บทที่ 4

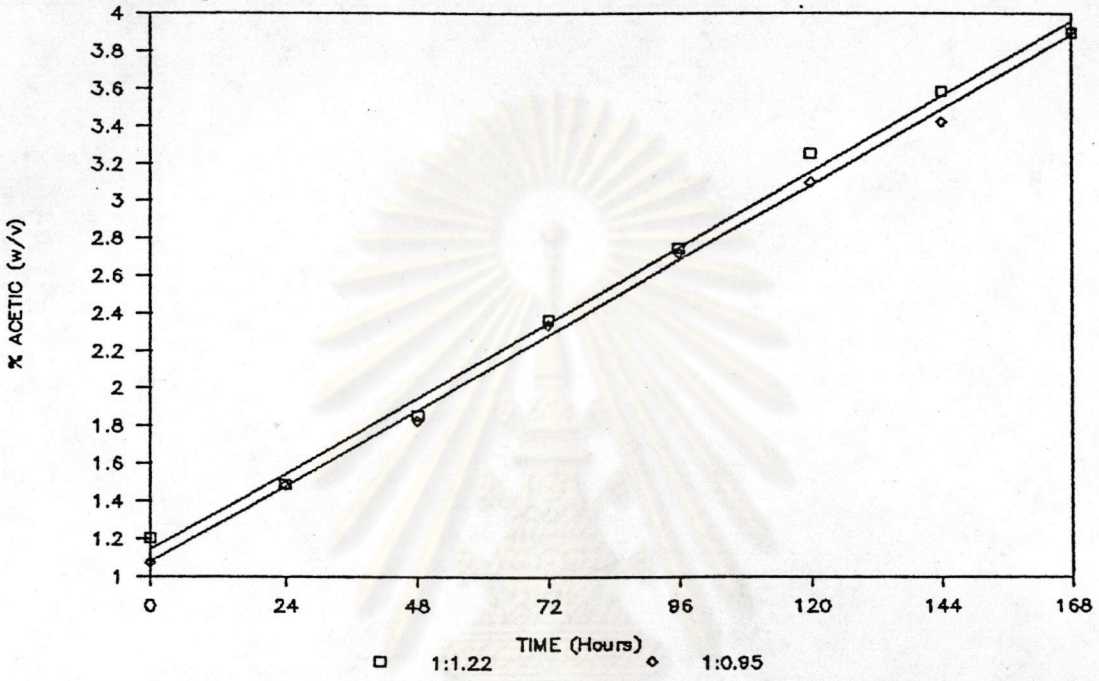
ผลการทดลอง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1 ศึกษาความสูงของแพคเบดในคอลัมน์ที่เหมาะสม

จากการศึกษาถึงอัตราส่วนความสูงของแพคเบดต่อส่วนสูงของช่องว่างเหนือเพคเบด 2 ตัวแปรคือ 1:1.22 และ 1:0.95 โดยให้อัตราการไหลเข้าของน้ำหมักเท่ากับ 2.8 ลิตรต่อนาที และอัตราการให้อากาศเท่ากับ 0.04 ปปน. อัตราส่วนร้อยละของเอทานอลต่อร้อยละของกรดอะซิติกเท่ากับ 7:1 พบว่าทั้งสองตัวแปรให้ผลที่เกือบไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 4.1 เมื่อพิจารณาถึงอัตราการเกิดกรดอะซิติกต่อเวลา พบว่าอัตราส่วนความสูงของแพคเบดต่อส่วนสูงของช่องว่างเหนือแพคเบด 1:1.22 จะให้อัตราการเกิดกรดอะซิติกสูงกว่า คือ 0.01682 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตรต่อชั่วโมงและ 1:0.95 เท่ากับ 0.01675 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ซึ่งอัตราส่วน 1:0.95 มีค่าต่ำกว่าที่เลขนัยสำคัญที่ 4 เท่านั้น แต่ปริมาณลูกแพคเบดน้อยกว่า 15 ลูก (จากเดิม 180 ลูก) จึงเลือกใช้อัตราส่วนความสูงของแพคเบดเป็น 1:0.95 เป็นสภาวะในการทดลองต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.1 การเปรียบเทียบปริมาณกรดอะซิติกต่อเวลาในการเดินเครื่องแบบไม่ต่อเนื่อง เมื่อใช้อัตราส่วนความสูงของช่องว่างเหนือแพคเบดต่อความสูงของแพคเบดเท่ากับ 1:0.95 และ 1:1.22

4.2 การศึกษาระบบการไหลเวียนของน้ำหมักที่เหมาะสม

โดยพิจารณา 2 ระบบคือ

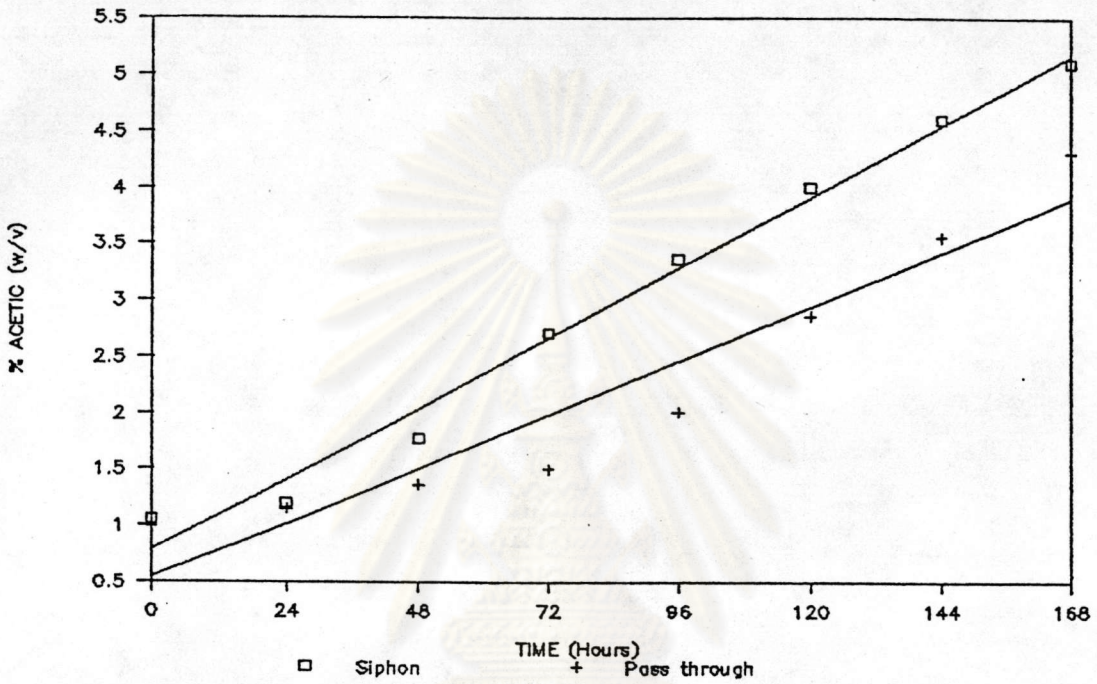
ก. ระบบกาลักน้ำ

ข. ระบบการไหลผ่านธรรมดา

โดยให้อัตราการไหลเข้าผ่านของน้ำหมักเท่ากับ 2.8 ลิตรต่อนาที อัตราการให้อากาศเท่ากับ 0.04 ปปน.และใช้อัตราส่วนร้อยละของเอทานอลต่อร้อยละของกรดอะซิติกเท่ากับ 7:1 พบว่าระบบกาลักน้ำให้อัตราการเกิดกรดอะซิติกสูงกว่าระบบการไหลผ่านธรรมดาดังรูปที่ 4.2 และเมื่อพิจารณาค่าอัตราการเกิดกรดอะซิติกของระบบกาลักน้ำและระบบการไหลผ่านธรรมดาจะได้เท่ากับ 0.02314 และ 0.01699 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตรต่อชั่วโมงตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 4.2

ดังนั้นระบบการไหลเวียนของน้ำหมักในการทดลองต่อ ๆ ไปจะใช้เป็นระบบกาลักน้ำเป็นสภาวะคงที่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 การเปรียบเทียบปริมาณกรดอะซิติกต่อเวลาในการเดินเครื่องแบบไม่ต่อเนื่อง เมื่อใช้ระบบการไหลเวียนของน้ำหมักแบบกาลักน้ำและการไหลผ่านธรรมดา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 ศึกษาสภาวะที่ผลิตกรดอะซิติกได้เร็วที่สุดในแต่ละเครื่องหมัก

ตัวแปรที่ศึกษาคือ อัตราการไหลเข้าของน้ำหมัก 3.2,2.8 และ 2.4 ลิตรต่อนาที อัตราการให้อากาศ 0.08,0.06 และ 0.04 ปปน.ระบบการไหลเวียนของน้ำหมักเป็นแบบกาลักน้ำ อัตราส่วนความสูงของช่องว่างเหนือแพคเบดต่อความสูงของแพคเบดเท่ากับ 1:0.95 และอุณหภูมิที่ใช้ในการควบคุมอยู่ในช่วง 30-34 องศาเซลเซียส

4.3.1 เครื่องหมักที่ 1 การผลิตกรดอะซิติกจากปริมาณร้อยละ 1 ถึง 2 จากผลการทดลองพบว่า ที่อัตราการไหลเข้าของน้ำหมัก 2.8 ลิตรต่อนาทีและอัตราการให้อากาศ 0.04 ปปน. จะให้อัตราการเกิดกรดอะซิติกสูงที่สุด คือ 0.01638 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง เมื่อเทียบกับคู่ตัวแปรอื่นในเครื่องหมักเดียวกันจะมีค่าสูงกว่าดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.3,4.4, 4.5 และ 4.15

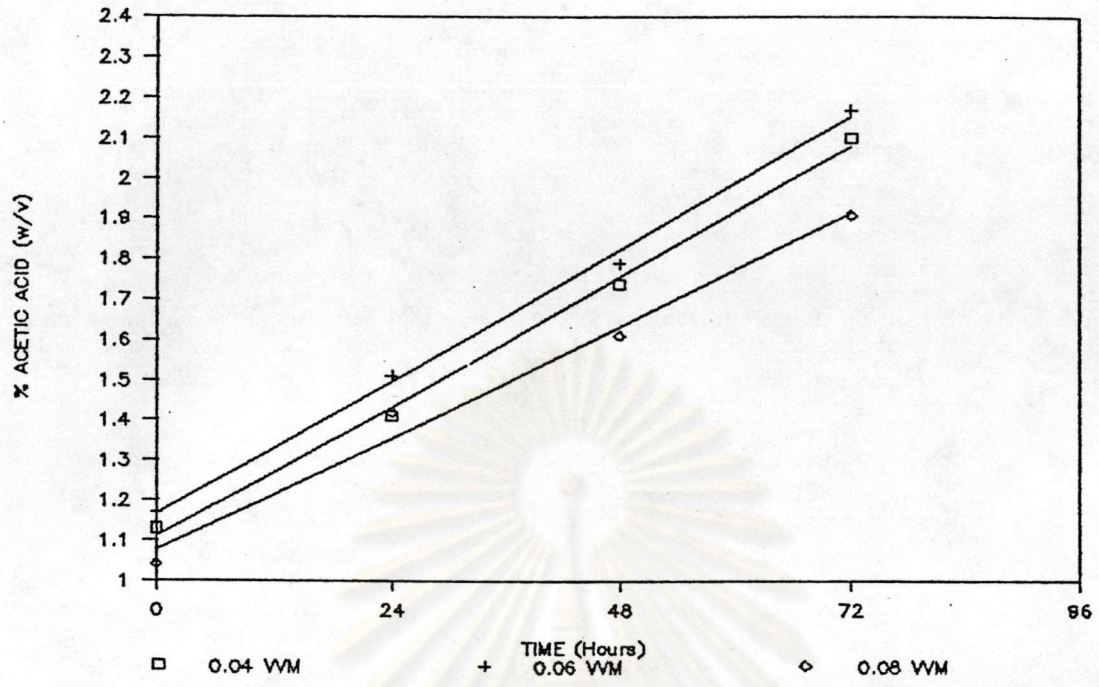
4.3.2 เครื่องหมักที่ 2 การผลิตกรดอะซิติกจากปริมาณร้อยละ 2 ถึง 3 โดยที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้นใกล้เคียงกันทุกคู่ตัวแปร พบว่าที่อัตราการไหลเข้าของน้ำหมักและอัตราการให้อากาศเท่ากับ 2.8 และ 0.04 ลิตรต่อนาทีและปปน.เป็นคู่ตัวแปรที่ทำให้อัตราการผลิตกรดอะซิติกสูงที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 0.01650 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับคู่ตัวแปรอื่นในเครื่องหมักที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และแสดงเป็นกราฟดังรูปที่ 4.6,4.7,4.8 และ 4.16

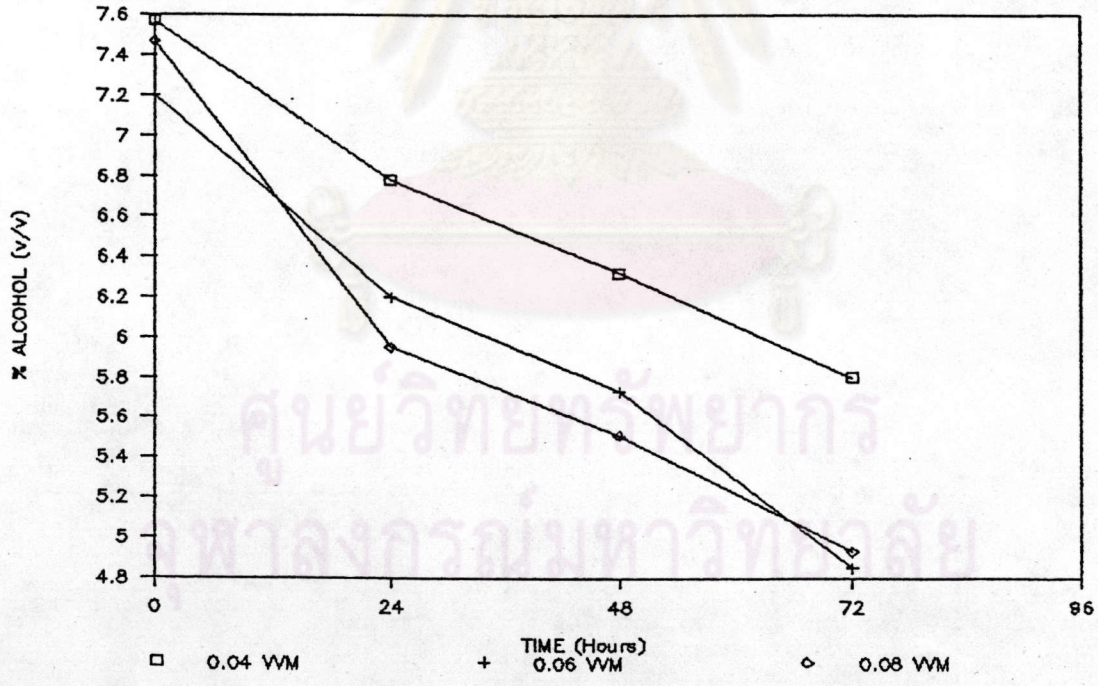
4.3.3 เครื่องหมักที่ 3 การผลิตกรดอะซิติกจากปริมาณร้อยละ 3 ถึง 4 พบว่าคู่ตัวแปรที่ให้อัตราการเกิดกรดอะซิติกสูงที่สุดคือ อัตราการไหลเข้าของน้ำหมัก 2.8 ลิตรต่อนาที และอัตราการให้อากาศ 0.06 ปปน. ซึ่งให้อัตราการเกิดกรดอะซิติกเท่ากับ 0.01854 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบคู่ตัวแปรอื่น ดังตารางที่ 4.1 และ รูปที่ 4.9,4.10, 4.11 และ 4.17

