± 3.36
54	61.82	59.11	63.18	61.37 ± 2.07
60	62.47	65.80	58.18	62.15 ± 3.82
72	65.14	57.18	63.50	61.94 ± 4.20

ตารางที่ ข.22 ปริมาณน้ำตาลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 200 กรัมต่อลิตร

	Sugar (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	195.20	210.10	180.30	195.28 ± 14.90
4	195.83	203.21	174.57	191.28 ± 14.87
8	190.18	177.91	165.60	177.96 ± 12.29
12	150.02	167.61	141.37	153.01 ± 13.37
18	98.94	92.70	111.36	101.05 ± 9.50
24	46.15	45.20	53.76	48.37 ± 4.69
30	28.45	31.46	25.42	28.44 ± 3.02
36	13.50	12.07	14.56	13.38 ± 1.25
42	4.97	4.01	6.07	5.02 ± 1.03
48	4.78	4.63	5.83	5.08 ± 0.65
54	5.38	4.71	5.33	5.14 ± 0.37
60	5.23	4.39	6.07	5.23 ± 0.84
72	5.04	4.73	5.45	5.07 ± 0.36

ตารางที่ ข.23 ปริมาณเซลล์ยีสต์ในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 200 กรัมต่อลิตร

Cell (g/L)				
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.61	0.61	0.61	0.61 ± 0.00
4	1.10	0.95	1.19	1.08 ± 0.12
8	2.75	3.10	2.38	2.74 ± 0.36
12	4.82	4.26	5.69	4.92 ± 0.72
18	6.11	7.46	5.86	6.48 ± 0.86
24	6.06	6.93	6.10	6.36 ± 0.49
30	7.26	6.96	7.41	7.21 ± 0.23
36	7.36	6.48	7.95	7.26 ± 0.74
42	7.92	7.70	8.47	8.03 ± 0.40
48	7.65	7.81	8.48	7.98 ± 0.44
54	8.40	7.06	8.63	8.03 ± 0.85
60	8.22	7.72	6.77	7.57 ± 0.74
72	7.43	7.09	8.02	7.51 ± 0.47

ตารางที่ ข.24 ปริมาณเอทานอลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 200 กรัมต่อลิตร

	Ethanol (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
8	1.97	2.24	1.70	1.97 ± 0.27
12	13.06	13.54	12.33	12.98 ± 0.61
18	31.77	28.38	32.74	30.96 ± 2.29
24	51.88	51.71	48.66	50.75 ± 1.81
30	66.79	58.39	69.49	64.89 ± 5.79
36	71.28	65.26	73.55	70.03 ± 4.28
42	71.63	65.62	72.72	69.99 ± 3.82
48	71.44	67.20	77.09	71.91 ± 4.96
54	72.84	67.13	78.31	72.76 ± 5.59
60	71.12	74.61	67.63	71.12 ± 3.49
72	72.12	66.52	77.72	72.12 ± 5.60

ตารางที่ ข.25 ปริมาณน้ำตาลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 230 กรัมต่อลิตร

	Sugar (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	238.80	220.17	251.13	236.72 ± 15.59
4	230.94	222.26	244.60	232.68 ± 11.26
8	222.00	212.58	242.21	225.65 ± 15.14
12	198.64	192.41	232.95	208.04 ± 21.83
18	161.81	151.24	183.45	165.51 ± 16.42
24	90.95	92.00	89.15	90.70 ± 1.44
30	69.33	56.38	61.07	62.26 ± 6.56
36	42.40	38.95	46.01	42.45 ± 3.53
42	27.16	23.73	30.59	27.16 ± 3.43
48	16.87	17.27	15.89	16.68 ± 0.71
54	11.52	10.86	12.18	11.52 ± 0.66
60	10.69	10.30	11.08	10.69 ± 0.39
72	10.29	9.99	10.57	10.28 ± 0.29

ตารางที่ ข.26 ปริมาณเซลล์ยีสต์ในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 230 กรัมต่อลิตร

	Cell (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.62	0.62	0.62	0.62 ± 0.00
4	1.15	1.29	1.01	1.15 ± 0.14
8	2.94	2.67	3.23	2.95 ± 0.28
12	4.63	5.17	4.09	4.63 ± 0.54
18	5.66	6.98	6.23	6.29 ± 0.66
24	6.77	6.06	7.50	6.78 ± 0.72
30	8.33	7.84	7.14	7.77 ± 0.60
36	7.70	8.23	7.03	7.65 ± 0.60
42	8.26	8.88	7.25	8.13 ± 0.82
48	7.85	8.62	7.77	8.08 ± 0.47
54	7.62	7.06	8.18	7.62 ± 0.56
60	8.20	7.57	8.29	8.02 ± 0.39
72	8.02	6.94	8.50	7.82 ± 0.80

ตารางที่ ข.27 ปริมาณเอทานอลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 230 กรัมต่อลิตร

	Ethanol (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
8	0.98	0.60	1.36	0.98 ± 0.38
12	11.30	11.85	10.75	11.30 ± 0.55
18	25.86	27.12	24.70	25.89 ± 1.21
24	43.83	43.86	51.24	46.31 ± 4.27
30	60.24	69.14	59.38	62.92 ± 5.40
36	75.87	73.28	63.43	70.86 ± 6.56
42	72.74	80.79	66.76	73.43 ± 7.04
48	84.44	86.31	77.22	82.66 ± 4.80
54	83.87	84.16	91.77	86.60 ± 4.48
60	89.79	79.09	91.49	86.79 ± 6.72
72	85.61	82.18	91.14	86.31 ± 4.52

ตารางที่ ข.28 ปริมาณน้ำตาลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 260 กรัมต่อลิตร

Sugar (g/L)				
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	271.43	282.15	258.52	270.79 ± 11.83
4	268.12	284.11	258.96	270.41 ± 12.73
8	258.24	285.49	230.57	258.1 ± 27.46
12	234.00	257.91	214.29	235.41 ± 21.84
18	187.41	191.60	167.29	182.12 ± 13.00
24	116.74	108.09	127.07	117.39 ± 9.50
30	87.52	97.02	83.74	89.43 ± 6.84
36	73.04	69.88	62.86	68.59 ± 5.21
42	53.62	69.01	51.16	57.93 ± 9.67
48	56.73	57.38	47.68	53.93 ± 5.42
54	47.71	44.29	57.33	49.78 ± 6.76
60	41.58	38.95	54.74	45.09 ± 8.46
72	44.24	32.72	43.70	40.22 ± 6.50

ตารางที่ ข.29 ปริมาณเซลล์ยีสต์ในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 260 กรัมต่อลิตร

	Cell (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.67	0.67	0.67	0.67 ± 0.00
4	1.22	1.11	1.33	1.22 ± 0.11
8	2.66	2.34	3.25	2.75 ± 0.46
12	4.49	3.73	4.72	4.31 ± 0.52
18	7.33	6.32	7.38	7.01 ± 0.60
24	7.72	7.83	7.07	7.54 ± 0.41
30	8.01	7.57	8.49	8.02 ± 0.46
36	8.06	7.70	8.03	7.93 ± 0.20
42	6.93	7.93	6.20	7.02 ± 0.87
48	7.17	7.01	7.54	7.24 ± 0.27
54	7.61	8.07	7.17	7.62 ± 0.45
60	8.84	8.08	7.98	8.30 ± 0.47
72	7.66	7.36	8.08	7.70 ± 0.36

ตารางที่ ข.30 ปริมาณเอทานอลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยที่ปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 260 กรัมต่อลิตร

	Ethanol (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
12	1.78	1.01	2.73	1.84 ± 0.86
18	3.28	4.03	6.91	4.74 ± 1.92
24	20.13	24.05	18.00	20.73 ± 3.07
30	36.85	35.04	44.62	38.84 ± 5.09
36	49.29	44.24	54.34	49.29 ± 5.05
42	53.38	47.76	58.88	53.34 ± 5.56
48	69.31	58.05	69.83	65.73 ± 6.66
54	78.75	65.98	84.29	76.34 ± 9.39
60	78.70	72.10	83.66	78.15 ± 5.80
72	76.91	76.02	82.55	78.49 ± 3.54

ตารางที่ ข.31 ปริมาณน้ำตาลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลที่ปริมาตรกากส่า 0 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

	Sugar (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	209.10	192.12	226.08	209.11 ± 16.98
4	204.73	215.13	193.34	204.42 ± 10.90
8	161.63	184.65	164.31	170.24 ± 12.59
12	152.23	128.18	162.68	147.76 ± 17.69
18	106.11	123.42	101.67	110.48 ± 11.49
24	93.06	102.49	83.63	93.06 ± 9.43
30	72.43	80.59	68.33	73.78 ± 6.24
36	52.80	53.59	50.60	52.33 ± 1.55
42	45.64	42.12	44.97	44.24 ± 1.87
48	42.16	45.03	41.18	42.79 ± 2.00
54	41.50	37.38	41.36	40.08 ± 2.34
60	40.69	43.95	38.12	40.92 ± 2.92
72	41.40	41.60	39.03	40.68 ± 1.43

ตารางที่ ข.32 ปริมาณเซลล์ยีสต์ในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลที่ปริมาตรกากส่า 0 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

Cell (g/L)				
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.94	0.94	0.94	0.94 ± 0.00
4	2.08	2.08	2.08	2.08 ± 0.00
8	4.08	3.47	4.33	3.96 ± 0.44
12	5.38	5.91	4.89	5.39 ± 0.51
18	5.77	5.66	6.00	5.81 ± 0.17
24	6.23	5.67	6.79	6.23 ± 0.56
30	6.37	6.11	7.20	6.56 ± 0.57
36	6.73	7.23	5.99	6.65 ± 0.62
42	6.80	7.09	6.17	6.69 ± 0.47
48	6.44	6.09	6.75	6.43 ± 0.33
54	5.96	6.85	5.70	6.17 ± 0.60
60	6.22	6.98	6.00	6.40 ± 0.51
72	5.91	6.89	6.05	6.28 ± 0.53

ตารางที่ ข.33 ปริมาณเอทานอลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลที่ปริมาตรกากส่า 0 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

Ethanol (g/L)				
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
8	4.34	4.34	4.34	4.34 ± 0.00
12	23.52	24.81	21.27	23.2 ± 1.79
18	30.19	28.73	31.67	30.2 ± 1.47
24	39.06	36.33	41.51	38.97 ± 2.59
30	42.43	40.88	43.98	42.43 ± 1.55
36	49.85	50.69	48.05	49.53 ± 1.35
42	52.29	56.09	49.51	52.63 ± 3.30
48	56.67	55.93	57.95	56.85 ± 1.02
54	58.38	60.87	58.15	59.13 ± 1.51
60	60.55	62.07	57.89	60.17 ± 2.12
72	60.30	59.15	60.73	60.06 ± 0.82

ตารางที่ ข.34 ปริมาณน้ำตาลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลที่ปริมาตรกากส่า 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

Sugar (g/L)				
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	206.59	195.23	219.78	207.21 ± 12.29
6	191.67	173.97	201.66	189.14 ± 14.02
12	165.61	160.37	168.11	164.72 ± 3.95
24	110.16	112.15	105.89	109.4 ± 3.20
36	81.05	69.68	82.10	77.61 ± 6.89
48	70.11	72.38	66.93	69.81 ± 2.74
60	53.76	49.29	57.99	53.68 ± 4.35
72	54.45	52.76	59.47	55.56 ± 3.49
96	44.21	42.09	46.33	44.21 ± 2.12
120	41.95	37.37	46.98	42.10 ± 4.81
168	41.16	37.97	45.19	41.44 ± 3.62

ตารางที่ ข.35 ปริมาณเซลล์ยีสต์ในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลที่ปริมาตรกากส่า 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

	Cell (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.89	0.89	0.89	0.89 ± 0.00
6	1.07	1.07	1.07	1.07 ± 0.00
12	3.61	3.61	3.61	3.61 ± 0.00
24	5.29	5.36	6.00	5.55 ± 0.39
36	6.00	5.47	6.65	6.04 ± 0.59
48	6.83	5.86	6.93	6.54 ± 0.59
60	6.97	5.81	7.53	6.77 ± 0.88
72	6.77	7.26	6.79	6.94 ± 0.28
96	6.75	7.00	6.02	6.59 ± 0.51
120	7.21	7.28	5.49	6.66 ± 1.01
168	6.80	6.64	6.03	6.49 ± 0.41

ตารางที่ ข.36 ปริมาณเอทานอลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลที่ปริมาตรกากส่า 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

Ethanol (g/L)				
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
12	4.93	4.93	4.93	4.93 ± 0.00
24	23.00	23.72	20.75	22.49 ± 1.55
36	33.99	33.40	37.25	34.88 ± 2.07
48	47.02	42.96	47.91	45.96 ± 2.64
60	52.27	48.77	54.91	51.98 ± 3.08
72	53.14	59.50	54.37	55.67 ± 3.37
96	59.29	60.73	57.40	59.14 ± 1.67
120	61.38	60.52	57.50	59.80 ± 2.04
168	58.85	61.21	58.26	59.44 ± 1.56

ตารางที่ ข.37 ปริมาณน้ำตาลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลที่ปริมาตรกากส่า 30 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

	Sugar (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	204.42	196.44	220.73	207.29 ± 12.38
6	176.31	172.42	187.68	178.83 ± 7.93
12	157.60	149.22	165.98	157.65 ± 8.38
24	98.11	107.86	93.32	99.76 ± 7.41
36	94.19	91.61	101.09	95.63 ± 4.90
48	81.14	77.81	82.10	80.35 ± 2.25
60	74.93	72.41	82.55	76.63 ± 5.28
72	70.58	81.99	65.86	72.81 ± 8.29
96	70.04	73.51	63.89	69.15 ± 4.87
120	55.15	60.35	49.95	55.15 ± 5.20
144	54.05	57.58	50.04	53.89 ± 3.77
168	57.07	61.37	52.75	57.06 ± 4.31
192	51.43	56.80	50.68	52.97 ± 3.34
216	56.10	56.80	50.68	56.19 ± 5.61

ตารางที่ ข.38 ปริมาณเซลล์ยีสต์ในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลที่ปริมาตรกากส่า 30 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

Cell (g/L)				
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.90	0.90	0.90	0.90 ± 0.00
6	1.40	1.40	1.40	1.40 ± 0.00
12	2.40	2.40	2.40	2.40 ± 0.00
24	3.97	3.81	4.46	4.08 ± 0.34
36	4.64	4.96	4.17	4.59 ± 0.40
48	5.28	5.59	4.95	5.27 ± 0.32
60	5.67	4.78	6.31	5.59 ± 0.77
72	4.71	4.65	5.82	5.06 ± 0.66
96	5.89	6.14	5.46	5.83 ± 0.34
120	5.47	5.68	4.84	5.33 ± 0.44
144	4.95	5.88	4.73	5.19 ± 0.61
168	4.96	5.81	5.25	5.34 ± 0.43
192	6.04	6.36	5.06	5.82 ± 0.68
216	5.62	6.24	5.00	5.62 ± 0.62

ตารางที่ ข.39 ปริมาณเอทานอลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลที่ปริมาตรกากส่า 30 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

	Ethanol (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
12	10.13	9.18	10.69	10.00 ± 0.76
24	25.18	28.18	23.37	25.58 ± 2.43
36	26.85	35.04	25.76	29.22 ± 5.072
48	35.83	37.92	33.74	35.83 ± 2.09
60	39.77	40.52	43.13	41.14 ± 1.76
72	45.44	45.16	49.35	46.65 ± 2.34
96	51.04	58.58	43.50	51.04 ± 7.54
120	51.65	56.93	46.37	51.65 ± 5.28
144	58.63	63.02	54.06	58.57 ± 4.48
168	59.84	64.78	52.20	58.94 ± 6.34
192	59.00	63.25	59.89	60.71 ± 2.24
216	59.21	63.02	54.92	59.05 ± 4.05

ตารางที่ ข.40 ปริมาณน้ำตาลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลที่ปริมาตรกากส่า 50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

Sugar (g/L)				
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	207.94	218.68	195.27	207.30 ± 11.72
6	208.08	208.14	196.07	204.11 ± 6.95
12	192.22	209.97	194.81	199.09 ± 9.59
24	153.70	168.05	139.35	153.75 ± 14.35
36	130.10	138.95	117.05	128.75 ± 11.02
48	121.49	127.76	117.05	122.11 ± 5.38
60	111.12	108.70	114.09	111.31 ± 2.70
72	109.26	102.87	118.47	110.27 ± 7.84
96	114.64	125.95	103.51	114.70 ± 11.22
120	102.72	128.05	103.13	111.37 ± 14.51
168	84.97	94.15	75.79	84.97 ± 9.18
192	85.48	83.56	75.49	81.51 ± 5.30
216	74.93	80.55	71.41	75.63 ± 4.61
240	76.95	78.97	66.82	74.25 ± 6.51
312	67.63	70.93	64.33	67.63 ± 3.30
360	64.58	67.79	59.72	64.03 ± 4.06

ตารางที่ ข.41 ปริมาณเซลล์ยีสต์ในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลที่ปริมาตรกากส่า 50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

Cell (g/L)				
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.88	0.88	0.88	0.88 ± 0.00
6	0.89	0.89	0.89	0.89 ± 0.00
12	1.24	1.24	1.24	1.24 ± 0.00
24	2.04	1.74	2.49	2.09 ± 0.38
36	2.01	2.61	1.64	2.09 ± 0.49
48	2.38	2.12	2.64	2.38 ± 0.26
60	3.13	2.73	3.41	3.09 ± 0.34
72	3.47	2.79	4.01	3.42 ± 0.61
96	3.96	3.88	2.99	3.61 ± 0.54
120	3.49	3.39	4.18	3.69 ± 0.43
168	3.46	3.80	3.33	3.53 ± 0.24
192	3.67	3.31	4.03	3.67 ± 0.36
216	3.65	3.40	4.20	3.75 ± 0.41
240	3.75	2.54	4.82	3.70 ± 1.14
312	3.62	3.98	3.26	3.62 ± 0.36
360	3.83	2.77	4.41	3.67 ± 0.83

