

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2548). “โครงการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมและ
ประชาสัมพันธ์ความรู้ด้านก๊าซชีวภาพ”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่ [http://www2.dede.go.th/
km_ber/e-learn/lesson4.pdf](http://www2.dede.go.th/km_ber/e-learn/lesson4.pdf). (4 เมษายน 2554).
- ธีรภัทร ศรีนรคุตร, เลิศลักษณ์ แก้ววิมล และละอียด แซ่โจ้ว. (2549). การย่อยกากมันสำปะหลัง
ผลิตเชื้อเพลิงเอทานอลในประเทศไทย, วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
กรุงเทพฯ.
- นริศรา อินทรจันทร์. การแปรรูปของเสียทางชีวภาพ. URL:[http://www.eng.mut.ac.th/
upload_file/article/157.doc](http://www.eng.mut.ac.th/upload_file/article/157.doc) . Accessed: 2010-03-03. (Archived by WebCite® at
<http://www.webcitation.org/5nwzNmBMV>)
- พิชยา สวสสม และคณะ. (2551). สมรรถนะการผลิตแก๊สชีวภาพจากกากมันสำปะหลังและการ
เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยความร้อนหรือเอนไซม์. รายงานฉบับสมบูรณ์ สถาบันวิจัยและ
พัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปตท. (2554). “ราคาเชื้อเพลิง”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา. <http://gasprice.kapook.com>.
(4 เมษายน 2554).
- มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย. (2546). มันสำปะหลัง การผลิต การแปรรูป
การใช้ประโยชน์. URL:<http://www.erd.or.th/~biogasstarch/>. Accessed: 2010-03-03.
(Archived by WebCite® at <http://www.webcitation.org/5nwzjLTj7>)
- วรรณา เสนาคี, กรกัญญา อักษรเนียม, ดวงใจ เข้มแดง และอภิพัฒน์ บุญเพิ่มราศรี. “ถอดรหัสมัน
สำปะหลัง พืชทองคำได้คืน.” URL:<http://www.tapiocathai.org/D.html>. Accessed: 2010-03-
03. (Archived by WebCite® at <http://www.webcitation.org/5nx07aKBe>)
- วัชรนา หงษ์เวียง, ธีรพงษ์ แสงสิทธิ. “กลไกการทำงานของเอนไซม์.”
URL:http://nakhamwit.ac.th/pingpong_web/biochem_web/Enzyme_01.htm. Accessed:
2010-03-03. (Archived by WebCite® at <http://www.webcitation.org/5nx0IBO1T>)
- สมพร เกษแก้ว. เอนไซม์และบทบาทของเอนไซม์ในอาหาร. URL:<http://202.28.94.202/>

- katekaew. Accessed: 2010-03-03. (Archived by WebCite® at <http://www.webcitation.org/5nx0ITjzC>)
- สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. “โครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพจากกากมันสำปะหลัง.” URL:<http://www.erd.or.th/~biogasstarch/>. Accessed: 2010-03-03. (Archived by WebCite® at <http://www.webcitation.org/5nx0ZyAmf>)
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. “ทำไมเราต้องกินผัก.” URL:http://www3.ipst.ac.th/biology/main.php?url=article_view& article_id=71. Accessed: 2010-03-03. (Archived by WebCite® at <http://www.webcitation.org/5nx0c0aeG>)
- สุนีย์ โชตินิรนาท, ชิดพงศ์ ประดิษฐ์สุวรรณ, โปรศปราน สิริธีระศาสน์ และสุเมธ ดันตระเชียร. (2547). การผลิตน้ำตาลรีดิวซ์จากกากมันสำปะหลังโดยใช้เอนไซม์และอัลตราฟิวเทรชัน I : การย่อยด้วยเอนไซม์, วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สุภาวดี คิสโร. (2543). การย่อยกากมันสำปะหลังด้วยเอนไซม์ผสมในเครื่องปฏิกรณ์อัลตราฟิวเทรชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- APHA, AWWA and WPCF., 2005. Standard Methods for the Examination of water and Wastewater, Washington D.C., American Public Health Association Inc.
- McCarty,P.L., 1964. Anaerobic Waste Treatment Fundamentals, PartI, Chemistry and Microbiology;II Environmental Requirement and Control;III. Toxic Material and their Control. Public Work, Vol 9
- MIS, (2006). Management information system : Guideline for eco-efficiency, Native starch industry, Department of industrial work, Thailand.
- N.cuzin, J. L. Farinet, C.Segretain & M.Labat. 1992. Methanogenic Fermentation of Cassava Peel Using a Pilot Plug Flow Digester. Bioresource Tech. 41, 259-264.
- Pandey, A., et al., 2000. Biotechnological Potential of Agro-Industrial Residues II: Cassava Bagasse, Bioresource Technology, 74, 81-87

Sriroth. et al., 2000a: Sriroth, K., Rojanaridpiched, C., Vichukit, V., Suriyaphan, P., Oates, C.G.

2000. Present situation and future potential of cassava in Thailand. Paper presented at The 6th regional cassava workshop. 11-26 Feb., Ho Chi Minh city, Vietnam.

Sritoth et al., 2000b: Sritoth, K., R. Chollakup, S. Chotneerarat, K. Piyachomkwan

and C. G. Oates. 2000. Processing of cassava waste for improved biomass utilization. Bioresource Tech. 71, 63-69.

Yean, (1993). Tapioca processing wastewater, waste management in Malaysia :

Current status and prospects for Bioremediation.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
เอนไซม์ที่ใช้ในการทดลอง



C2730 Cellulase from *Trichoderma reesei* ATCC 26921

Sigma aqueous solution, ≥700 units/g

Synonym: 1,4-(1,3:1,4)-β-D-Glucan 4-glucano-hydrolase, Celluclast® 1.5L
CAS Number: 9012-54-8
Enzyme Commission (EC) Number: 3.2.1.4
EC Number: 232-734-4
MDL number: MFCDD00081510

Descriptions

General description Produced by submerged fermentation of a selected strain of the fungus *Trichoderma reesei* and catalyzes the breakdown of cellulose into glucose, cellobiose, and higher glucose polymers.

Other Notes View more information on [enzymes for complex carbohydrate analysis](http://www.sigma-aldrich.com/enzymeexplorer) at www.sigma-aldrich.com/enzymeexplorer

Legal Information A product of Novozyme Corp.
Celluclast is a registered trademark of Novozymes Corp.

Properties

EQP level

form aqueous solution

density 1.2 g/mL at 25 °C

storage temp. 2-8°C

Safety

Symbol GHS08

Signal word Danger

Hazard statements H334

Precautionary statements P261-P342 + P311

Personal Protective Equipment dust mask type N95 (US), Eyeshields, Faceshields, Gloves

Hazard Codes Xn

Risk Statements 42

Safety Statements 2-22-24-36/37

WGK Germany 1

P2611 Pectinase from *Aspergillus aculeatus*

Sigma **aqueous solution, ≥26,000 units/mL**

Description

Biochem/physiol	Highly active pectolytic enzyme preparation produced by a
Actions	selected strain of <i>Aspergillus aculeatus</i>
Other Notes	View more information on <u>enzymes for complex carbohydrate analysis</u> at <u>www.sigma-aldrich.com/enzymeexplorer</u>
Legal Information	A product of Novozyme Corp. Pectinex is a registered trademark of Novozymes Corp.

Properties

EQP level	
form	aqueous solution
storage temp.	2-8°C

Safety

Personal	<u>Eyeshields, Gloves, half-mask respirator (EU), half-mask</u>
Protective	<u>respirator (US), multi-purpose combination respirator cartridge</u>
Equipment	<u>(US)</u>
WGK Germany	3

การเตรียมเอนไซม์

การเตรียมเอนไซม์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ทำโดยการเจือจางด้วยน้ำกลั่น สำหรับความเข้มข้นเอนไซม์เซลลูเลสตั้งต้นเท่ากับ 700 NCU ต่อกรัมของเอนไซม์ และ ความเข้มข้นของเอนไซม์เพคตินเอสตั้งต้นเท่ากับ 26000 PGU ต่อมิลลิลิตรของเอนไซม์ เนื่องจากสารละลายกากมันสำปะหลังที่ใช้เป็น 2%TS ซึ่งในสารละลาย 100 มิลลิลิตรมีกากมันเท่ากับ 2 กรัมกากแห้ง ดังนั้น เอนไซม์เซลลูเลสที่ใช้จึงมีความเข้มข้นเป็น 10, 30 และ 60 NCU ต่อ 2 กรัมกากแห้ง และเอนไซม์เพคตินเอสที่ใช้มีความเข้มข้นเป็น 100, 250 และ 400 PGU ต่อ 2 กรัมกากแห้ง

เอนไซม์เซลลูเลสความเข้มข้น 700 NCU มาจากเอนไซม์เซลลูเลส 1 กรัม

ถ้าต้องการเอนไซม์เซลลูเลสความเข้มข้น 10 NCU ใช้เอนไซม์เซลลูเลสตั้งต้น 0.0143 กรัม (~0.0143 มิลลิลิตร) สำหรับการเจือจางเอนไซม์ในการทดลองนี้เตรียมโดยการปิเปตเอนไซม์เซลลูเลสตั้งต้น 0.14 มิลลิลิตร นำมาเจือจางให้มีปริมาตรรวมเป็น 10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น โดยสารละลายกากมัน 2%TS 100 มิลลิลิตร จะใช้เอนไซม์ที่เจือจางแล้ว 1 มิลลิลิตร

ถ้าต้องการเอนไซม์เซลลูเลสความเข้มข้น 30 NCU ใช้เอนไซม์เซลลูเลสตั้งต้น 0.0426 กรัม (~0.0426 มิลลิลิตร) และถ้าต้องการเอนไซม์เซลลูเลสความเข้มข้น 60 NCU ใช้เอนไซม์เซลลูเลสตั้งต้น 0.0857 กรัม (~0.0857 มิลลิลิตร) (การเจือจางเอนไซม์เตรียมในทำนองเดียวกันกับที่ความเข้มข้น 10 NCU)

เอนไซม์เพคตินเอสความเข้มข้น 26000 PGU มาจากเอนไซม์เพคตินเอส 1 มิลลิลิตร

ถ้าต้องการเอนไซม์เพคตินเอสความเข้มข้น 100 PGU ใช้เอนไซม์เพคตินเอส 0.00385 มิลลิลิตร สำหรับการเจือจางเอนไซม์ในการทดลองนี้เตรียมโดยการปิเปตเอนไซม์เพคตินเอสตั้งต้น 0.38 มิลลิลิตร นำมาเจือจางให้มีปริมาตรรวมเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น โดยสารละลายกากมัน 2%TS 100 มิลลิลิตร จะใช้เอนไซม์ที่เจือจางแล้ว 1 มิลลิลิตร

ถ้าต้องการเอนไซม์เพคตินเอสความเข้มข้น 250 PGU ใช้เอนไซม์เพคตินเอส 0.00960 มิลลิลิตร และถ้าต้องการเอนไซม์เพคตินเอสความเข้มข้น 400 PGU ใช้เอนไซม์เพคตินเอส 0.1539 มิลลิลิตร (การเจือจางเอนไซม์เตรียมในทำนองเดียวกันกับที่ความเข้มข้น 100 NCU)

ภาคผนวก ข



การเตรียมตะกอนเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก

วิธีการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ทำโดยการนำกากมันสำปะหลัง 2%TS มาหมักกับตะกอนในอัตราส่วน F/M = 0.5 เป็นเวลา 30 วัน สำหรับวิธีการคำนวณหาปริมาณตะกอนและกากมันที่ต้องใช้มีดังนี้

ข.1 การเจือจางตะกอนให้มีปริมาณของแข็งระเหยประมาณ 20,000 มก./ล.

เนื่องจากปริมาณของแข็งระเหยของตะกอนเริ่มต้นเท่ากับ 57,821 มก./ล.

ถ้าต้องการเตรียมตะกอนให้ได้ ~ 20,000 มก./ล. ปริมาณ 1 ลิตร จะต้องใช้ตะกอนเริ่มต้นเท่ากับเท่าไร?

$$\text{จาก } N_1 V_1 = N_2 V_2$$

$$57,821 V_1 = 20000(1)$$

$$V_1 = 0.35 \text{ L หรือประมาณ } 0.4 \text{ L}$$

ดังนั้น ต้องเจือจางตะกอนเริ่มต้น 0.4 ลิตร ให้มีปริมาตรรวมเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

จะได้ตะกอนที่มีค่าของแข็งระเหยประมาณ 23,500 มก./ล.

ข 2 การหาอัตราส่วนของปริมาณกากมัน 2%TS ต่อปริมาณตะกอนที่เจือจางแล้ว

เนื่องจากกากมันที่ใช้มีปริมาณของแข็งรวมซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณของแข็งระเหยเท่ากับ 20,000 มก./ล. และต้องการเลี้ยงในอัตราส่วน F/M = 0.5 หรือ $\frac{1}{2}$

ดังนั้น ในกรณีที่ใช้กากมัน 2%TS 1 ลิตร ต้องใช้ตะกอนที่มีของแข็งระเหยเท่ากับ 40,000 มก./ล.

$$\text{จาก } N_1 V_1 = N_2 V_2$$

$$23,500 V_1 = 40000(1)$$

$$V_1 = 1.7 \text{ L}$$

จะต้องใช้ตะกอนที่เจือจางแล้ว 1.7 ลิตร

ดังนั้น อัตราส่วนของกากมัน 2%TS ต่อตะกอนที่เจือจางแล้วเท่ากับ 1 ต่อ 1.7 โดยการศึกษานี้ได้นำกากมัน 2%TS 7 ลิตร มาหมักกับตะกอนที่เจือจางแล้ว 12 ลิตร เป็นเวลา 30 วัน

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

วิธีดีเอ็นเอส (DNS Method)

1. การเตรียม DNS Reagent

ชั่ง 3,5-Dinitrosalicylic acid (DNS) 2.5 กรัม ใส่ลงใน 50 มิลลิลิตร ของ 2 N NaOH แล้วเติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน เติม Sodium potassium tatarate (Rochelle salt) 75 กรัม และคนจนละลาย จากนั้นเติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 250 มิลลิลิตร

2. การเตรียมกราฟมาตรฐาน (standard curve)

2.1 การเตรียมกราฟมาตรฐาน เตรียมโดยการเตรียมสารละลายกลูโคสที่มีความเข้มข้นต่างๆ ดังนี้ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 กรัมต่อลิตร

2.2 เติม DNS reagent ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในแต่ละหลอด ผสมให้เข้ากัน

2.3 นำหลอดทั้งหมดไปตั้งไว้ใน boiling bath เป็น 5 นาที (ระหว่างตั้งใช้ลูกแก้วปิด tube) จากนั้นทำให้เย็นลงโดยย้ายมาตั้งไว้ใน ice bath

2.4 เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ลงในแต่ละหลอด

2.5 วัดค่าการดูดกลืนแสงในเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร โดยใช้หลอดที่ 1 เป็นตัวเปรียบเทียบ

2.6 นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐานของน้ำตาลกลูโคสต่อปริมาณกลูโคส

3. การวัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

3.1 ทำการปิเปตสารละลายตัวอย่างลงในหลอดทดลอง หลอดละ 1 มิลลิลิตร จากนั้นทำการเติม DNS reagent ลงไปในหลอด 1 มิลลิลิตร (ใช้น้ำกลั่นเป็นแบลนด์)

3.2 นำหลอดทั้งหมดไปตั้งไว้ใน boiling bath 5 นาที (ระหว่างตั้งใช้ลูกแก้วปิด tube) จากนั้นทำให้เย็นลงโดยย้ายมาตั้งไว้ใน ice bath

3.3 เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ลงในแต่ละหลอด

3.4 วัดค่าการดูดกลืนแสงในเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร โดยใช้หลอดที่เป็นน้ำกลั่นเป็นตัวเปรียบเทียบ

3.5 นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ตาราง ง 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำตาลรีดิวซ์ โดยการออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียล

ผลการทดลองการคัดกรองปัจจัย

Estimated Effects and Coefficients for reducing sugar (coded units)

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		280.50	2.783	100.78	0.000
Block		3.05	2.374	1.28	0.256
NCU	73.25	36.63	2.783	13.16	0.000
PGU	67.00	33.50	2.783	12.04	0.000
pH	-197.50	-98.75	2.783	-35.48	0.000
Time	74.00	37.00	2.783	13.29	0.000
NCU*PGU	-12.25	-6.13	2.783	-2.20	0.079
NCU*pH	-0.75	-0.38	2.783	-0.13	0.898
NCU*Time	-8.75	-4.37	2.783	-1.57	0.177
PGU*pH	-33.50	-16.75	2.783	-6.02	0.002
PGU*Time	12.50	6.25	2.783	2.25	0.075
pH*Time	11.00	5.50	2.783	1.98	0.105
NCU*PGU*pH	4.75	2.38	2.783	0.85	0.432
NCU*PGU*Time	10.25	5.13	2.783	1.84	0.125
NCU*pH*Time	4.75	2.38	2.783	0.85	0.432
PGU*pH*Time	1.50	0.75	2.783	0.27	0.798
Ct Pt		-84.00	5.329	-15.76	0.000

S = 11.1329 PRESS = 420276
R-Sq = 99.76% R-Sq(pred) = 0.00% R-Sq(adj) = 98.98%

$Y = 280.50 + 36.63\text{NCU} + 33.50\text{PGU} - 98.75\text{pH} + 37\text{Time} - 16.75\text{PGU} \times \text{pH}$

Analysis of Variance for reducing sugar (coded units)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blocks	1	204	204	204	1.65	0.256
Main Effects	4	217347	217347	54337	438.41	0.000
NCU	1	21462	21462	21462	173.17	0.000
PGU	1	17956	17956	17956	144.88	0.000
pH	1	156025	156025	156025	1258.87	0.000
Time	1	21904	21904	21904	176.73	0.000
2-Way Interactions	6	6507	6507	1084	8.75	0.015
NCU*PGU	1	600	600	600	4.84	0.079
NCU*pH	1	2	2	2	0.02	0.898
NCU*Time	1	306	306	306	2.47	0.177
PGU*pH	1	4489	4489	4489	36.22	0.002
PGU*Time	1	625	625	625	5.04	0.075
pH*Time	1	484	484	484	3.91	0.105
3-Way Interactions	4	610	610	152	1.23	0.404
NCU*PGU*pH	1	90	90	90	0.73	0.432
NCU*PGU*Time	1	420	420	420	3.39	0.125
NCU*pH*Time	1	90	90	90	0.73	0.432
PGU*pH*Time	1	9	9	9	0.07	0.798
Curvature	1	30790	30790	30790	248.42	0.000
Residual Error	5	620	620	124		
Lack of Fit	1	390	390	390	6.81	0.059
Pure Error	4	229	229	57		

Total 21 25607
 Estimated Coefficients for reducing sugar using data in uncoded units

Term	Coef
Constant	269.617
Block	3.04545
NCU	7.99333
PUG	1.44867
pH	-44.4111
Time	20.9458
NCU*PUG	-0.0250667
NCU*pH	-0.484444
NCU*Time	-0.801667
PUG*pH	-0.191778
PUG*Time	-0.0211667
pH*Time	0.30833
NCU*PUG*pH	0.00168889
NCU*PUG*Time	0.00273333
NCU*pH*Time	0.0633333
PUG*pH*Time	0.0033333
Ct Pt	-84.0000

$$Y = 269.62 + 7.99\text{NCU} + 1.45\text{PUG} - 44.41\text{pH} + 20.95\text{Time} - 0.19\text{PUG}*\text{pH}$$

Least Squares Means for reducing sugar

	Mean	SE Mean
NCU		
5	243.9	3.936
30	317.1	3.936
PUG		
50	247.0	3.936
200	314.0	3.936
pH		
3	379.3	3.936
6	181.8	3.936
Time		
2	243.5	3.936
6	317.5	3.936
NCU*PUG		
5 50	204.2	5.566
30 50	289.8	5.566
5 200	283.5	5.566
30 200	344.5	5.566
NCU*pH		
5 3	342.3	5.566
30 3	416.3	5.566
5 6	145.5	5.566
30 6	218.0	5.566
NCU*Time		
5 2	202.5	5.566
30 2	284.5	5.566
5 6	285.3	5.566
30 6	349.8	5.566
PUG*pH		
50 3	329.0	5.566
200 3	429.5	5.566
50 6	165.0	5.566
200 6	198.5	5.566

PUG*Time			
50	2	216.2	5.566
200	2	270.8	5.566
50	6	277.8	5.566
200	6	357.3	5.566
pH*Time			
3	2	347.8	5.566
6	2	139.3	5.566
3	6	410.8	5.566
6	6	224.3	5.566
NCU*PUG*pH			
5	50	3	283.5
30	50	3	374.5
5	200	3	401.0
30	200	3	458.0
5	50	6	125.0
30	50	6	205.0
5	200	6	166.0
30	200	6	231.0
NCU*PUG*Time			
5	50	2	164.0
30	50	2	268.5
5	200	2	241.0
30	200	2	300.5
5	50	6	244.5
30	50	6	311.0
5	200	6	326.0
30	200	6	388.5
NCU*pH*Time			
5	3	2	304.0
30	3	2	391.5
5	6	2	101.0
30	6	2	177.5
5	3	6	380.5
30	3	6	441.0
5	6	6	190.0
30	6	6	258.5
PUG*pH*Time			
50	3	2	303.0
200	3	2	392.5
50	6	2	129.5
200	6	2	149.0
50	3	6	355.0
200	3	6	466.5
50	6	6	200.5
200	6	6	248.0

Mean for Center Point = 196.5

Predicted Response for New Design Points Using Model for reducing sugar

Point	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
1	360.375	10.779	(332.666, 388.084)	(320.540, 400.210)
2	362.375	10.779	(334.666, 390.084)	(322.540, 402.210)
3	82.375	10.779	(54.666, 110.084)	(42.540, 122.210)
4	178.375	10.779	(150.666, 206.084)	(138.540, 218.210)
5	321.375	10.779	(293.666, 349.084)	(281.540, 361.210)
6	493.375	10.779	(465.666, 521.084)	(453.540, 533.210)
7	233.375	10.779	(205.666, 261.084)	(193.540, 273.210)
8	212.375	10.779	(184.666, 240.084)	(172.540, 252.210)
9	196.500	4.545	(184.817, 208.183)	(165.589, 227.411)
10	196.500	4.545	(184.817, 208.183)	(165.589, 227.411)
11	196.500	4.545	(184.817, 208.183)	(165.589, 227.411)
12	245.625	10.779	(217.916, 273.334)	(205.790, 285.460)
13	422.625	10.779	(394.916, 450.334)	(382.790, 462.460)
14	176.625	10.779	(148.916, 204.334)	(136.790, 216.460)
15	119.625	10.779	(91.916, 147.334)	(79.790, 159.460)
16	388.625	10.779	(360.916, 416.334)	(348.790, 428.460)
17	439.625	10.779	(411.916, 467.334)	(399.790, 479.460)
18	167.625	10.779	(139.916, 195.334)	(127.790, 207.460)
19	283.625	10.779	(255.916, 311.334)	(243.790, 323.460)
20	196.500	4.545	(184.817, 208.183)	(165.589, 227.411)
21	196.500	4.545	(184.817, 208.183)	(165.589, 227.411)
22	196.500	4.545	(184.817, 208.183)	(165.589, 227.411)

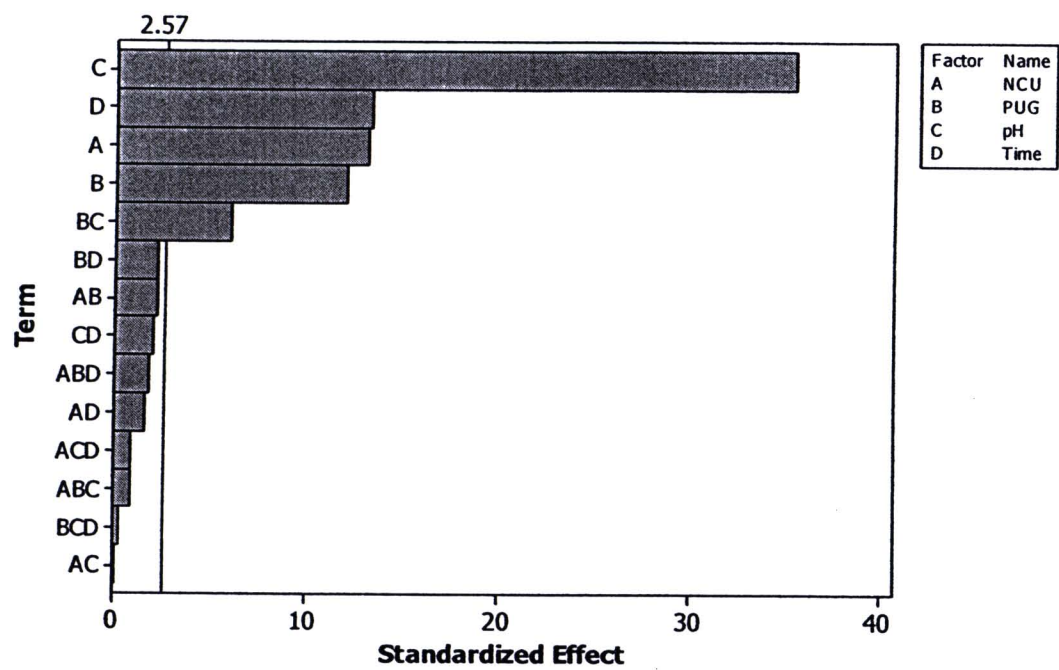


Figure 1 Pareto Chart of the standardized effects (response is reducing sugar, alpha 0.05)

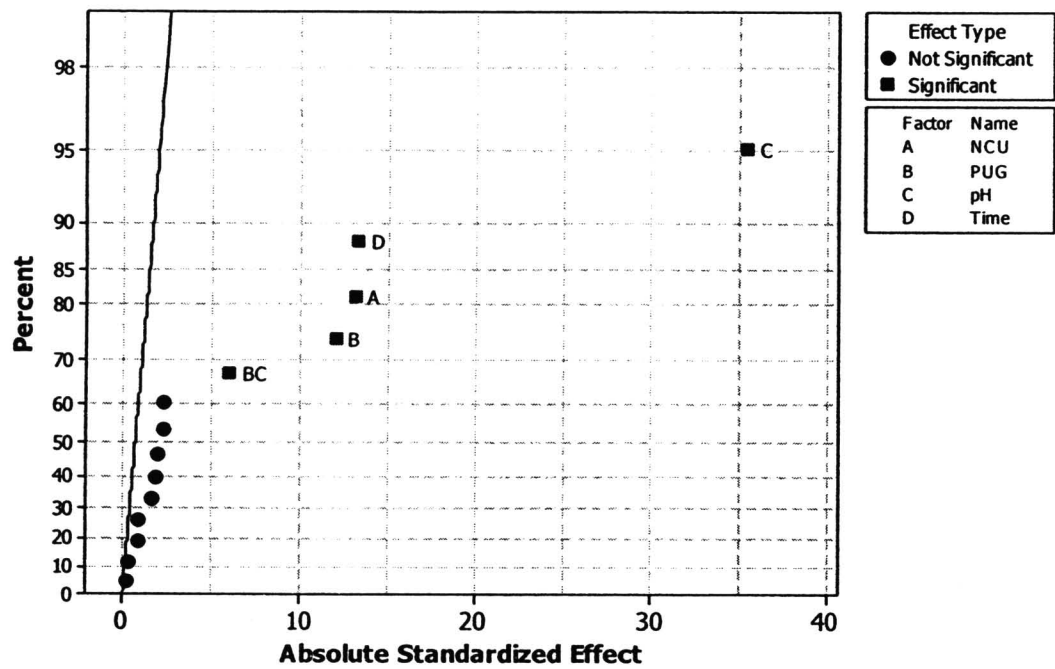
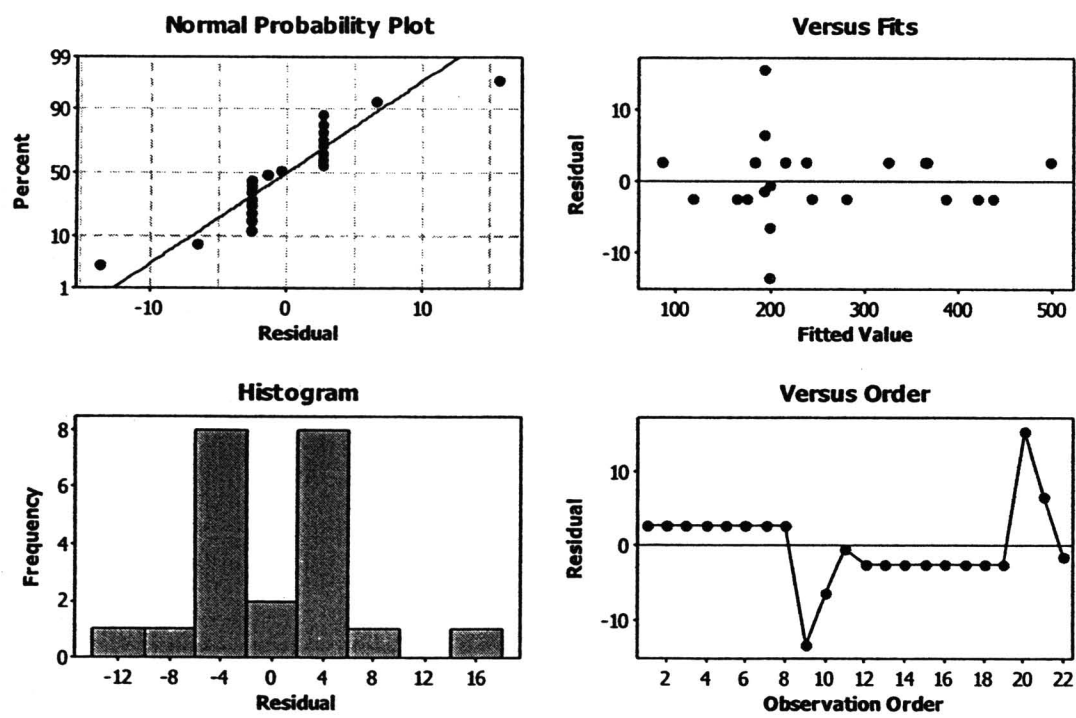
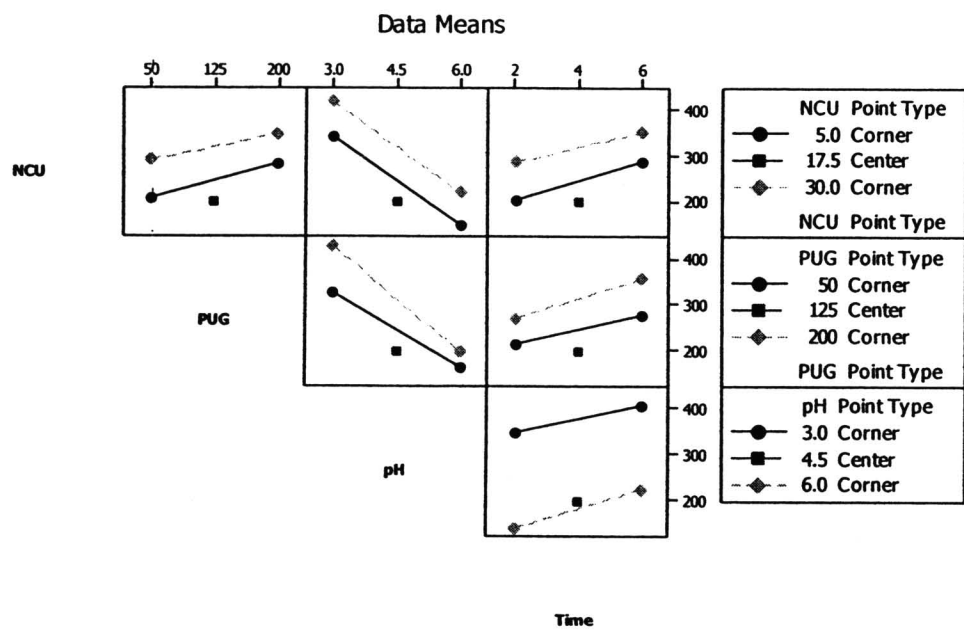


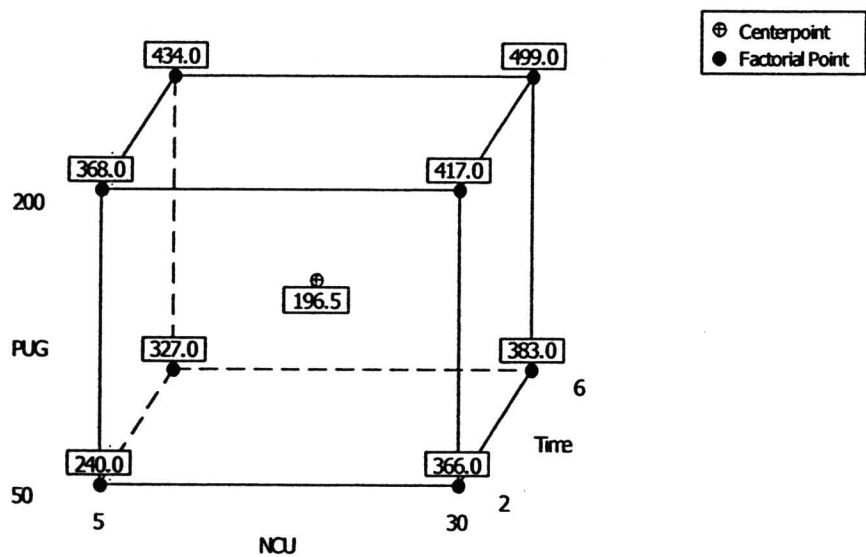
Figure 2 Half normal plot of the standardized effects (response is reducing sugar, alpha 0.05)



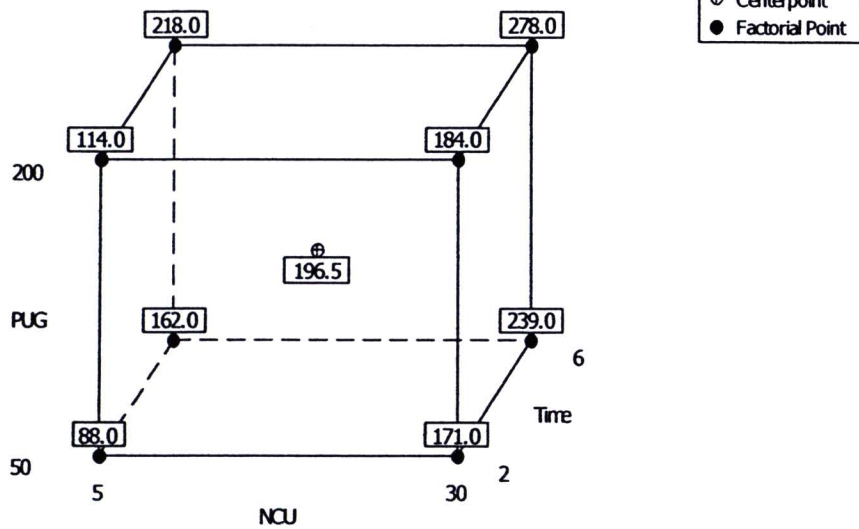
รูป ง 3 Residual plots for reducing sugar



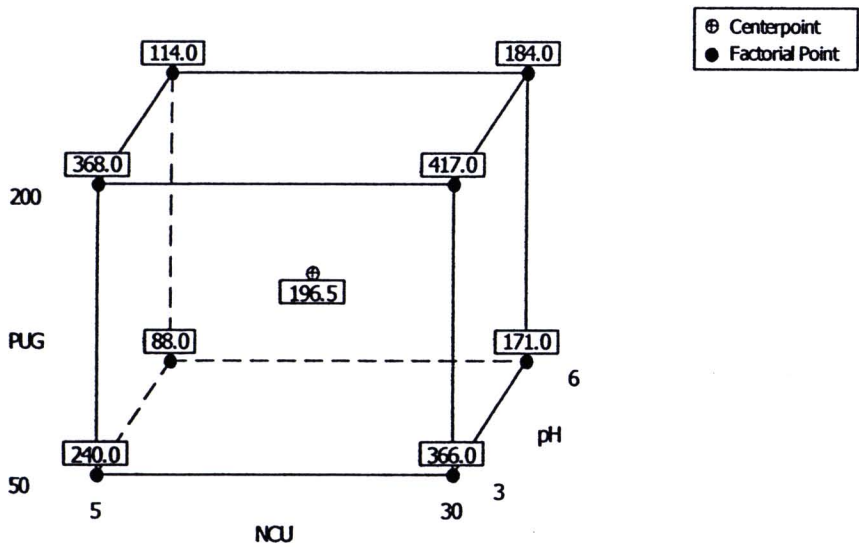
รูป ง 4 Interaction Plot for reducing sugar



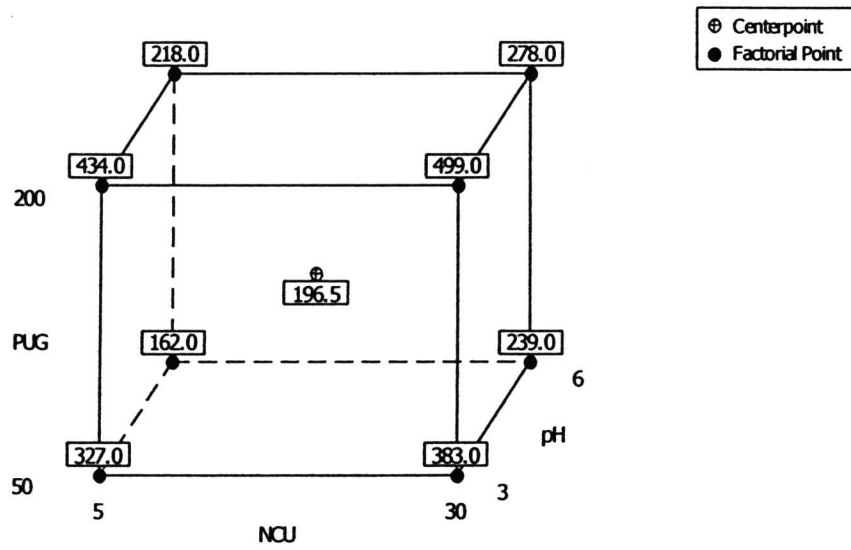
รูป ง 5 Cube Plot แสดงผลร่วมระหว่างปัจจัยที่มีต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ที่พีเอช 3



รูป ง 6 Cube Plot แสดงผลร่วมระหว่างปัจจัยที่มีต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ที่พีเอช 6



รูป ง 7 Cube Plot แสดงผลร่วมระหว่างปัจจัยที่มีต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ที่ระยะเวลาทำปฏิกิริยา 2 ชั่วโมง



รูป ง 8 Cube Plot แสดงผลร่วมระหว่างปัจจัยที่มีต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ที่ระยะเวลาทำปฏิกิริยา 6 ชั่วโมง

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกรดไขมันระเหย โดยการออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียล

ผลการทดลองการคัดกรองปัจจัย

Estimated Effects and Coefficients for VFA (coded units)

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		19.262	0.5382	35.79	0.000
Block		0.095	0.4590	0.21	0.843
NCU	0.500	0.250	0.5382	0.46	0.662
PGU	1.025	0.513	0.5382	0.95	0.385
pH	-9.050	-4.525	0.5382	-8.41	0.000
Time	6.475	3.237	0.5382	6.02	0.002
NCU*PGU	-0.250	-0.125	0.5382	-0.23	0.826
NCU*pH	0.525	0.263	0.5382	0.49	0.646
NCU*Time	-1.050	-0.525	0.5382	-0.98	0.374
PGU*pH	-0.500	-0.250	0.5382	-0.46	0.662
PGU*Time	-0.525	-0.262	0.5382	-0.49	0.646
pH*Time	-2.300	-1.150	0.5382	-2.14	0.086
NCU*PGU*pH	0.225	0.113	0.5382	0.21	0.843
NCU*PGU*Time	-1.300	-0.650	0.5382	-1.21	0.281
NCU*pH*Time	-0.525	-0.262	0.5382	-0.49	0.646
PGU*pH*Time	-1.550	-0.775	0.5382	-1.44	0.209
Ct Pt		0.054	1.0305	0.05	0.960

S = 2.15269 PRESS = 12868.9
R-Sq = 95.94% R-Sq(pred) = 0.00% R-Sq(adj) = 82.95%

$$Y = 19.262 - 4.525\text{pH} + 3.237\text{Time}$$

Analysis of Variance for VFA (coded units)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blocks	1	0.200	0.200	0.200	0.04	0.843
Main Effects	4	500.515	500.515	125.129	27.00	0.001
NCU	1	1.000	1.000	1.000	0.22	0.662
PGU	1	4.203	4.203	4.203	0.91	0.385
pH	1	327.610	327.610	327.610	70.70	0.000
Time	1	167.702	167.702	167.702	36.19	0.002
2-Way Interactions	6	29.025	29.025	4.837	1.04	0.491
NCU*PGU	1	0.250	0.250	0.250	0.05	0.826
NCU*pH	1	1.102	1.102	1.102	0.24	0.646
NCU*Time	1	4.410	4.410	4.410	0.95	0.374
PGU*pH	1	1.000	1.000	1.000	0.22	0.662
PGU*Time	1	1.102	1.102	1.102	0.24	0.646
pH*Time	1	21.160	21.160	21.160	4.57	0.086
3-Way Interactions	4	17.675	17.675	4.419	0.95	0.505
NCU*PGU*pH	1	0.203	0.203	0.203	0.04	0.843
NCU*PGU*Time	1	6.760	6.760	6.760	1.46	0.281
NCU*pH*Time	1	1.102	1.102	1.102	0.24	0.646
PGU*pH*Time	1	9.610	9.610	9.610	2.07	0.209
Curvature	1	0.013	0.013	0.013	0.00	0.960
Residual Error	5	23.170	23.170	4.634		
Lack of Fit	1	13.684	13.684	13.684	5.77	0.074
Pure Error	4	9.487	9.487	2.372		
Total	21	570.599				

Estimated Coefficients for VFA using data in uncoded units

Term	Coef
Constant	27.6750
Block	0.095455
NCU	-0.196667
PUG	-0.0538000
pH	-3.48778
Time	0.68292
NCU*PUG	0.00089333
NCU*pH	0.0320000
NCU*Time	0.0538333
PUG*pH	0.0101556
PUG*Time	0.0198167
pH*Time	0.169722
NCU*PUG*pH	0.000080000
NCU*PUG*Time	-3.46667E-04
NCU*pH*Time	-0.0070000
PUG*pH*Time	-0.00344444
Ct Pt	0.05417

$$Y = 27.675 - 3.488\text{pH} + 0.683\text{Time}$$

Least Squares Means for VFA

	Mean	SE Mean
NCU		
5	19.01	0.7611
30	19.51	0.7611
PUG		
50	18.75	0.7611
200	19.77	0.7611
pH		
3	23.79	0.7611
6	14.74	0.7611
Time		
2	16.03	0.7611
6	22.50	0.7611
NCU*PUG		
5 50	18.37	1.0763
30 50	19.13	1.0763
5 200	19.65	1.0763
30 200	19.90	1.0763
NCU*pH		
5 3	23.80	1.0763
30 3	23.77	1.0763
5 6	14.23	1.0763
30 6	15.25	1.0763
NCU*Time		
5 2	15.25	1.0763
30 2	16.80	1.0763
5 6	22.77	1.0763
30 6	22.22	1.0763
PUG*pH		
50 3	23.02	1.0763
200 3	24.55	1.0763
50 6	14.48	1.0763
200 6	15.00	1.0763

PUG*Time			
50	2	15.25	1.0763
200	2	16.80	1.0763
50	6	22.25	1.0763
200	6	22.75	1.0763
pH*Time			
3	2	19.40	1.0763
6	2	12.65	1.0763
3	6	28.17	1.0763
6	6	16.82	1.0763
NCU*PUG*pH			
5	50	3	22.80
30	50	3	23.25
5	200	3	24.80
30	200	3	24.30
5	50	6	13.95
30	50	6	15.00
5	200	6	14.50
30	200	6	15.50
NCU*PUG*Time			
5	50	2	15.00
30	50	2	15.50
5	200	2	15.50
30	200	2	18.10
5	50	6	21.75
30	50	6	22.75
5	200	6	23.80
30	200	6	21.70
NCU*pH*Time			
5	3	2	19.15
30	3	2	19.65
5	6	2	11.35
30	6	2	13.95
5	3	6	28.45
30	3	6	27.90
5	6	6	17.10
30	6	6	16.55
PUG*pH*Time			
50	3	2	19.15
200	3	2	19.65
50	6	2	11.35
200	6	2	13.95
50	3	6	26.90
200	3	6	29.45
50	6	6	17.60
200	6	6	16.05

Mean for Center Point = 19.32

Predicted Response for New Design Points Using Model for VFA

Point	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
1	18.9875	2.0843	(13.6296, 24.3454)	(11.2850, 26.6900)
2	18.9875	2.0843	(13.6296, 24.3454)	(11.2850, 26.6900)
3	10.6875	2.0843	(5.3296, 16.0454)	(2.9850, 18.3900)
4	15.8875	2.0843	(10.5296, 21.2454)	(8.1850, 23.5900)
5	26.2875	2.0843	(20.9296, 31.6454)	(18.5850, 33.9900)
6	28.2875	2.0843	(22.9296, 33.6454)	(20.5850, 35.9900)
7	17.9875	2.0843	(12.6296, 23.3454)	(10.2850, 25.6900)
8	16.9875	2.0843	(11.6296, 22.3454)	(9.2850, 24.6900)
9	19.3167	0.8788	(17.0576, 21.5758)	(13.3396, 25.2937)
10	19.3167	0.8788	(17.0576, 21.5758)	(13.3396, 25.2937)
11	19.3167	0.8788	(17.0576, 21.5758)	(13.3396, 25.2937)
12	19.3125	2.0843	(13.9546, 24.6704)	(11.6100, 27.0150)
13	20.3125	2.0843	(14.9546, 25.6704)	(12.6100, 28.0150)
14	12.0125	2.0843	(6.6546, 17.3704)	(4.3100, 19.7150)
15	12.0125	2.0843	(6.6546, 17.3704)	(4.3100, 19.7150)
16	27.5125	2.0843	(22.1546, 32.8704)	(19.8100, 35.2150)
17	30.6125	2.0843	(25.2546, 35.9704)	(22.9100, 38.3150)
18	17.2125	2.0843	(11.8546, 22.5704)	(9.5100, 24.9150)
19	15.1125	2.0843	(9.7546, 20.4704)	(7.4100, 22.8150)
20	19.3167	0.8788	(17.0576, 21.5758)	(13.3396, 25.2937)
21	19.3167	0.8788	(17.0576, 21.5758)	(13.3396, 25.2937)
22	19.3167	0.8788	(17.0576, 21.5758)	(13.3396, 25.2937)

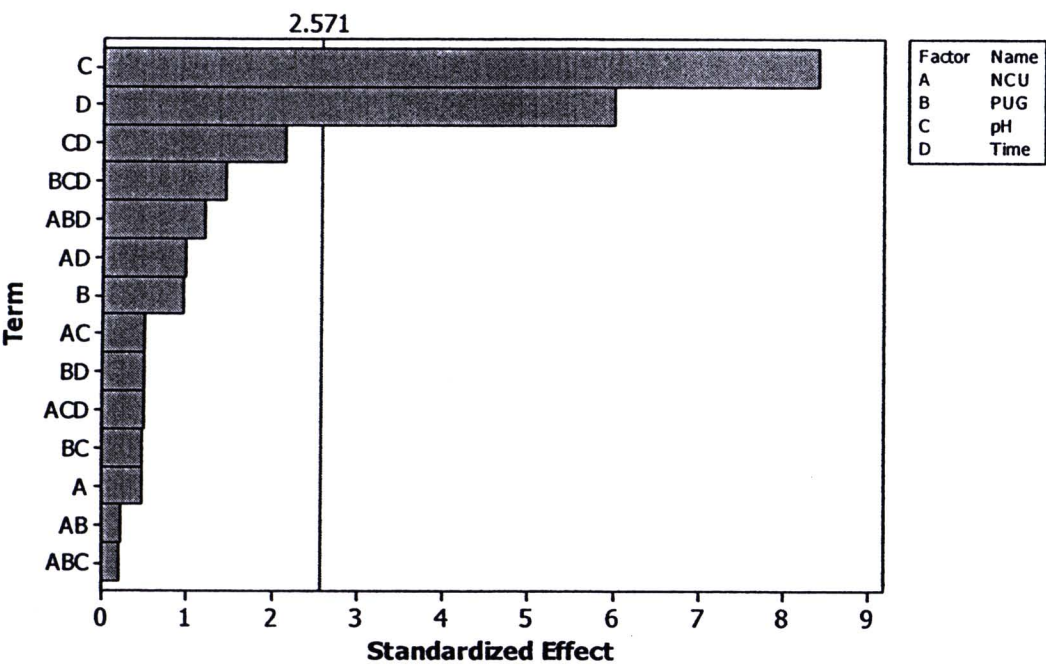


Figure 9 Pareto Chart of the standardized effects (response is VFA, alpha 0.05)

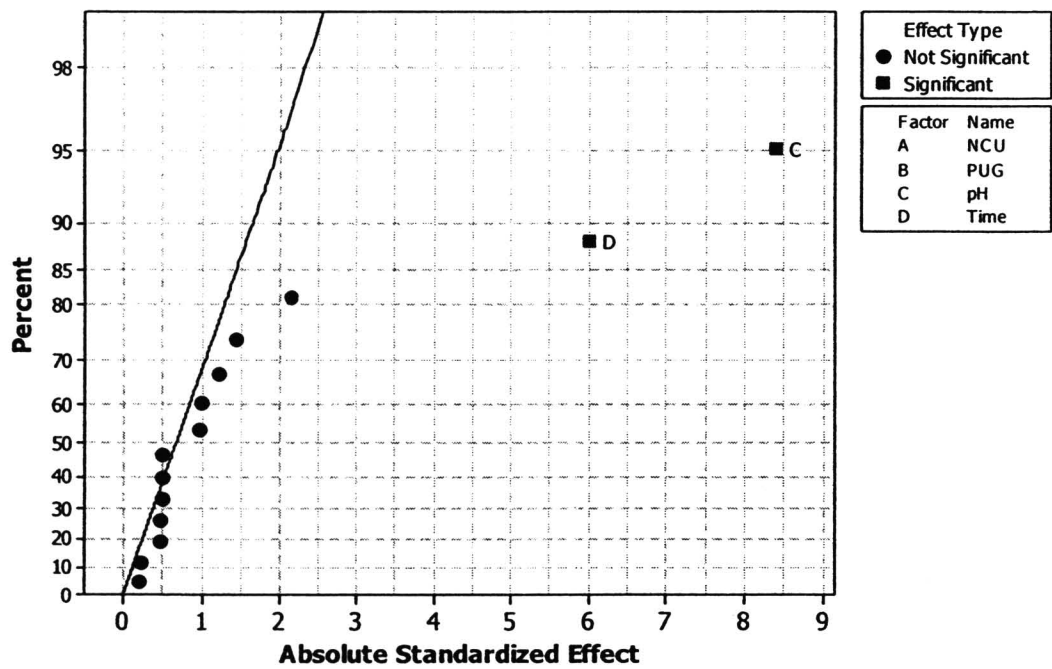


Figure 10 Half normal plot of the standardized effects (response is VFA, alpha 0.05)

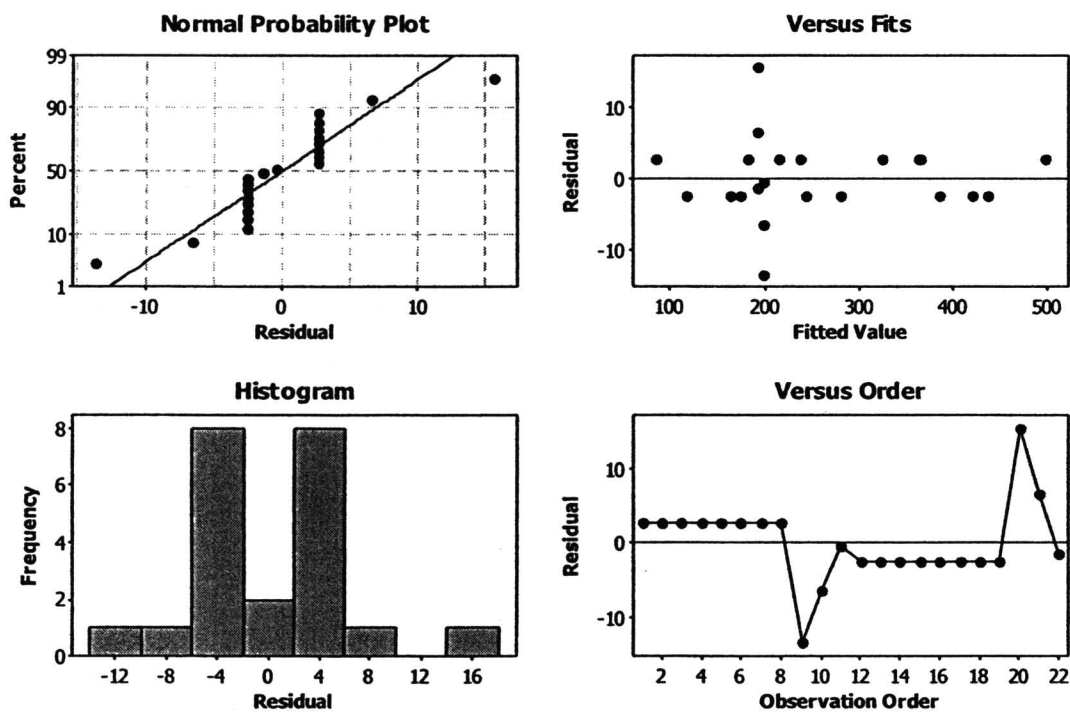
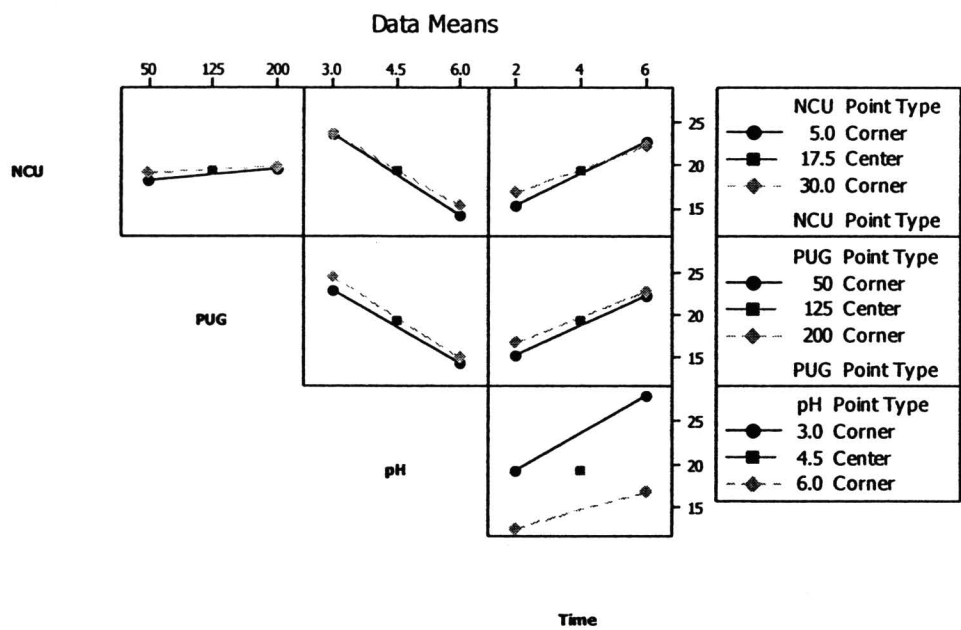
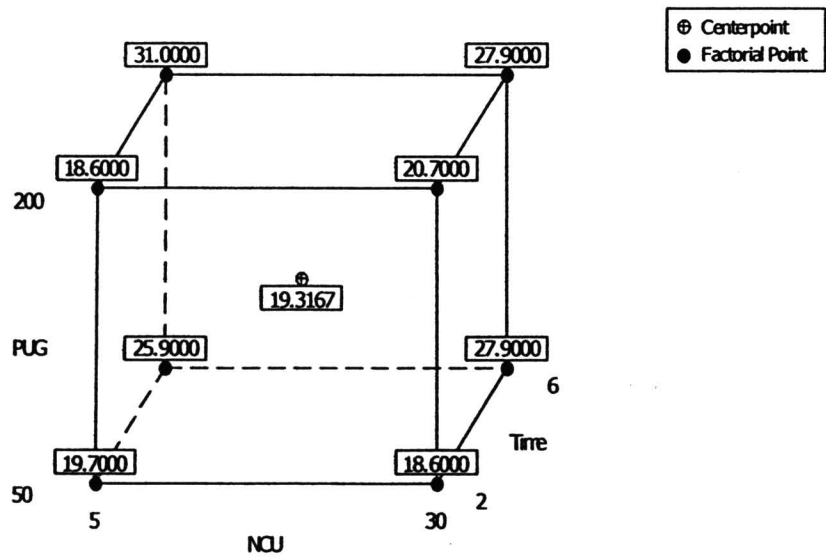


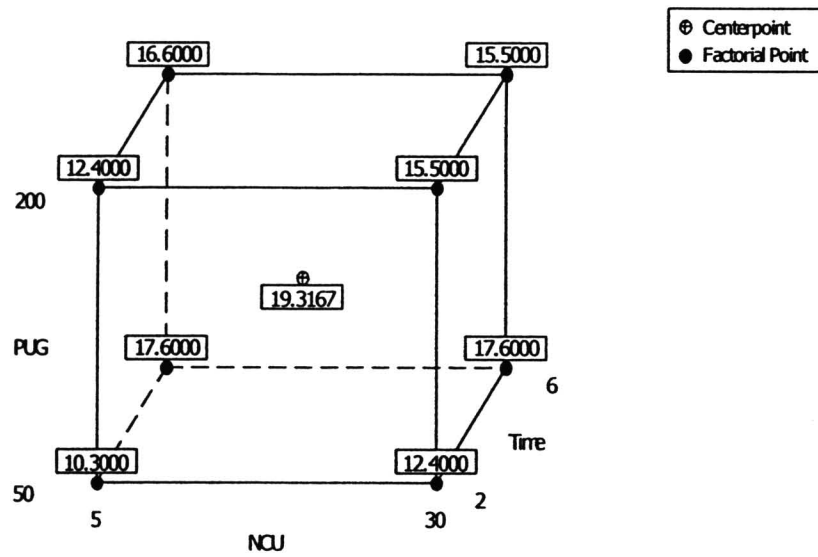
Figure 11 Residual plots for VFA



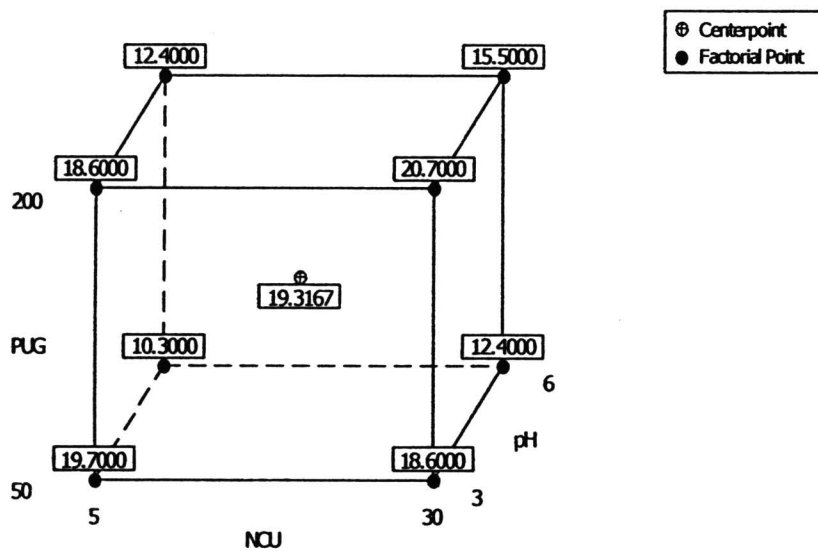
รูป ง 12 Interaction Plots for VFA



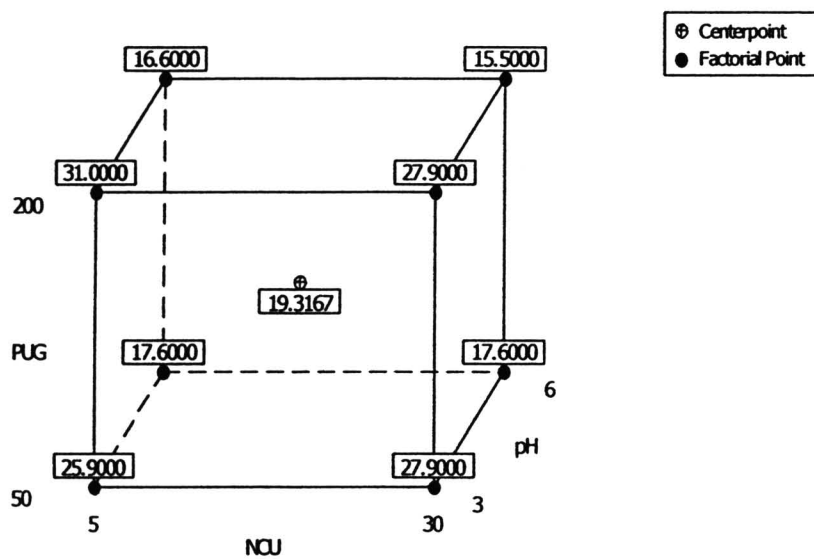
รูป ง 13 Cube Plot แสดงผลร่วมระหว่างปัจจัยที่มีต่อปริมาณกรดไขมันระเหย ที่พีเอช 3



รูป ง 14 Cube Plot แสดงผลร่วมระหว่างปัจจัยที่มีต่อปริมาณกรดไขมันระเหย ที่พีเอช 6



รูป ง 15 Cube Plot แสดงผลร่วมระหว่างปัจจัยที่มีต่อปริมาณกรดไขมันระเหย ที่ระยะเวลาทำปฏิกิริยา 2 ชั่วโมง



รูป ง 16 Cube Plot แสดงผลร่วมระหว่างปัจจัยที่มีต่อปริมาณกรดไขมันระเหย ที่ระยะเวลาทำปฏิกิริยา 6 ชั่วโมง

ภาคผนวก จ



ตาราง จ 1 อัลคาไลไนต์และกรดไขมันระเหยจากการทดลอง 2 ครั้ง

สถานะที่ทำการทดลอง	จำนวนวันนับจากเริ่มต้นระบบ	พีเอช	ความเป็นด่าง (มก./ล. แคลเซียมคาร์บอเนต)		กรดไขมันระเหย (มก./ล. กรดอะซิติก)	
			ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2
1	0	7.2	1,600	1,675	1,004	1,218
	5	5.5	1,800	1,750	3,653	3,404
	10	5.6	2,000	1,800	5,102	4,702
	20	5.2	2,125	1,700	6,507	6,800
	30	6.3	2,225	2,100	836	960
2	0	7.5	1,800	1,600	1,093	1,031
	5	5.5	2,310	1,800	2,667	2,489
	10	6.6	2,800	2,310	6,596	6,871
	20	6.0	3,075	2,000	5,689	6,044
	30	6.4	3,150	2,400	889	729
3	0	7.6	1,700	2,000	1,244	1,076
	5	5.6	2,000	2,225	2,507	2,356
	10	5.8	1,675	2,800	6,453	6,667
	20	5.4	2,400	2,550	6,409	5,884
	30	7.9	3,500	3,350	533	453
4	0	7.2	2,100	2,000	1,289	1,324
	5	6.3	2,400	2,125	2,720	3,378
	10	6.5	2,500	2,700	6,489	5,396
	20	7.1	2,550	3,400	1,476	2,560
	30	7.5	4,500	3,500	258	240
5	0	7.5	3,400	2,250	1,156	1,236
	5	6.8	4,250	3,500	6,444	6,302
	10	7.4	4,250	3,375	3,351	3,618
	20	7.3	4,600	4,250	1867	1,307
	30	7.4	4,650	4,450	240	222
6	0	5.8	1,800	1,750	1,378	1,182
	5	5.2	2,400	1,600	2,844	3,271
	10	7.2	2,225	2,100	4,800	5,111
	20	7.8	2,500	2,400	4,267	3,867
	30	7.9	3,350	2,500	711	489

ตาราง จ 2 ค่าซีโอดีจากการทดลอง 2 ครั้ง

สถานะที่ทำการทดลอง	จำนวนวัน นับจากเริ่มต้นระบบ	ซีโอดี (มก./ล.)	
		ขวดที่ 1	ขวดที่ 2
1	0	39,360	45,470
	5	22,720	29,760
	10	23,040	21,760
	20	23,040	21,440
	30	20,160	19,520
2	0	38,970	36,220
	5	26,240	33,920
	10	23,680	28,480
	20	24,960	24,960
	30	21,760	29,440
3	0	44,980	40,640
	5	29,440	25,920
	10	27,520	27,840
	20	20,480	24,320
	30	19,840	21,120
4	0	33,440	46,020
	5	28,480	45,000
	10	29,440	33,760
	20	20,480	27,520
	30	17,920	13,440
5	0	33,920	39,360
	5	25,600	37,850
	10	23,680	30,160
	20	20,160	27,840
	30	15,360	12,800
6	0	35,820	39,920
	5	29,440	30,960
	10	18,880	21,120
	20	18,240	17,600
	30	12,160	18,240

ตาราง จ 3 ของแฉั้รรวม ของแฉั้ระเหย และของแฉั้แวนลอยระเหยจากการทดลอง 2 ครั้ง

สภาวะที่ทำการทดลอง	จำนวนวันนับจากเริ่มต้นระบบ	ของแฉั้รรวม (มก./ล.)		ของแฉั้ระเหย (มก./ล.)		ของแฉั้แวนลอยระเหย (มก./ล.)	
		ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2
1	0	25,268	29,032	18,212	17,861	17,890	14,600
	5	23,720	27,045	16,612	15,212	17,600	16,200
	10	22,500	26,500	14,092	14,900	12,380	12,780
	20	17,326	20,780	10,982	11,052	9,960	9,720
	30	13,180	20,982	7,220	14,306	9,100	9,280
2	0	29,982	26,533	22,542	23,822	17,420	14,380
	5	25,642	29,982	22,030	22,542	16,820	14,000
	10	25,334	23,988	16,764	17,112	14,200	13,920
	20	23,974	21,796	14,366	15,006	11,660	11,240
	30	20,582	19,578	12,804	13,822	11,380	12,780
3	0	26,456	29,018	17,672	21,876	16,250	18,620
	5	26,010	26,400	17,224	17,900	14,580	12,380
	10	23,268	24,368	14,918	18,723	13,920	12,400
	20	22,198	22,320	14,784	15,588	12,840	11,480
	30	16,552	20,876	9,444	11,576	11,620	9,240
4	0	30,538	28,950	22,098	22,250	17,640	12,840
	5	29,610	25,622	19,764	19,050	17,660	15,660
	10	24,900	21,780	14,328	15,613	14,660	11,620
	20	24,092	20,550	14,084	14,404	12,500	12,540
	30	15,896	17,114	8,460	16,360	11,760	9,540
5	0	20,326	23,216	14,146	18,192	11,750	17,180
	5	19,890	22,206	14,268	16,360	11,480	10,180
	10	19,394	21,182	13,740	15,050	11,660	9,540
	20	18,826	20,326	13,392	14,415	9,240	11,760
	30	11,376	12,844	7,594	7,632	8,540	11,960
6	0	30,406	31,126	21,162	24,972	17,000	16,900
	5	26,724	30,406	18,210	22,451	16,020	17,000
	10	25,484	23,284	16,092	21,794	13,740	14,800
	20	25,184	22,978	14,366	16,480	14,300	14,920
	30	13,802	15,806	7,756	11,656	11,960	9,960

ตาราง ๑.5 ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากการหมักกากมันสำปะหลัง จากการทดลอง 2 ครั้ง (มิลลิลิตร)

จำนวนวัน นับจาก เริ่มต้นระบบ	สภาวะที่ทำการทดลอง											
	1		2		3		4		5		6	
	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2
1	1,800	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	1,200	1,200	1,000	2,000	1,000	1,500
2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	2,000	1,000	1,500	1,000
3	150	200	250	500	500	900	750	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4	150	200	200	500	400	500	650	300	900	1,000	1,000	1,000
5	100		100	350	300	500	500		750	500	900	100
6			100	350	300		500		600	500	500	500
7			400	300	250	500	700	400		500	200	300
8			250	200	500	500	1,000	400				350
9			100		850	500						200
10			200		400							
11												
12		150							400			
13		100					300	300	300	300		
14				550	300		400	400	800	800		
15				900	300		500	500	500	500		

ตาราง จ 5 ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากการหมักกากมันสำปะหลัง จากการทดลอง 2 ครั้ง (มิลลิลิตร) (ต่อ)

จำนวนวัน นับจาก เริ่มต้นระบบ		สภาวะที่ทำการทดลอง											
		1		2		3		4		5		6	
		ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2
16				250	300	500		800	500	750			250
17	200			750		300	300		1,000	500			200
18	300	300	300	300	900	600	600		1000	800			150
19	300	300	300	750	500	750	800		500				150
20	300	300	300	600	500	600	600		400	450	500		100
21	300	300	300	500	500	800	800	1000	250	450	500		100
22	300	300	100	500		550	600	850		300	300		
23			100	500		700	700			350	400		
24	300						300			250			
25													
26								350	300				
27	200	300	300	500	500		600	500	400		400		350
28	200	500	500	500	500	250	400	500	400	750	600	300	250
29	250	500	500	750	500	600	400	350	300	200	400	150	200
30	500	350	350	750	500	400	400	500	300	300	300	150	150
ปริมาณก๊าซสะสมทั้งหมด		5400	6,700	11,250	11,350	13,150	12,900	12,350	10,850	13,350	11,500	6,700	7,250

ตาราง จ 6 องค์ประกอบของก๊าซที่ได้ภายหลังการหมัก 30 วัน (คิดเป็นร้อยละ)

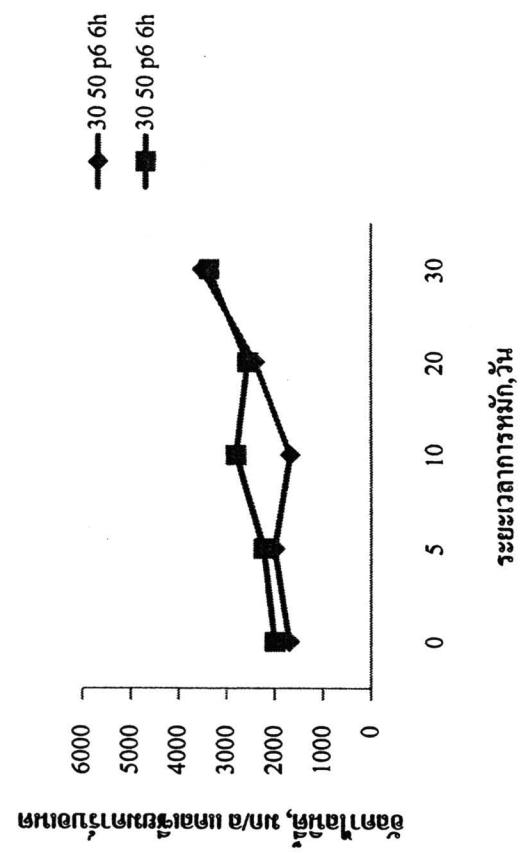
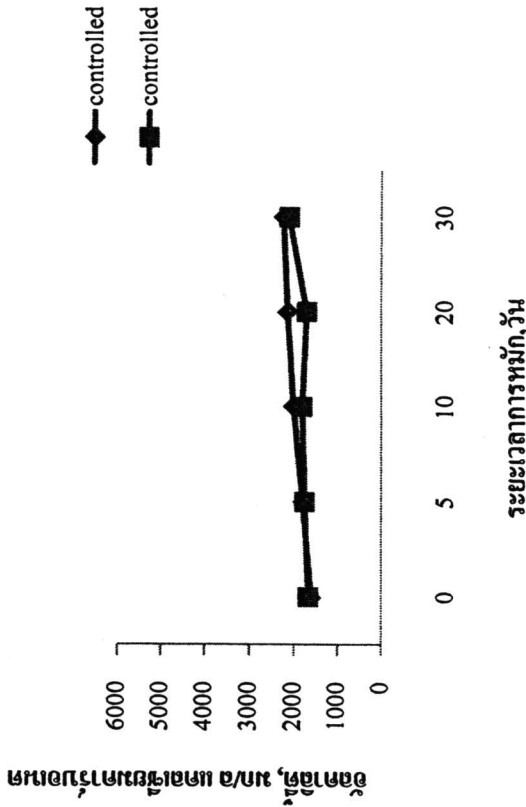
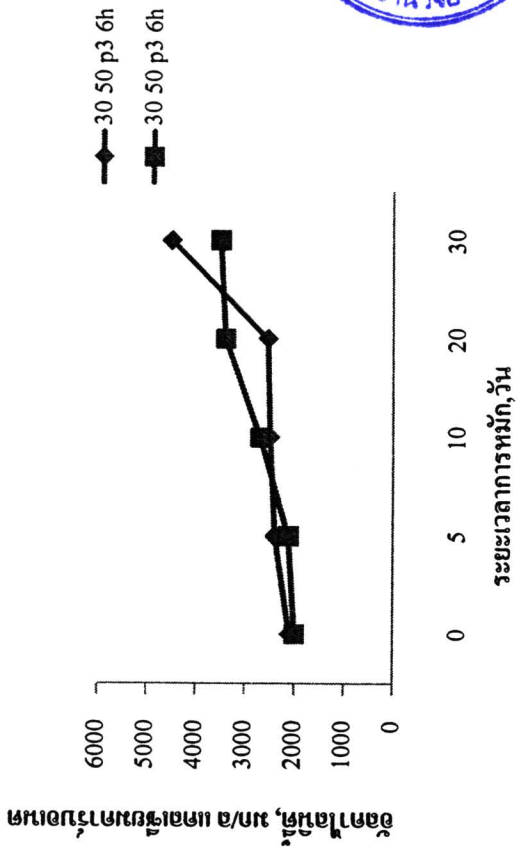
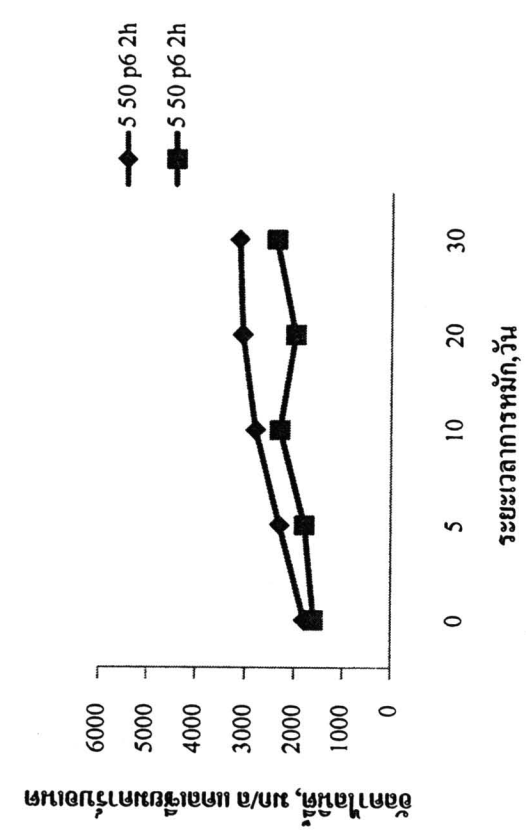
ประเภทก๊าซ	สถานะที่ทำการทดลอง					
	1	2	3	4	5	6
ก๊าซออกซิเจน	3.5	2.9	3.4	2.4	3.0	2.9
ก๊าซไนโตรเจน	9.4	7.9	8.7	6.6	7.2	6.7
ก๊าซมีเทน	50.9	61.9	74.7	76.7	73.3	59.7
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	36.2	27.3	13.2	14.3	16.5	30.6
	100	100	100	100	100	100

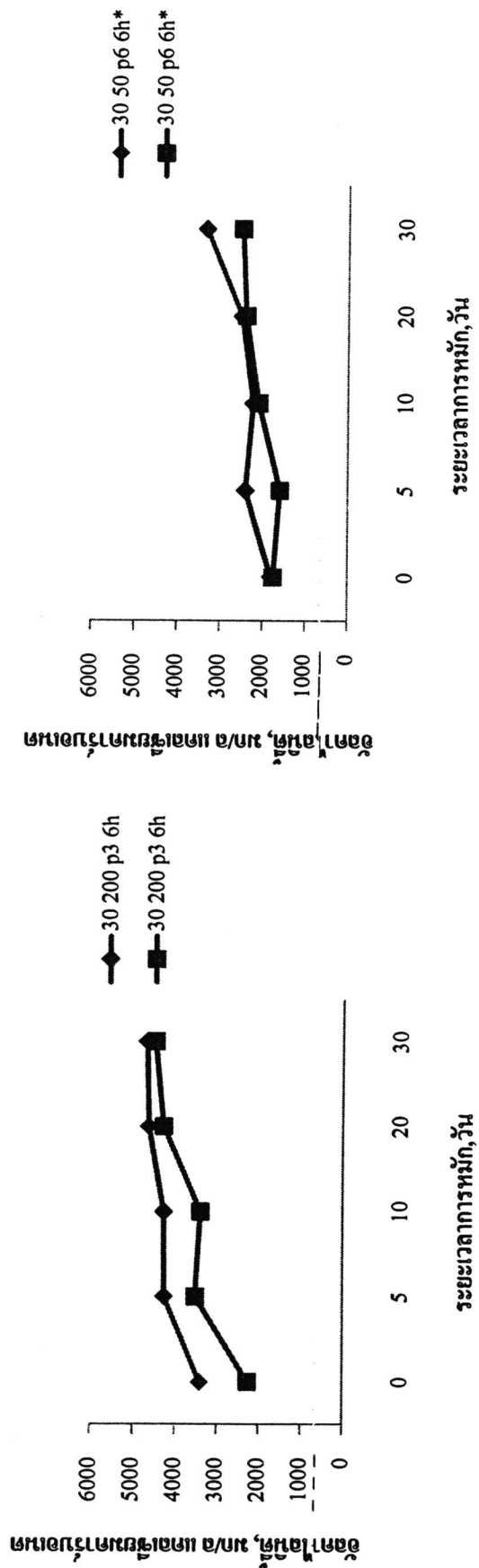
ตาราง จ 7 ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมเฉลี่ยภายหลังการหมักที่ระยะเวลาต่างๆ (หน่วย Nm³)

สถานะที่	ปริมาณก๊าซสะสม, ลบ.ม./กก.กากแห้ง			ปริมาณก๊าซสะสม, ลบ.ม./กก.กากเปียก			ปริมาณก๊าซสะสม, นอร์มัล ลบ.ม./กก.กากแห้ง			ปริมาณก๊าซสะสม, นอร์มัล ลบ.ม./กก.กากเปียก		
	5วัน	10วัน	20วัน	30วัน	5วัน	10วัน	20วัน	30วัน	5วัน	10วัน	20วัน	30วัน
1	0.099	0.099	0.133	0.182	0.016	0.016	0.029	0.021	0.016	0.016	0.015	0.019
2	0.119	0.147	0.242	0.339	0.019	0.023	0.053	0.038	0.019	0.134	0.223	0.312
3	0.137	0.194	0.278	0.391	0.021	0.030	0.062	0.044	0.125	0.177	0.256	0.360
4	0.113	0.159	0.263	0.348	0.018	0.025	0.055	0.041	0.103	0.145	0.242	0.321
5	0.167	0.197	0.29	0.373	0.026	0.031	0.059	0.046	0.152	0.180	0.267	0.344
6	0.150	0.181	0.194	0.209	0.024	0.028	0.033	0.030	0.137	0.165	0.178	0.193

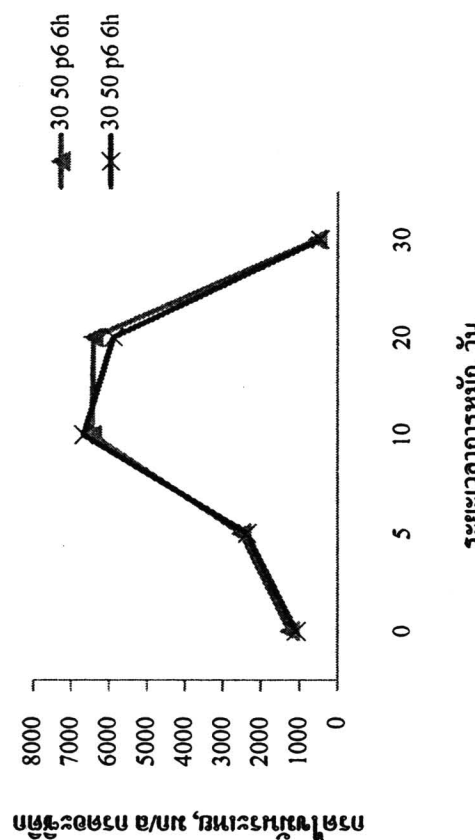
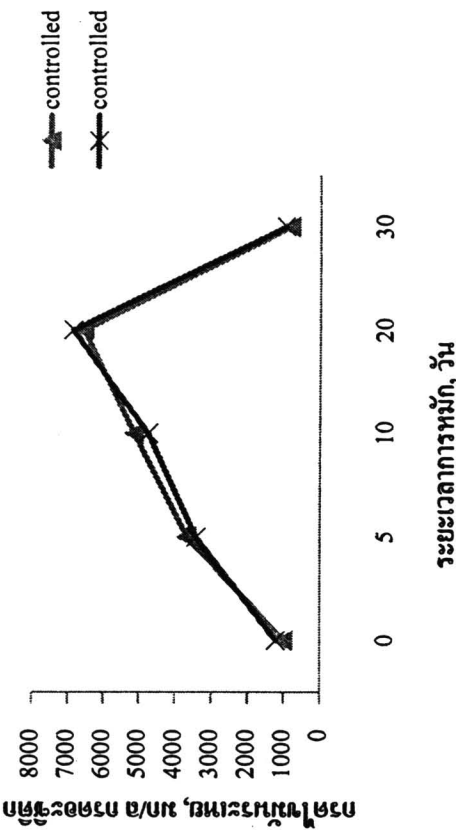
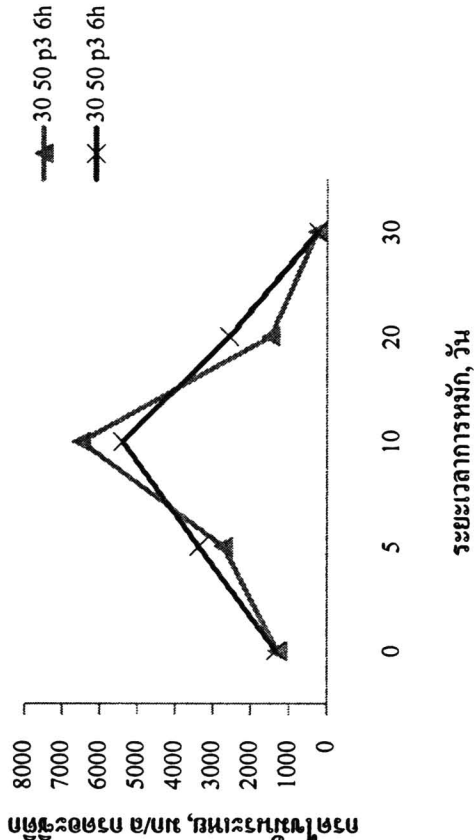
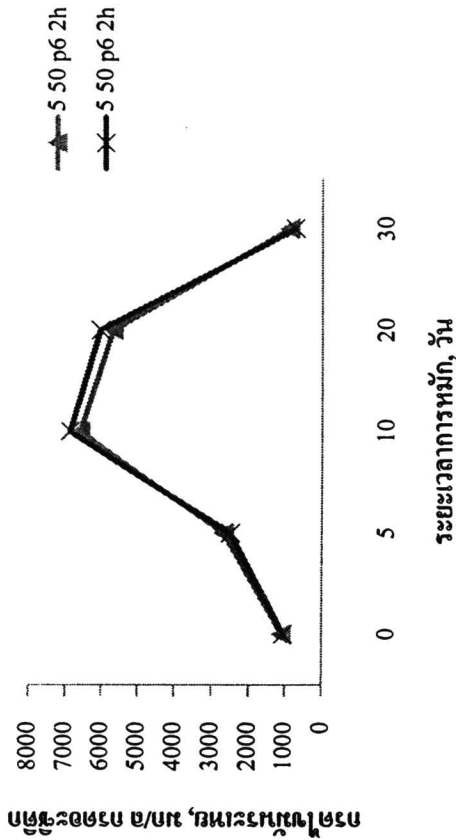
ตาราง ๑ 8 ประสิทธิภาพการลดค่าซีโอไซด์ต่อการเกิดก๊าซชีวภาพหลังทำการหมักเป็นเวลา 30 วัน

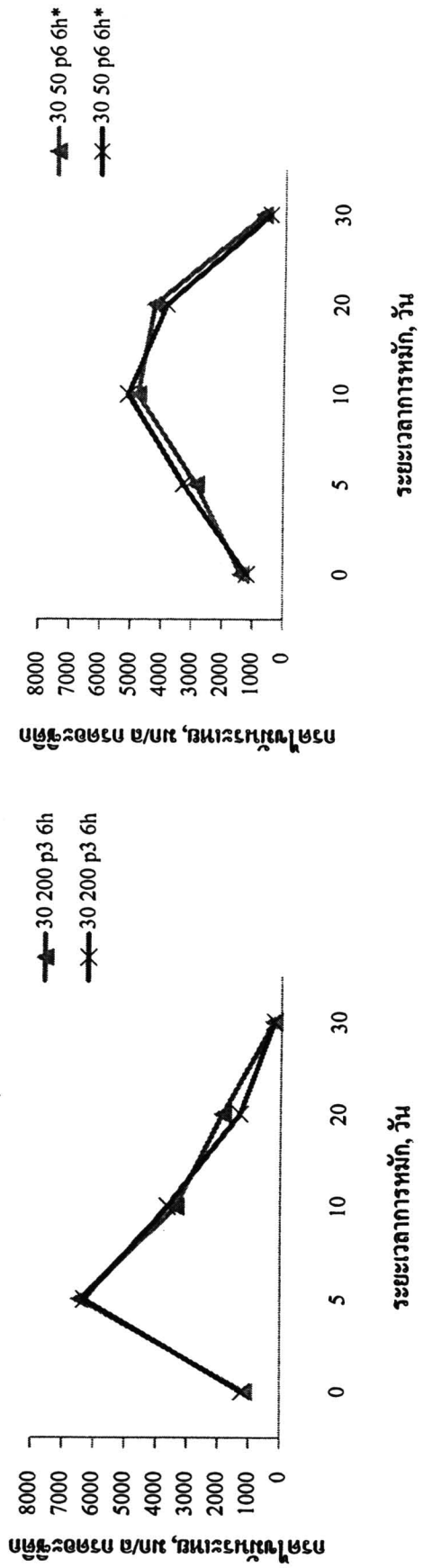
เซดูลอส NCU/ก. กากแห้ง	เพคตินอส PGU/ก. กากแห้ง	ฟือช	เวลา ชม.	ซีโอไซด์ที่ถูก กำจัด 30 วัน มก./5ล.	ปริมาณก๊าซ ที่วัดได้ 30 วัน มล./5ล.	ก๊าซที่เกิดขึ้น ต่อซีโอไซด์ที่ถูกกำจัด ลบ.ม./กก.	ก๊าซที่เกิดขึ้น ต่อกากแห้ง ลบ.ม./กก.	ก๊าซที่เกิดขึ้น ต่อกากเปียก ลบ.ม./กก.
สภาวะควบคุม								
5	50	6	2	112,875	6,050	0.054	0.182	0.029
30	50	6	6	59,975	11,300	0.188	0.339	0.053
30	50	6	6	111,650	13,025	0.117	0.391	0.062
30	50	3	6	120,250	11,600	0.096	0.348	0.055
30	200	3	6	112,800	12,425	0.110	0.373	0.059
30	50	6 (ไม่ปรับpH)	6	113,350	6,975	0.062	0.209	0.033



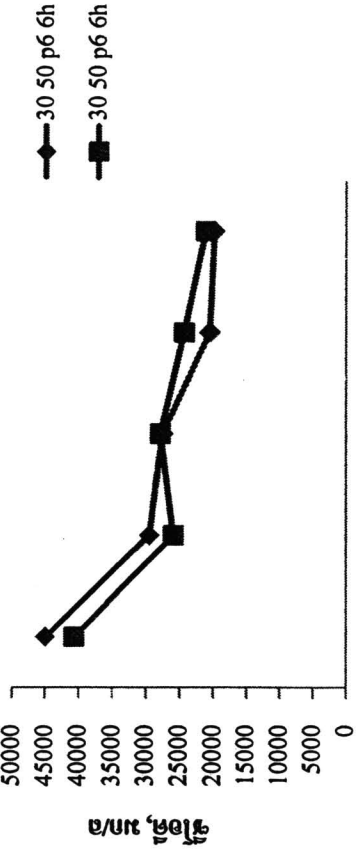
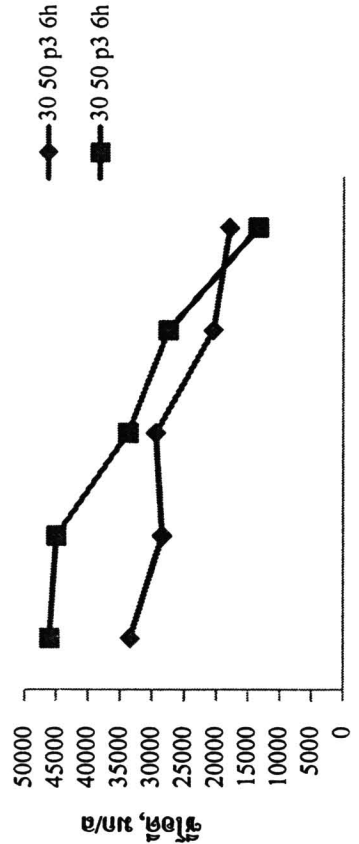
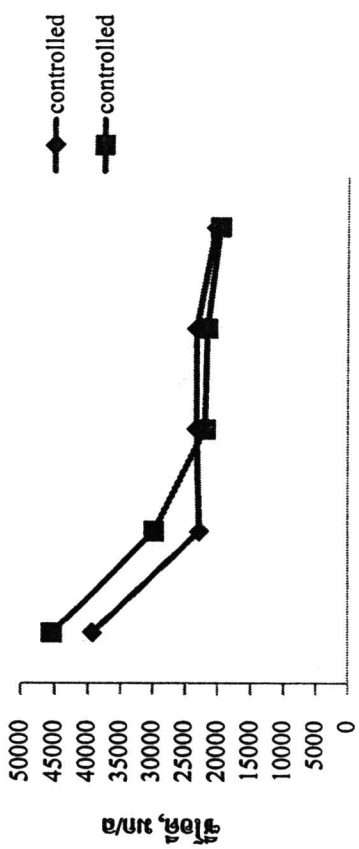
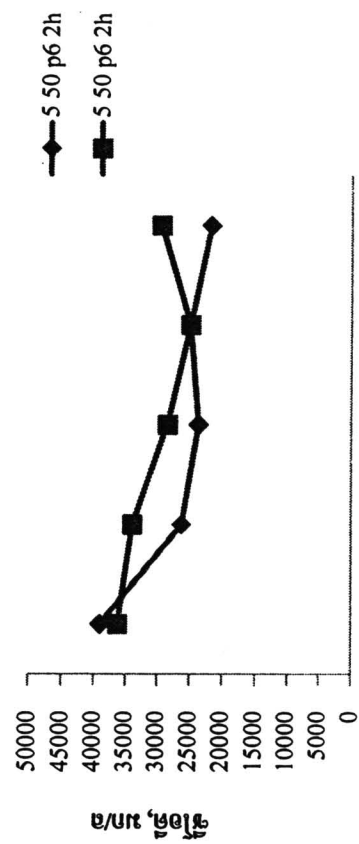


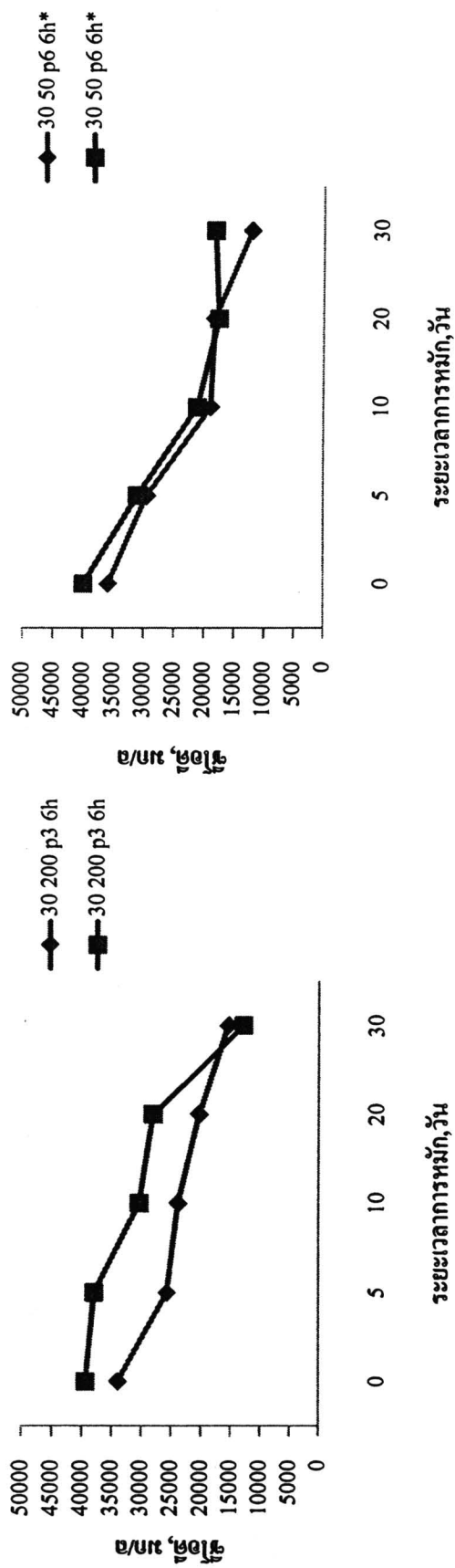
รูป จ 1 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราเติบโต ที่ระยะเวลาการหมัก 0, 5, 10, 20 และ 30 วัน (ครั้งที่ 1 และ 2)



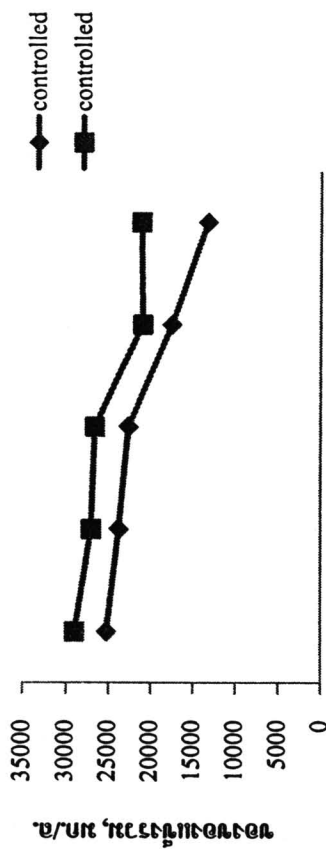
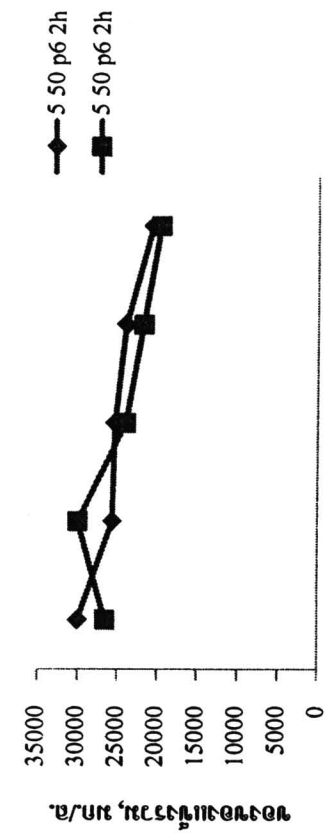


รูป จ 2 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันระเหย ที่ระยะเวลาการหมัก 0, 5, 10, 20 และ 30 วัน (ครั้งที่ 1 และ 2)

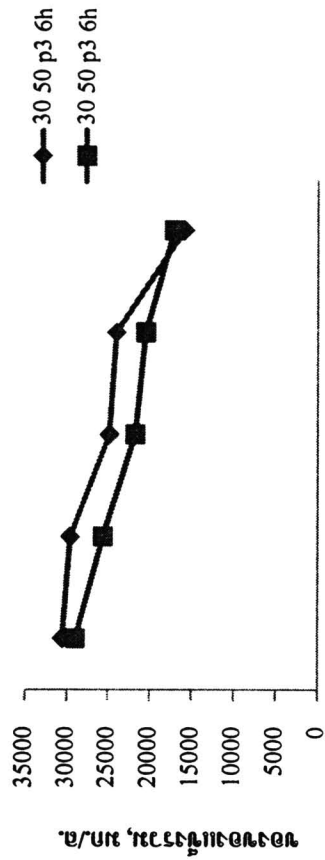




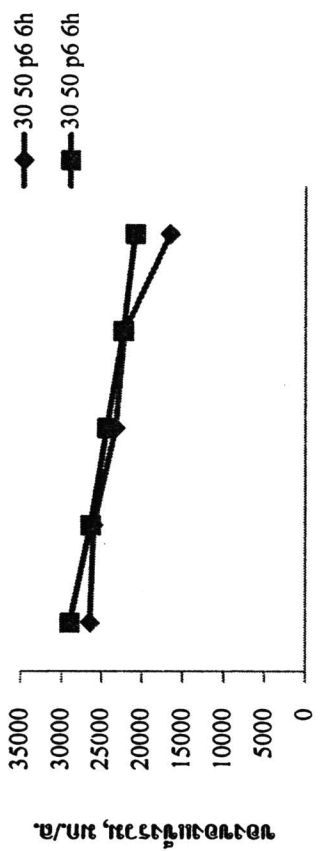
รูป จ 3 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าไอโอดีน ที่ระยะเวลาการหมัก 0, 5, 10, 20 และ 30 วัน (ครั้งที่ 1 และ 2)



ระยะเวลาการหมัก, วัน

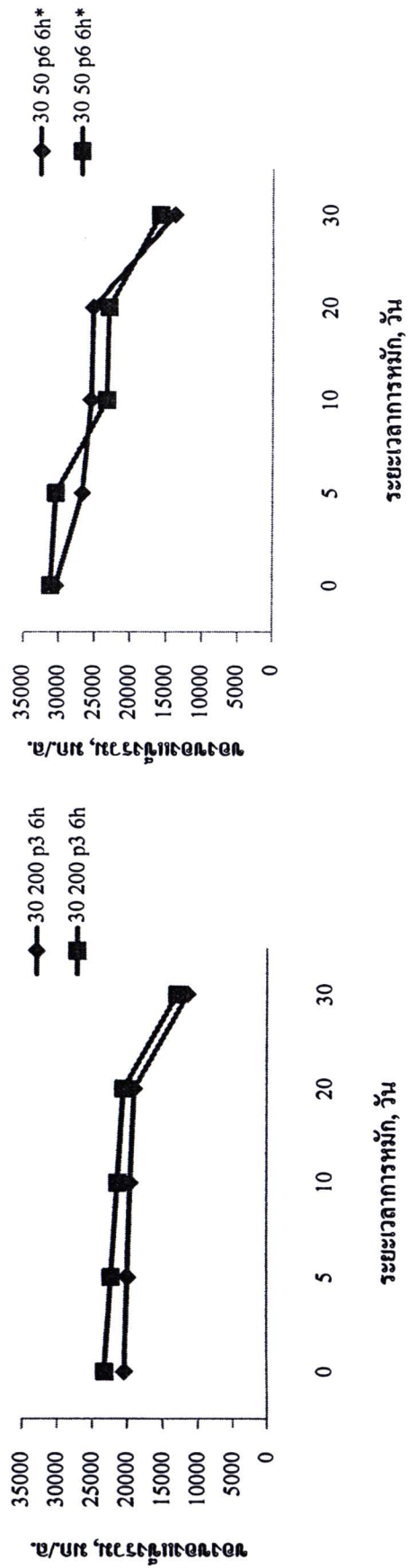


ระยะเวลาการหมัก, วัน

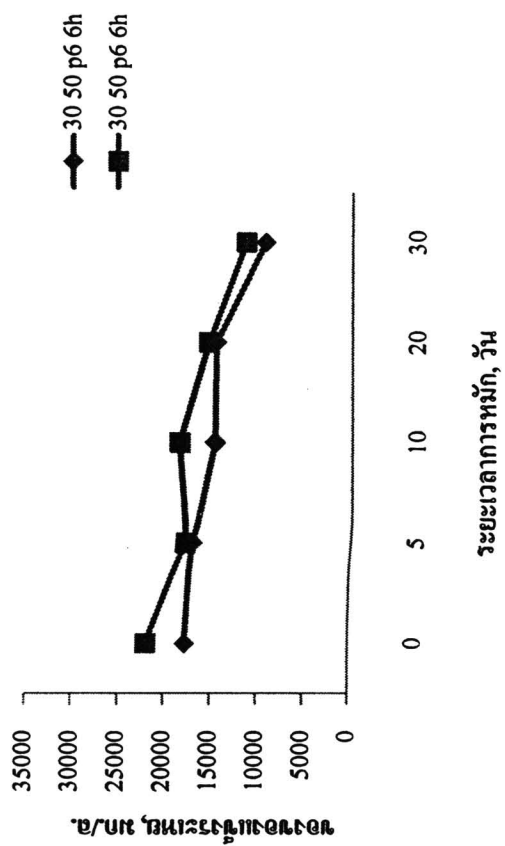
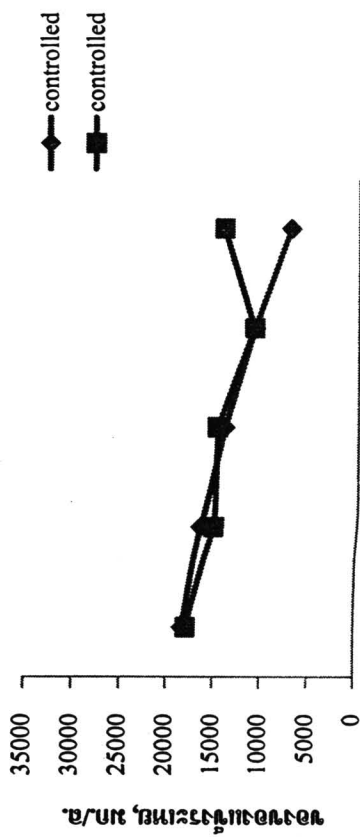
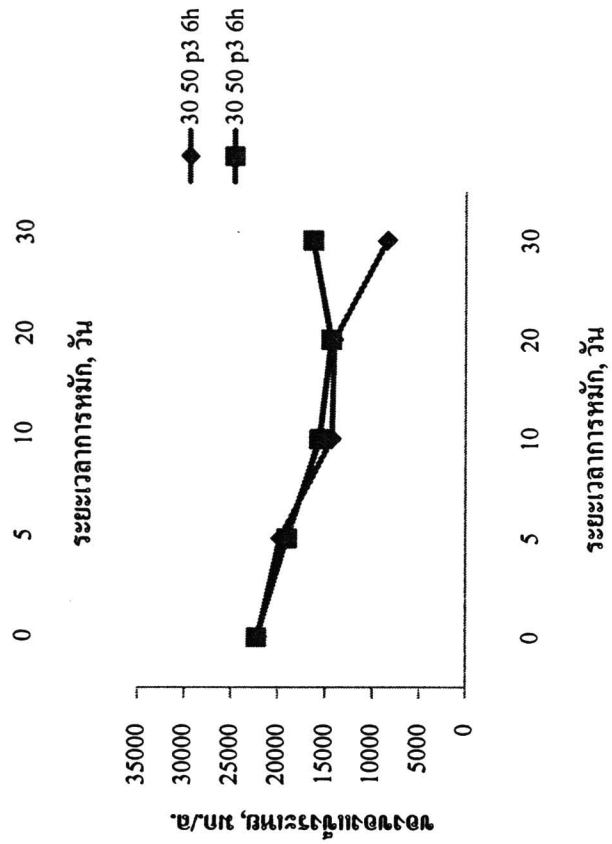
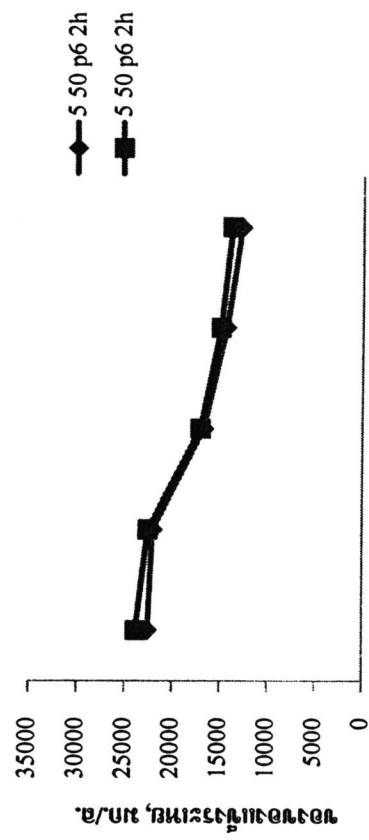


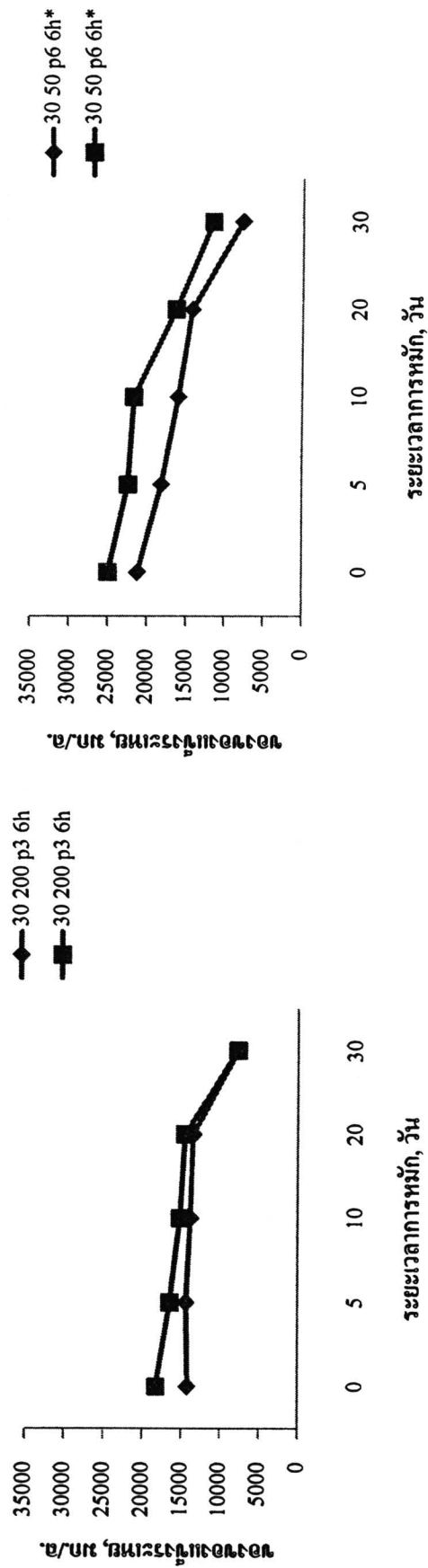
ระยะเวลาการหมัก, วัน

ระยะเวลาการหมัก, วัน

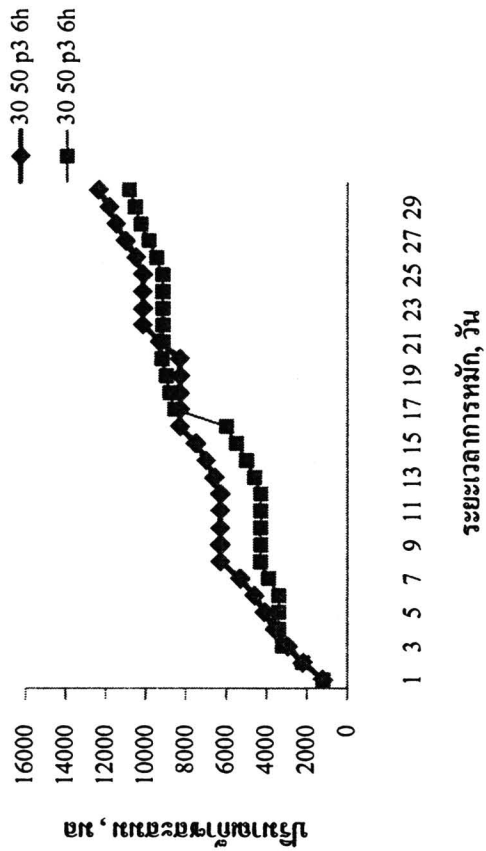
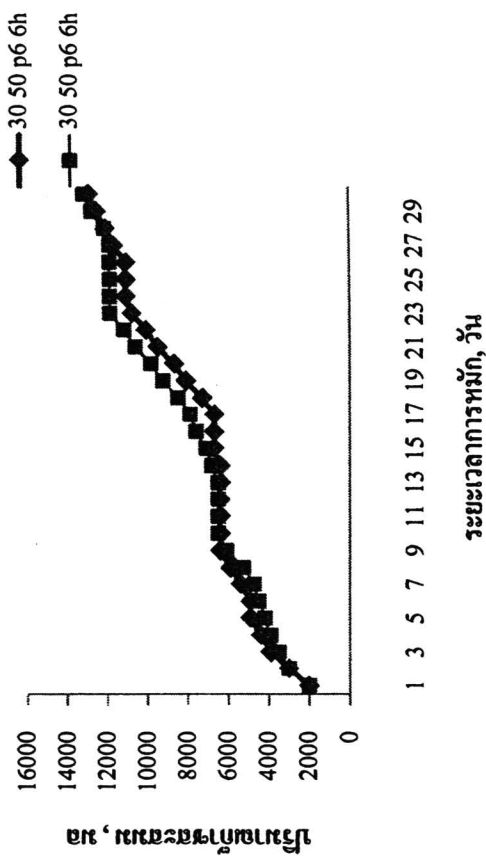


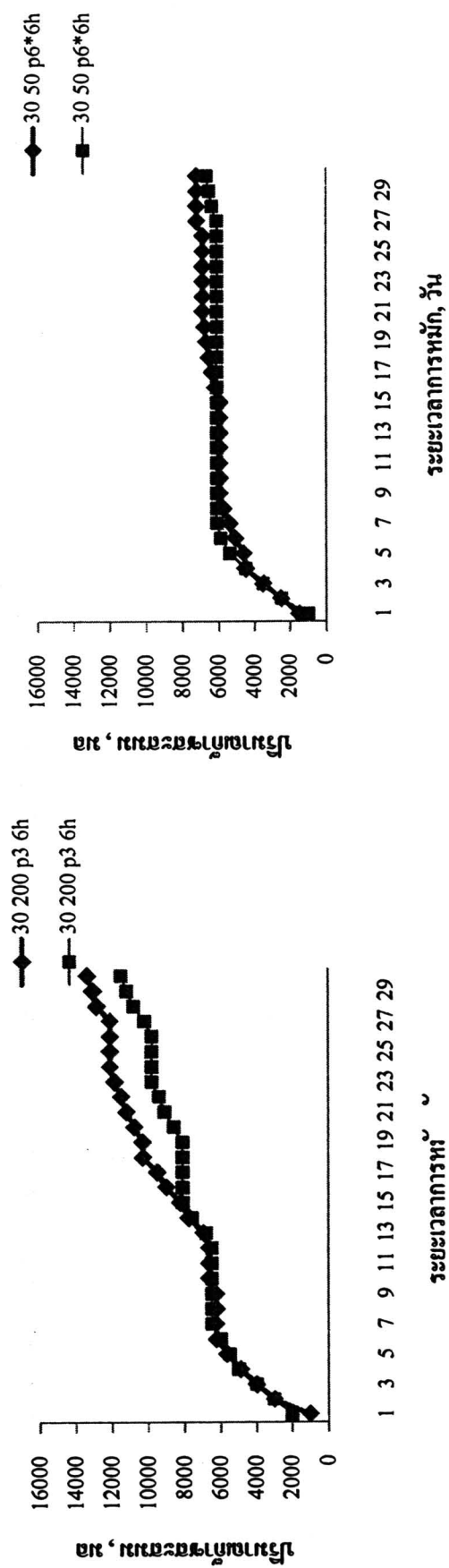
รูป ๔ ๔ การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณของโปรตีนที่ระยะเวลาการหมัก 0, 5, 10, 20 และ 30 วัน (ครั้งที่ 1 และ 2)





รูป จ 5 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งระเหยได้ ที่ระยะเวลาการหมัก 0, 5, 10, 20 และ 30 วัน (ครั้งที่ 1 และ 2)





รูป จ 6 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซสะสม ที่ระยะเวลาการหมัก 0, 5, 10, 20 และ 30 วัน (ครั้งที่ 1 และ 2)



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวกิตติยาพร สมบูรณ์
วัน เดือน ปี เกิด	28 กรกฎาคม 2529
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนอรุโณทัยลำปาง ปีการศึกษา 2543 สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนลำปางกัลยาณี ปีการศึกษา 2546 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2550