4.3.4 เครื่องหมักที่ 4 การผลิตกรดอะซิติกจากปริมาณร้อยละ 4 ถึง 5 โดยปริมาณเชื้อเริ่มต้นใกล้เคียงกัน พบว่าคู่ตัวแปรที่ให้อัตราการเกิดกรดสูงที่สุดคือ อัตราการไหลเข้าของน้ำหมัก 2.8 ลิตรต่อนาที อัตราการให้อากาศ 0.06 ปปน. ให้อัตราการเกิดกรดอะซิติกเท่ากับ 0.02354 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ดังตารางที่ 4.1 และ ดังรูปที่ 4.12,4.13,4.14 และ 4.18

ดังนั้นสภาวะต่าง ๆ ที่เลือกมาใช้ในการเดินเครื่องหมักแบบต่อเนื่องจึงเป็นสภาวะการเลือกเริ่มต้นซึ่งไม่ขึ้นต่อกันของทุกเครื่องหมัก เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการผลิตให้ได้ผลผลิตมากที่สุด โดยที่ปริมาณของกรดอะซิติกที่ได้อยู่ในช่วงที่ต้องการ

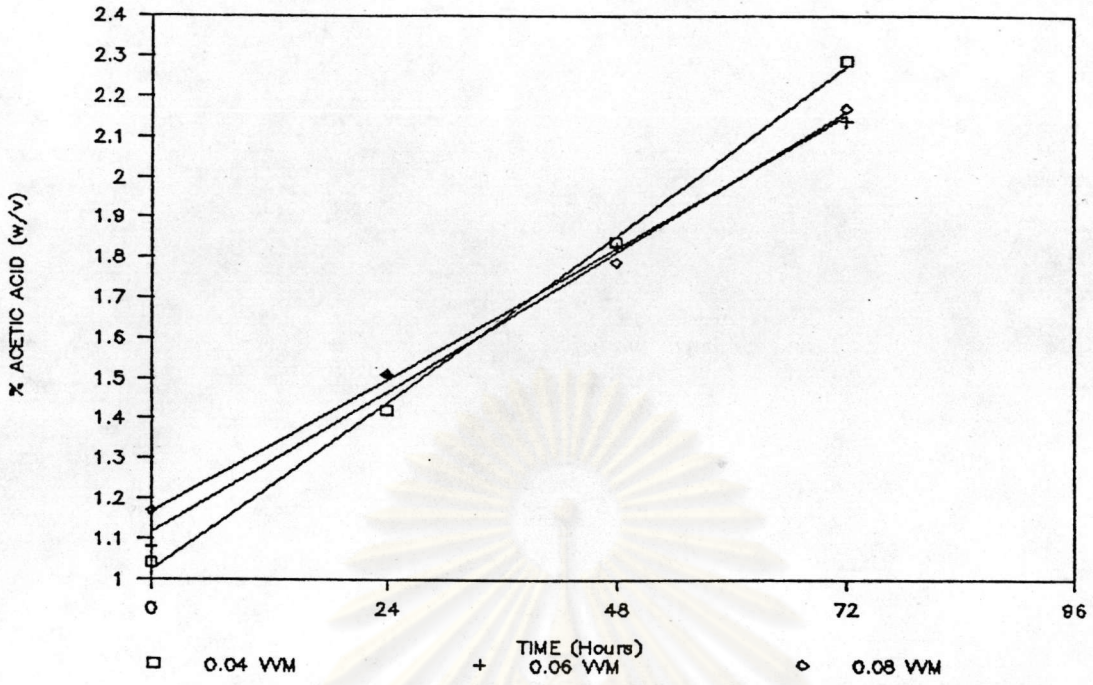
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

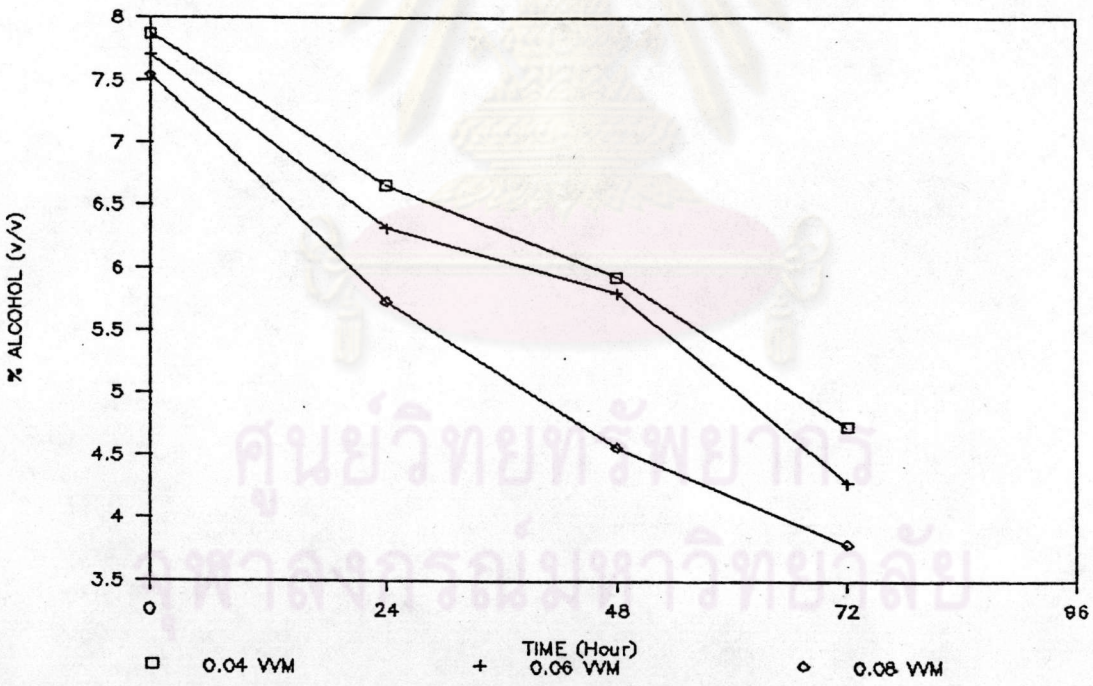




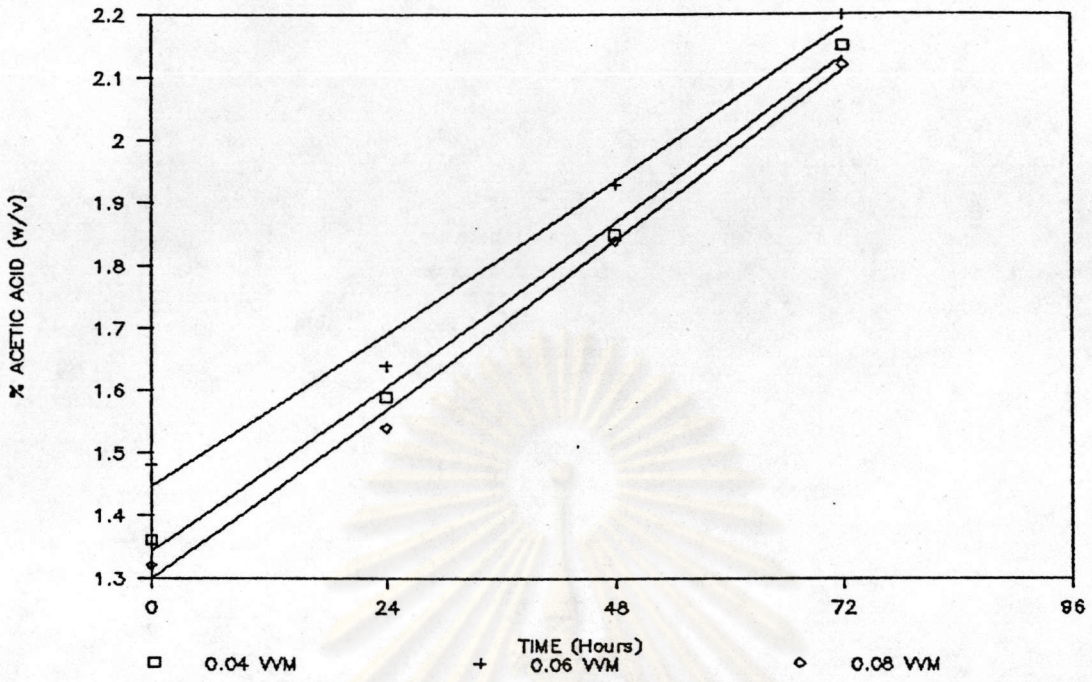
รูปที่ 4.3 การเปรียบเทียบปริมาณกรดอะซิติกและเอทานอลต่อเวลาในการเดินเครื่องหมักที่ 1 อัตราการไหลเข้าของน้ำหมัก 3.2 ลิตรต่อนาทีและอัตราการให้อากาศ 0.04, 0.06 และ 0.08 ปริมาตรของอากาศต่อปริมาตรของน้ำหมักต่อนาที

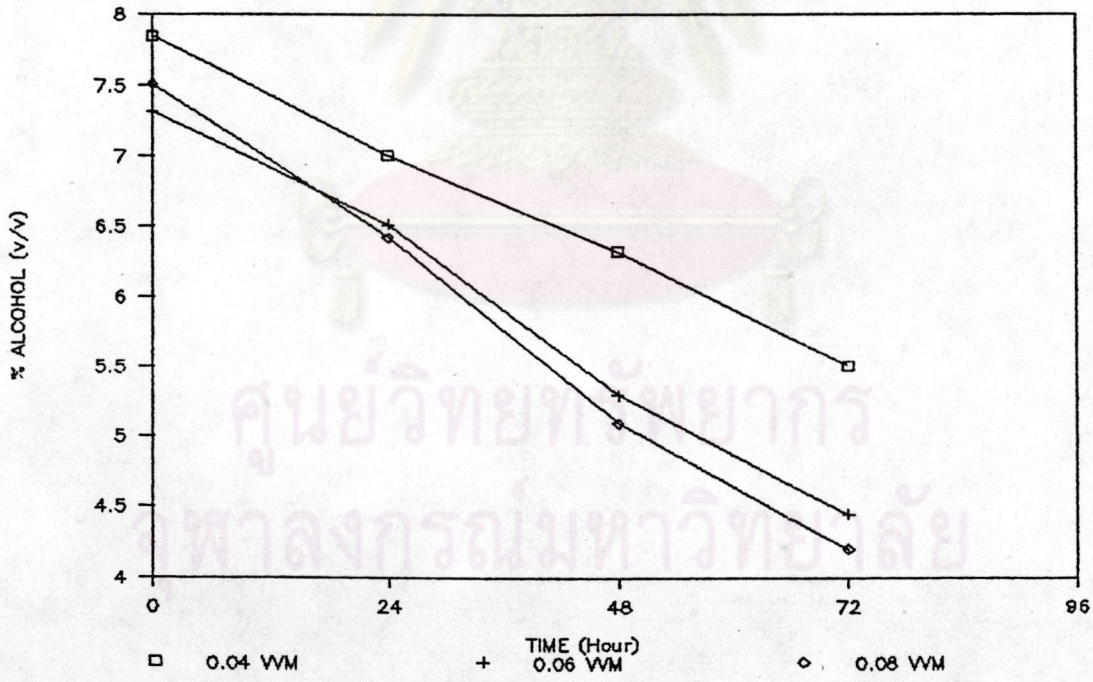
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





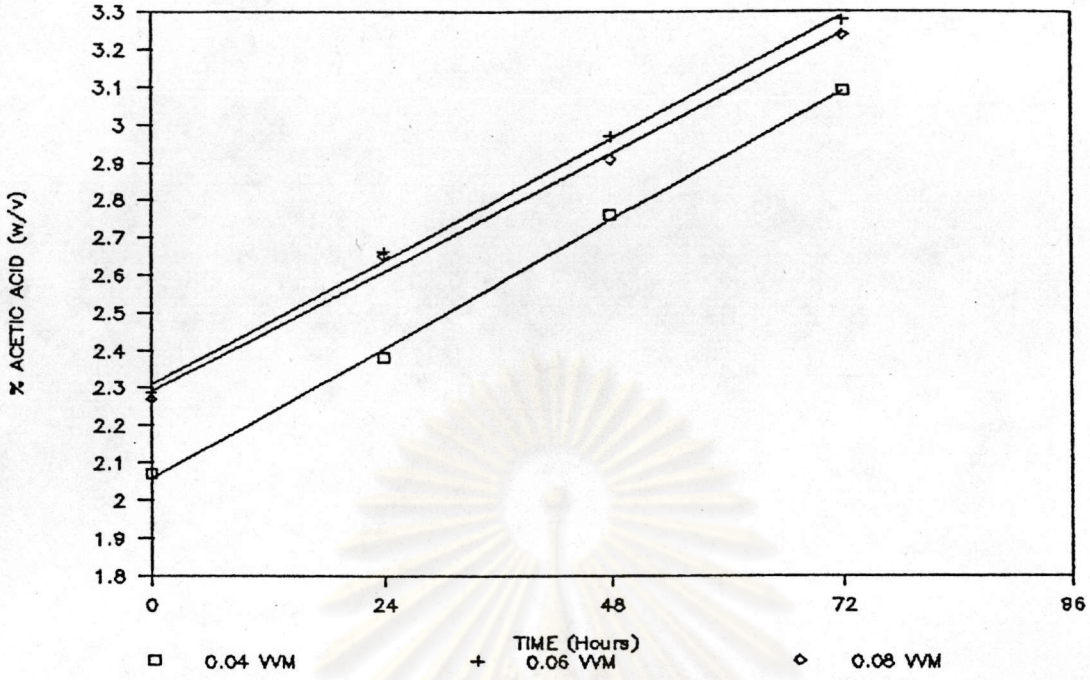
รูปที่ 4.4 การเปรียบเทียบปริมาณกรดอะซิติกและเอทานอลต่อเวลาในการเดินเครื่องหมักที่ 1 อัตราการไหลเข้าของน้ำหมัก 2.8 ลิตรต่อนาทีและอัตราการให้อากาศ 0.04, 0.06 และ 0.08 ปริมาตรของอากาศต่อปริมาตรของน้ำหมักต่อนาที

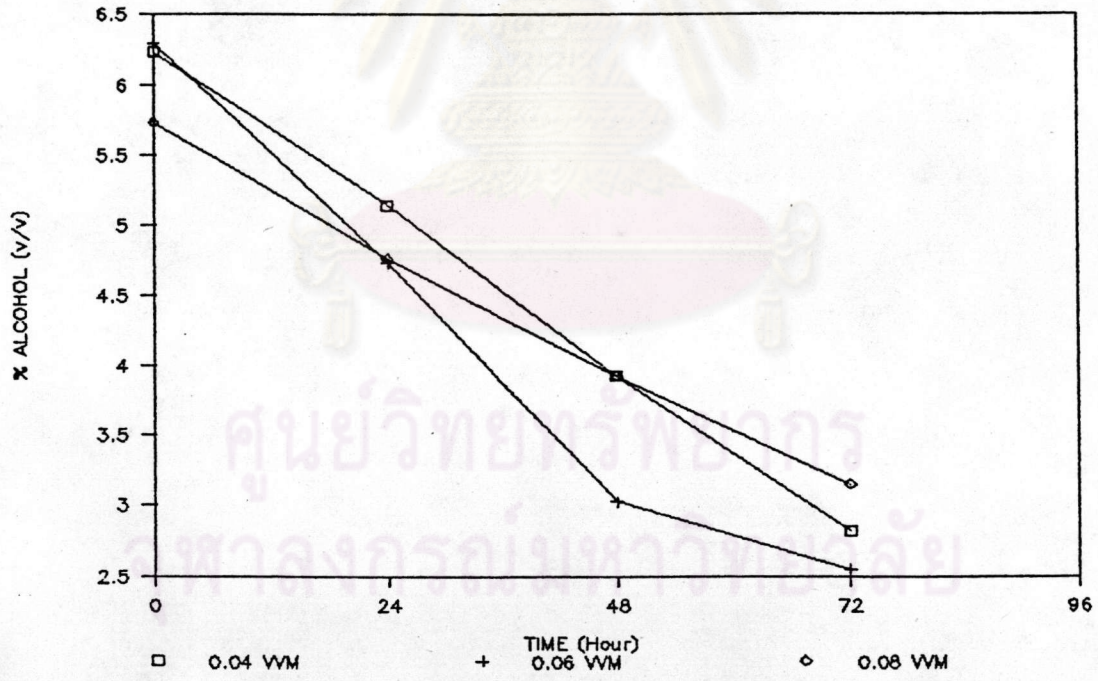




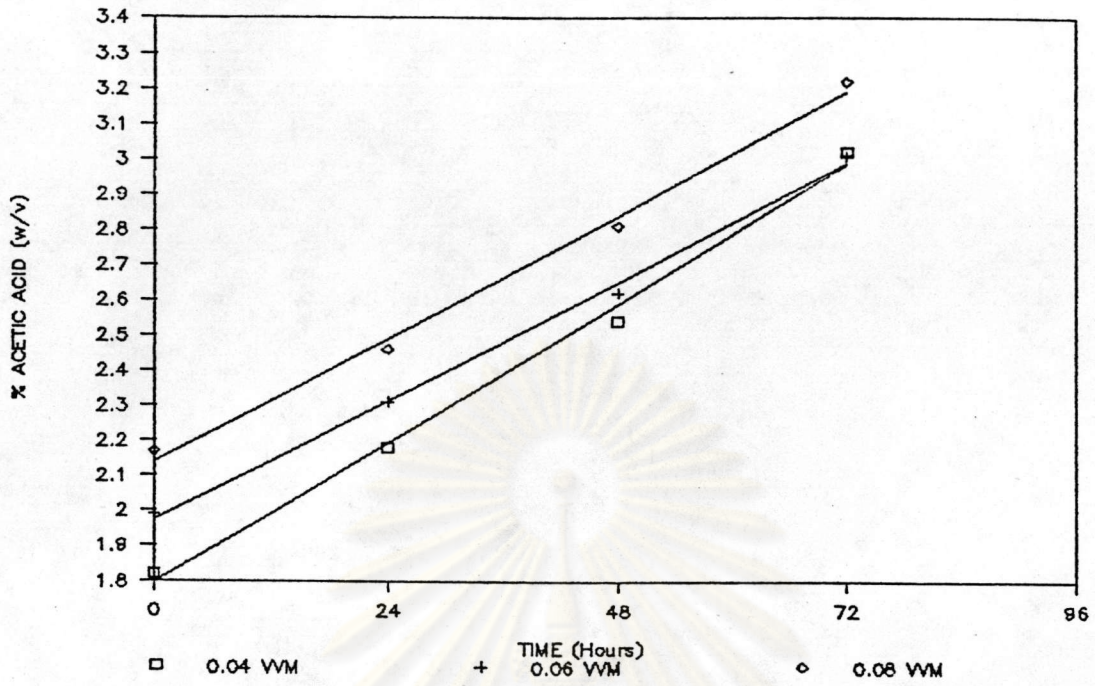
รูปที่ 4.5 การเปรียบเทียบปริมาณกรดอะซิติกและเอทานอลต่อเวลาในการเดินเครื่องหมักที่ 1 อัตราการไหลเข้าของน้ำหมัก 2.4 ลิตรต่อนาทีและอัตราการให้อากาศ 0.04, 0.06 และ 0.08 ปริมาตรของอากาศต่อปริมาตรของน้ำหมักต่อนาที

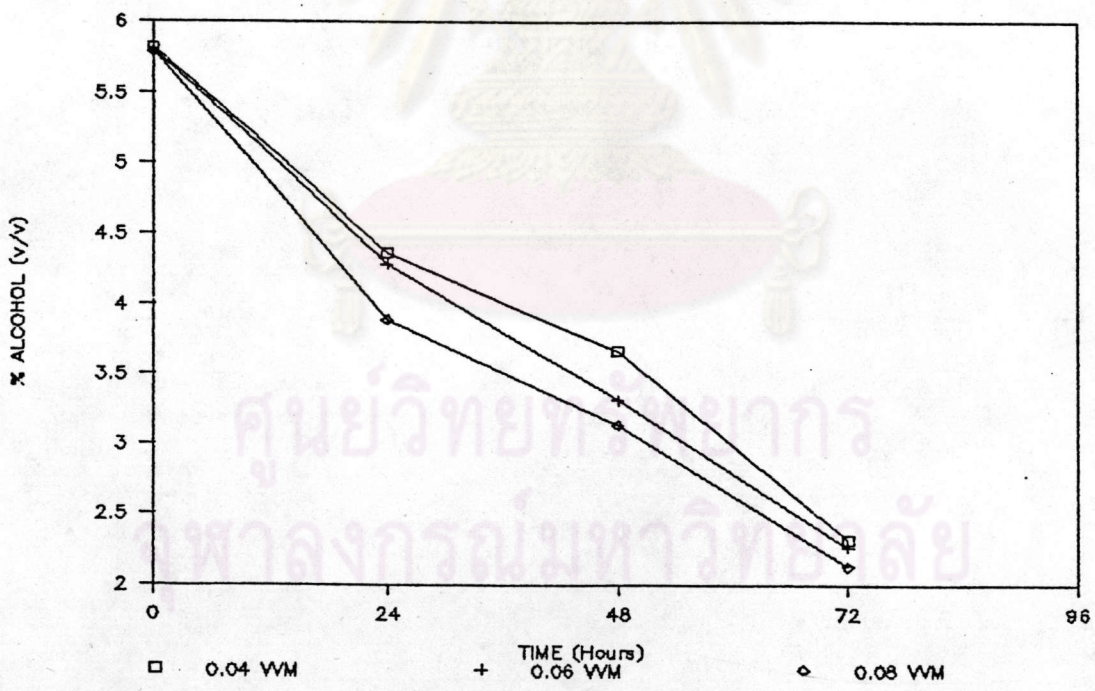
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



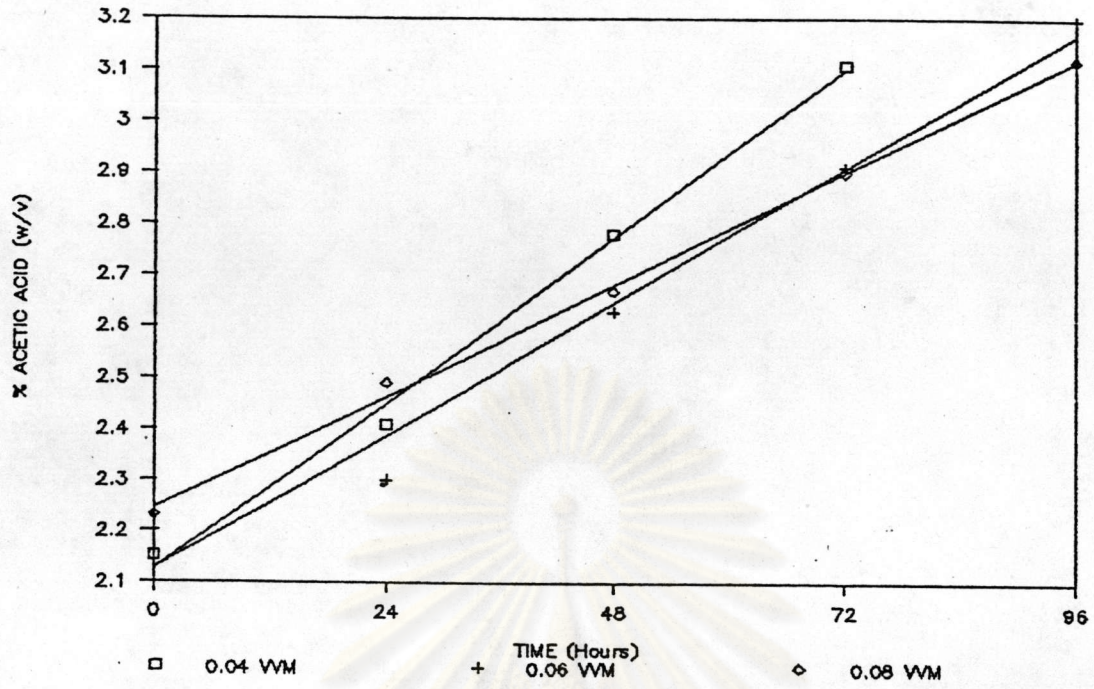


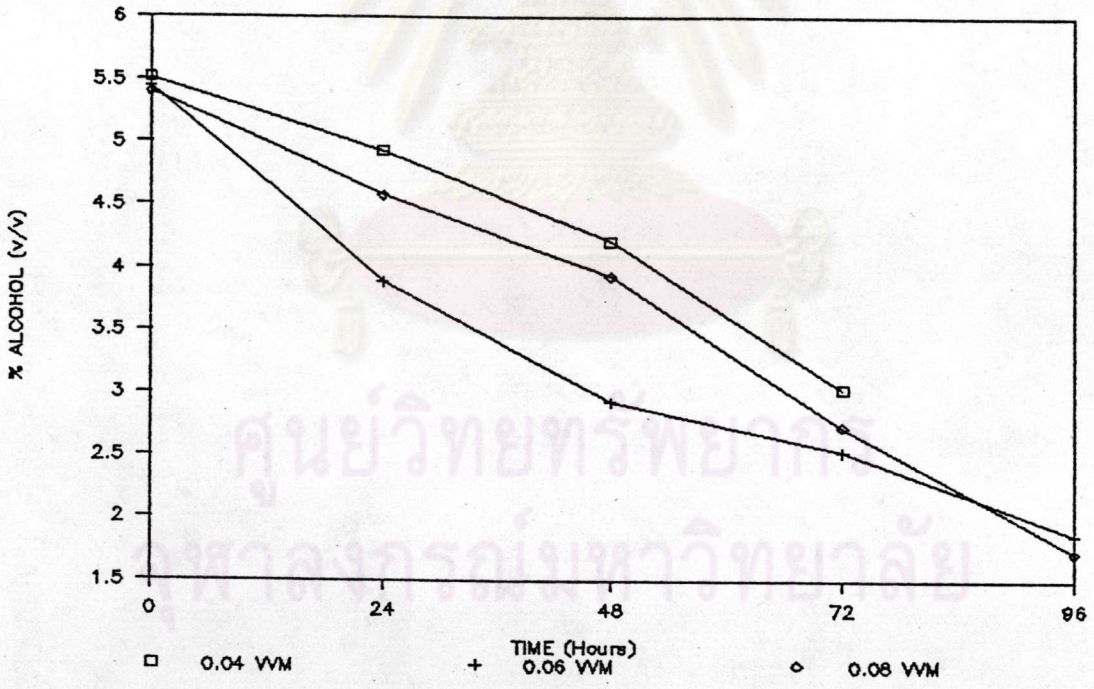
รูปที่ 4.6 การเปรียบเทียบปริมาณกรดอะซิติกและเอทานอลต่อเวลาในการเดินเครื่องหมักที่ 2 อัตราการไหลเข้าของน้ำหมัก 3.2 ลิตรต่อนาทีและอัตราการให้อากาศ 0.04, 0.06 และ 0.08 ปริมาตรของอากาศต่อปริมาตรของน้ำหมักต่อนาที



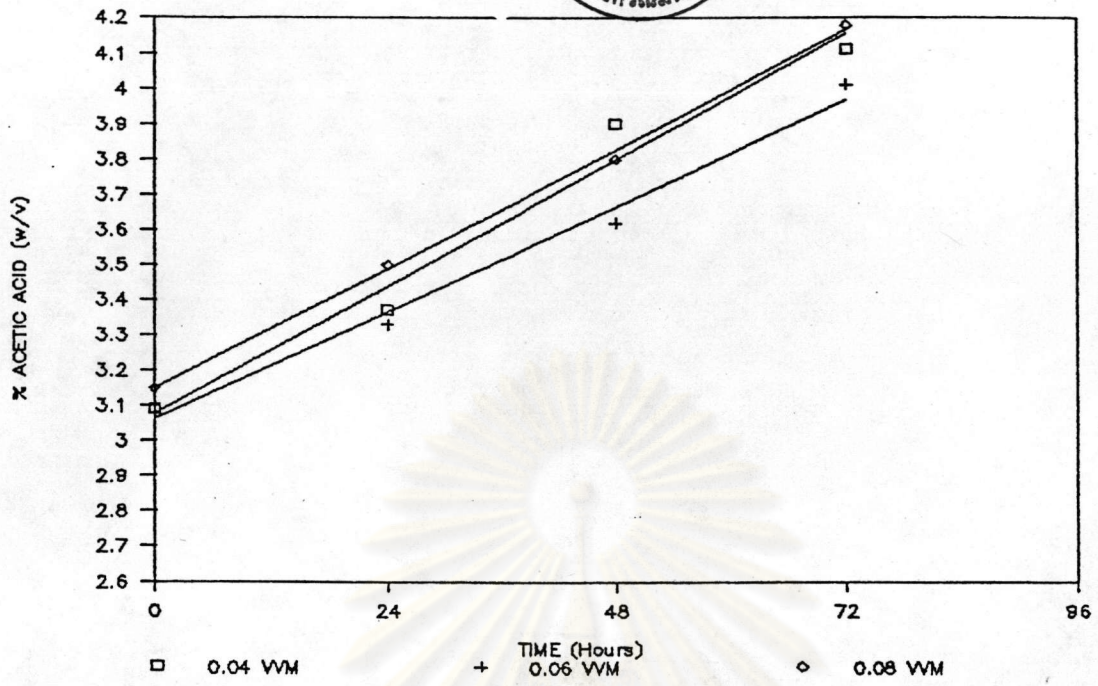


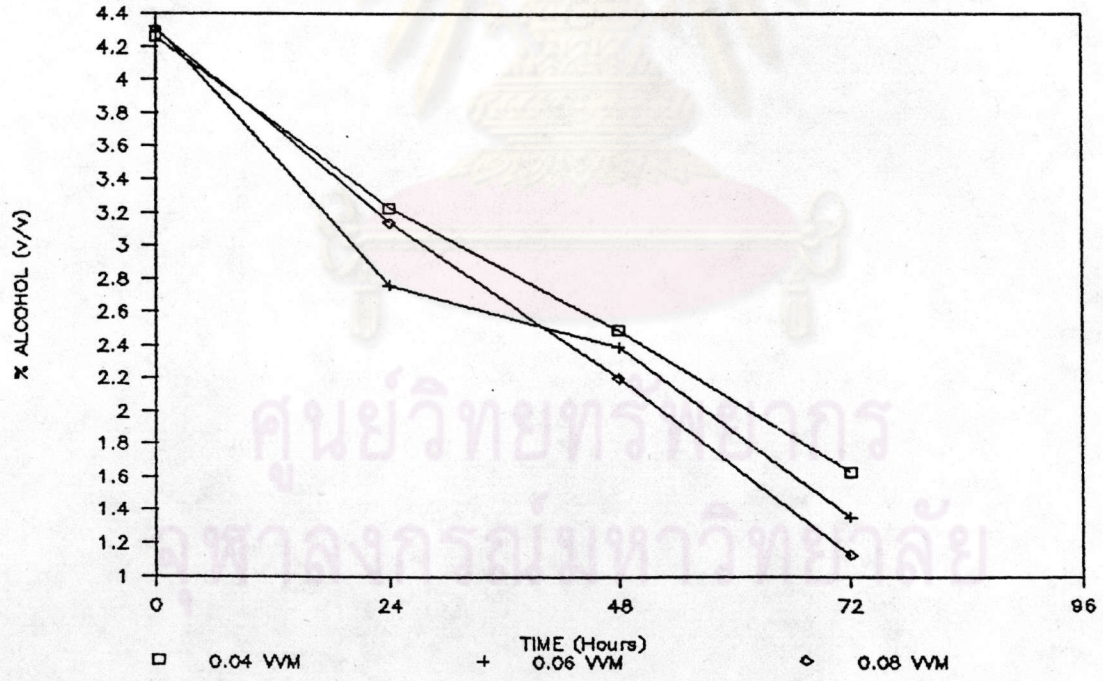
รูปที่ 4.7 การเปรียบเทียบปริมาณกรดอะซิติกและเอทานอลต่อเวลาในการเดินเครื่องหมักที่ 2 อัตราการไหลเข้าของน้ำหมัก 2.8 ลิตรต่อนาทีและอัตราการให้อากาศ 0.04, 0.06 และ 0.08 ปริมาตรของอากาศต่อปริมาตรของน้ำหมักต่อนาที



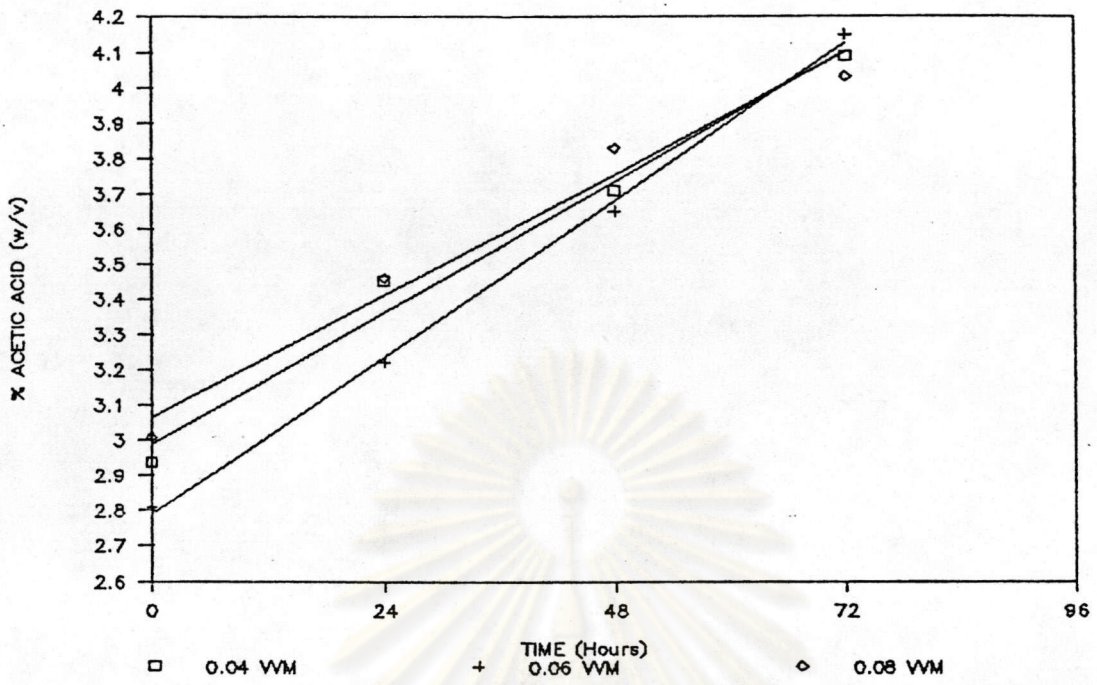


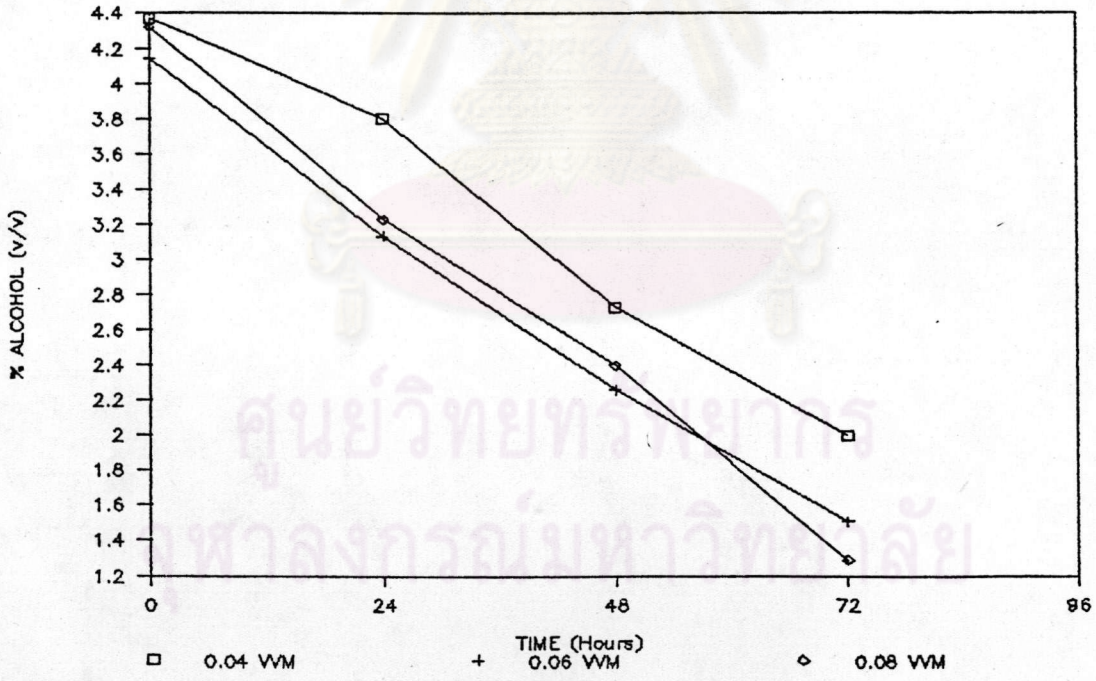
รูปที่ 4.8 การเปรียบเทียบปริมาณกรดอะซิติกและเอทานอลต่อเวลาในการเดินเครื่องหมักที่ 2 อัตราการไหลเข้าของน้ำหมัก 2.4 ลิตรต่อนาทีและอัตราการให้อากาศ 0.04, 0.06 และ 0.08 ปริมาตรของอากาศต่อปริมาตรของน้ำหมักต่อนาที



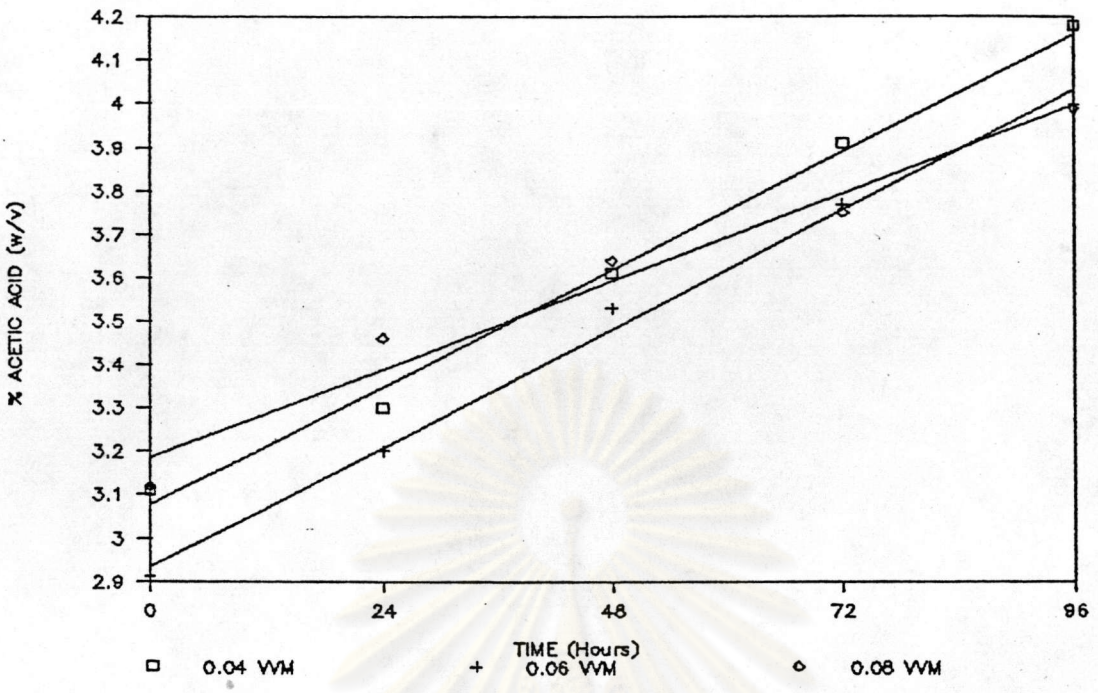


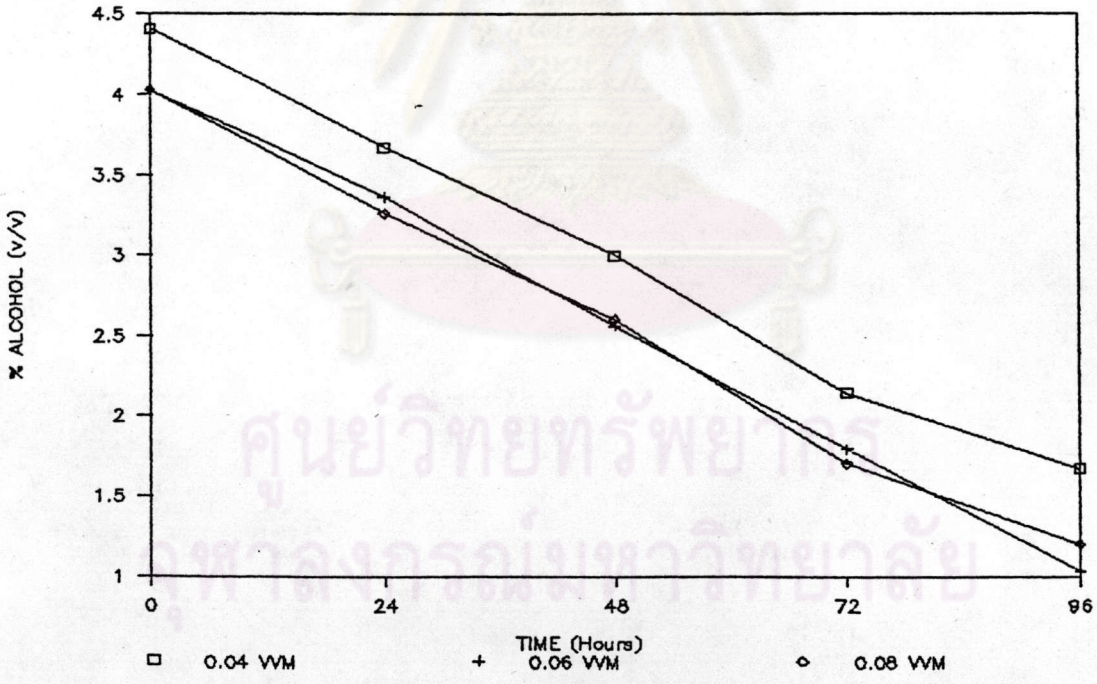
รูปที่ 4.9 การเปรียบเทียบปริมาณกรดอะซิติกและเอทานอลต่อเวลาในการเดินเครื่องหมักที่ 3 อัตราการไหลเข้าของน้ำหมัก 3.2 ลิตรต่อนาทีและอัตราการให้อากาศ 0.04, 0.06 และ 0.08 ปริมาตรของอากาศต่อปริมาตรของน้ำหมักต่อนาที



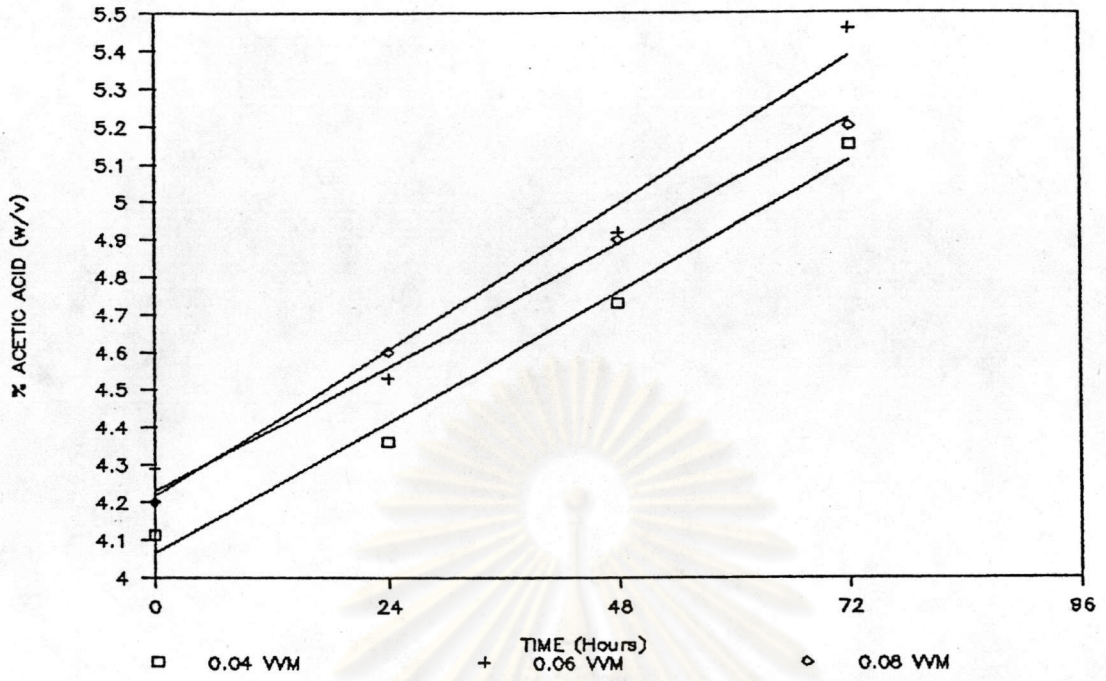


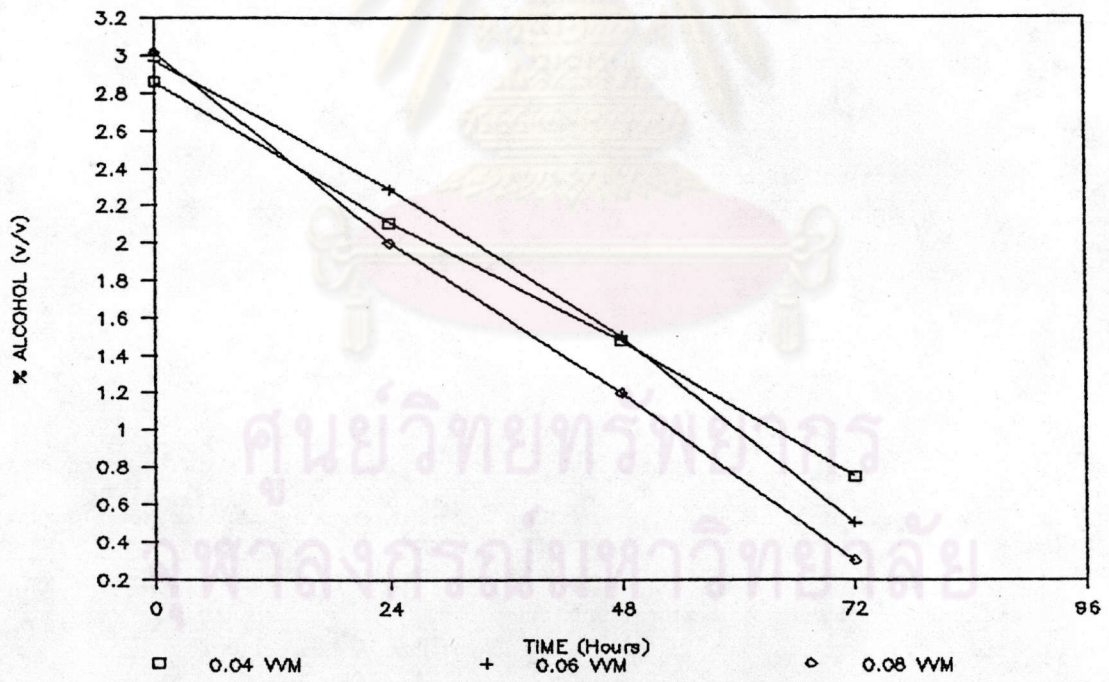
รูปที่ 4.10 การเปรียบเทียบปริมาณกรดอะซิติกและเอทานอลต่อเวลาในการเดินเครื่องหมักที่ 3 อัตราการไหลเข้าของน้ำหมัก 2.8 ลิตรต่อนาทีและอัตราการให้อากาศ 0.04, 0.06 และ 0.08 ปริมาตรของอากาศต่อปริมาตรของน้ำหมักต่อนาที



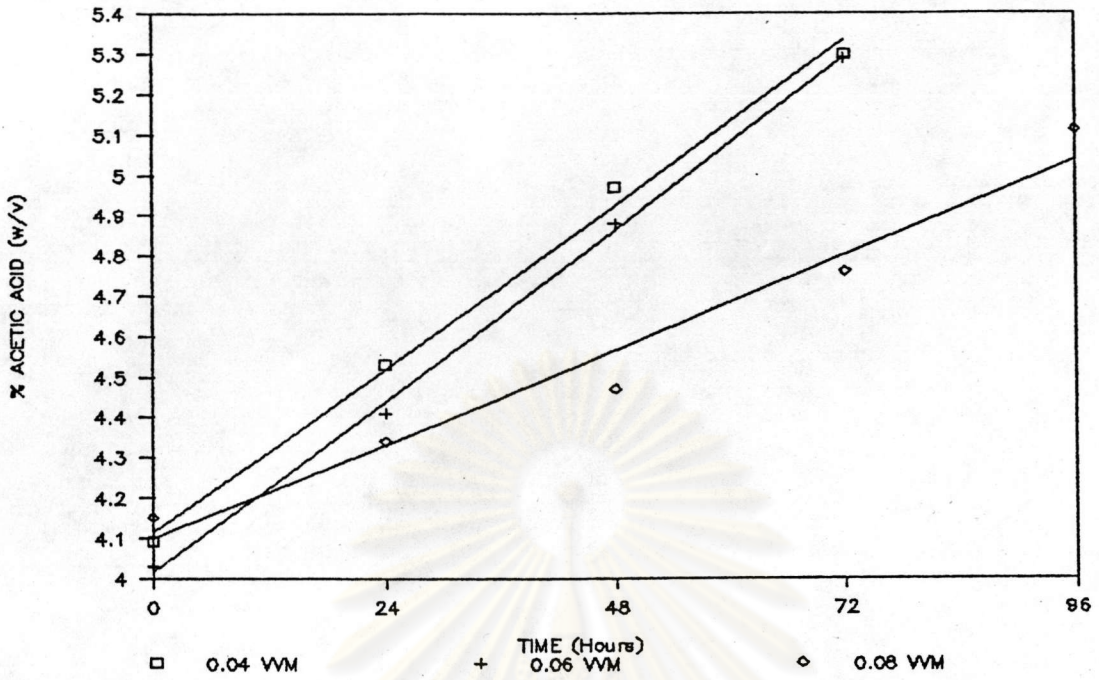


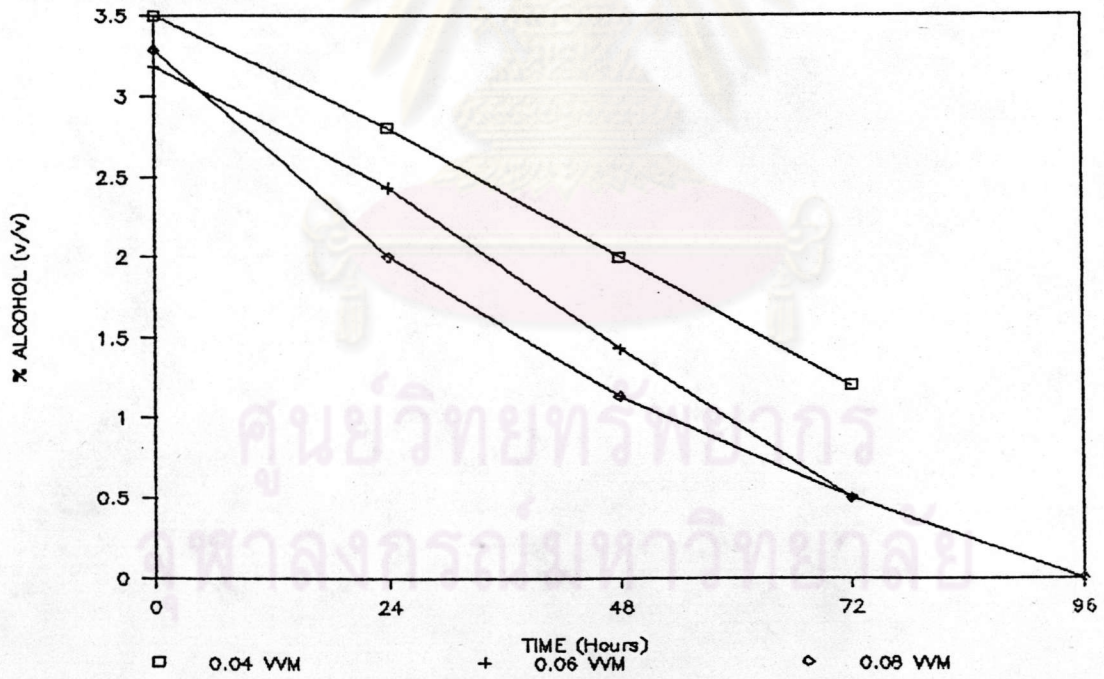
รูปที่ 4.11 การเปรียบเทียบปริมาณกรดอะซิติกและเอทานอลต่อเวลาในการเดินเครื่องหมักที่ 3 อัตราการไหลเข้าของน้ำหมัก 2.4 ลิตรต่อนาทีและอัตราการให้อากาศ 0.04, 0.06 และ 0.08 ปริมาตรของอากาศต่อปริมาตรของน้ำหมักต่อนาที



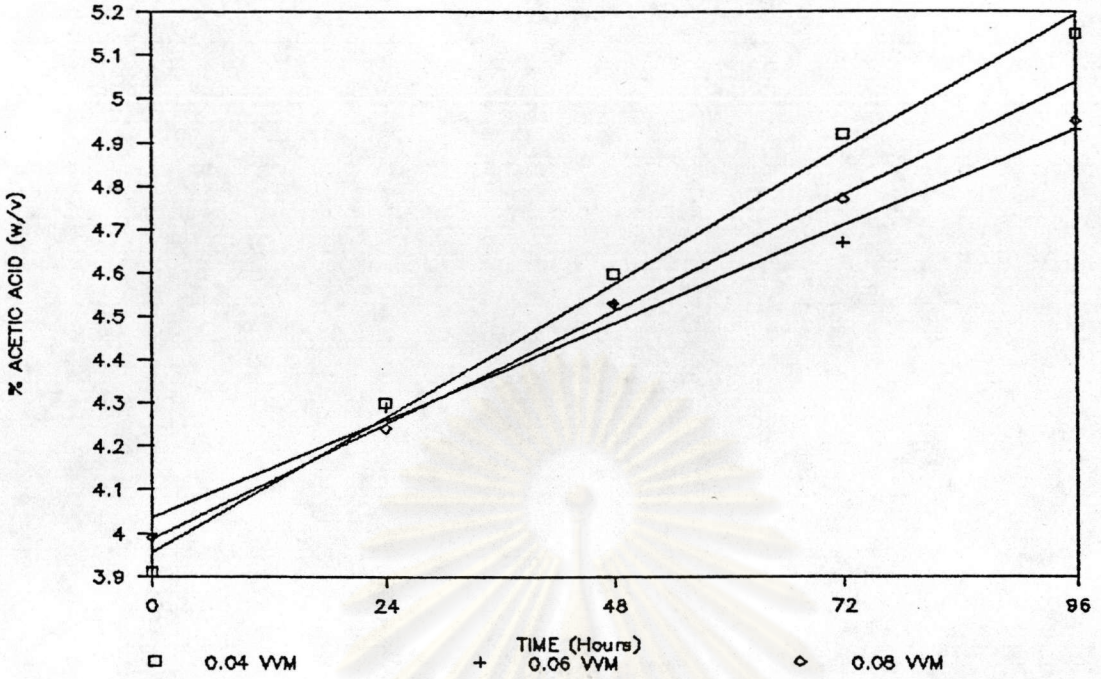


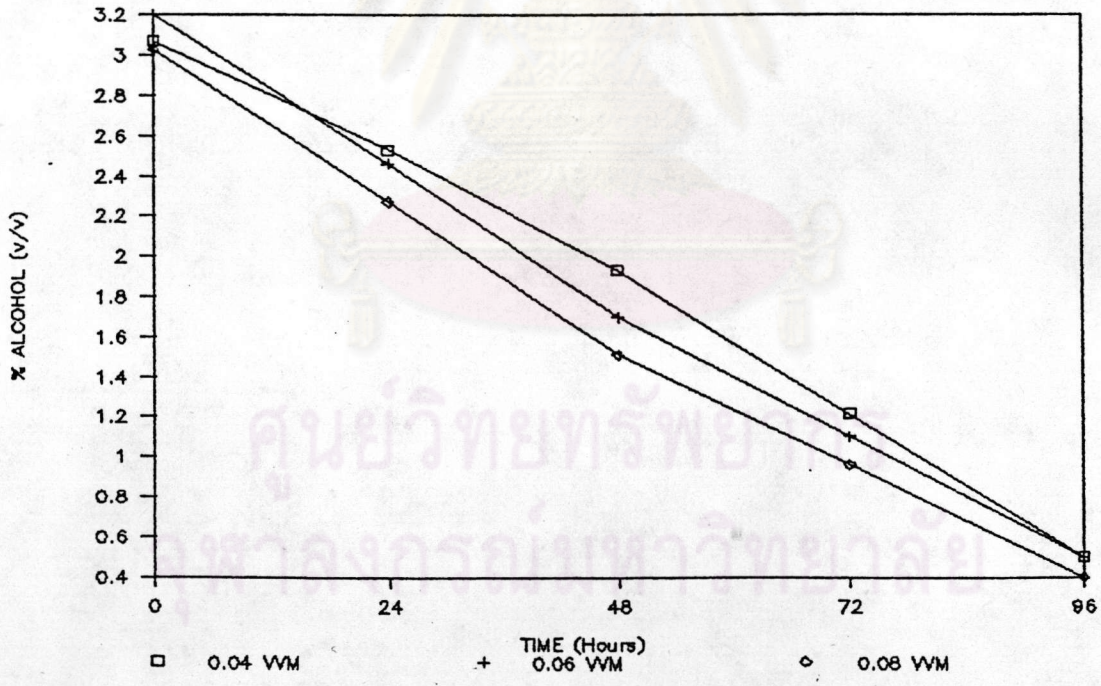
รูปที่ 4.12 การเปรียบเทียบปริมาณกรดอะซิติกและเอทานอลต่อเวลาในการเดินเครื่องหมักที่ 4 อัตราการไหลเข้าของน้ำหมัก 3.2 ลิตรต่อนาทีและอัตราการให้อากาศ 0.04, 0.06 และ 0.08 ปริมาตรของอากาศต่อปริมาตรของน้ำหมักต่อนาที





รูปที่ 4.13 การเปรียบเทียบปริมาณกรดอะซิติกและเอทานอลต่อเวลาในการเดินเครื่องหมักที่ 4 อัตราการไหลเข้าของน้ำหมัก 2.8 ลิตรต่อนาทีและอัตราการให้อากาศ 0.04, 0.06 และ 0.08 ปริมาตรของอากาศต่อปริมาตรของน้ำหมักต่อนาที



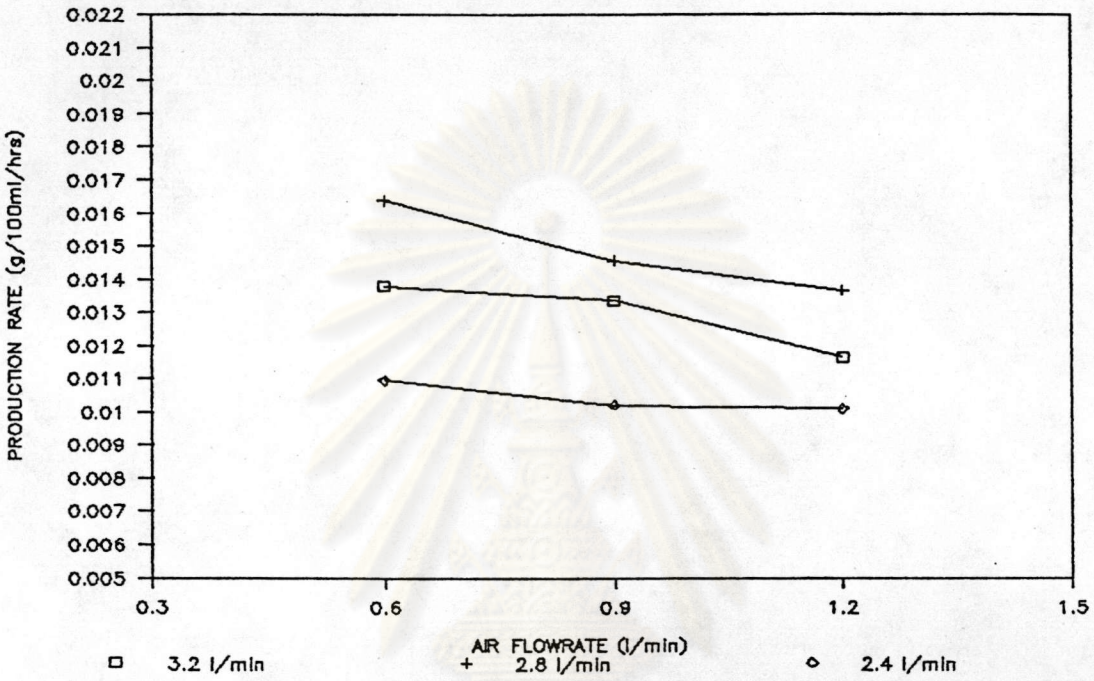


รูปที่ 4.14 การเปรียบเทียบปริมาณกรดอะซิติกและเอทานอลต่อเวลาในการเดินเครื่องหมักที่ 4 อัตราการไหลเข้าของน้ำหมัก 2.4 ลิตรต่อนาทีและอัตราการให้อากาศ 0.04, 0.06 และ 0.08 ปริมาตรของอากาศต่อปริมาตรของน้ำหมักต่อนาที

ตารางที่ 4.1 แสดงอัตราการเกิดกรดอะซิติกของเครื่องหมักที่ 1,2,3 และ4 ที่อัตราการไหลเข้าของน้ำหมักและอากาศต่าง ๆ กัน

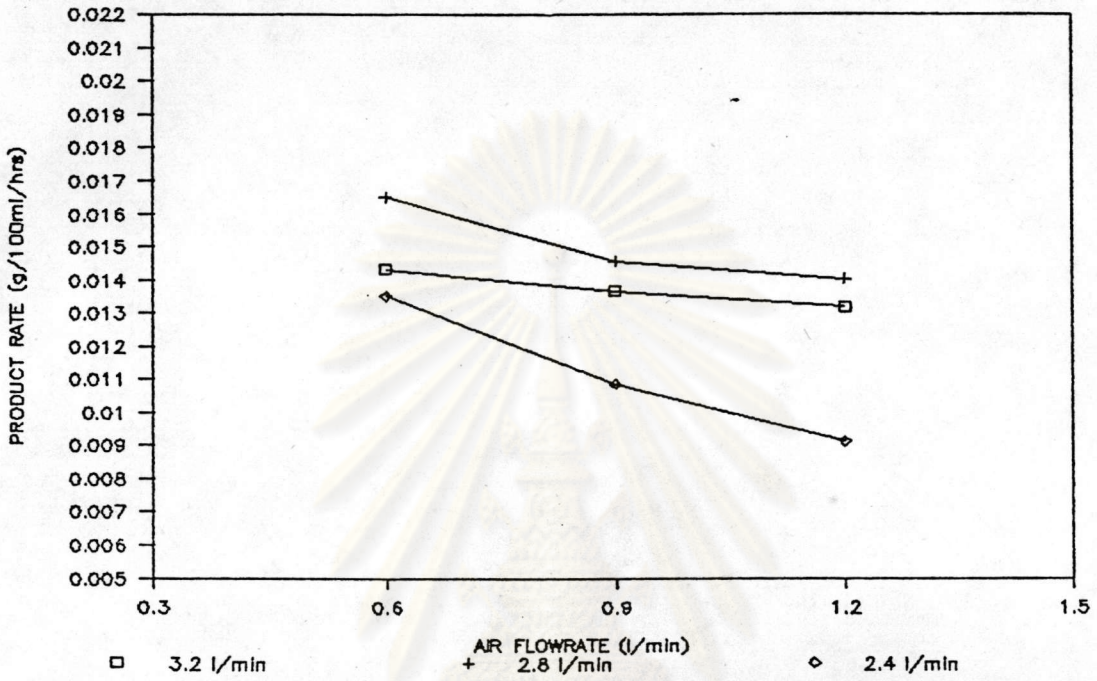
เครื่องหมักที่	อัตราการไหลของน้ำหมัก/อัตราการให้อากาศ (ลิตร/นาที)/(ปปน.)	อัตราการเกิดกรดอะซิติก ก./100 มล./ชม.
1	3.2/0.04	0.01380
	3.2/0.06	0.01337
	3.2/0.08	0.01167
	2.8/0.04	0.01638
	2.8/0.06	0.01458
	2.8/0.08	0.01367
	2.4/0.04	0.01096
	2.4/0.06	0.01021
	2.4/0.08	0.01011
2	3.2/0.04	0.01433
	3.2/0.06	0.01367
	3.2/0.08	0.01321
	2.8/0.04	0.01650
	2.8/0.06	0.01458
	2.8/0.08	0.01404
	2.4/0.04	0.01354
	2.4/0.06	0.01087
	2.4/0.08	0.00913
3	3.2/0.04	0.01413
	3.2/0.06	0.01496
	3.2/0.08	0.01259
	2.8/0.04	0.01546
	2.8/0.06	0.01854
	2.8/0.08	0.01429
	2.4/0.04	0.01129
	2.4/0.06	0.01146
	2.4/0.08	0.00846
4	3.2/0.04	0.01454
	3.2/0.06	0.01625
	3.2/0.08	0.01375
	2.8/0.04	0.01696
	2.8/0.06	0.02354
	2.8/0.08	0.01525
	2.4/0.04	0.01096
	2.4/0.06	0.01292
	2.4/0.08	0.00930

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



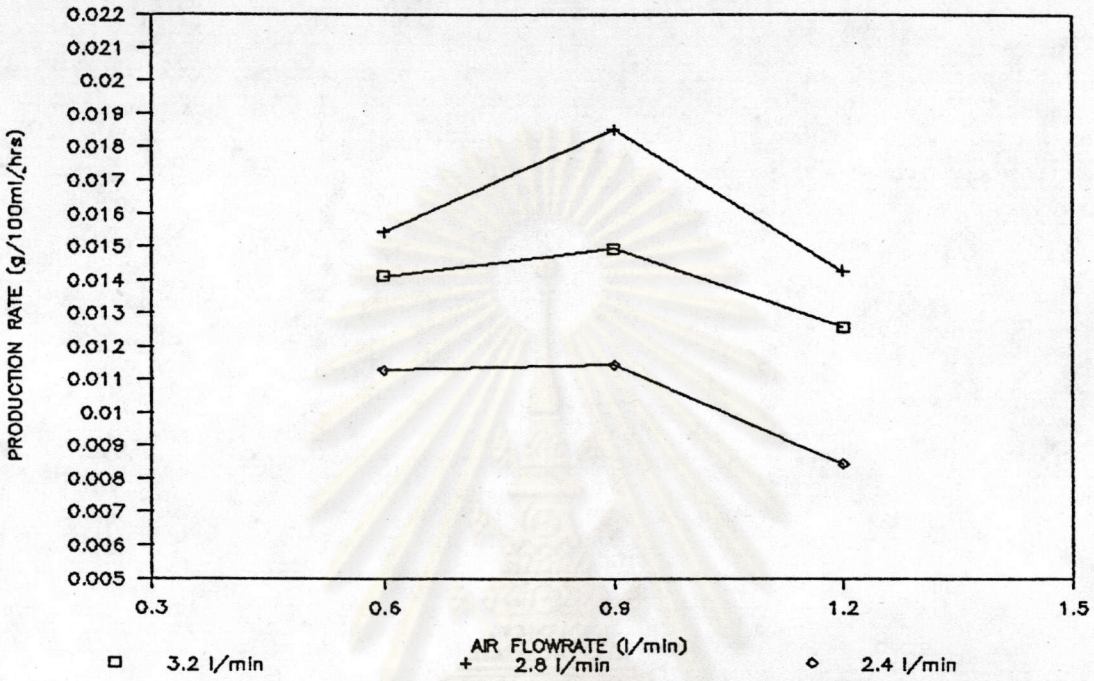
รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดกรดอะซิติกต่ออัตราการให้อากาศและอัตราการไหลเข้าของน้ำหมักของเครื่องหมักที่ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



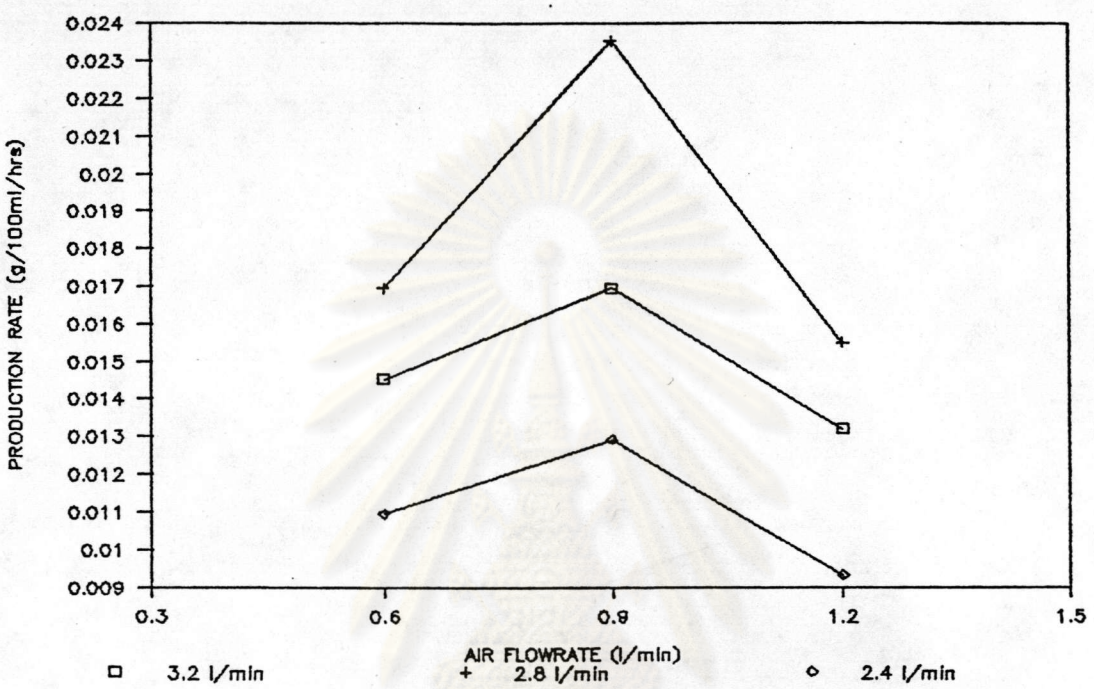
รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดกรดอะซิติกต่ออัตราการให้อากาศและอัตราการไหลเข้าของน้ำหมักของเครื่องหมักที่ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดกรดอะซิติกต่ออัตราการให้อากาศและอัตราการไหลเข้าของน้ำหมักของเครื่องหมักที่ 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดกรดอะซิติกต่ออัตราการให้อากาศและอัตราการไหลเข้าของน้ำหมักของเครื่องหมักที่ 4

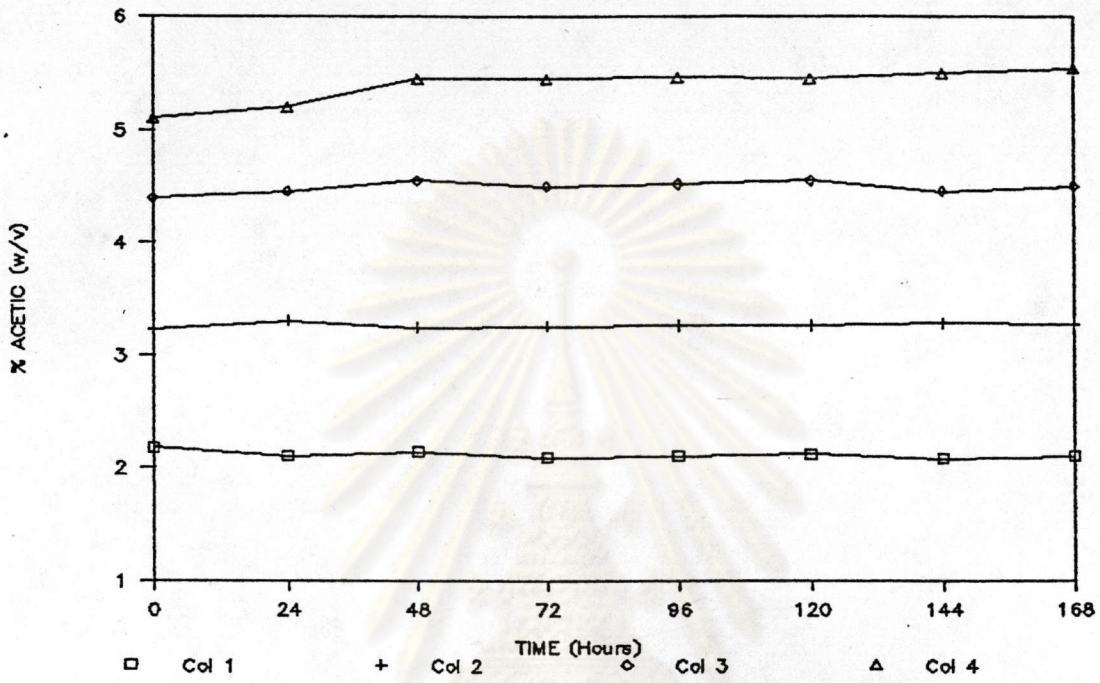
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 ศึกษาการผลิตน้ำส้มสายชูแบบต่อเนื่อง

เมื่อเดินเครื่องต่อเนื่องจะใช้สภาวะจากข้างต้นที่ทำการทดลองคือ อัตราส่วนความสูงของแพคเบดต่อช่องว่างเหนือแพคเบดเท่ากับ 1:0.95 การไหลเวียนของน้ำหมักเป็นแบบกาลักน้ำในทุกเครื่องหมัก อัตราการไหลเข้าของน้ำหมักของเครื่องหมักที่ 1,2,3 และ 4 เท่ากับ 2.8 ลิตรต่อนาทีและอัตราการให้อากาศของเครื่องหมักที่ 1,2,3 และ 4 เท่ากับ 0.04,0.04,0.06 และ 0.06 ปปน.ตามลำดับ และเมื่อนำสภาวะทั้งหมดที่ทดลองได้มาเดินเครื่องแบบต่อเนื่องพร้อมทั้งแปรค่าอัตราการเจือจางของวัตถุดิบที่ป้อนเข้า (มีองค์ประกอบของเอทานอล:กรดอะซิติก=7:1) พบว่าอัตราการเจือจางที่เหมาะสมเท่ากับ 0.0192 (ชั่วโมง)$^{-1}$ซึ่งจะทำให้สามารถผลิตกรดอะซิติกที่มีปริมาณร้อยละ 5 ในอัตราวันละ 6.9 ลิตรได้อย่างสม่ำเสมอตลอดการทดลอง (ประมาณ 7 วัน) โดยจะเห็นได้จาก ปริมาณกรดอะซิติกและเอทานอลในทุกเครื่องหมักมีค่าคงที่ ดังแสดงในรูปที่ 4.19

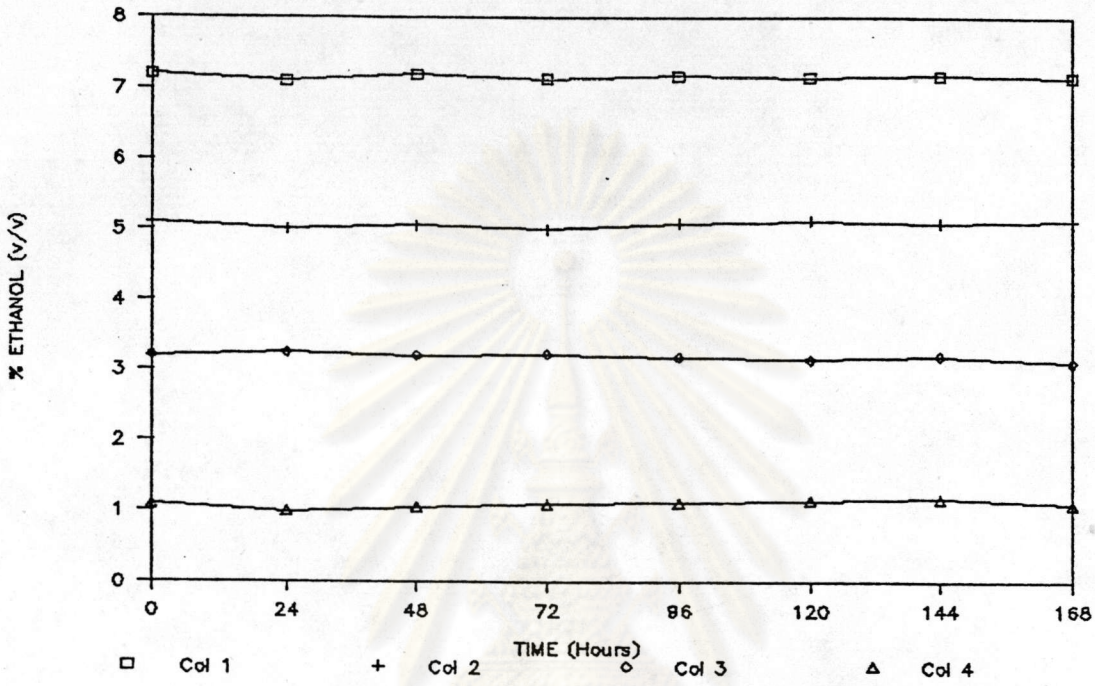
แต่เมื่อพิจารณาปริมาณเชื้อต่อเวลาที่อัตราการเจือจาง 0.0192 (ชั่วโมง)$^{-1}$พบว่าในเครื่องหมักที่ 2,3 และ 4 มีแนวโน้มสูงขึ้นในขณะที่เครื่องหมักที่ 1 คงที่ ดังรูปที่ 4.21 ดังนั้นจึงเพิ่มอัตราการเจือจางเป็น 0.0204 (ชั่วโมง)$^{-1}$เพื่อทำให้ปริมาณเชื้อในเครื่องหมักที่ 2,3 และ 4 คงที่ แต่อัตราการเจือจางนี้ทำให้ปริมาณเชื้อในเครื่องหมักที่ 1 ลดลง ดังรูปที่ 4.22 จึงต้องมีการป้อนกลับเพื่อรักษาสมดุลของปริมาณกรดอะซิติกและเชื้อให้คงที่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



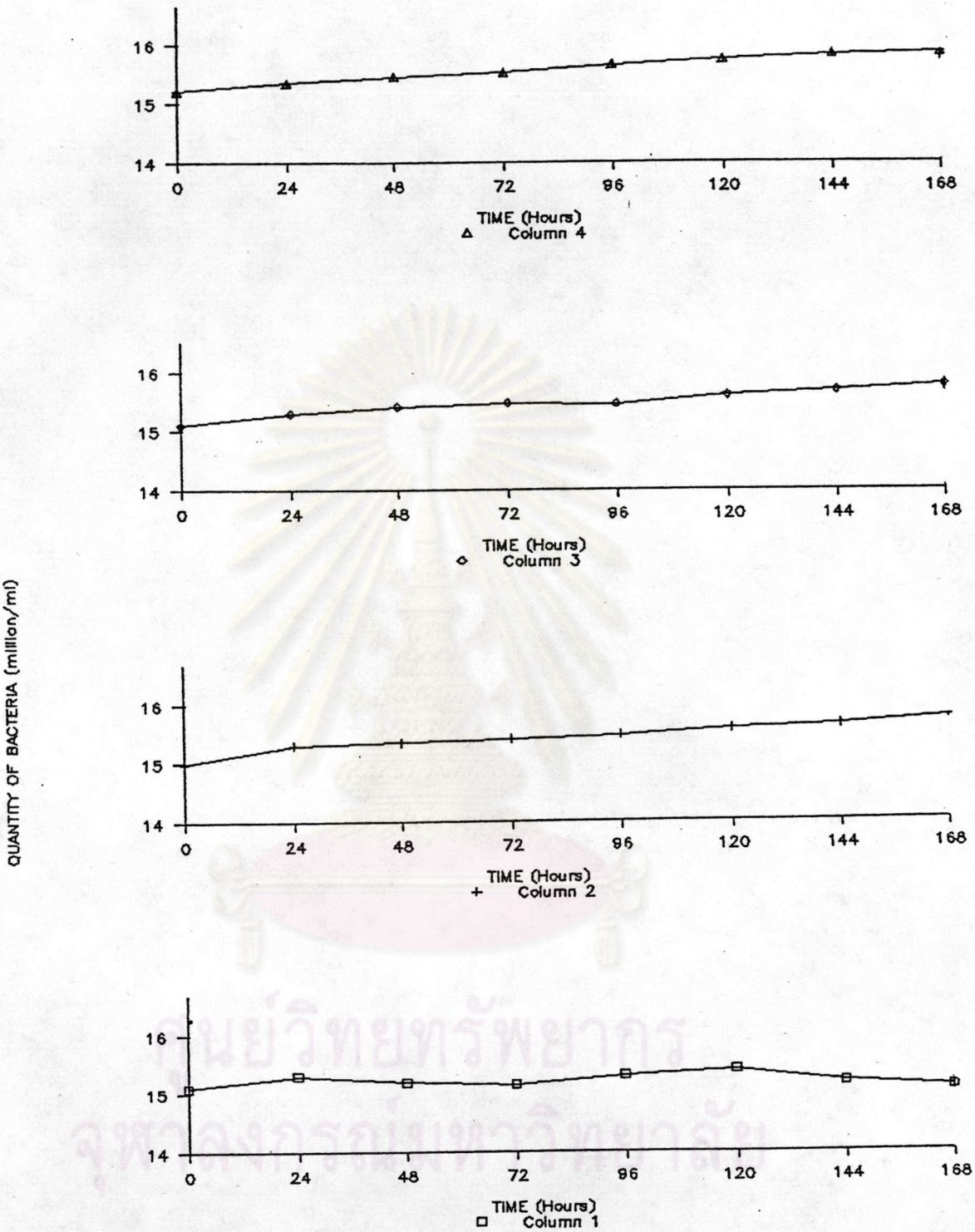
รูปที่ 4.19 ปริมาณกรดอะซิติกต่อเวลาของเครื่องหมักที่ 1,2,3 และ 4 ในการเดินเครื่องแบบต่อเนื่อง โดยใช้อัตราการเจือจาง 0.0192 (ชั่วโมง)$^{-1}$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

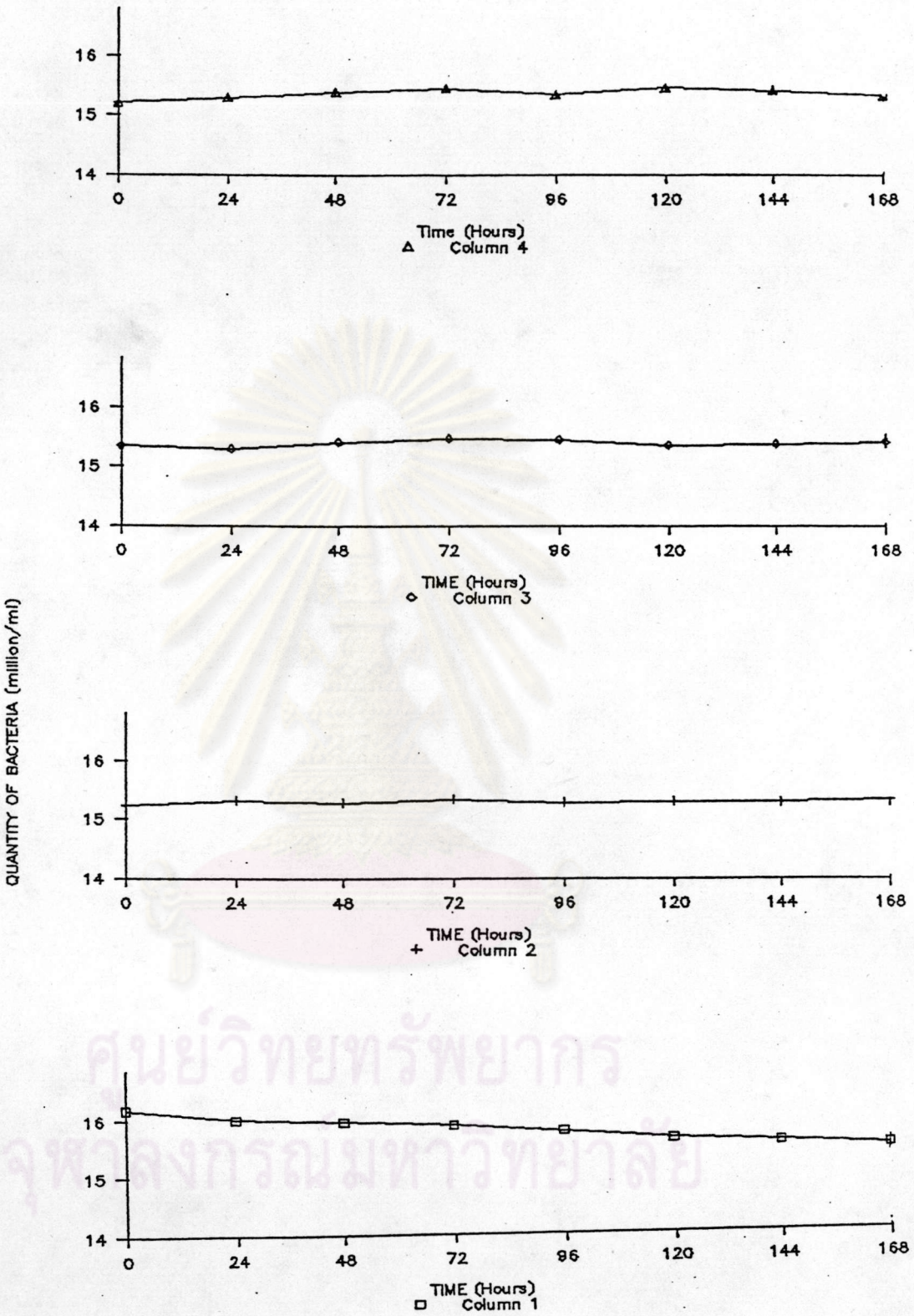


รูปที่ 4.20 ปริมาณเอทานอลต่อเวลาของเครื่องหมักที่ 1,2,3 และ 4 ในการเดินเครื่องแบบต่อเนื่อง โดยใช้อัตราการเจือจาง 0.0192 (ชั่วโมง)$^{-1}$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.21 ปริมาณเชื้อต่อเวลาของเครื่องหมักที่ 1,2,3 และ 4 ในการเดินเครื่องแบบต่อเนื่อง อัตราการเจือจาง 0.0192 (ชั่วโมง)$^{-1}$



รูปที่ 4.22 ปริมาณเชื้อต่อเวลาของเครื่องหมักหมักที่ 1,2,3 และ 4 ในการเดินเครื่องแบบต่อเนื่อง อัตราการเจือจาง 0.0204 (ชั่วโมง)$^{-1}$

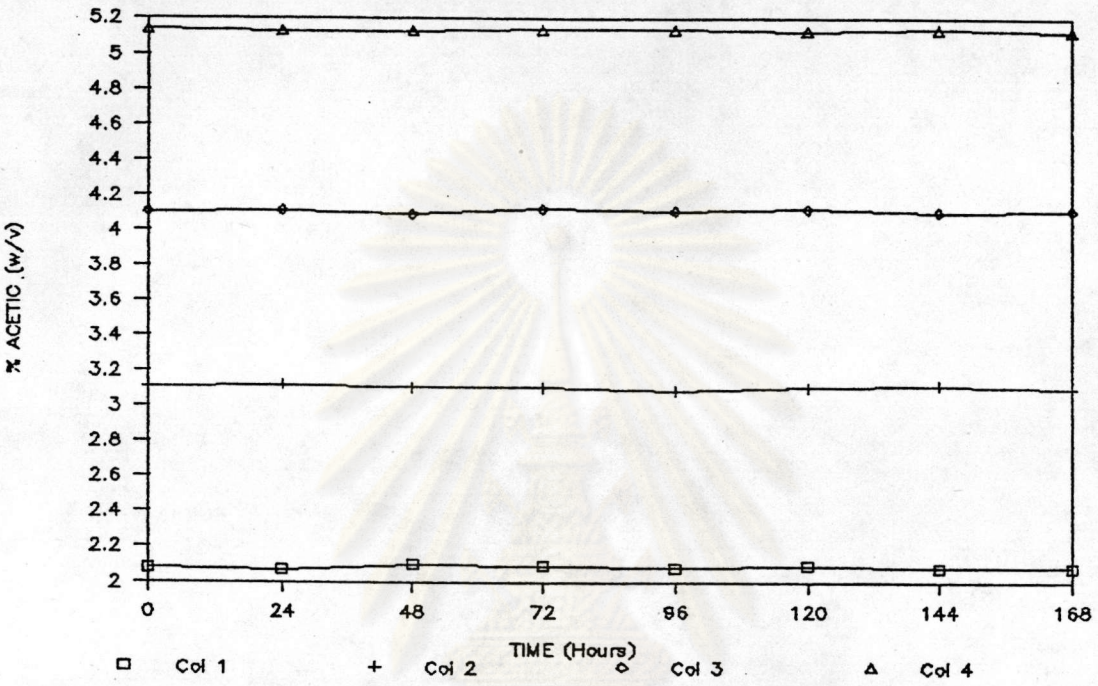
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.5 ศึกษาการผลิตน้ำส้มสายชูแบบต่อเนื่องโดยมีการนำผลผลิตบางส่วนกลับมาใช้ใหม่ (bypass)

จากผลการทดลองข้อ 4.4 เมื่ออัตราการเจือจาง ๐.๐192 (ชั่วโมง)$^{-1}$ไม่สามารถทำการเดินเครื่องได้ตลอด จึงต้องมีการบ้อนกลับเพื่อทำให้ปริมาณกรดอะซิติกและเชื้อในทุกเครื่องหมักคงที่ ซึ่งจะได้อัตราการเจือจางและอัตราส่วนการบ้อนกลับเท่ากับ ๐.๐216 (ชั่วโมง)$^{-1}$และ 1:๐.2 ดังรูปที่ 4.23,4.25 และจากผลการทดลองนี้สามารถผลิตน้ำส้มสายชูที่มีปริมาณของกรดอะซิติกร้อยละ 5 ได้วันละ 7.8 ลิตร

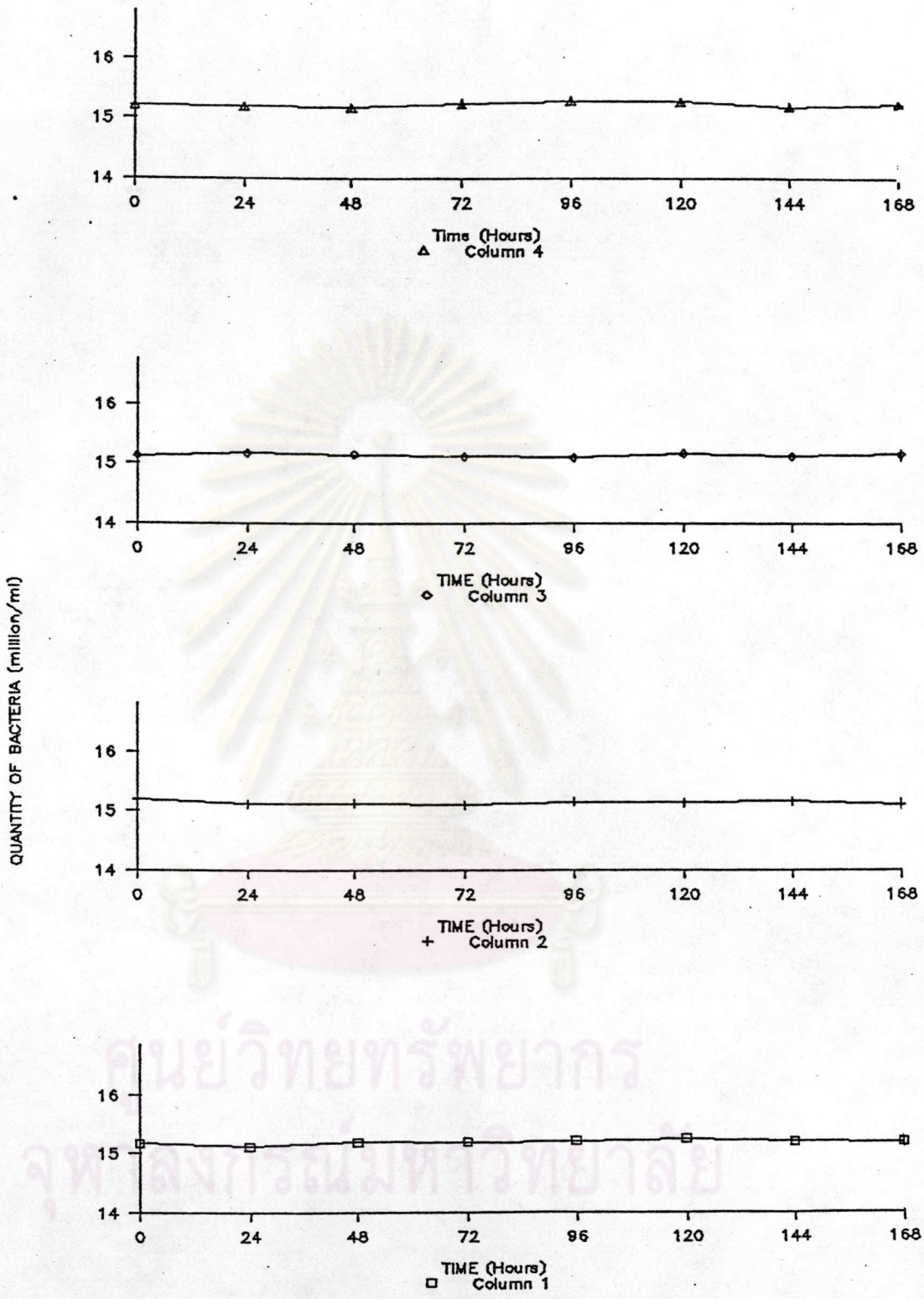
จากรูปที่ 4.24 แสดงให้เห็นถึงการคงที่ของปริมาณเอทานอลในแต่ละเครื่องหมักตลอดระยะเวลาการทดลอง 7 วัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



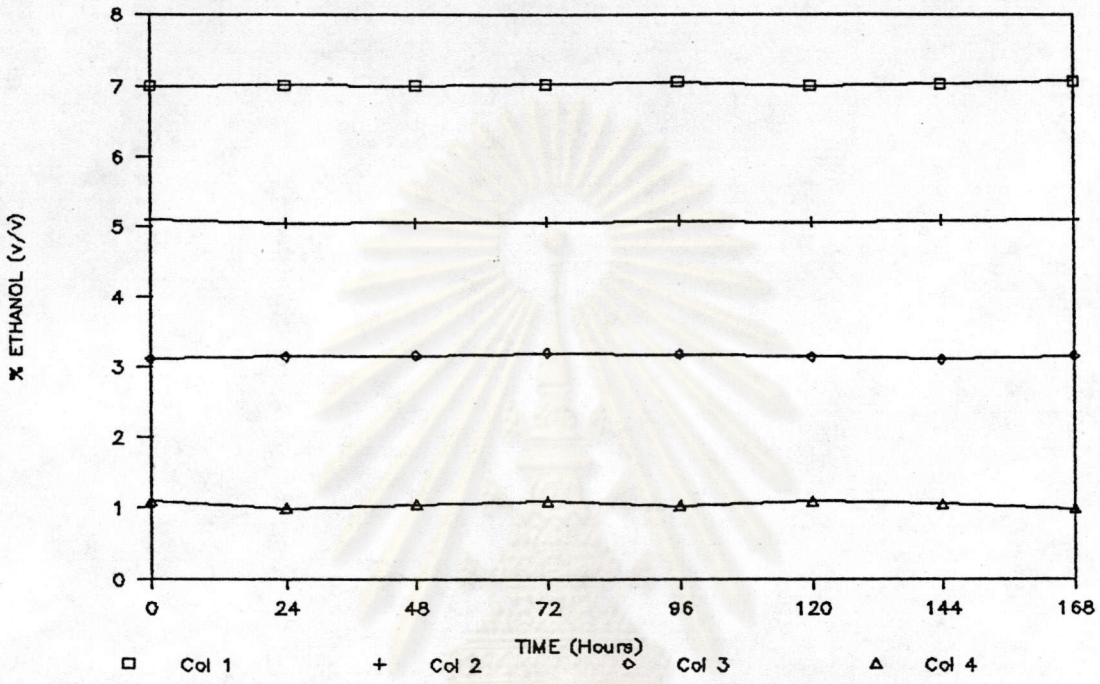
รูปที่ 4.23 ปริมาณกรดอะซิติกต่อเวลาของเครื่องหมักที่ 1,2,3 และ 4 ในการเดินเครื่องแบบต่อเนื่อง อัตราการเจือจาง 0.0216 (ชั่วโมง)$^{-1}$ อัตราส่วนการป้อนกลับ 1:0.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.25 ปริมาณเอทานอลต่อเวลาของเครื่องหมักที่ 1,2,3 และ 4 ในการเดินเครื่องแบบต่อเนื่อง อัตราการเจือจาง 0.0216 (ชั่วโมง)$^{-1}$ อัตราการป้อนกลับ 1:0.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



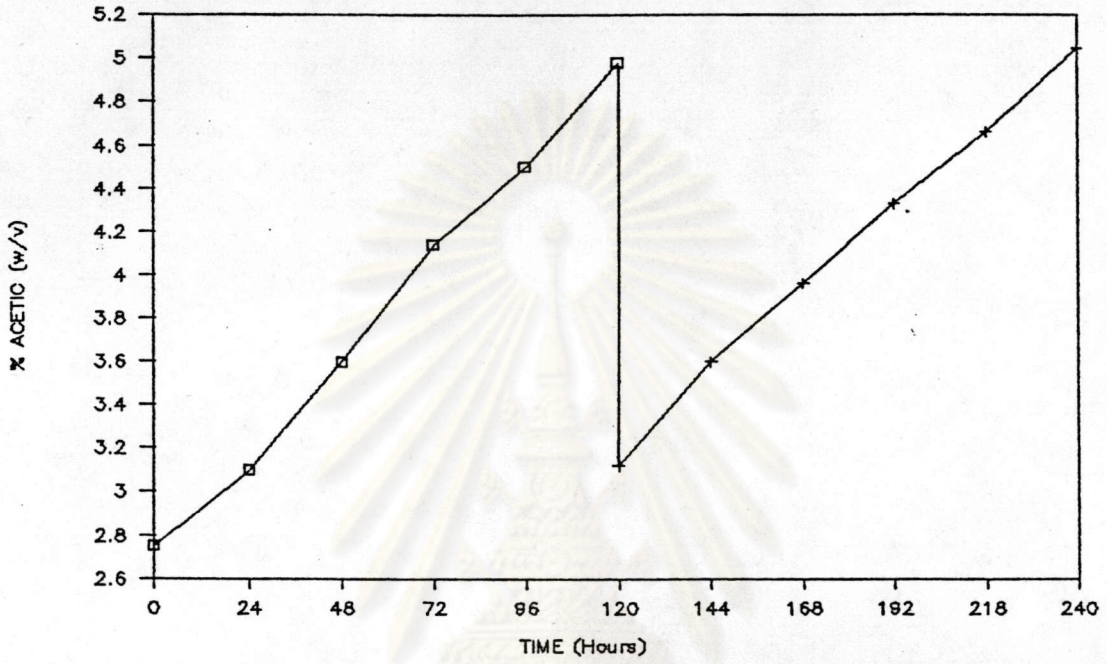
รูปที่ 4.24 ปริมาณเชื้อต่อเวลาของเครื่องหมักที่ 1,2,3 และ 4 ในการเดินเครื่องแบบต่อเนื่อง อัตราการเจือจาง 0.0216 (ชั่วโมง)$^{-1}$ อัตราส่วนการป้อนกลับ 1:0.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.6 เปรียบเทียบกำลังการผลิตน้ำส้มสายชูโดยกระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง กึ่งต่อเนื่อง และต่อเนื่อง จากเครื่องหมักชุดเดียวกัน

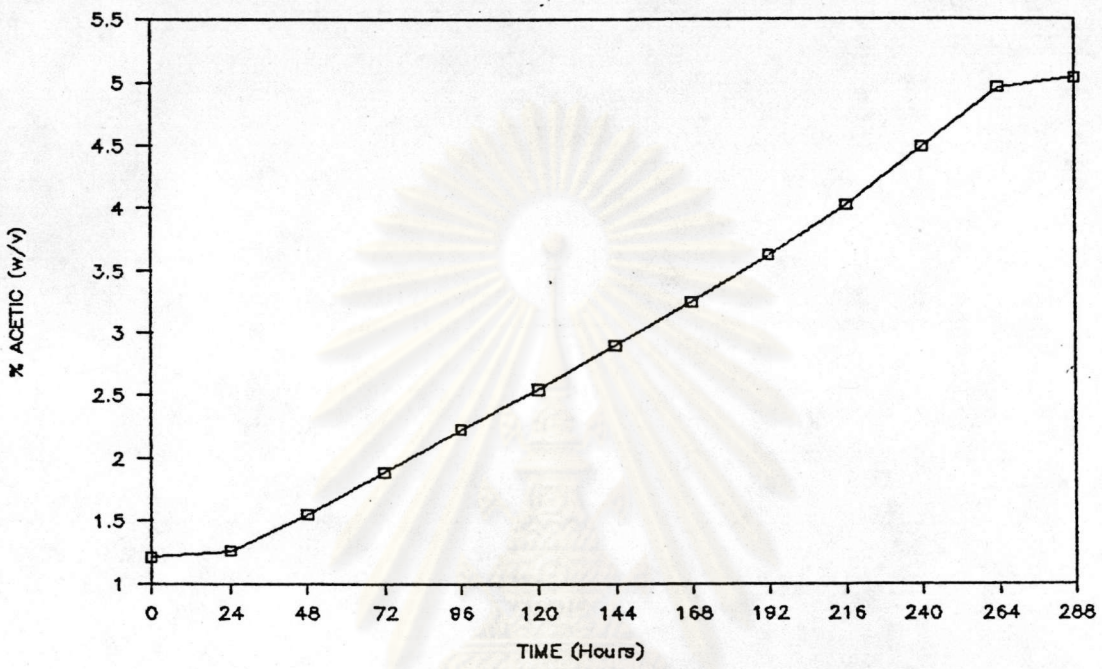
จากผลการทดลองข้อ 4.5 เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังการผลิตกับกระบวนการแบบไม่ต่อเนื่องและกึ่งต่อเนื่องโดยใช้น้ำหมักประมาณ 60 ลิตรเป็นพื้นฐาน พบว่ากระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่องและกึ่งต่อเนื่องดังกล่าวใช้เวลาในการกรดอะซิติกจากปริมาณร้อยละ 1 เป็นร้อยละ 5 เท่ากับ 11 และ 10 วันตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.26 และ 4.27 ซึ่งเมื่อคิดเป็นกำลังการผลิตน้ำส้มสายชูจะได้ว่า กระบวนการแบบต่อเนื่องผลิตได้ 7.8 ลิตรต่อวัน กระบวนการแบบกึ่งต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่องผลิตได้ 6.0 และ 5.4 ลิตรต่อวัน ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.26 ปริมาณกรดอะซิติกต่อเวลาในการเดินเครื่องแบบกึ่งต่อเนื่องของเครื่องหมักหลายคอลัมน์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.27 ปริมาณกรดอะซิติกต่อเวลาในการเดินเครื่องแบบไม่ต่อเนื่องของเครื่องหมักหลายคอลัมน์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย