บทที่ 5

ผลการทดลอง และการวิเคราะห์

5.1 การศึกษาผลของภาวะต่างๆ ต่อการสร้างแท่งกรอง

5.1.1 ผลของการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคของอะลูมินา

จากหัวข้อ 4.3.1.1 ที่เราได้เตรียมขนาดของอะลูมินาโดยใช้เครื่องบดอนุภาคและนำมาวัดขนาดอนุภาค จากการวิเคราะห์โดยเครื่องมือดังกล่าวสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 5.1

ตาราง 5.1 แสดงขนาดของอนุภาคอะลูมินาที่เตรียมได้

ชนิดของอะลูมินา	ขนาดของอะลูมินา (ไมโครเมตร)
อะลูมินาขนาดเล็กที่ทำการบด	5.52
อะลูมินาขนาดเล็ก	18.91
อะลูมินาขนาดใหญ่	60.11

5.1.2 ผลของขนาดอนุภาคต่อการขึ้นรูปแท่งกรอง

ในหัวข้อนี้ได้นำอะลูมินาทั้ง 3 ขนาดมาทดลองขึ้นรูปแท่งกรองโดยเตรียมดังหัวข้อ 4.3.1.2 โดยใช้น้ำผสมเพื่อขึ้นรูปที่ 14 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของของแข็งที่ผ่านการอบและบดมาแล้ว โดยที่เราไม่คำนึงถึงการยุบตัวของท่อสังเกตเพียงแต่ว่าขึ้นรูปเป็นแท่งกรองได้หรือไม่ ซึ่งผลของการขึ้นรูปนั้นสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงผลของการขึ้นรูปแท่งกรองที่ขนาดอนุภาคต่างๆ กัน

ขนาดอนุภาค (ไมโครเมตร)	ขึ้นรูปได้	ขึ้นรูปไม่ได้
5.52	✓	
18.91	✓	
60.11		✓

จากตารางที่ 5.2 การขึ้นรูปแท่งกรองที่ใช้อะลูมินาขนาด 60.11 ไมโครเมตร ไม่สามารถขึ้นรูปได้เนื่องจากไม่สามารถรีดออกจากหัวแบบได้เลย แม้ว่าจะเพิ่มสารช่วยการยึดเกาะเข้าไปถึง 5 เปอร์เซ็นต์ และสารให้ความเหนียวเป็น 2 เปอร์เซ็นต์ก็ไม่สามารถรีดออกจากหัวแบบได้จนกระทั่งทำให้หัวแบบเสียและไม่สามารถใช้งานได้อีก ทั้งนี้เป็นเพราะสารช่วยการยึดเกาะที่เราใช้ คือ พอลีเอทิลีนไกคอลไม่สามารถช่วยพยุงอนุภาคของอะลูมินาไว้ได้ เนื่องจากขนาดอะลูมินามีขนาดใหญ่ และน้ำหนักมากเกินไป ส่วนอะลูมินาขนาด 5.52 และ 18.91 ไมโครเมตร สามารถที่จะทำการขึ้นรูปแท่งกรองได้ แต่อะลูมินาขนาด 18.91 ไมโครเมตร ขึ้นรูปได้แท่งกรองที่มีรูปร่างและขนาดบิดเบี้ยว เนื่องจากปริมาณน้ำในส่วนผสมไม่เหมาะต่อการขึ้นรูป

5.1.3 ผลของปริมาณน้ำต่อการขึ้นรูปแท่งกรองอะลูมินา

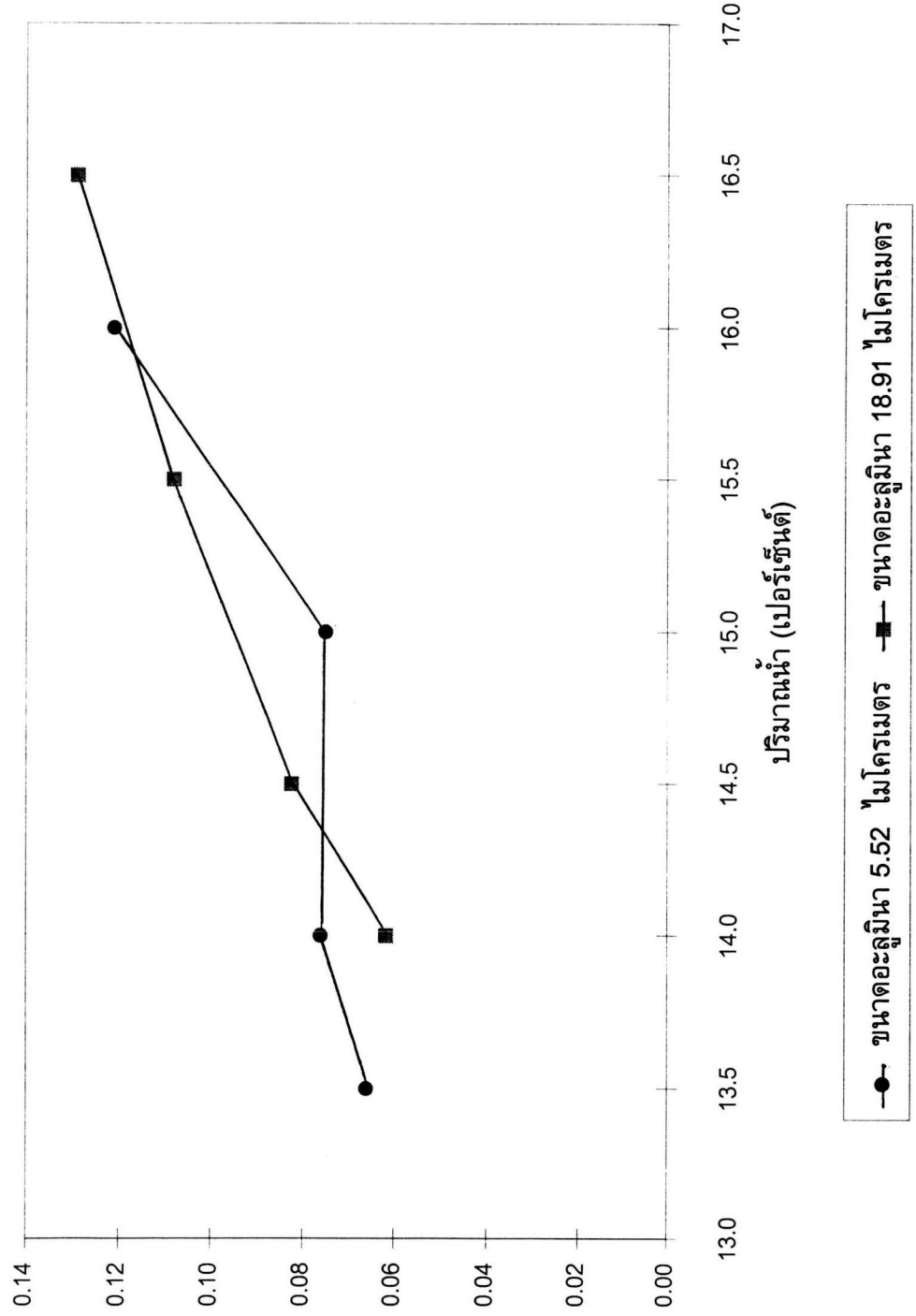
จากผลการทดลองในหัวข้อที่ 5.1.2 พบว่าอะลูมินาขนาด 5.52 และ 18.91 ไมโครเมตรสามารถขึ้นรูปได้ ดังนั้นเราจึงนำเอาอะลูมินาทั้ง 2 ขนาดนี้มาทำการหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปโดยจะทำการชั่งน้ำหนักของอะลูมินาที่ผสมตามหัวข้อ 4.3.1.2 แล้วนำมาอบแห้งแล้วบด หลังจากนั้นก็จะทำการขึ้นรูปแท่งกรองอะลูมินาโดยผสมน้ำที่ปริมาณต่างๆ กัน ซึ่งแสดงในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 แสดงผลของปริมาณน้ำต่อการขึ้นรูปที่ขนาดอนุภาคต่างๆ กัน

ปริมาณน้ำ (เปอร์เซ็นต์)	ขนาดอนุภาค 5.52 ไมโครเมตร	ขนาดอนุภาค 18.91 ไมโครเมตร
13.5	✓	✗
14.0	✓	✓
14.5	✓	✓
15.0	✓	✓
15.5	✓	✓
16.0	✓	✓
16.5	✓	✓
	✗	✓

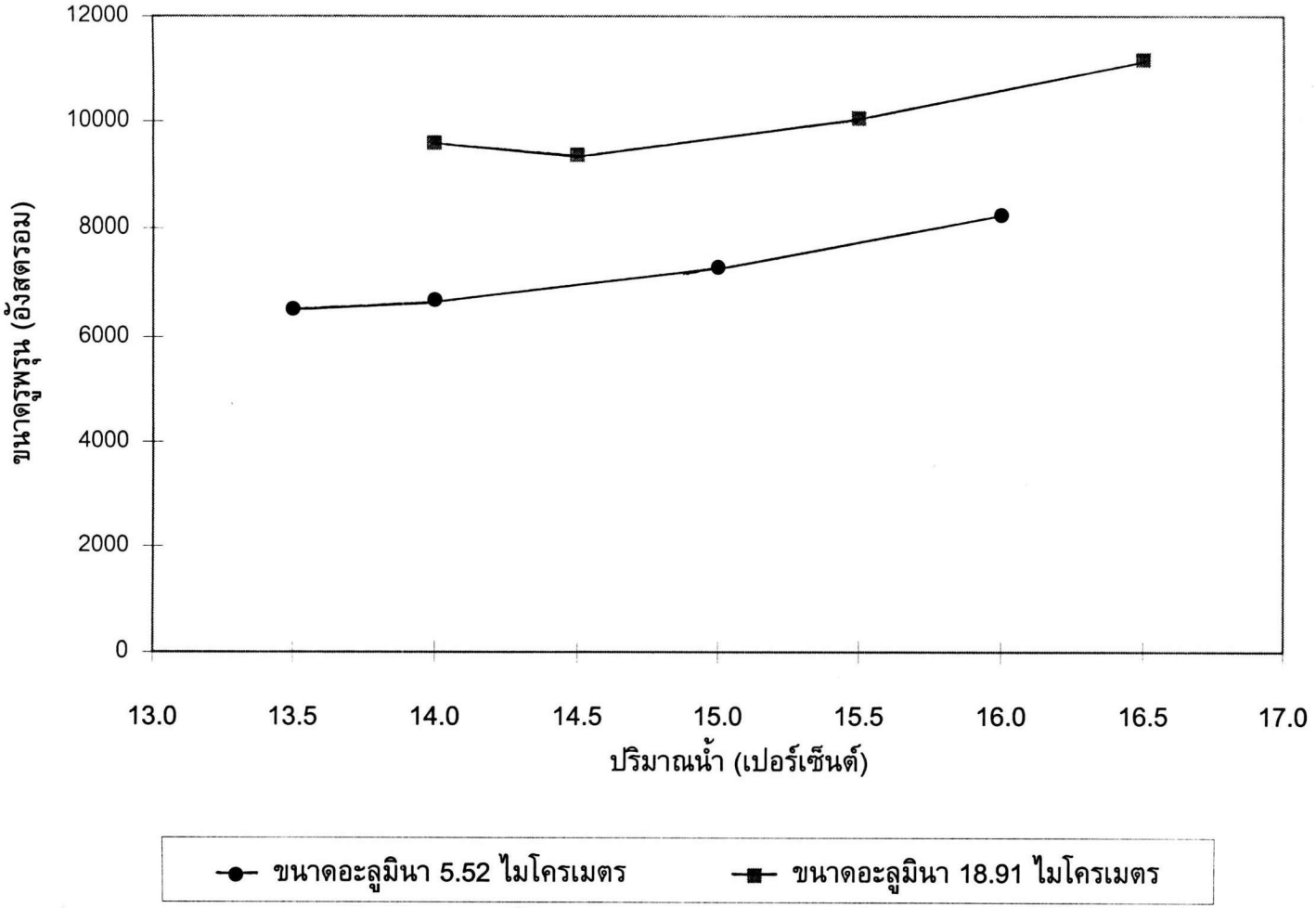
✓ คือ ขึ้นรูปได้ ✗ คือ ขึ้นรูปไม่ได้

หลังจากทำการขึ้นรูปได้แล้วนำแท่งกรองอะลูมินาที่ปริมาณน้ำต่างๆ กันมาวางทิ้งไว้เป็นเวลา 24-32 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1300 องศาเซลเซียส แล้วทำการวิเคราะห์ค่าของขนาดของรูพรุน ความพรุนตัว ความหนาแน่นเชิงมวลรวม และปริมาตรของรูพรุน จากผลการวิเคราะห์นี้ (ดังแสดงในรูปที่ 5.1 ถึง 5.4) พบว่าที่ปริมาณน้ำ 15-16.5 เปอร์เซ็นต์ แท่งกรองมีค่าความพรุนตัวสูง รูพรุนมีขนาดใหญ่ และปริมาตรของรูพรุนมีมาก แต่ความหนาแน่นเชิงมวลรวมน้อย ซึ่งแท่งกรองที่เราต้องการนั้นจะต้องมีรูพรุนขนาดเล็ก โดยปกติรูพรุนขนาดเล็กจะใช้น้ำปริมาณน้อยแต่ถ้าใช้น้ำน้อยเกินไป (13.5 เปอร์เซ็นต์) แท่งกรองของเราจะมีสภาพบิดเบี้ยว ดังแสดงในรูปที่ 5.5-5.6 และการขึ้นรูปก็จะยาก และผสมกับน้ำเป็นเนื้อเดียวกันนั้นก็จะทำได้ยากด้วย เนื่องจากจะมีกระจายของน้ำไม่ทั่วทุกอนุภาคของอะลูมินา ดังนั้นจากที่กล่าวมาทั้งหมดทำให้เราสามารถสรุปได้ว่าที่ ขนาดของอะลูมินา 5.52 ไมโครเมตรจะใช้น้ำที่เหมาะสมคือ 14 เปอร์เซ็นต์ และขนาดของอะลูมินาที่ 18.91 ไมโครเมตรจะใช้น้ำที่เหมาะสมคือ 14.5 เปอร์เซ็นต์

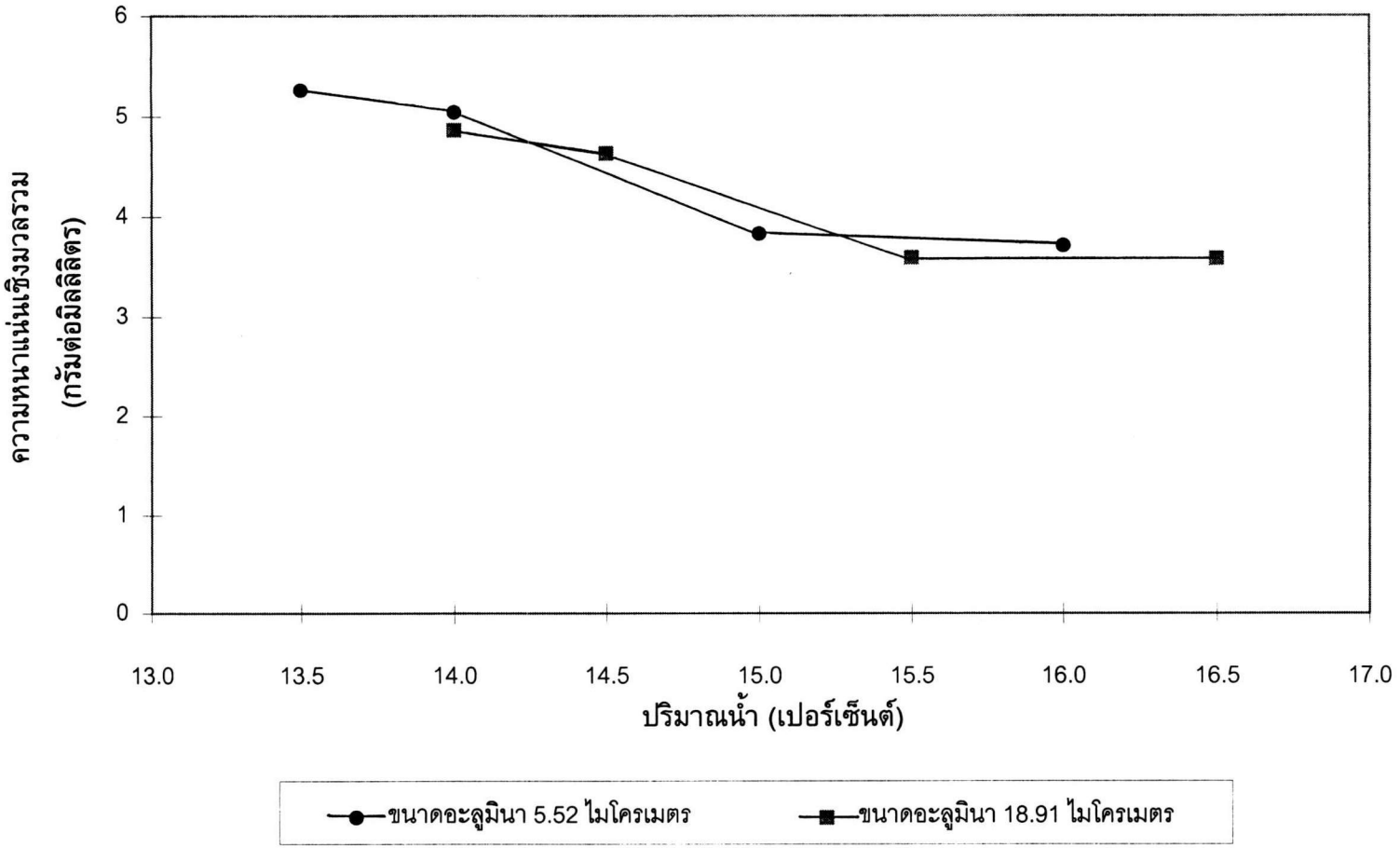


รูปที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำกับปริมาตรรูพรุนของแท่งกรองที่ใช้อะลูมินาขนาด 5.52 และ 18.91 ไมโครเมตร

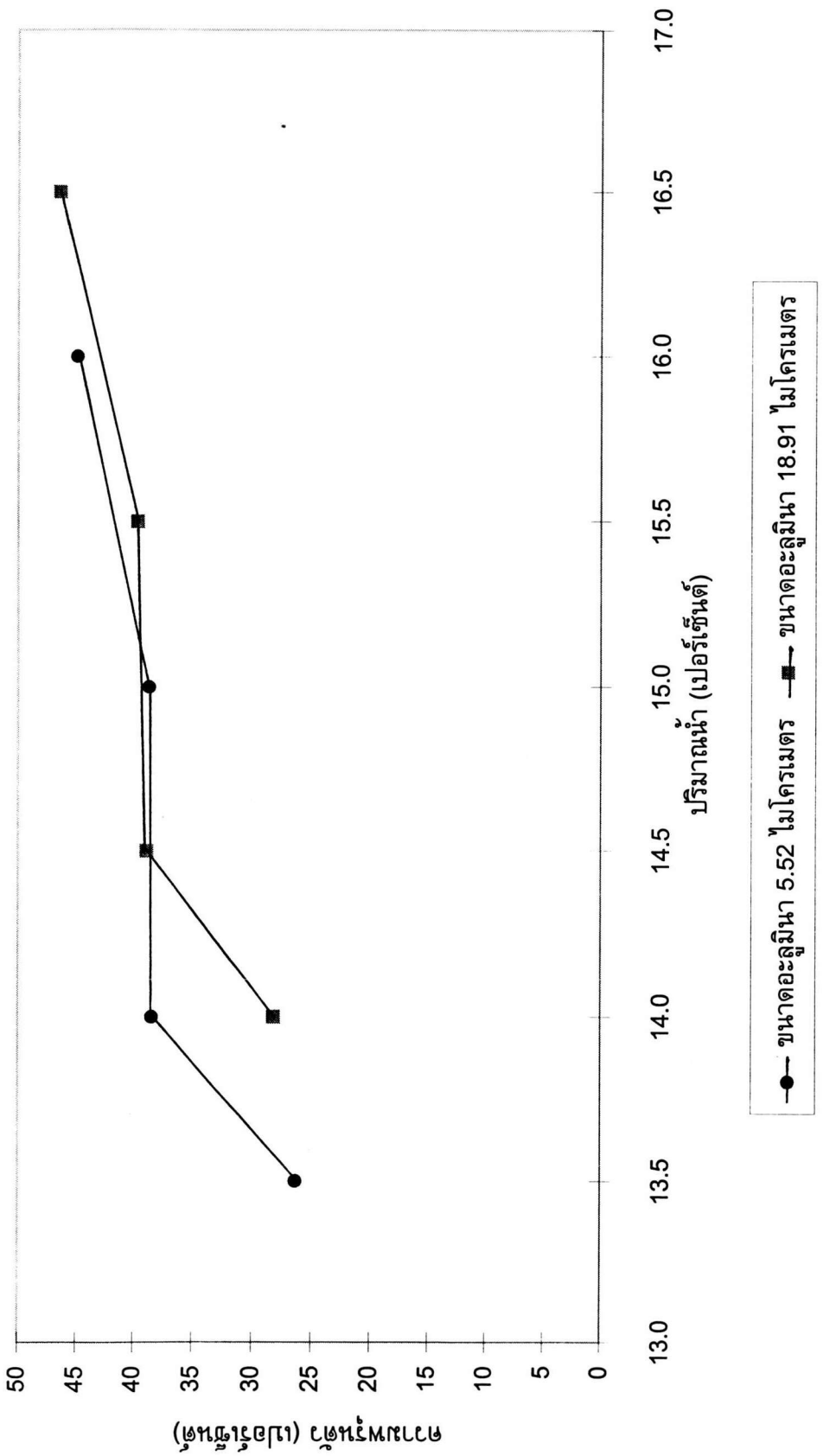
(ภาคผนวก ตาราง ก.5 - ก.6)



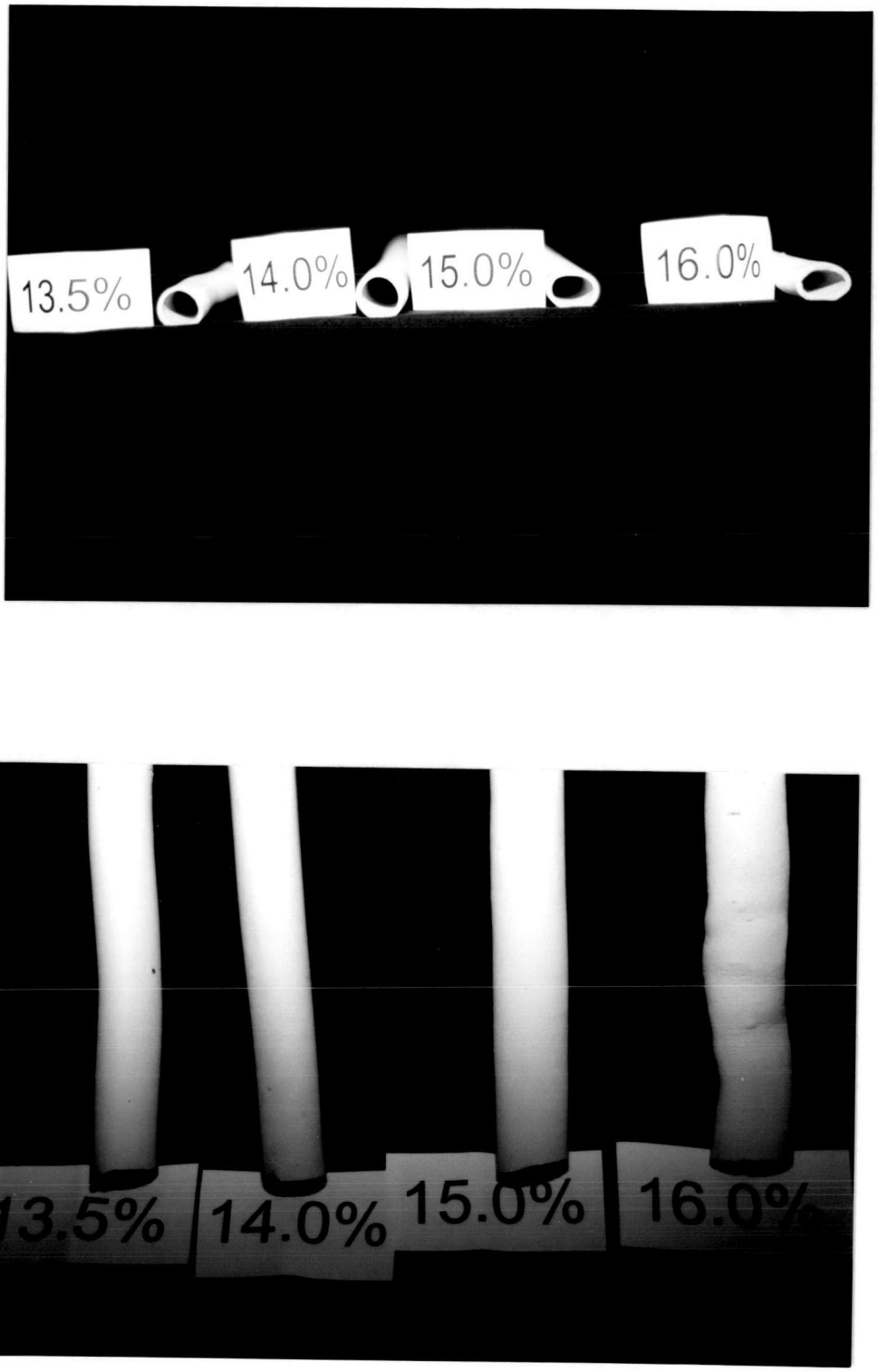
รูปที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำกับขนาดรูพรุนของแท่งกรองที่ใช้อะลูมินาขนาด 5.52 และ 18.91 ไมโครเมตร (ภาคผนวก ตาราง ก.5 - ก.6)



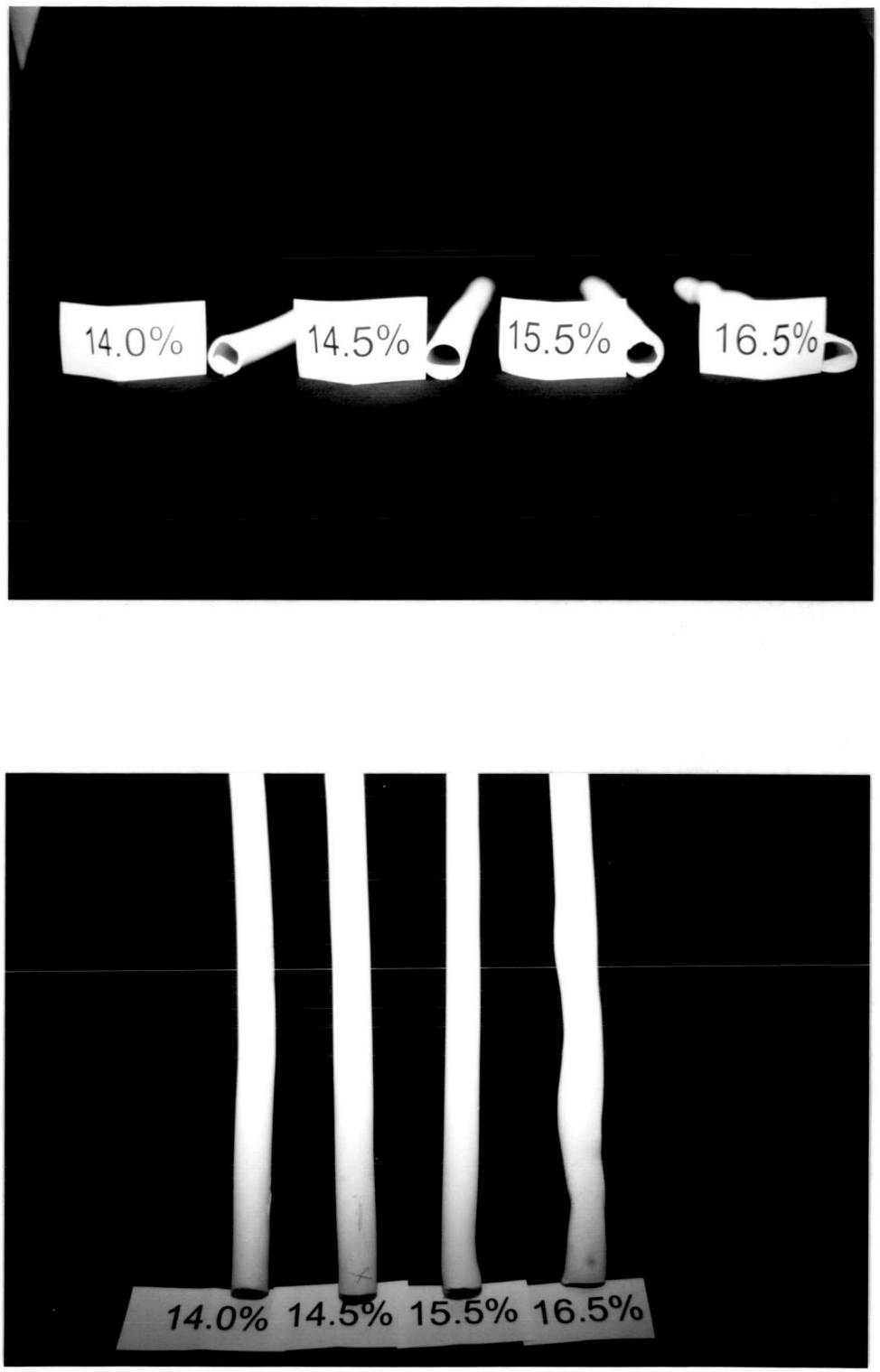
รูปที่ 5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำกับความหนาแน่นเชิงมวลรวมของแท่งกรองที่ใช้อะลูมินา ขนาด 5.52 และ 18.91 ไมโครเมตร (ภาคผนวก ตาราง ก.5 - ก.6)



รูปที่ 5.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำกับความพรุนตัวของแท่งกรองที่ใช้อะลูมินาขนาด 5.52 และ 18.91 ไมโครเมตร (ภาคผนวก ตาราง ก.5 - ก.6)



รูปที่ 5.5 ภาพถ่ายแท่งกรองที่สร้างขึ้นจากอนุภาคขนาด 5.52 ไมโครเมตรที่ปริมาณน้ำต่างๆกัน

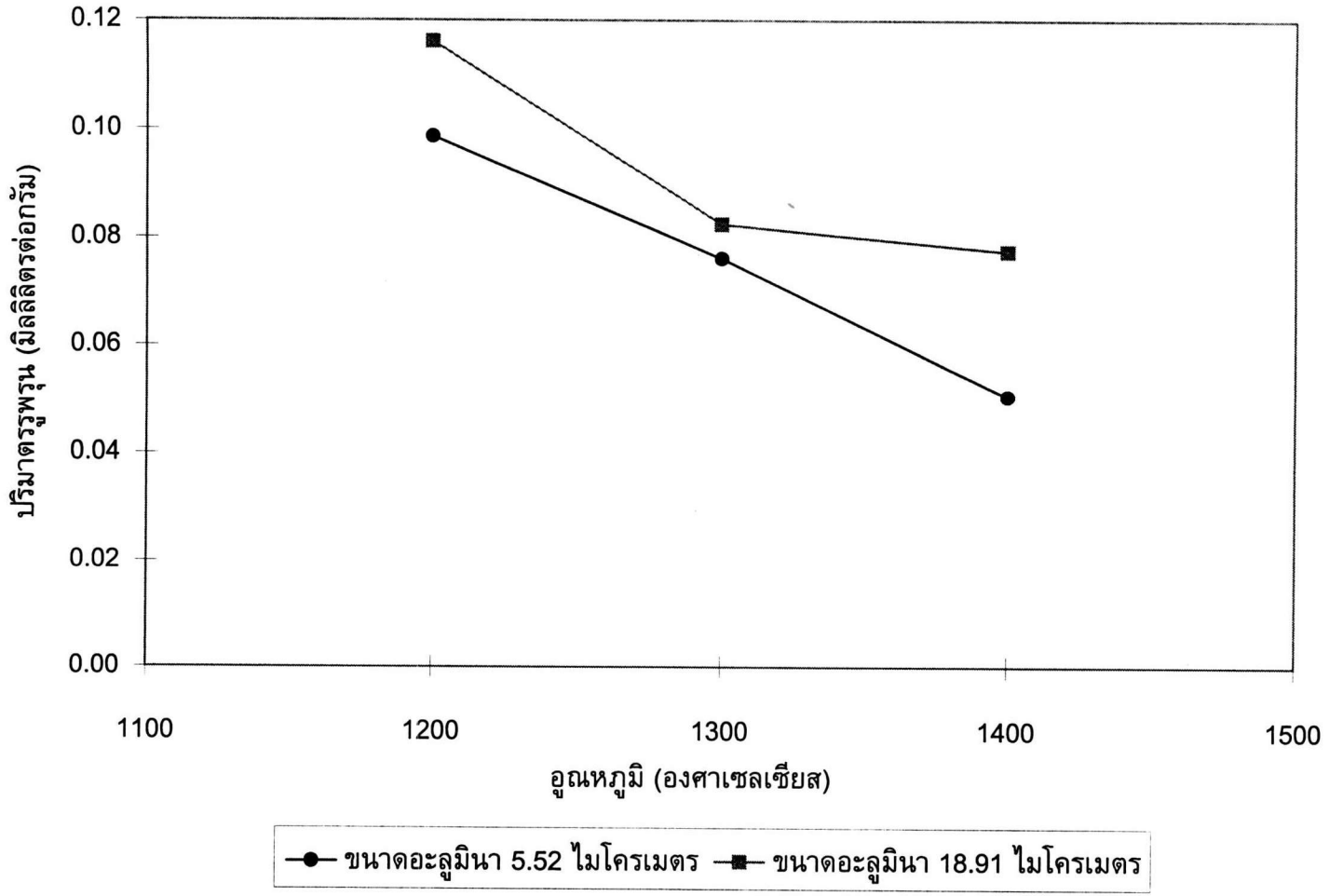


รูปที่ 5.6 ภาพถ่ายแท่งกรองที่สร้างขึ้นจากอนุภาคขนาด 18.91 ไมโครเมตรที่ปริมาณน้ำต่างๆกัน

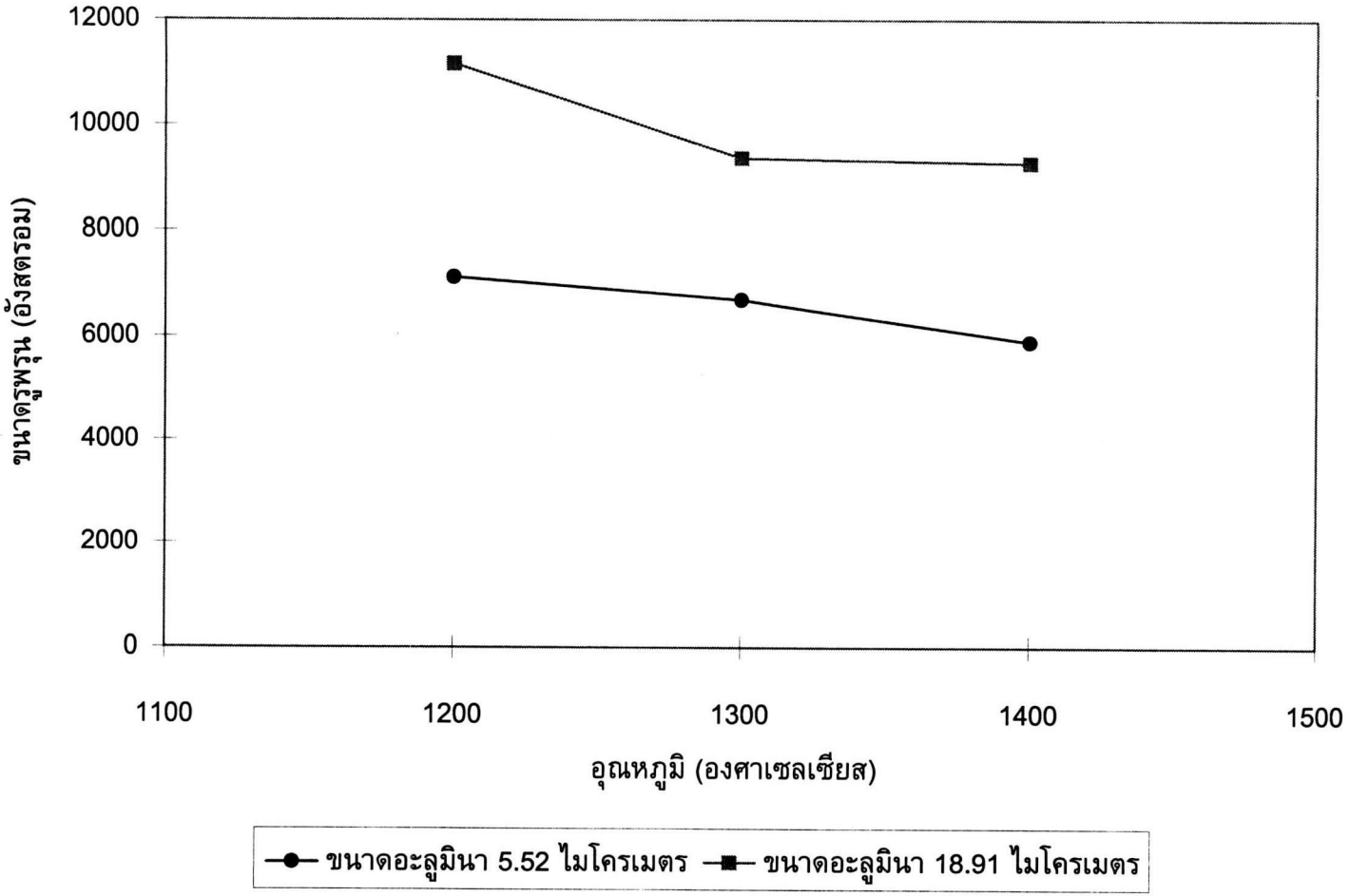
5.1.4 ผลของอุณหภูมิในการเผาต่อการสร้างแท่งกรอง

นำเอาแท่งกรองอะลูมินาที่ขึ้นรูปโดยใช้ปริมาณน้ำ 14 และ 14.5 เปอร์เซ็นต์ ของอนุภาคที่ 5.52 และ 18.91 ไมโครเมตรตามลำดับ มาทำการเผาที่อุณหภูมิ 1200 1300 และ 1400 องศาเซลเซียส เพื่อที่จะหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแท่งกรอง โดยนำแท่งกรองที่เผาแล้วไปวิเคราะห์หาค่าของความพรุนตัว ขนาดของรูพรุน ความหนาแน่นเชิงมวลรวม ปริมาตรของรูพรุน และค่าความแข็งแรง ซึ่งผลของการวิเคราะห์สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.7 ถึง 5.11 จากรูปจะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิต่ำๆ ขนาดของรูพรุนก็จะใหญ่ ปริมาตรรูพรุนจะมาก ความพรุนตัวจะสูง ความหนาแน่นเชิงมวลต่ำ และให้ค่าความแข็งแรงต่ำ แต่สำหรับแท่งกรองที่เราต้องการนั้นจะดูว่าที่อุณหภูมิต่ำๆ น่าจะเหมาะกับการทำแท่งกรองเนื่องจากมีความพรุนตัวมากแต่เมื่อดูค่าความแข็งแรงแล้วที่อุณหภูมิสูงๆ จะให้ความแข็งแรงที่ดีกว่า ดังนั้นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแท่งกรองอะลูมินานั้นจึงอยู่ที่ 1300 องศาเซลเซียส

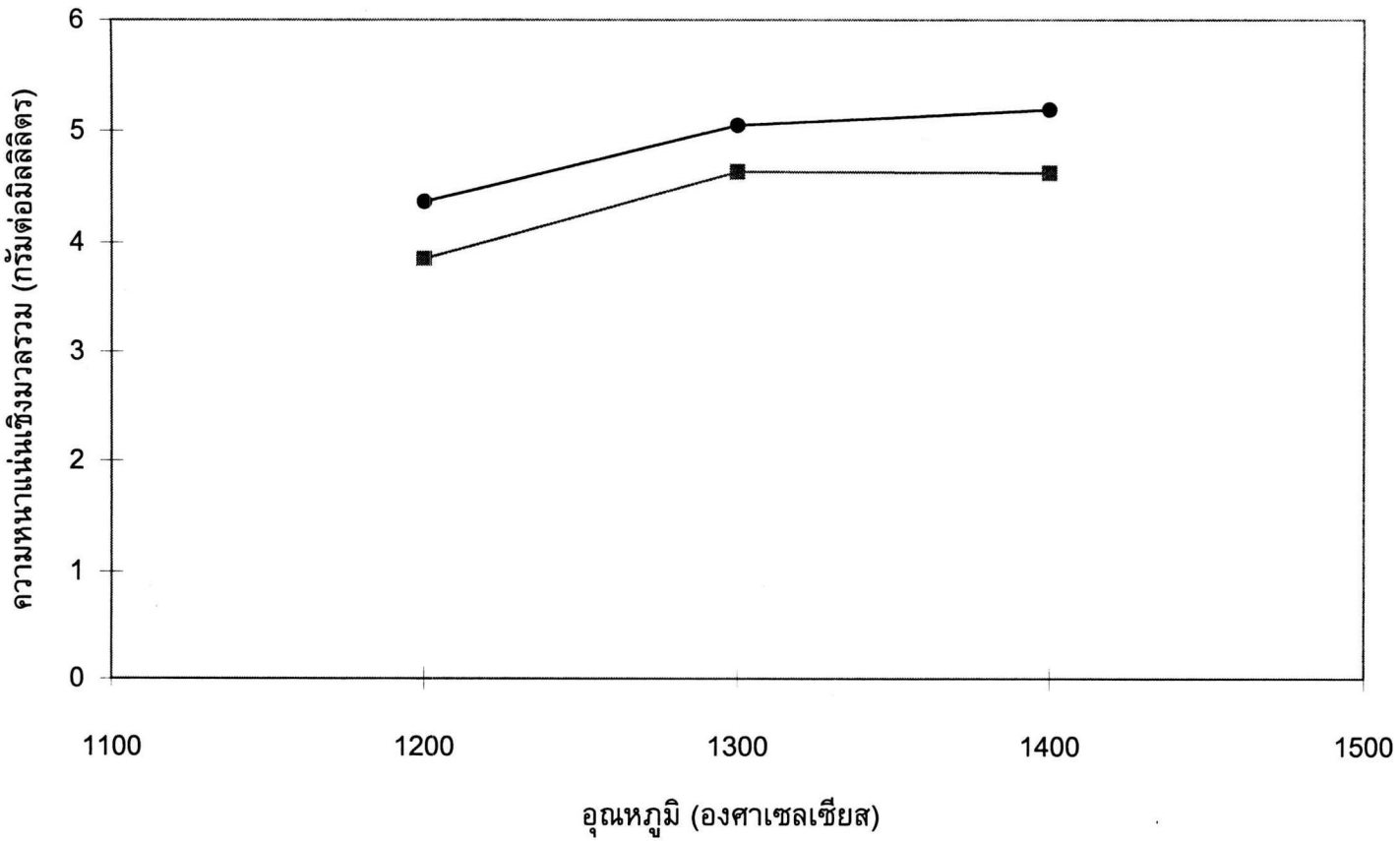
จากการส่องดูรูปร่างของอนุภาคจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ซึ่งเราจะดูรูปร่างของอนุภาคและรูพรุนที่อุณหภูมิในการเผาต่างๆ กันดังแสดงในรูปที่ 5.12 ถึง 5.17 พบว่าที่อุณหภูมิ 1400 องศาเซลเซียสขนาดของอะลูมินา 5.52 ไมโครเมตร จะมีการหลอมตัวกันเร็วกว่าขนาดอนุภาคอะลูมินา 18.91 ไมโครเมตร เป็นเหตุให้มีรูพรุนที่เล็กกว่าและที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ขนาดอนุภาคของอะลูมินา 18.91 ไมโครเมตรมีการรวมตัวน้อย จึงทำให้มีขนาดรูพรุนใหญ่



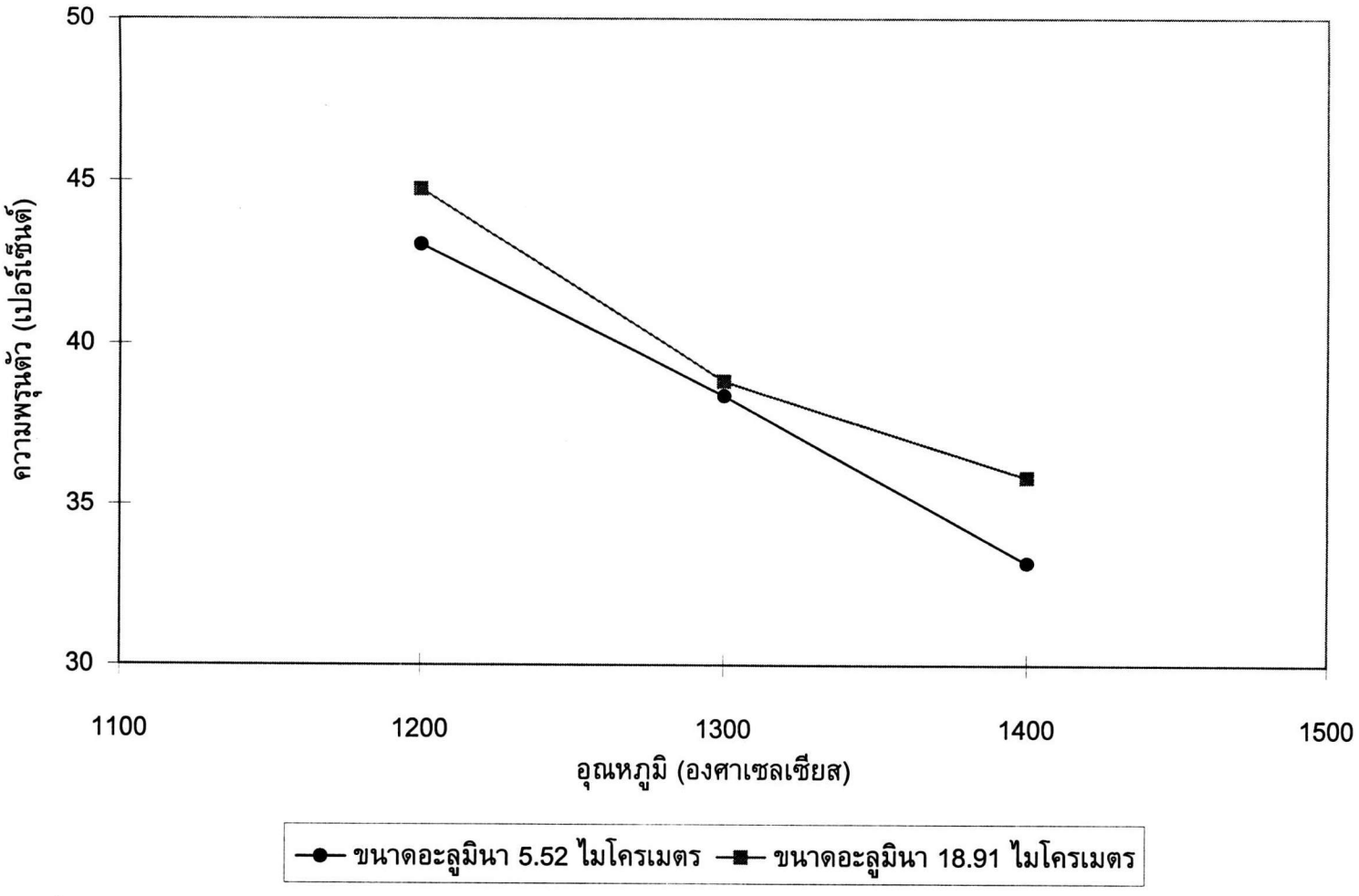
รูปที่ 5.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับปริมาตรรูพรุนของแท่งกรองที่ใช้อะลูมินาขนาด 5.52 และ 18.91 ไมโครเมตร (ภาคผนวก ตาราง ก.1)



รูปที่ 5.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับขนาดรูพรุนของแท่งกรองที่ใช้อะลูมินาขนาด 5.52 และ 18.91 ไมโครเมตร (ภาคผนวก ตาราง ก.2)

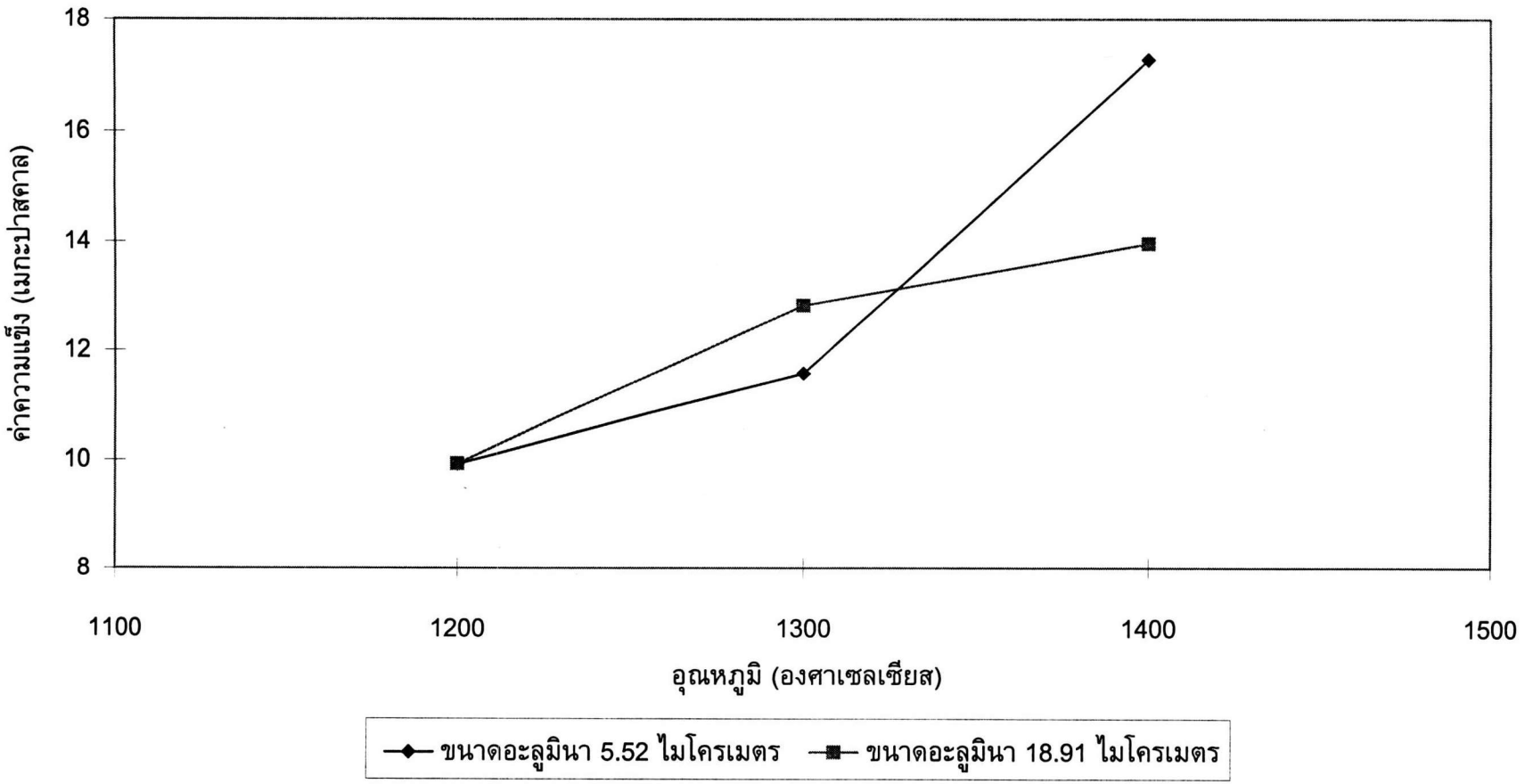


รูปที่ 5.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความหนาแน่นเชิงมวลรวมของแท่งกรองที่ใช้อะลูมินาขนาด 5.52 และ 18.91 ไมโครเมตร (ภาคผนวก ตาราง ก.3)



รูปที่ 5.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความพรุนตัวของแท่งกรองที่ใช้อะลูมินาขนาด 5.52 และ 18.91 ไมโครเมตร

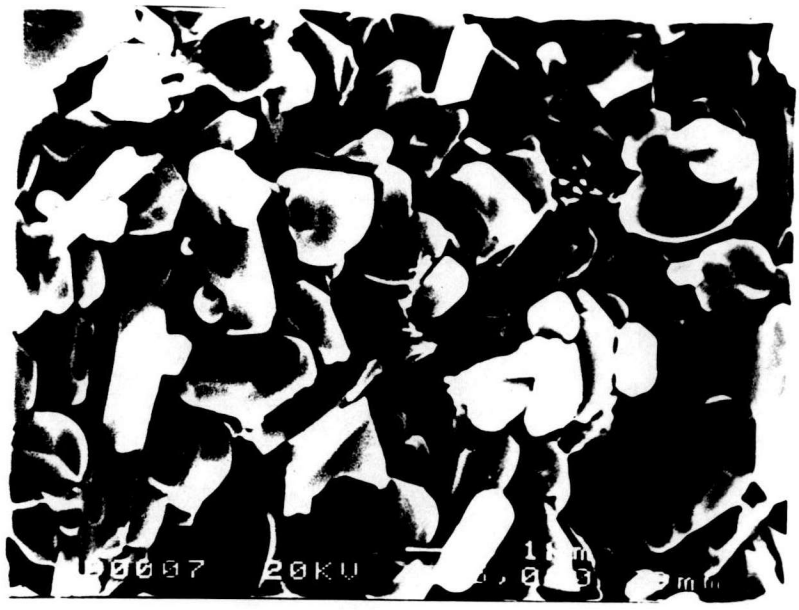
(ภาคผนวก ก.4)



รูปที่ 5.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความแข็งของแท่งกรองที่ใช้อะลูมินาขนาด 5.52 และ 18.91 ไมโครเมตร (ภาคผนวก ตาราง ก.46)

รูปที่ 5.12 แสดงภาพถ่ายจุลโครงสร้างจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ของแท่งกรองอะลูมินา ที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำ 14 เปอร์เซ็นต์ และขนาดอะลูมินา 5.52 ไมโครเมตร

รูปที่ 5.13 แสดงภาพถ่ายจุลโครงสร้างจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ของแท่งกรองอะลูมินา ที่อุณหภูมิ 1300 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำ 14 เปอร์เซ็นต์ และขนาดอะลูมินา 5.52 ไมโครเมตร



รูปที่ 5.14 แสดงภาพถ่ายจุลโครงสร้างจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ของแท่งกรองอะลูมินา ที่อุณหภูมิ 1400 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำ 14 เปอร์เซ็นต์ และขนาดอะลูมินา 5.52 ไมโครเมตร

รูปที่ 5.15 แสดงภาพถ่ายจุลโครงสร้างจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ของแท่งกรองอะลูมินา ที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำ 14.5 เปอร์เซ็นต์ และขนาดอะลูมินา 18.91 ไมโครเมตร

รูปที่ 5.16 แสดงภาพถ่ายจุลโครงสร้างจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ของแท่งกรองอะลูมินา ที่อุณหภูมิ 1300 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำ 14.5 เปอร์เซ็นต์ และขนาดอะลูมินา 18.91 ไมโครเมตร

รูปที่ 5.17 แสดงภาพถ่ายจุลโครงสร้างจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ของแท่งกรองอะลูมินา ที่อุณหภูมิ 1400 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำ 14.5 เปอร์เซ็นต์ และขนาดอะลูมินา 18.91 ไมโครเมตร

จากผลการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพของขนาดอนุภาคต่างๆ กันโดยเผาแท่งกรองที่อุณหภูมิ 1300 องศาเซลเซียส สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของขนาดอนุภาคต่างๆ กัน

คุณสมบัติ	ขนาดอะลูมินา 5.52 ไมโครเมตร	ขนาดอะลูมินา 18.91 ไมโครเมตร
ปริมาตรรูพรุน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.0761	0.0824
ขนาดรูพรุน (ไมโครเมตร)	0.6697	0.9366
ความหนาแน่นเชิงมวลรวม (กรัมต่อมิลลิลิตร)	5.05	4.64
ความพรุนตัว (เปอร์เซ็นต์)	38.39	38.84
ความแข็ง (เมกะปาสคาล)	11.57	12.82

จากตารางที่ 5.4 สามารถบอกได้ว่าที่ขนาดอะลูมินาเล็กจะมีปริมาตรรูพรุน ขนาดรูพรุน ความพรุนตัว และความแข็งน้อยกว่าขนาดอะลูมินาที่ใหญ่กว่า แต่ที่ขนาดอะลูมินาเล็กจะมีความหนาแน่นเชิงมวลรวมสูงกว่าขนาดอะลูมินาที่ใหญ่กว่า ทั้งนี้เพราะว่าขนาดอะลูมินาที่ใหญ่ การเรียงตัวกันของอนุภาคจะทำให้มีปริมาตรรูพรุน ขนาดรูพรุน ความพรุนตัวสูง และความหนาแน่นเชิงมวลรวมจะต่ำ

จากคุณสมบัติทั้งหมด สามารถนำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของการขึ้นรูปแบบเทแบบและแบบรีด (16) ได้ดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของการรีดกับการเทแบบ (16)

ตัวแปร	เทแบบ	การรีด
เปอร์เซนต์การความพรุนตัว	26.00	38.84
ขนาดรูพรุน (ไมโครเมตร)	0.9	0.9366
ความแข็ง (เมกะปาสคาล)	900	12
ความหนา (มิลลิเมตร)	2	2

จากตาราง 5.5 เปอร์เซ็นต์การพรุนตัวของการรีดจะสูงกว่าการเทแบบแสดงให้เห็นว่าการรีดจะมีรูพรุนมากกว่าการเทแบบ และค่าขนาดของรูพรุนของการรีดสูงกว่าการเทแบบเล็กน้อย ส่วนค่าของความแข็งนั้นการรีดน้อยกว่ามากเพราะมีปัญหากับหัวแบบที่แกนจับแกนกลางของหัวแบบ

5.2 ผลการทดสอบการกรอง

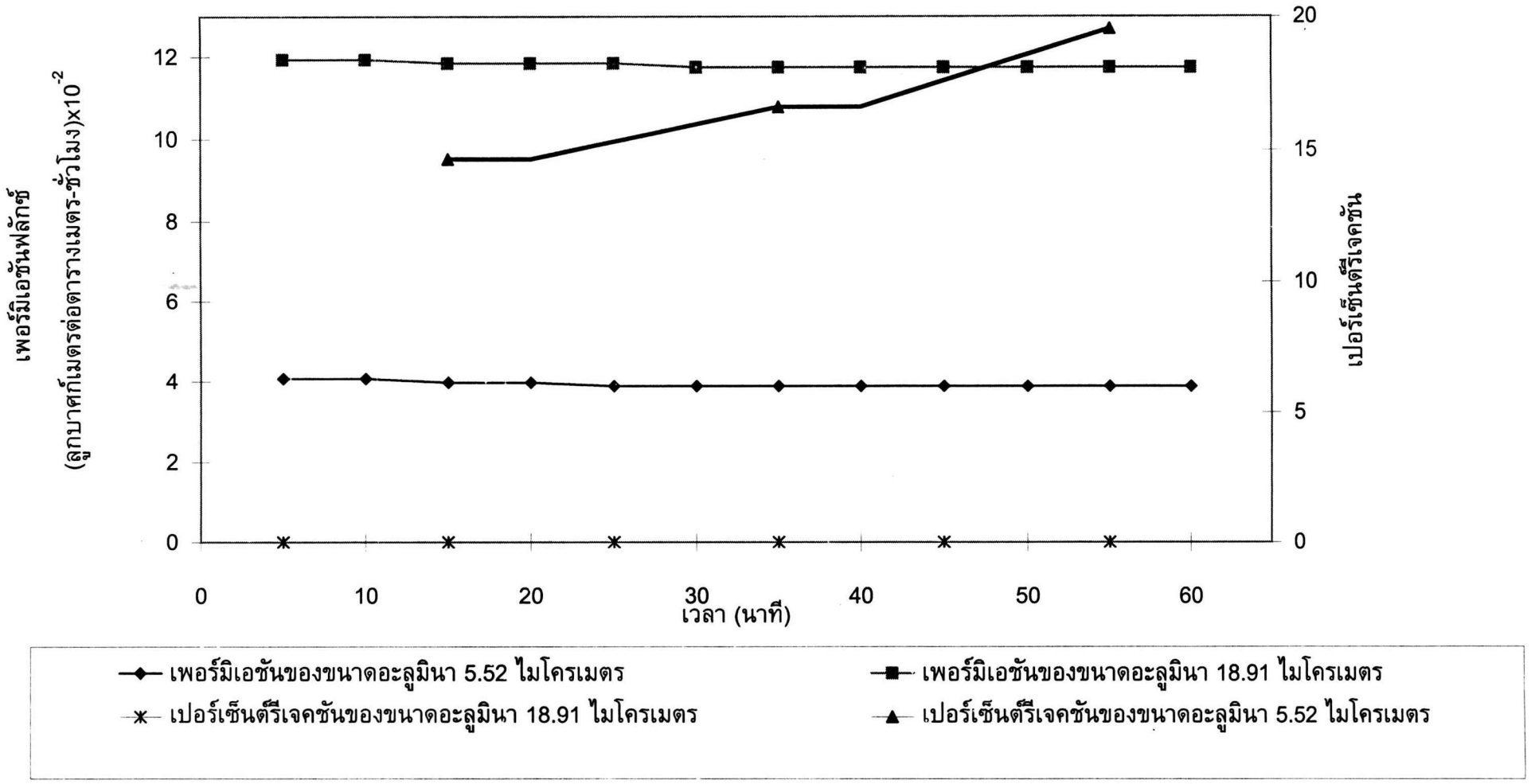
5.2.1 ผลของการกรองพอลีไวนิลอัลกอฮอล์

นำแท่งกรองอะลูมินาที่ทำจากการรีด (แท่งกรองยาว 29.5 เซนติเมตร, เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.4 เซนติเมตร และพื้นที่การกรอง 129.75 ตารางเซนติเมตร) มาทดสอบการกรองพอลีไวนิลอัลกอฮอล์ขนาดโมเลกุล 70000-100000 พบว่าแท่งกรองที่ทำจากอะลูมินาขนาด 5.52 ไมโครเมตร มีค่าเปอร์เซ็นต์รีเจคชันของพอลีไวนิลอัลกอฮอล์ 19.53 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับอะลูมินาขนาด 18.91 ไมโครเมตร ไม่สามารถกรองพอลีไวนิลอัลกอฮอล์ได้เลยดังแสดงค่าของเปอร์เซ็นต์รีเจคชันกับเวลาในรูปที่ 5.18 และเมื่อพิจารณาค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์ของแท่งกรองที่ทำจากอะลูมินาขนาดต่างกัน พบว่า แท่งกรองที่ใช้อะลูมินาขนาดใหญ่ให้ค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์สูงกว่าแท่งกรองที่ใช้อะลูมินาขนาดเล็กประมาณ 3 เท่า ดังแสดงในรูปที่ 5.18 ทั้งนี้เป็นเพราะขนาดรูพรุนปริมาตรรูพรุนของแท่งกรองที่ทำจากอะลูมินาขนาด 18.91 ไมโครเมตรมีขนาดใหญ่กว่าจึงให้ค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์สูงกว่า

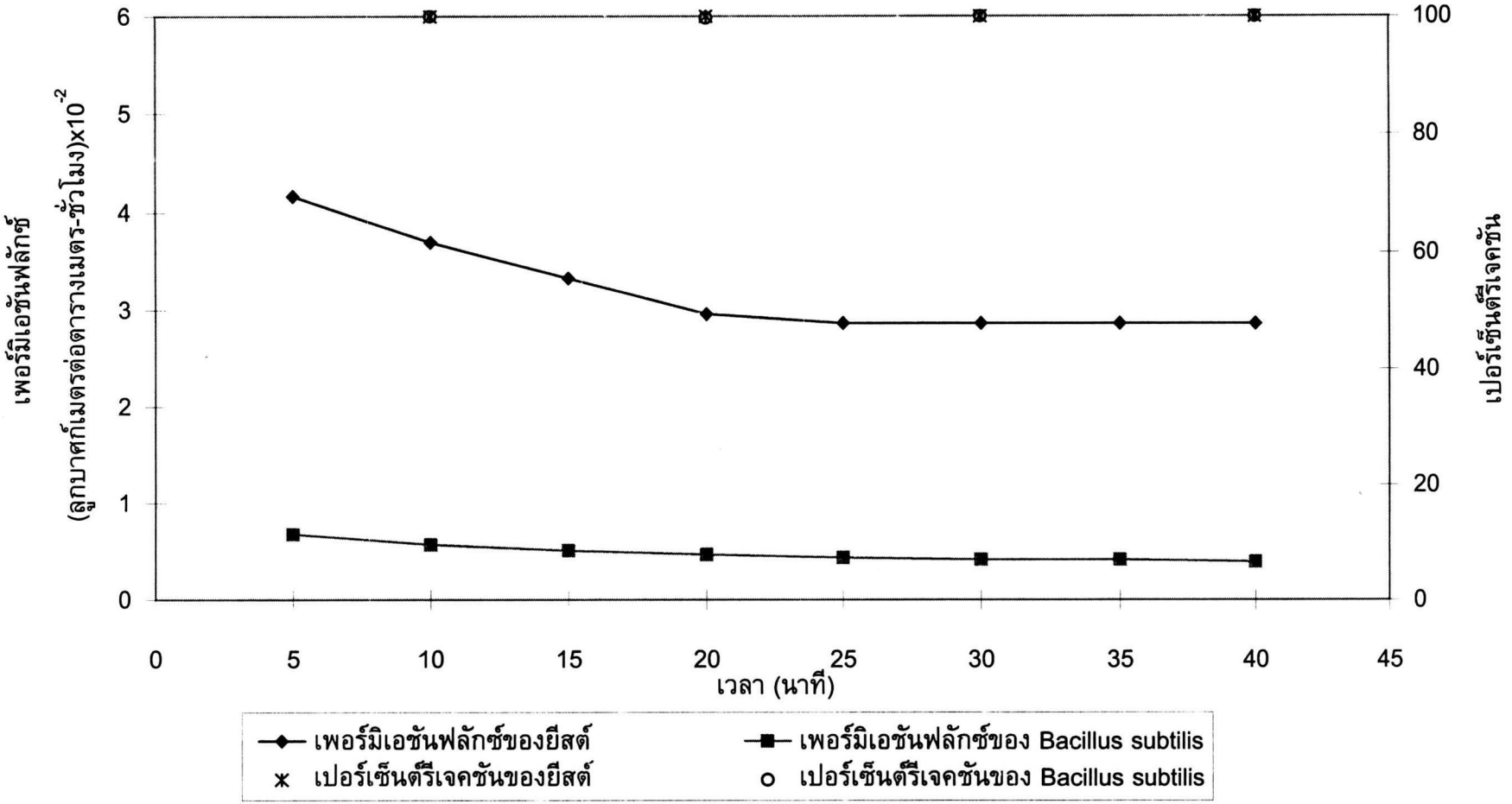
5.2.2 ผลของการกรองเชื้อจุลินทรีย์

ผลของการกรองเชื้อ Bacillus subtilis TISTR25 เทียบกับยีสต์ ที่อัตราการไหล 1.92 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ความดัน 13.8 กิโลปาสคาล ความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร พบว่าเปอร์เซ็นต์รีเจคชันมีค่าประมาณ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถบอกได้ว่าแท่งกรองอะลูมินาทั้ง 2 ขนาดมีรูพรุนเล็กกว่าขนาดของยีสต์และ Bacillus subtilis TISTR25 ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งที่ดีและเหมาะที่จะใช้กรองเชื้อทั้ง 2 ชนิดนี้แต่ถ้าดูค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์แล้วการกรอง Bacillus subtilis TISTR25 จะได้ค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์น้อยกว่ากรองยีสต์ประมาณ 2-3 เท่า ดังแสดงในรูปที่ 5.19 และ 5.20 เนื่องมาจาก Bacillus subtilis TISTR25 มีขนาดเล็กกว่ายีสต์มาก เมื่อทำการกรองแล้ว Bacillus subtilis TISTR25 จะเข้าไปอุดตามรูพรุนทำให้ค่าความต้านทานของการกรองของแท่งกรองเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุให้อัตราการไหลในขาเพอร์มิเอทออกมาน้อย ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าแท่งกรองของเราเหมาะสมสำหรับการกรองยีสต์มากกว่า

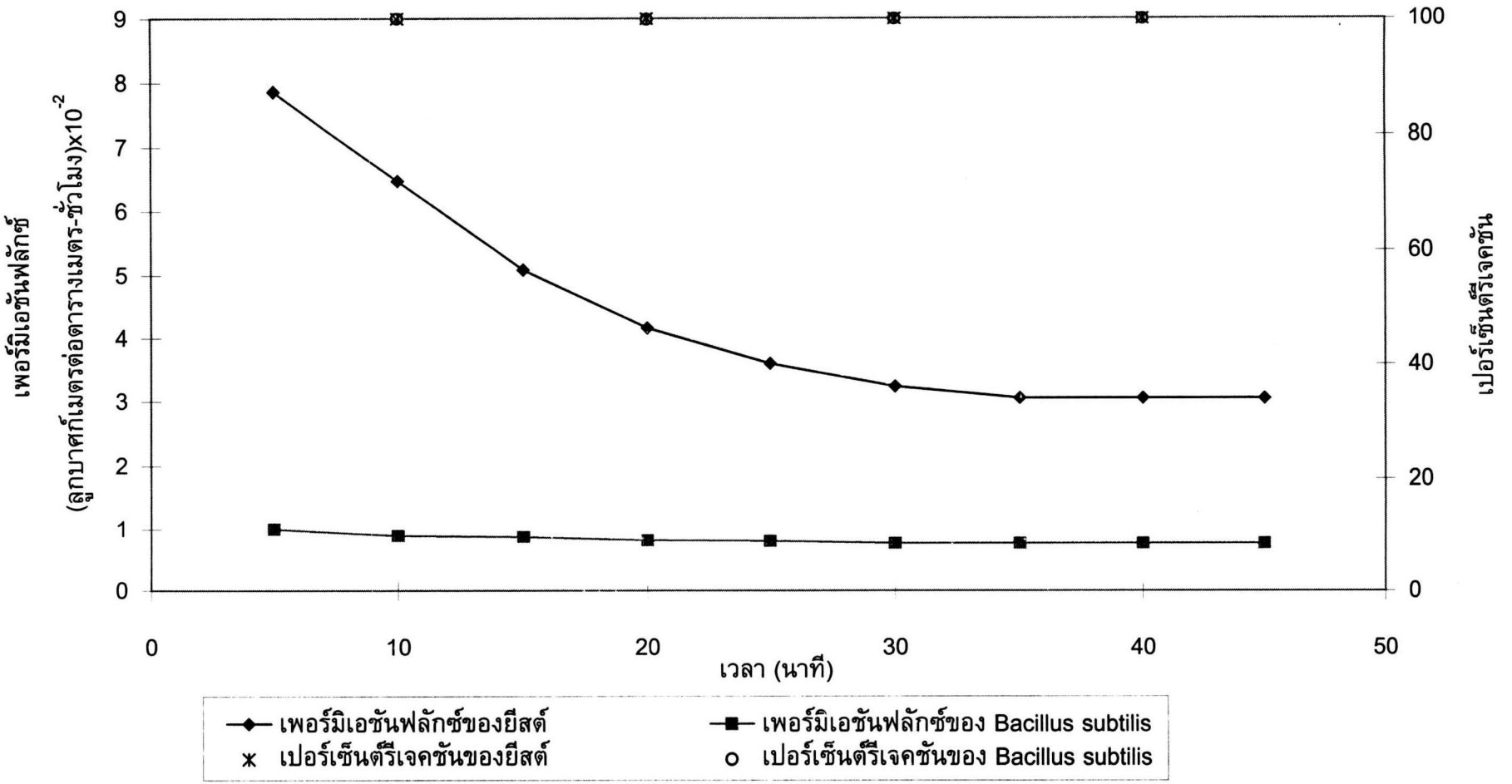
จากนั้นนำยีสต์มากรองที่ตัวแปรต่าง ๆ ดังในตารางที่ 4.1 โดยกำหนดความเข้มข้นของยีสต์เท่ากับ 5 กรัมต่อลิตร ซึ่งผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 5.21 และ 5.22 โดยพบว่าที่อัตราการไหลสูงจะทำให้ค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์สูงตามไปด้วย สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าที่อัตราการไหลสูงๆ จะทำให้ความเร็วที่ไหลผ่านผิวหน้าของแท่งกรองสูงขึ้น และทำให้เกิดแรงเฉือนที่ผิวหน้าของแท่งกรองทำให้เกิดชั้นเจลได้น้อย จึงเป็นสาเหตุให้ค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์สูง และที่ความดันสูงก็จะทำให้ค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์สูงด้วยซึ่งเป็นไปตามสมการที่ 3.12 เมื่อเปรียบเทียบค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์ของแท่งกรองอะลูมินาทั้ง 2 ขนาดพบว่าเมื่อความดันสูงขึ้นค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์จะมีค่าใกล้เคียงกันดังแสดงในรูปที่ 5.23 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าขนาดของรูพรุนจะไม่มีผลต่อค่า



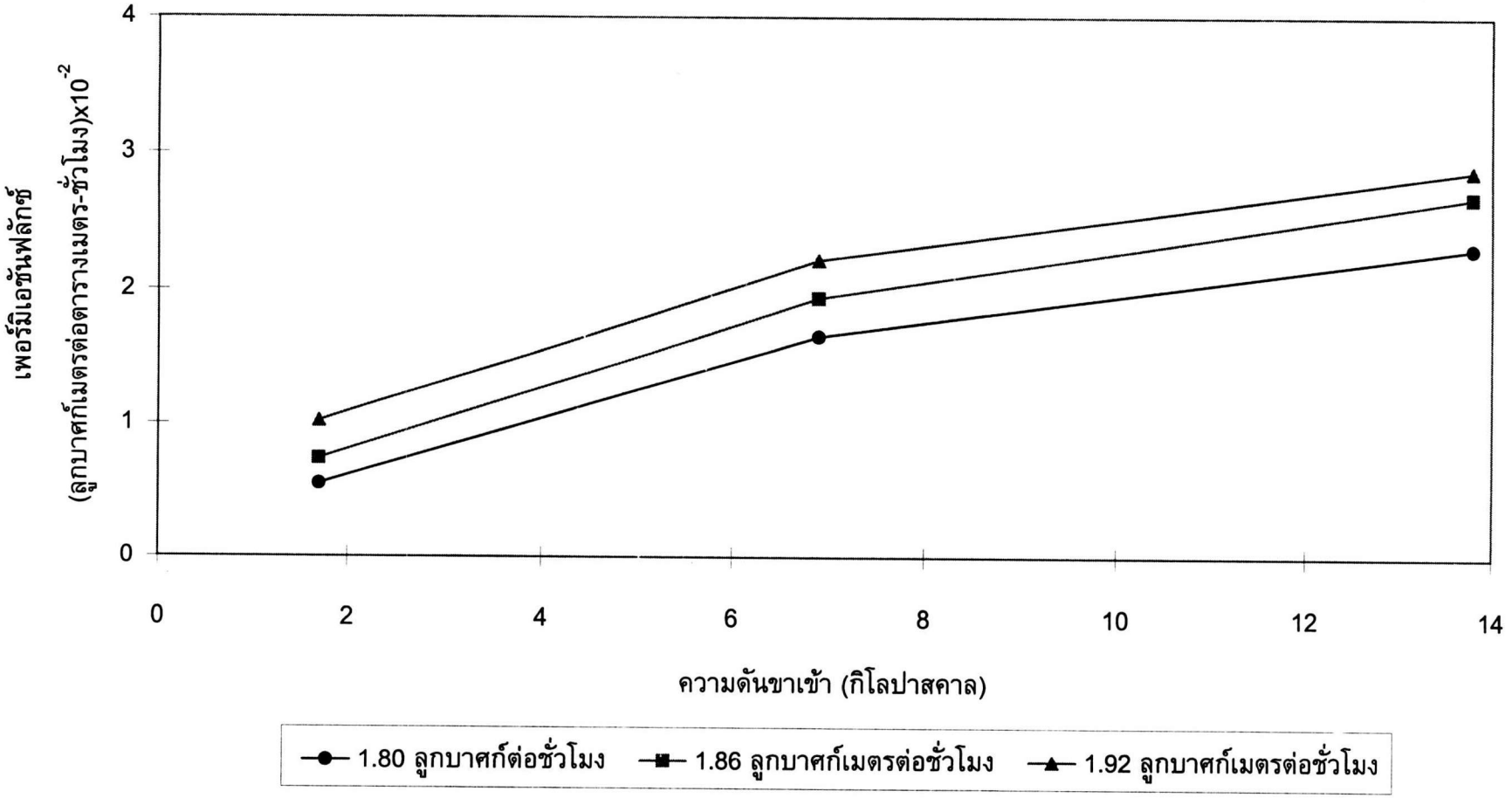
รูปที่ 5.18 แสดงผลของการกรองพอลิไวนิลอัลกอฮอล์ที่ความดัน 13.8 กิโลปาสคาล, อัตราการไหล 1.92 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง, ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเปรียบเทียบเวลากับเพอร์มิเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชัน (ภาคผนวก ตาราง ก.15)



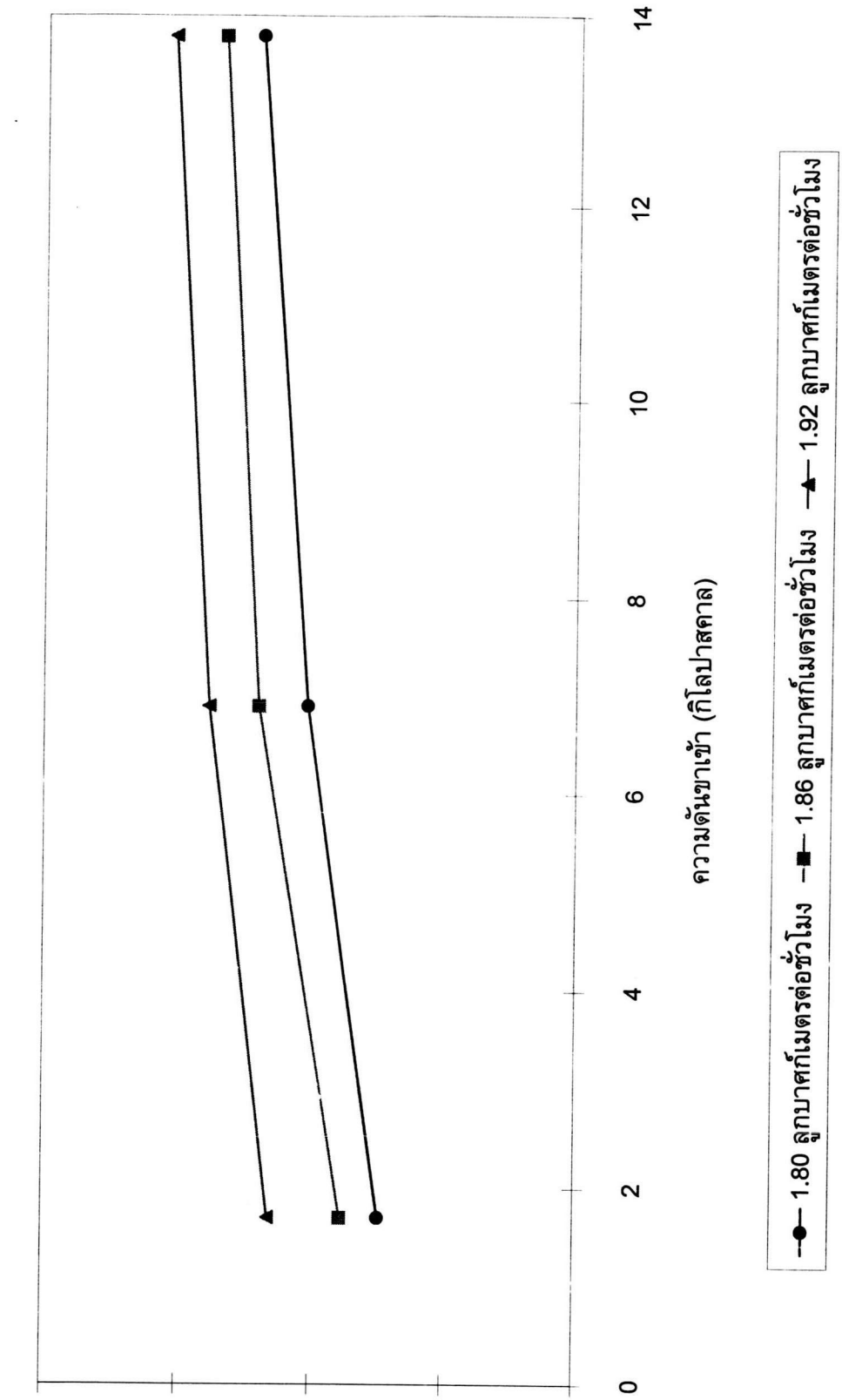
รูปที่ 5.19 เปรียบเทียบค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชีนของการกรองยีสต์ กับ Bacillus subtilis ที่ขนาดอะลูมินา 5.52 ไมโครเมตร (ภาคผนวก ตาราง ก.16 กับ ก.18)



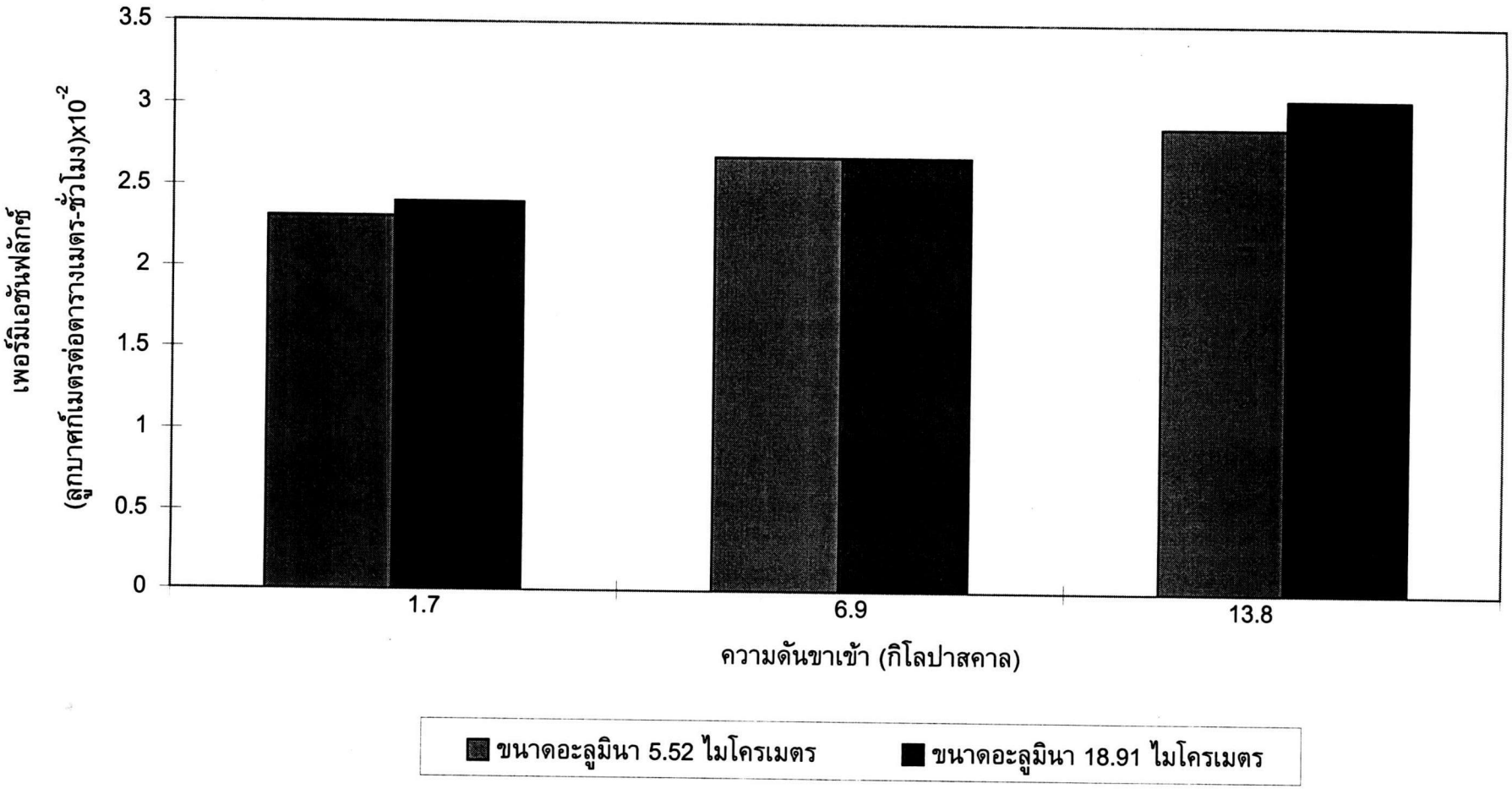
รูปที่ 5.20 เปรียบเทียบค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันของการกรองยีสต์ กับ Bacillus subtilis ที่ขนาดอะลูมินา 18.91 ไมโครเมตร (ภาคผนวก ตาราง ก.17 กับ ก.19)



รูปที่ 5.21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันขาเข้ากับเพอร์มิเอชันฟลักซ์ของยีสต์ที่ความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร ของแท่งกรองที่ใช้อะลูมินาขนาด 5.52 ไมโครเมตร (ภาคผนวก ตาราง ก.36)



รูปที่ 5.22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้านขาเข้ากับเพอร์มีเอชันฟลักซ์ของยีสต์ที่ความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร ของแท่งกรองที่ใช้อะลูมินาขนาด 18.91 ไมโครเมตร (ภาคผนวก ตาราง ก.37)



รูปที่ 5.23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันขาเข้ากับเพอร์มิเอชันฟลักซ์ของยีสต์ที่ความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร อัตราการไหล 1.92 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ของแท่งกรองที่ใช้อะลูมินาขนาดต่างๆ กัน (ภาคผนวก ตาราง ก.36 - ก.37)

เพอร์มิเอชันฟลักซ์ที่ความดันสูงๆ เนื่องจากเชื้ออาจจะเข้าไปอุดตามรูพรุนของแท่งกรองทำให้ค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์ไม่แตกต่างกันมากนัก

จากนั้นใช้ภาวะอัตราการไหลที่ 1.92 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ความดัน 13.8 กิโลปาสคาลมาทำการกรองยีสต์โดยทำที่ความเข้มข้นต่างๆ กันคือ ที่ 20 กรัมต่อลิตร และ 50 กรัมต่อลิตร พบว่า เมื่อความเข้มข้นสูงขึ้นค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์ก็จะลดต่ำลง ดังรูปที่ 5.24 และ 5.25 เพราะว่าที่ความเข้มข้นสูงๆ จะทำให้เกิดชั้นเจลขึ้นจึงเป็นเหตุให้ค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์ลดลง (ดังสมการที่ 3.5) หลังจากนั้นทำการกรองยีสต์เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของยีสต์โดยดูความเข้มข้นที่นาทีที่ 50 (เนื่องจากช่วงเวลา 30-50 นาที ค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์ของการกรองคงที่ ทำให้อัตราการเพิ่มความเข้มข้นคงที่(ภาคผนวก ตาราง ก.44)) โดยเปรียบเทียบกับที่ความเข้มข้นของยีสต์เริ่มต้นที่ 5 กรัมต่อลิตร ซึ่งผลของการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 แสดงค่าความเข้มข้นที่นาทีที่ 50 โดยใช้ความเข้มข้นเริ่มต้น 5 กรัมต่อลิตร

แท่งกรองที่ใช้อะลูมินาขนาด (ไมโครเมตร)	ความเข้มข้นที่นาทีที่ 50 (กรัมต่อลิตร)	เปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้น
5.52	5.25	5
18.91	5.35	7

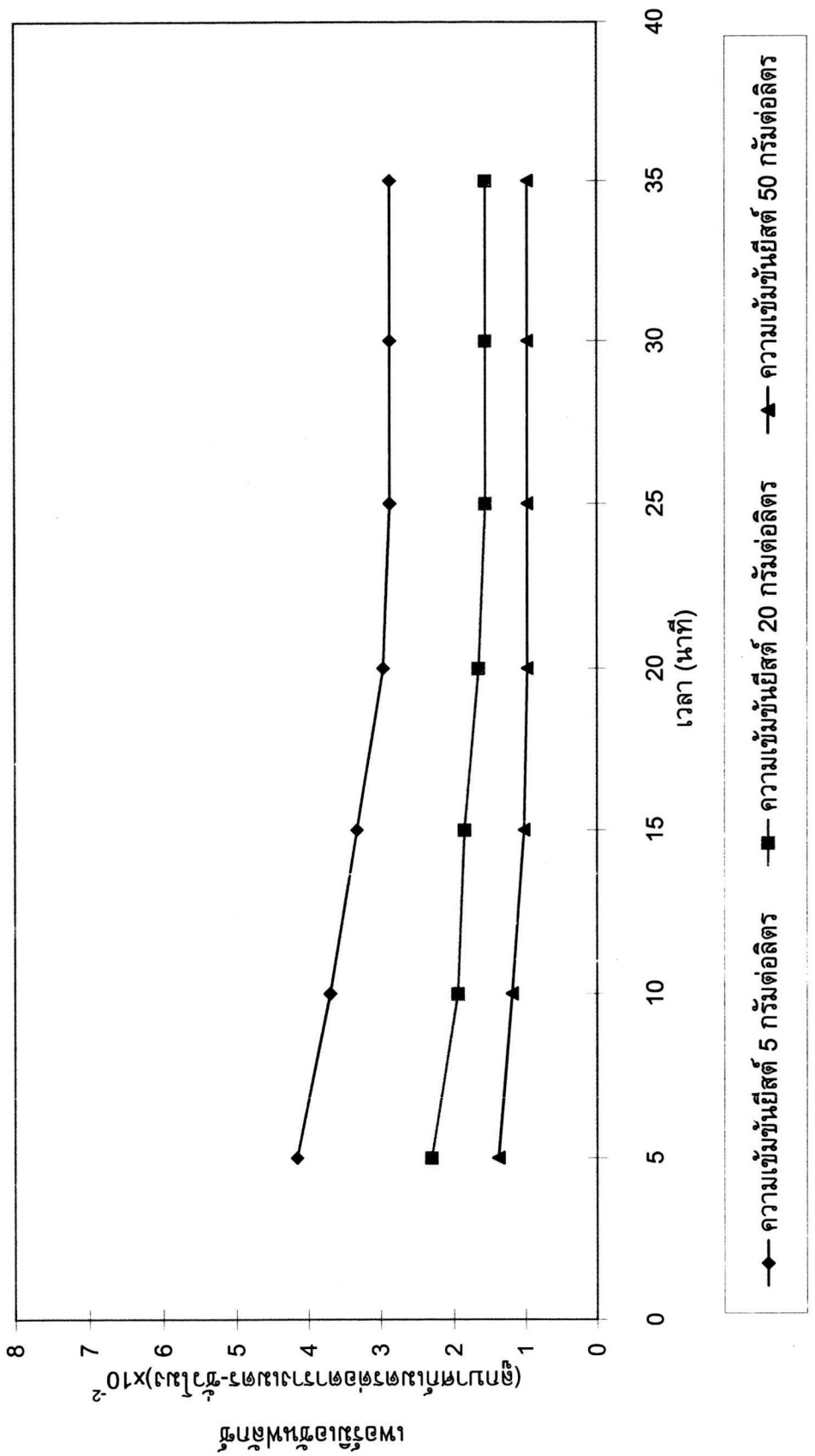
จากตารางแสดงให้เห็นว่าเมื่อเวลาผ่านไป 50 นาที ความเข้มข้นก็จะเพิ่มขึ้น และถ้าขนาดของอะลูมินาใหญ่กว่าก็สามารถเพิ่มความเข้มข้นของสารป้อนได้มากขึ้นด้วย แต่ก็อาจมีผลต่อแท่งกรองของเราถ้าความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จะทำให้แท่งกรองตันและจะทำให้เพอร์มิเอทไหลออกมาน้อย

เมื่อเปรียบเทียบการกรองของแท่งกรองอะลูมินาที่ทำจากการรีดและการเทแบบ(16) จะพบว่าแท่งกรองอะลูมินาที่ทำจากการรีดสามารถกรองเชื้อแบคทีเรียได้ดีกว่าการขึ้นรูปแบบเทแบบ แต่ถ้าเปรียบเทียบยีสต์ด้วยกันแล้วจะไม่เห็นผลเท่าไรเพราะเปอร์เซ็นต์รีเจคชันมีค่าใกล้เคียงกัน

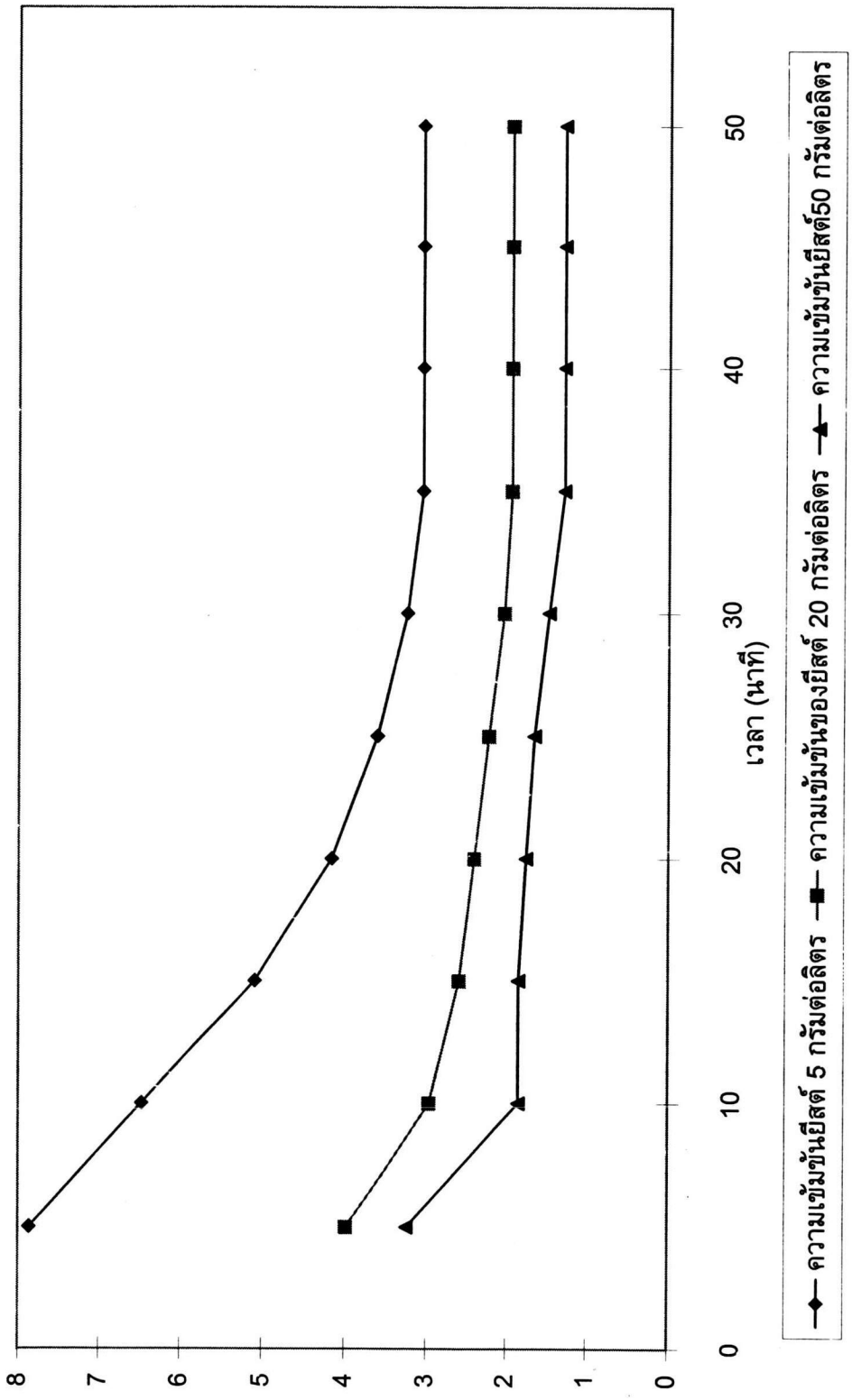
ดังนั้นในส่วนของการกรองสามารถสรุปผลการทดลองทั้งหมดดังตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 แสดงการเปรียบเทียบผลของการกรองโดยใช้แท่งกรองที่ขนาดอนุภาคต่าง ๆ กันที่อัตราการไหล 1.92 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ความดัน 13.8 กิโลปาสคาล

ภาวะต่างๆ	ขนาดอะลูมินา 5.52 ไมโครเมตร	ขนาดอะลูมินา 18.91 ไมโครเมตร
เปอร์เซ็นต์รีเจคชันของพอลีไวนิลอัลกอฮอล์ที่น้ำหนักโมเลกุล 70000-100000	19.53 เปอร์เซ็นต์	0 เปอร์เซ็นต์
เปอร์เซ็นต์รีเจคชันของ Bacillus subtilis TISTR25 ที่ความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร	100 เปอร์เซ็นต์	99.96 เปอร์เซ็นต์
เปอร์เซ็นต์รีเจคชันของ ยีสต์ที่ความเข้มข้น 20 กรัมต่อลิตร	100 เปอร์เซ็นต์	100 เปอร์เซ็นต์
เปอร์เซ็นต์รีเจคชันของ ยีสต์ที่ความเข้มข้น 50 กรัมต่อลิตร	100 เปอร์เซ็นต์	100 เปอร์เซ็นต์
ค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์ของน้ำ	4.62×10^{-2} ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร-ชั่วโมง	12.49×10^{-2} ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร-ชั่วโมง
ค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์ของ Bacillus subtilis TISTR25 ที่ความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร	3.88×10^{-3} ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร-ชั่วโมง	7.58×10^{-3} ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร-ชั่วโมง
ค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์ของยีสต์ ที่ความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร	2.87×10^{-2} ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร-ชั่วโมง	3.05×10^{-2} ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร-ชั่วโมง
ค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์ของยีสต์ ที่ความเข้มข้น 20 กรัมต่อลิตร	1.57×10^{-2} ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร-ชั่วโมง	1.94×10^{-2} ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร-ชั่วโมง
ค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์ของยีสต์ ที่ความเข้มข้น 50 กรัมต่อลิตร	0.97×10^{-2} ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร-ชั่วโมง	1.29×10^{-2} ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร-ชั่วโมง
เปอร์เซ็นต์การเพิ่มความเข้มข้นที่นาทีที่50	5	7



รูปที่ 5.24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์ โดยเปรียบเทียบการกรองยีสต์ที่ความเข้มข้น 5, 20, และ 50 กรัมต่อลิตร ของแท่งกรองที่ใช้อะลูมินาขนาด 5.52 ไมโครเมตร (ภาคผนวก ตาราง ก.18, ก.40 และ ก.41)



รูปที่ 5.25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าเพอร์มีเอชันฟลักซ์โดยเปรียบเทียบการกรองยีสต์ที่ความเข้มข้น 5, 20, และ 50 กรัมต่อลิตร ใช้แท่งกรองที่ทำจากอะลูมินาขนาด 18.91 ไมโครเมตร (ภาคผนวก ตาราง ก.19, ก.42 และ ก.43)