ตารางที่ ข.42 ปริมาณเอทานอลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลที่ปริมาตรกากส่า 50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

	Ethanol (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
24	19.91	21.65	17.64	19.73 ± 2.01
36	31.45	31.47	28.55	30.49 ± 1.68
48	33.86	28.10	37.79	33.25 ± 4.87
60	34.79	34.03	39.42	36.08 ± 2.92
72	38.52	34.44	42.60	38.52 ± 4.08
96	42.94	46.80	38.31	42.68 ± 4.25
120	46.22	43.41	50.59	46.74 ± 3.62
168	53.20	55.92	48.98	52.70 ± 3.50
192	54.83	49.86	58.63	54.44 ± 4.40
216	60.87	48.66	59.16	56.23 ± 6.61
240	64.27	55.49	69.28	63.01 ± 6.98
312	62.83	62.98	58.90	61.57 ± 2.31
360	61.58	58.01	67.61	62.40 ± 4.85

ตารางที่ ข.43 ปริมาณน้ำตาลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลที่ปริมาตรกากส่า 70 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

Sugar (g/L)				
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	211.17	192.72	217.71	207.23 ± 12.96
6	205.93	187.24	218.83	204.05 ± 15.88
12	219.90	193.96	213.74	209.27 ± 13.55
24	193.54	180.52	216.04	196.77 ± 17.97
36	165.90	147.60	184.20	165.91 ± 18.30
48	156.14	118.96	166.20	147.16 ± 24.88
60	134.11	130.25	144.55	136.35 ± 7.40
72	131.24	125.30	133.76	130.19 ± 4.34
96	124.10	140.05	108.15	124.11 ± 15.95
120	123.31	117.14	132.14	124.26 ± 7.54
168	103.64	109.57	98.79	104.04 ± 5.40
192	109.33	98.66	116.31	108.13 ± 8.89
216	109.49	107.06	114.95	110.57 ± 4.04
240	102.40	87.42	117.38	102.42 ± 14.98
312	79.03	93.40	86.63	86.35 ± 7.19
354	77.67	79.52	86.83	81.34 ± 4.84
408	83.14	79.43	93.24	85.27 ± 7.15
456	74.19	67.89	78.40	73.49 ± 5.29
504	76.04	71.50	79.18	75.57 ± 3.86

ตารางที่ ข.44 ปริมาณเซลล์ยีสต์ในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลที่ปริมาตรกากส่า 70 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

Cell (g/L)				
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.93	0.93	0.93	0.93 ± 0.00
6	0.91	0.91	0.91	0.91 ± 0.00
12	0.99	0.99	0.99	0.99 ± 0.00
24	1.29	1.29	1.29	1.29 ± 0.00
36	1.69	1.69	1.69	1.69 ± 0.00
48	2.79	2.31	2.86	2.65 ± 0.30
60	2.44	2.67	3.54	2.88 ± 0.58
72	2.76	2.35	3.15	2.75 ± 0.40
96	3.01	2.53	3.49	3.01 ± 0.48
120	2.89	2.73	3.11	2.91 ± 0.19
168	2.75	2.49	3.28	2.84 ± 0.40
192	3.13	2.26	3.40	2.93 ± 0.60
216	2.84	2.32	3.36	2.84 ± 0.52
240	2.82	2.41	3.59	2.94 ± 0.60
312	2.95	2.53	3.29	2.92 ± 0.38
354	3.04	2.65	3.49	3.06 ± 0.42
408	2.87	2.30	3.44	2.87 ± 0.57
456	2.88	2.10	3.60	2.86 ± 0.75
504	2.98	2.63	3.27	2.96 ± 0.32

ตารางที่ ข.45 ปริมาณเอทานอลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลที่ปริมาตรกากส่า 70 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

	Ethanol (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
24	5.75	4.96	6.54	5.75 ± 0.79
36	25.14	26.65	23.63	25.14 ± 1.51
48	28.18	31.99	25.42	28.53 ± 3.30
60	30.19	29.00	31.38	30.19 ± 1.19
72	33.74	33.29	36.68	34.57 ± 1.84
96	35.67	32.68	37.52	35.29 ± 2.44
120	39.60	37.24	43.76	40.20 ± 3.30
168	40.93	35.85	44.74	40.51 ± 4.46
192	45.10	40.94	45.92	43.99 ± 2.67
216	50.27	46.35	54.19	50.27 ± 3.92
240	46.18	46.48	53.56	48.74 ± 4.18
312	58.16	54.06	68.12	60.11 ± 7.23
354	65.42	62.37	68.14	65.31 ± 2.89
408	67.79	58.43	68.87	65.03 ± 5.74
456	65.08	63.38	67.44	65.30 ± 2.04
504	61.78	64.02	70.79	65.53 ± 4.69

ตารางที่ ข.46 ปริมาณน้ำตาลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลที่ปริมาตรกากส่า 100 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

Sugar (g/L)				
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	212.25	201.56	226.40	213.44 ± 12.46
6	214.42	212.08	217.00	214.51 ± 2.46
12	212.41	210.78	227.81	217.05 ± 9.40
24	211.05	194.17	237.37	214.29 ± 21.77
36	207.68	212.45	196.37	205.53 ± 8.26
48	195.94	220.80	199.16	205.33 ± 13.52
60	202.13	190.93	202.14	198.47 ± 6.47
72	192.50	177.33	207.67	192.58 ± 15.17
96	186.26	179.62	202.02	189.37 ± 11.51
120	184.34	180.96	203.50	189.66 ± 12.16
168	172.97	152.82	168.31	164.73 ± 10.55
192	150.30	138.99	161.61	150.32 ± 11.31
216	130.52	134.14	145.14	136.66 ± 7.61
240	120.92	108.42	120.76	116.71 ± 7.17
312	112.09	101.68	108.43	107.48 ± 5.28
354	107.23	101.31	118.46	109.05 ± 8.71
408	100.52	96.78	101.44	99.58 ± 2.47
456	97.07	93.53	106.51	99.04 ± 6.71
504	101.21	87.54	99.28	96.01 ± 7.40

ตารางที่ ข.47 ปริมาณเซลล์ยีสต์ในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลที่ปริมาตรกากส่า 100 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

Cell (g/L)				
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.93	0.93	0.93	0.93 ± 0.00
6	0.88	0.88	0.88	0.88 ± 0.00
12	0.99	0.99	0.99	0.99 ± 0.00
24	0.95	0.95	0.95	0.95 ± 0.00
36	1.05	1.05	1.05	1.05 ± 0.00
48	1.51	1.74	1.16	1.47 ± 0.29
60	1.45	0.56	1.98	1.33 ± 0.72
72	1.33	1.20	1.61	1.38 ± 0.21
96	1.57	1.94	1.32	1.61 ± 0.31
120	1.85	2.19	1.51	1.85 ± 0.34
168	1.74	2.36	1.10	1.73 ± 0.63
192	1.68	2.00	1.34	1.67 ± 0.33
216	1.67	2.66	0.78	1.70 ± 0.94
240	2.09	2.38	1.78	2.08 ± 0.30
312	1.73	1.44	1.87	1.68 ± 0.22
354	1.88	1.47	2.85	2.07 ± 0.71
408	1.88	1.66	2.34	1.96 ± 0.35
456	2.21	1.54	2.58	2.11 ± 0.53
504	1.97	1.82	2.31	2.03 ± 0.25

ตารางที่ ข.48 ปริมาณเอทานอลในแต่ละช่วงเวลาของการผลิตเอทานอลที่ปริมาตรกากส่า 100 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

	Ethanol (g/L)			
Time (hr.)	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Average
0	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
36	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
48	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
60	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00
72	3.95	3.95	3.95	3.95 ± 0.00
96	5.29	6.29	5.79	5.79 ± 0.50
120	10.10	10.31	8.76	9.72 ± 0.84
168	17.24	18.48	16.33	17.35 ± 1.08
192	17.89	19.71	15.86	17.82 ± 1.93
216	22.50	24.05	22.09	22.88 ± 1.03
240	24.92	23.85	25.85	24.87 ± 1.00
312	36.78	40.34	35.98	37.70 ± 2.32
354	43.89	41.10	45.69	43.56 ± 2.31
408	47.25	41.70	48.87	45.94 ± 3.76
456	51.06	47.38	54.74	51.06 ± 3.68
504	51.05	48.86	53.24	51.05 ± 2.19

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการคำนวณ

ค.1 การคำนวณความเข้มข้นของน้ำตาลทั้งหมด

สูตร

Total sugar = 90.742 × (OD.490 nm.) × Dilution

ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์

OD. 490 nm. = 0.580

Dilution = 2,500

การแทนค่า

Total sugar = 90.742 × 0.580 × 2,500

= 131,575.9 µg/mL

= 131.58 g/L

ค.2 การคำนวณความเข้มข้นของเซลล์แห้ง

สูตร

Cell dry weight = 0.6893 × (OD.660 nm.) × Dilution

ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์

OD. 660 nm. = 0.478

Dilution = 10

การแทนค่า

Cell dry weight = 0.6893 × 0.478 × 10

= 3.29 g/L

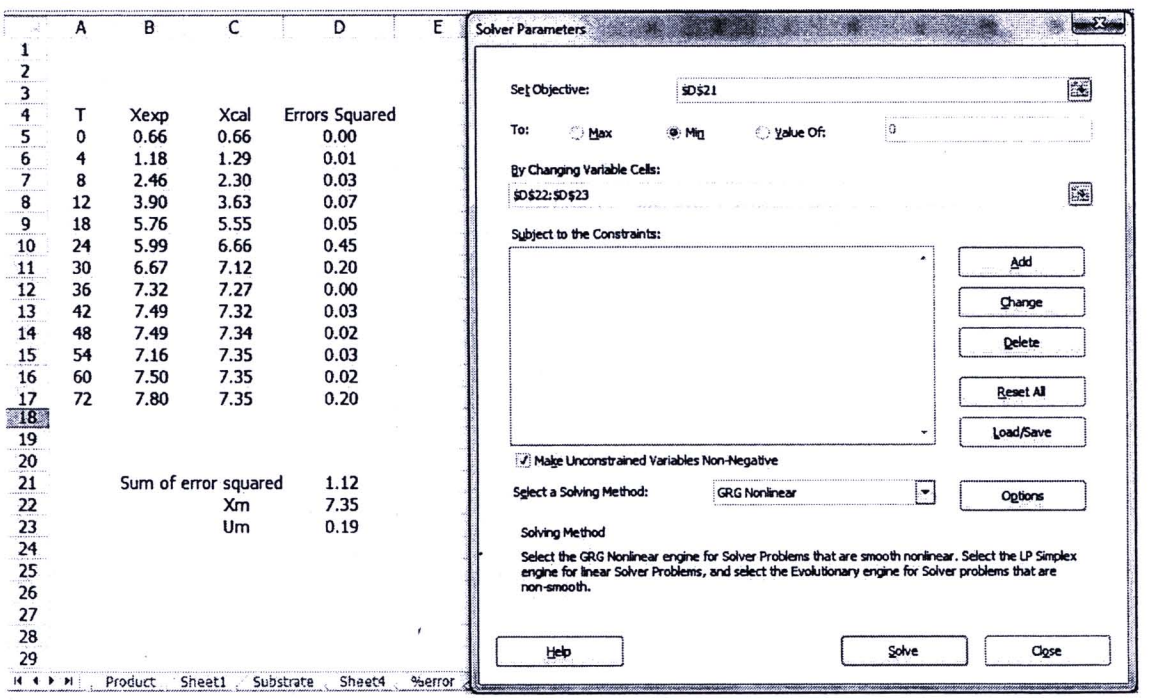
ค. 3 การคำนวณค่าพารามิเตอร์ทางจลนพลศาสตร์

ตัวอย่างการคำนวณหาค่า μ_m และ X_m

สูตร $$X=\frac{X_0X_me^{\mu_m t}}{X_m-X_0+X_0e^{\mu_m t}}$$

วิธีการ

1. กำหนดค่าจากการทดลองใน column B และค่าการคำนวณจากสมการใน column C
2. กำหนด Target cell (Sum of errors squared) ให้ตรงกับ cell "D21" ซึ่งเป็นค่าผลต่างระหว่างค่าที่ได้จากการทดลองกับค่าที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม โดยจะกำหนดรูปแบบให้มีค่าน้อยที่สุด
3. กำหนด Change cell (Changing Variable Cells) ให้ตรงกับ cell "D22:D23" ซึ่งเป็นค่า X_m และ μ_m ตามลำดับ
4. หลังจากกำหนด Target cell และ Change cell แล้วสามารถคำนวณหาค่า X_m และ μ_m โดยการกดปุ่ม Solver โปรแกรมจะทำการคำนวณค่าพารามิเตอร์ดังแสดงในรูปที่ ค.1



รูปที่ ค.1 การใช้ฟังก์ชั่น solver ด้วยโปรแกรม excel

หมายเหตุ : การคำนวณค่าพารามิเตอร์อื่นๆสามารถทำโดยวิธีเดียวกัน

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายคมเดช งามสมจิตร
วัน เดือน ปีเกิด	27 สิงหาคม 2525
ประวัติการศึกษา	
ระดับมัธยมศึกษา	ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวัดนวลนรดิศ พ.ศ. 2543
ระดับปริญญาตรี	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ พ.ศ. 2547
ระดับปริญญาโท	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2553
ประวัติการทำงาน	ผู้ประสานงานโครงการ ศูนย์วิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2547-2549 นักวิทยาศาสตร์ สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2549-2550
ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์	คมเดช งามสมจิตร และ วีระ โลหะ, 2553, "การศึกษาจลนพลศาสตร์การหมักเอทานอลจากกากน้ำตาล", **การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย**, ครั้งที่ 20, 22-23 พฤศจิกายน 2553, ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์, หน้า 97.

29 มี.ค. 2554

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ข้อตกลงว่าด้วยการโอนสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

วันที่ 18 เดือน มีนาคม พ.ศ 2554

ข้าพเจ้า นายคมเดช งามสมจิตร รหัสประจำตัว 50400003 เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระดับ ○ ประกาศนียบัตรบัณฑิต ⊘ ปริญญาโท ○ ปริญญาเอก หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี คณะ วิศวกรรมศาสตร์ อยู่บ้านเลขที่ 74/1 หมู่ 15 ตรอก/ซอย เพชรเกษม 48 ถนน เพชรเกษม ตำบล/แขวง บางด้วน อำเภอ/เขต ภาษีเจริญ จังหวัด กรุงเทพฯ รหัสไปรษณีย์ 10160 เป็น "ผู้โอน" ขอโอนสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาให้ไว้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมี รศ.ดร.ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ ตำแหน่ง รองคณบดีฝ่ายวิชาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นตัวแทน "ผู้รับโอน" สิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาและมีข้อตกลงดังนี้

1. ข้าพเจ้าได้จัดทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การศึกษาจลนพลศาสตร์การหมักเอทานอลจากน้ำอ้อยและกากน้ำตาล ซึ่งอยู่ในความควบคุมของ ผศ.ดร.วีระ โลหะ อาจารย์ที่ปรึกษา ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2. ข้าพเจ้าตกลงโอนลิขสิทธิ์จากผลงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการสร้างสรรค์ของข้าพเจ้าในวิทยานิพนธ์ให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตลอดอายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัย
3. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปใช้ในการเผยแพร่ในสื่อใดๆ ก็ตาม ข้าพเจ้าจะต้องระบุว่าวิทยานิพนธ์เป็นผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีทุกครั้งที่มีการเผยแพร่
4. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปเผยแพร่ หรือให้ผู้อื่นทำซ้ำหรือดัดแปลงหรือเผยแพร่ต่อสาธารณชนหรือกระทำการอื่นใด ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยมีค่าตอบแทนในเชิงธุรกิจ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีก่อน

5. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ไปประดิษฐ์หรือพัฒนาต่อยอดเป็นสิ่งประดิษฐ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาประเภทอื่น ภายในระยะเวลาสิบ (10) ปีนับจากวันลงนามในข้อตกลงฉบับนี้ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีมีสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญานั้น พร้อมกับได้รับชำระค่าตอบแทนการอนุญาตให้ใช้สิทธิดังกล่าว รวมถึงการจัดสรรผลประโยชน์อันพึงเกิดขึ้นจากส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดของวิทยานิพนธ์ในอนาคต โดยให้เป็นไปตามระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วย การบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

6. ในกรณีที่มีผลประโยชน์เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาอื่นที่ข้าพเจ้าทำขึ้นโดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีเป็นเจ้าของ ข้าพเจ้าจะมีสิทธิได้รับการจัดสรรผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญาดังกล่าวตามอัตราที่กำหนดไว้ในระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วย การบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

ลงชื่อ.....ผู้โอนสิทธิ
(นายคมเดช งามสมจิตร)
นักศึกษา

ลงชื่อ.....ผู้รับโอนสิทธิ
(รศ.ดร.ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทนคณบดี

ลงชื่อ.....พยาน
(ผศ.ดร.วีระ โลหะ)

ลงชื่อ.....พยาน
(รศ.ดร.อนวัช สังข์เพ็ชร)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย