บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

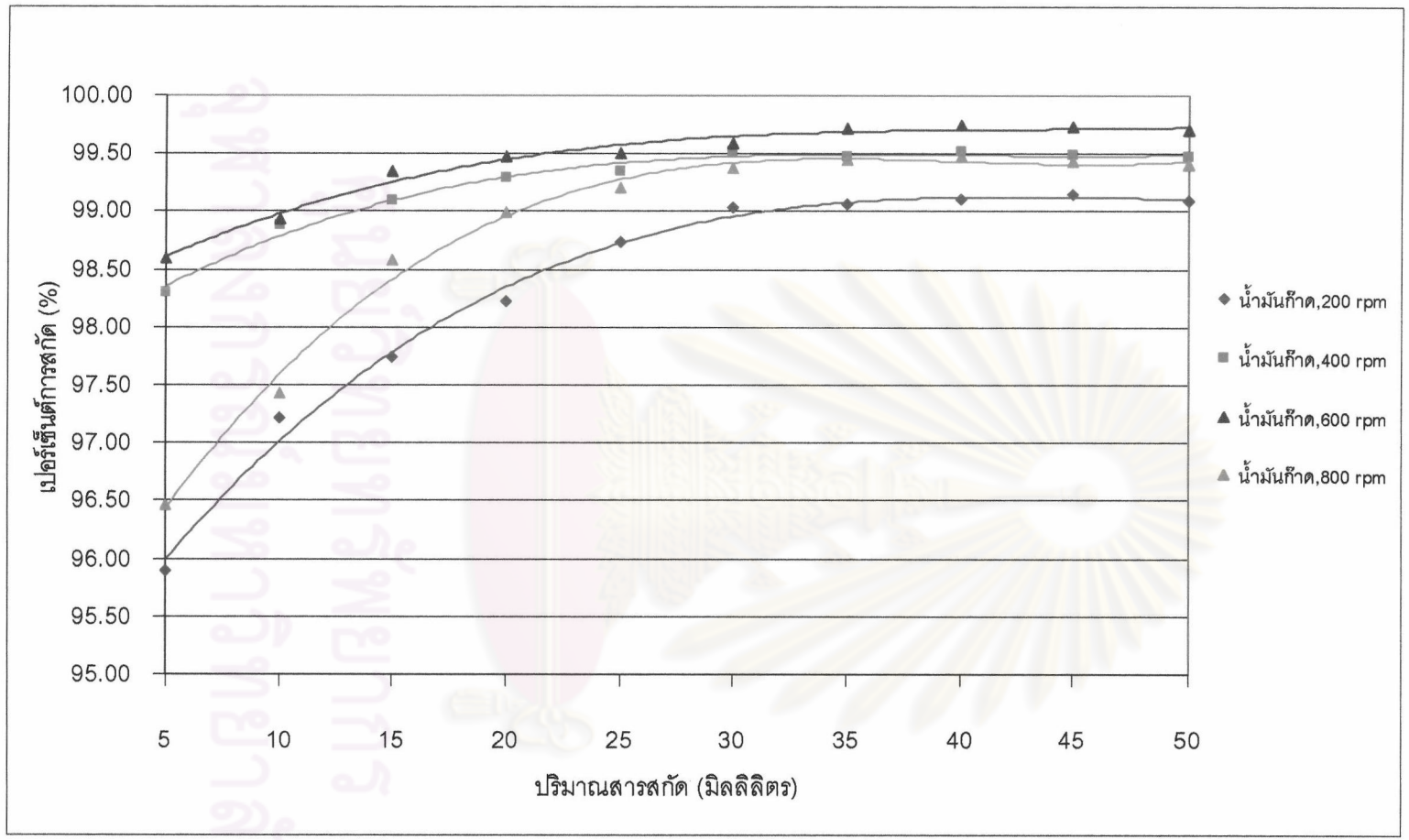
ในบทนี้จะอธิบายถึงผลการทดลอง จากการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการสกัดน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วที่เจือปนในน้ำเสีย โดยใช้เครื่องสกัดแบบต่อเนื่องและแบบกะ ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการสกัด ความเร็วรอบของการกวน ปริมาณสารที่ใช้สกัด และอัตราการไหลของสารสกัด รวมทั้งการวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้จะใช้สารสกัดจำพวกอะโรมาติก ได้แก่ น้ำมันก๊าด (kerosene) และน้ำมันดีเซล (diesel) ซึ่งเป็นสารไม่มีขั้วเช่นเดียวกับน้ำมันหล่อลื่นที่สามารถละลายเข้าด้วยกันได้ดี

4.1 ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์การสกัดกับปริมาณสารที่ใช้สกัดในอุปกรณ์แบบกะ ชนิดที่มีใบกวนแบบแผ่นเรียบ

โดยทำการทดลองครั้งแรกใช้สารสกัดเป็นน้ำมันก๊าด และครั้งที่สองเป็นน้ำมันดีเซล ซึ่งใช้ปริมาณสารสกัดที่ 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 และ 50 มิลลิลิตร ตามลำดับ นำใส่ในภาชนะพร้อมกับน้ำเสีย 500 มิลลิลิตรที่มีน้ำมันหล่อลื่นเจือปน แล้วกวนให้เข้ากันด้วยความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการกวน 25 นาที จากนั้นเปลี่ยนความเร็วรอบใบกวนเป็น 400, 600 และ 800 รอบต่อนาที จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างเพื่อหาปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่เหลืออยู่ในส่วนของราฟิเนต แล้วทำการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดกับปริมาณสารสกัดของแต่ละช่วงความเร็วรอบการกวน ระหว่างสารสกัดที่เป็นน้ำมันก๊าดและสารสกัดที่เป็นน้ำมันดีเซล ซึ่งจะแสดงผลการทดลองดังกราฟรูปที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 (ข้อมูลของการทดลองแสดงไว้ในภาคผนวก ก : ตารางที่ ก-1 และ ก-2 , ข้อมูลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดแสดงไว้ในภาคผนวก ข : ตารางที่ ข-1 และ ข-2)

ผลที่แสดงในรูปที่ 4.1 ได้จากการใช้น้ำมันก๊าดเป็นสารสกัด พบว่าความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การสกัดกับปริมาณสารสกัด ที่ความเร็วรอบการกวน 200, 400 และ 600 รอบต่อนาที กราฟมีแนวโน้มการสกัดเหมือนกัน โดยเปอร์เซ็นต์การสกัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมารสารสกัดมากขึ้น ซึ่งมีค่าการสกัดสูงสุดที่ 99.12, 99.50 และ 99.73 ที่ความเร็วรอบใบกวน 200, 400 และ 600 รอบต่อนาที ตามลำดับ โดยใช้ปริมาณสารสกัดอยู่ที่ 40 มิลลิลิตร แต่เมื่อเพิ่มปริมาณสารสกัด



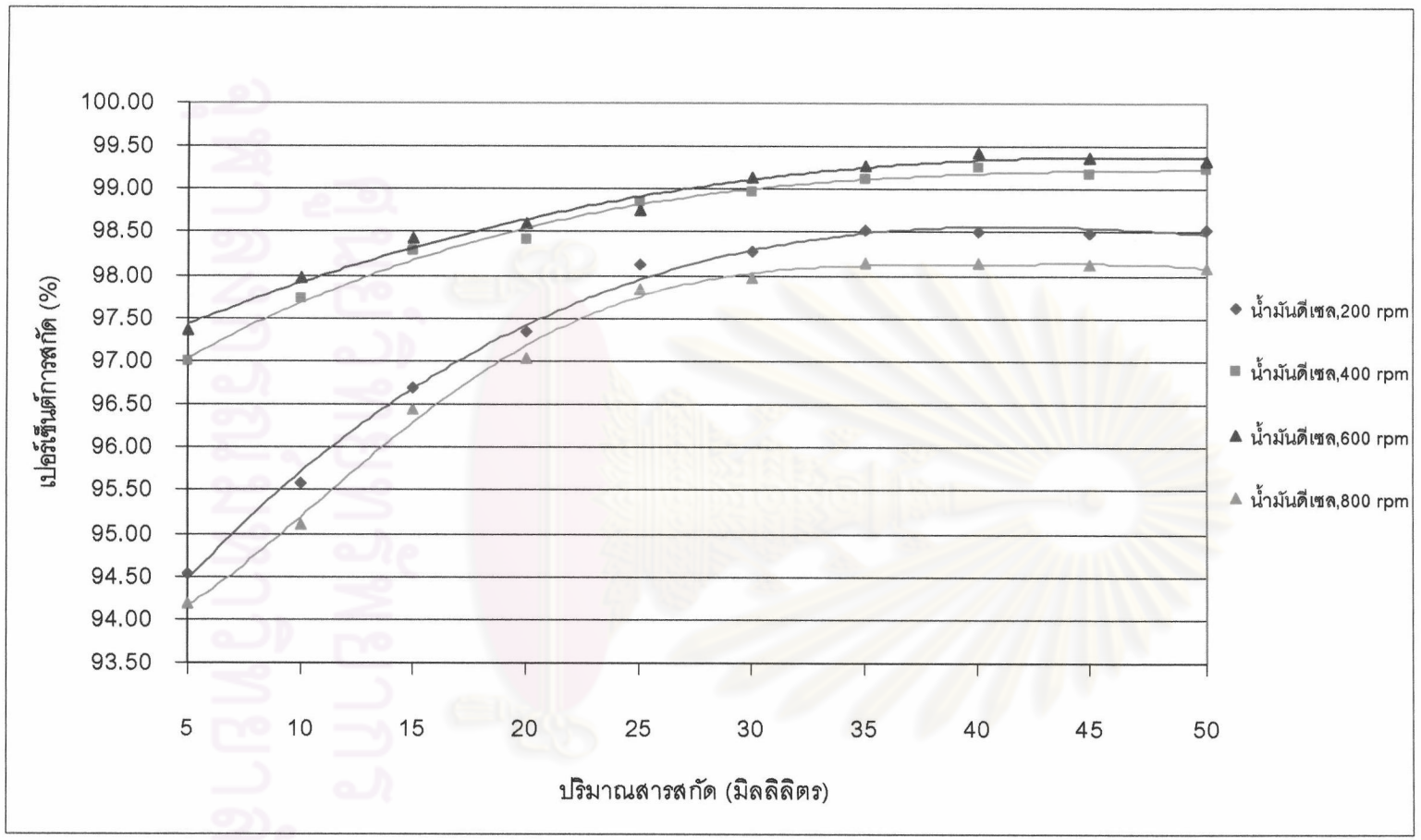
รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การสกัดกับปริมาณสารสกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ (ที่ความเร็วรอบใบกวน 200, 400, 600 และ 800 รอบต่อนาที)

มากกว่า 40 มิลลิลิตร พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดมีแนวโน้มคงที่ตลอดจนจบการทดลอง ในการทดลองเพื่อศึกษาการสกัดน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียด้วยน้ำมันก๊าดโดยใช้อุปกรณ์การสกัดแบบกะ สามารถใช้ปริมาณน้ำมันก๊าดในการสกัดเพียง 40 มิลลิลิตรก็เพียงพอต่อการศึกษา เนื่องจากปริมาณของสารสกัดดังกล่าวทำให้ระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลของการถ่ายเทมวลสารระหว่างน้ำมันหล่อลื่นกับน้ำมันก๊าด จึงไม่สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์การสกัดให้สูงขึ้นได้

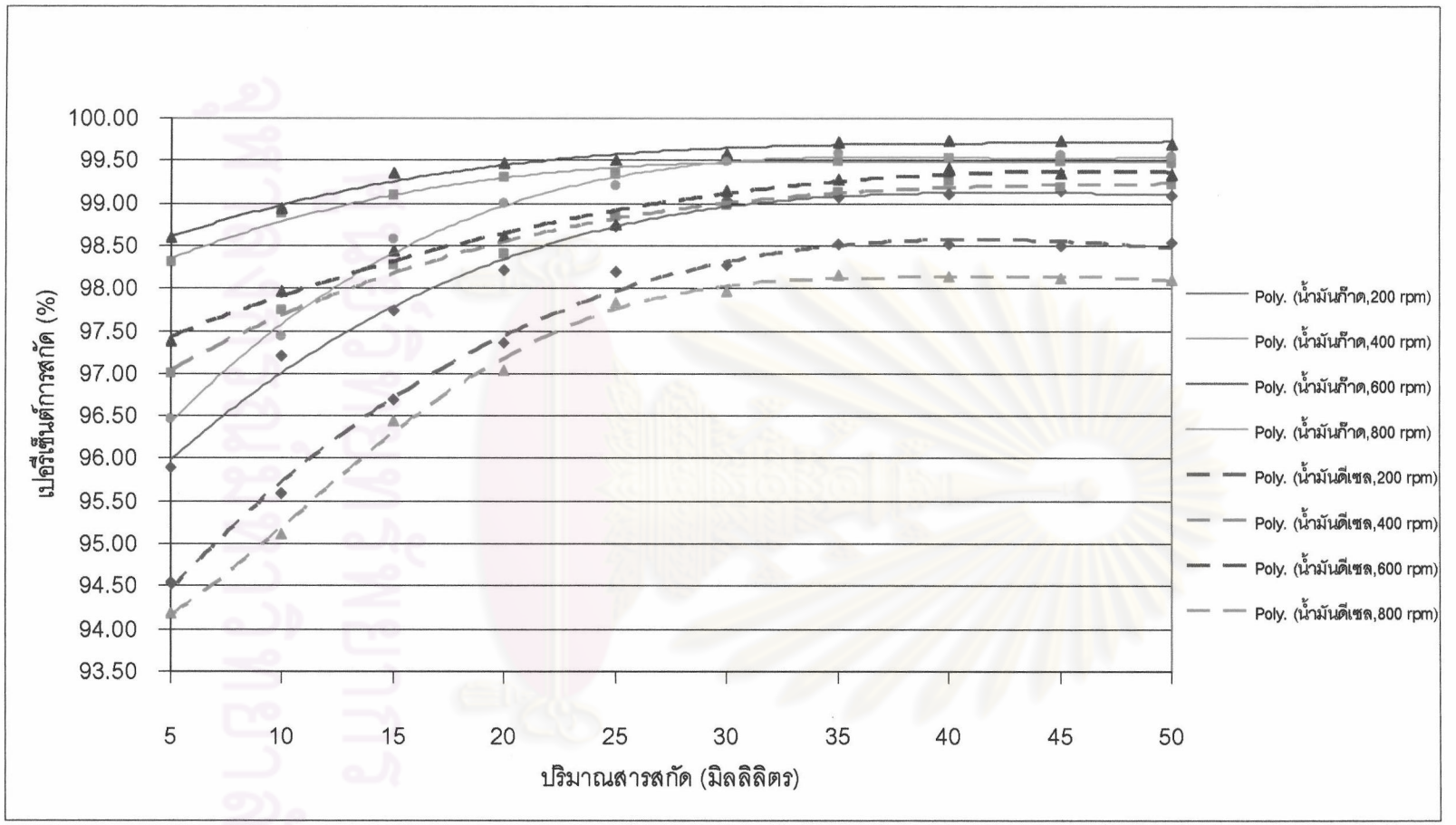
ที่ความเร็วรอบใบกวน 800 รอบต่อนาที พบว่าเปอร์เซ็นต์การสกัดลดลงเหลือ 99.45 แม้จะเพิ่มปริมาณสารสกัดก็ตาม อาจเนื่องมาจากเมื่อเพิ่มความเร็วรอบการกวนสูงขึ้นทำให้ความเร็วของอนุภาควิ่งชนกันเร็วขึ้น ส่งผลให้ช่วงระยะเวลาการเกิดผิวสัมผัสของสารสองชนิดในการถ่ายเทมวลจากสารหนึ่งไปยังอีกหนึ่งสั้นลง ทำให้อัตราการถ่ายเทมวลระหว่างสองชนิดต่ำ ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การสกัดต่ำ (ข้อสังเกต : ที่ความเร็วใบกวนสูงๆ ทำให้ของเหลวในคอลัมน์เกิดอิมัลชั่นอยู่เต็มไปหมดทำให้ของเหลวในคอลัมน์มีสีขุ่นแตกต่างจากของเหลวที่ความเร็วรอบต่ำกว่า 800 รอบต่อนาที) การพิจารณาหาค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดกับปริมาณสารสกัดเปรียบเทียบกับความเร็วรอบการกวน โดยใช้น้ำมันก๊าดเป็นสารสกัด พบว่าที่ความเร็วรอบ 600 รอบต่อนาที จะใช้ปริมาณสารสกัด 40 มิลลิลิตร และให้เปอร์เซ็นต์การสกัด 99.73

ผลที่แสดงในรูปที่ 4.2 ได้จากการใช้น้ำมันดีเซลเป็นสารสกัด พบว่าความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การสกัดกับปริมาณสารสกัด ที่ความเร็วรอบการกวน 200, 400 และ 600 รอบต่อนาที กราฟมีแนวโน้มการสกัดเหมือนกัน โดยเปอร์เซ็นต์การสกัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นคล้ายกับผลการทดลองโดยใช้น้ำมันก๊าดเป็นสารสกัดเมื่อใช้ปริมารสารสกัดมากขึ้น ซึ่งมีค่าการสกัดสูงสุดที่ 98.52, 99.22 และ 99.37 ที่ความเร็วรอบการกวน 200, 400 และ 600 รอบต่อนาที ตามลำดับ โดยใช้ปริมาณสารสกัดอยู่ที่ 45 มิลลิลิตร แต่เมื่อเพิ่มปริมาณสารสกัดมากกว่า 45 มิลลิลิตร พบว่าเปอร์เซ็นต์การสกัดมีแนวโน้มคงที่ตลอดจนจบการทดลอง ในการทดลองเพื่อศึกษาการสกัดน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียด้วยน้ำมันดีเซลโดยใช้อุปกรณ์การสกัดแบบกะ สามารถใช้ปริมาณน้ำมันดีเซลในการสกัดเพียง 45 มิลลิลิตรก็เพียงพอต่อการศึกษา เนื่องจากปริมาณของสารสกัดดังกล่าวเกิดภาวะสมดุลของการถ่ายเทมวลสารระหว่างน้ำมันหล่อลื่นกับน้ำมันดีเซล จึงไม่สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์การสกัดให้สูงขึ้นได้

ที่ความเร็วรอบใบกวน 800 รอบต่อนาที พบว่าเปอร์เซ็นต์การสกัดลดลงต่ำสุดที่ 99.13 เมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วรอบการกวนที่ 200, 400 และ 600 รอบต่อนาที เหตุผลเหมือนกับคำอธิบายรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การสกัดกับปริมาณสารสกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ (ที่ความเร็วรอบใบกวน 200, 400, 600 และ 800 รอบต่อนาที)



รูปที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดกับปริมาณสารสกัดระหว่างสารสกัดน้ำมันก๊าดและสารสกัดน้ำมันดีเซล (ที่ความเร็วรอบใบกวนและปริมาณสารสกัดเดียวกัน)

การพิจารณาหาค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดกับปริมาณสารสกัดเปรียบเทียบกับความเร็วรอบการกวน โดยใช้น้ำมันดีเซลเป็นสารสกัด พบว่าที่ความเร็วรอบ 600 รอบต่อนาที ใช้ปริมาณสารสกัด 40 มิลลิลิตรและให้เปอร์เซ็นต์การสกัด 99.37 ที่ความเร็ว 800 รอบต่อนาที

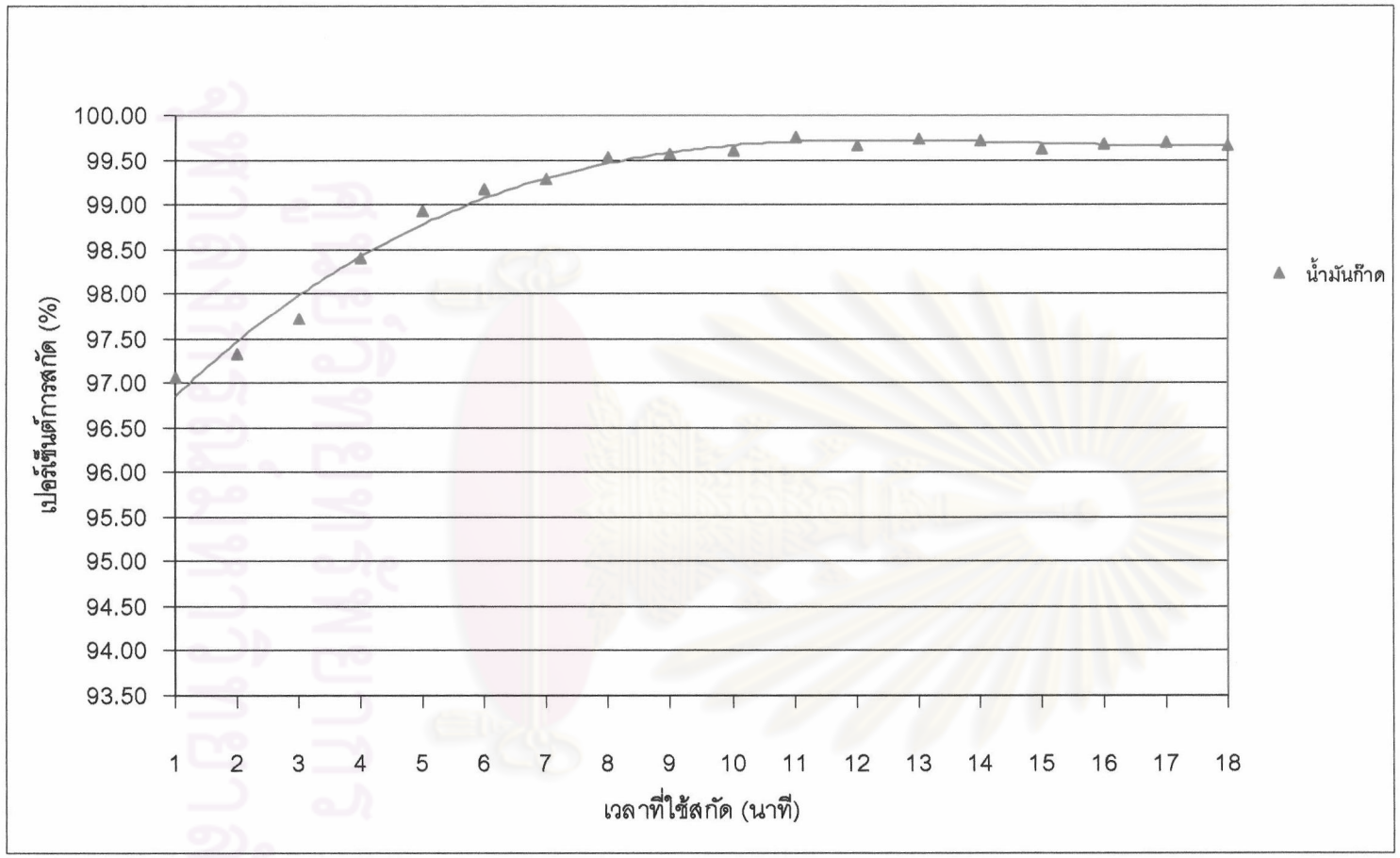
ผลที่แสดงในรูปที่ 4.3 เป็นผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดของสารสกัดระหว่างน้ำมันก๊าดและน้ำมันดีเซล กับ ปริมาณสารที่ใช้สกัด พบว่า สารสกัดที่เป็นน้ำมันก๊าดจะให้เปอร์เซ็นต์การสกัดที่สูงกว่าสารสกัดที่เป็นน้ำมันดีเซล ในทุกช่วงของความเร็วรอบการกวน และที่ความเร็วรอบการกวน 600 รอบต่อนาที จะให้เปอร์เซ็นต์การสกัดสูงสุดที่ 99.73 โดยใช้น้ำมันก๊าดเป็นสารสกัด และเปอร์เซ็นต์การสกัดสูงสุดที่ 99.37 โดยใช้น้ำมันดีเซลเป็นสารสกัด โดยใช้ปริมาณสารสกัดน้ำมันก๊าด 40 มิลลิลิตรและน้ำมันดีเซล 45 มิลลิลิตร เป็นค่าที่เหมาะสมในการทดลองนี้

จากผลการทดลองพบว่าน้ำมันก๊าดจะสกัดได้ดีกว่าน้ำมันดีเซล เพราะว่าน้ำมันก๊าดมีค่าความหนืดต่ำกว่าน้ำมันดีเซล โดยอ้างถึงทฤษฎีการละลายของตัวถูกละลายในตัวทำละลาย กรณีที่ตัวทำละลายมีความหนืดต่ำกว่าตัวถูกละลายมาก จะทำให้เกิดการละลายได้ดีกว่าตัวทำละลายที่มีค่าความหนืดใกล้เคียงกันกับตัวถูกละลาย ซึ่งเป็นเหตุผลสนับสนุนที่ทำให้น้ำมันก๊าดสามารถสกัดน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียได้ดีกว่าน้ำมันดีเซล

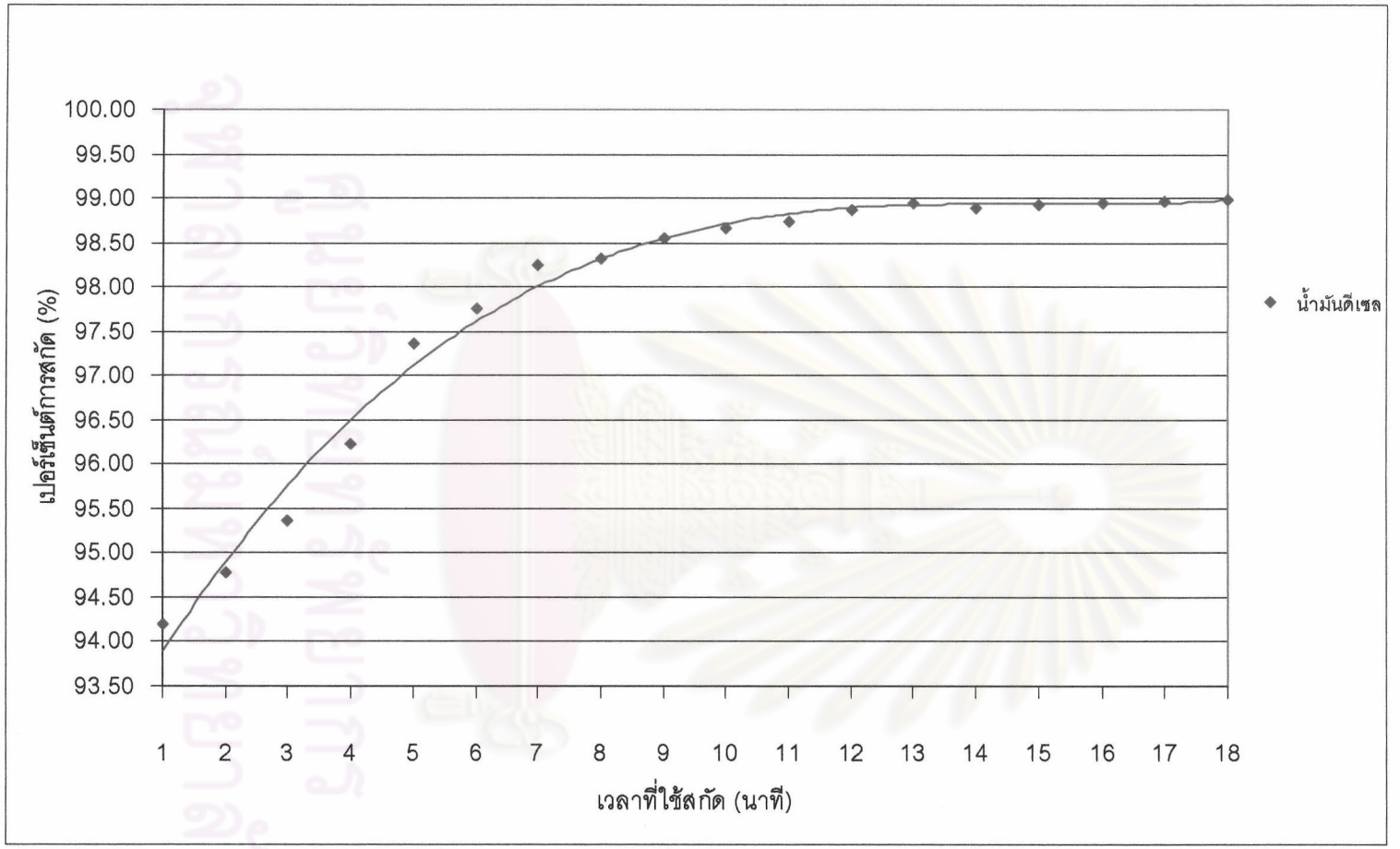
จากการพิจารณากราฟทั้ง 3 รูป พบว่าการเพิ่มปริมาณสารที่ใช้สกัดอย่างเดียวไม่ใช่ปัจจัยหลักในการหาค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดสูงสุด ยังขึ้นอยู่กับความเร็วรอบของการกวนด้วย แต่ถ้าต้องการให้เปอร์เซ็นต์การสกัดเพิ่มขึ้นจำเป็นต้องใส่แรงภายนอกเข้าไปในระบบเพื่อให้เกิดการแตกกระจายของหยดสารมีขนาดเล็กลง เกิดพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้นให้มี ส่งผลให้เกิดการผสมดีขึ้น

4.2 ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์การสกัดกับเวลาที่ใช้ในการสกัดในอุปกรณ์แบบกะ ชนิดที่มีใบกวนแบบแผ่นเรียบ

โดยทำการทดลองครั้งแรกใช้สารสกัดเป็นน้ำมันก๊าด และครั้งที่สองเป็นน้ำมันดีเซล ซึ่งใช้ปริมาณสารสกัดที่ให้เปอร์เซ็นต์การสกัดสูงสุดจากการทดลองหัวข้อ 4.1 ได้ปริมาณสารสกัดเหมาะสมที่ 40 มิลลิลิตร สำหรับสารสกัดที่เป็นน้ำมันก๊าด และปริมาณ 45 มิลลิลิตร สำหรับสารสกัดที่เป็นน้ำมันดีเซล นำใส่ในภาชนะพร้อมกับน้ำเสีย 500 มิลลิลิตรที่มีน้ำมันหล่อลื่นเจือปน แล้วกวนให้เข้ากันด้วยความเร็วรอบ 600 รอบต่อนาที กำหนดระยะเวลาในการกวนที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6,



รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การสกัดกับเวลาที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ (ที่ความเร็วรอบใบกวน 600 รอบต่อนาที)



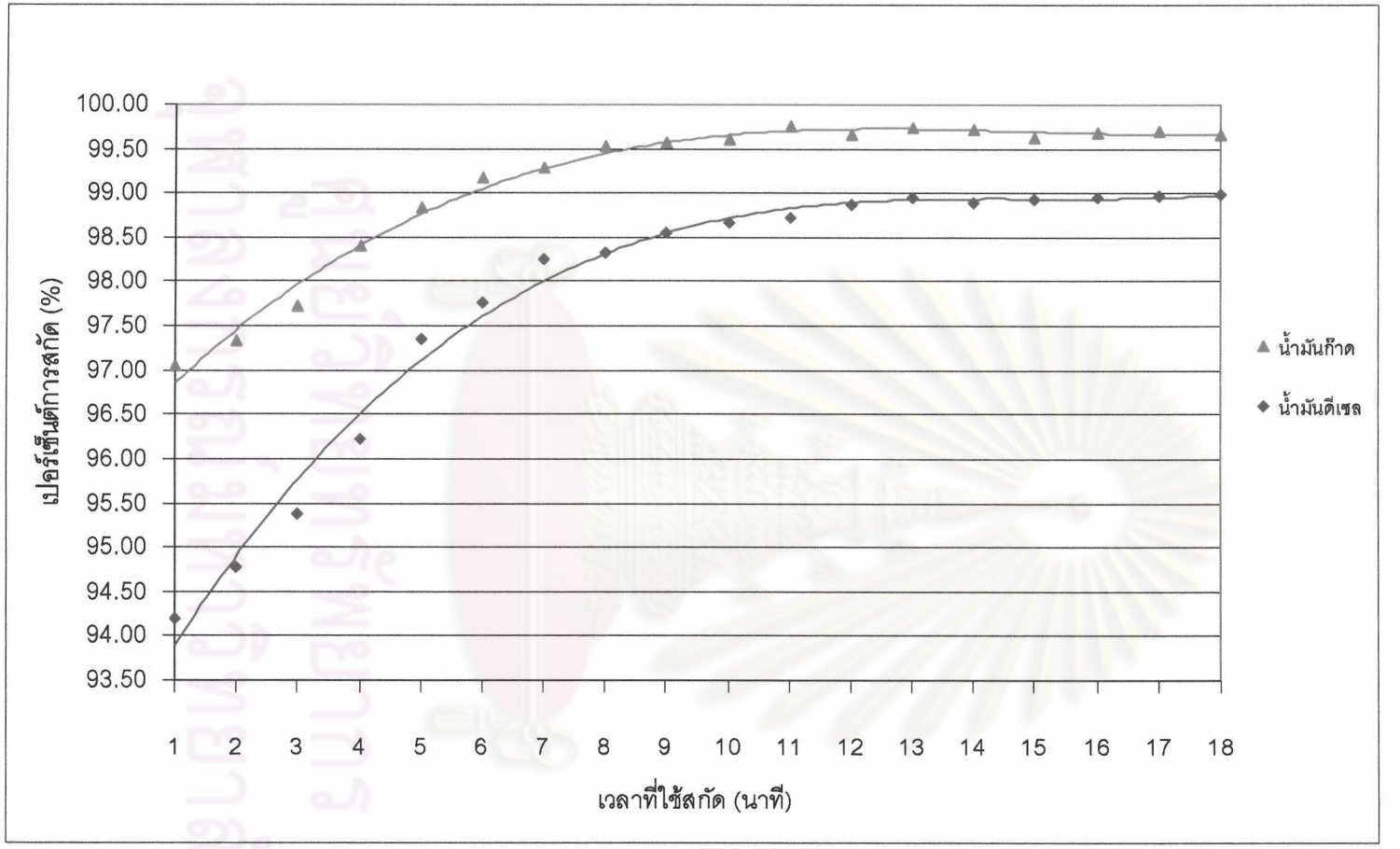
รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การสกัดกับเวลาที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ (ที่ความเร็วรอบใบกวน 600 รอบต่อนาที)

7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 , 19 และ 20 นาที ตามลำดับ จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างเพื่อหาปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่เหลืออยู่ในส่วนของราฟิเนต แล้วทำการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดกับเวลาที่ใช้สกัด ระหว่างสารสกัดที่เป็นน้ำมันก๊าดและน้ำมันดีเซล ซึ่งจะแสดงผลการทดลองดังกราฟรูปที่ 4.4, 4.5 และ 4.6 (ข้อมูลของการทดลองแสดงไว้ในภาคผนวก ก : ตารางที่ ก-3 และ ก-4 , ข้อมูลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดแสดงไว้ในภาคผนวก ข : ตารางที่ ข-3 และ ข-4)

ผลที่แสดงในรูปที่ 4.4 ได้จากการใช้น้ำมันก๊าดเป็นสารสกัด พบว่าความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การสกัดกับเวลาที่ใช้สกัด ที่ความเร็วรอบการกวน 600 รอบต่อนาที และใช้ปริมาณสารสกัดที่ 40 มิลลิลิตร ค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อใช้เวลาในการสกัดมากขึ้น จนเมื่อเวลาผ่านไป 15 นาที ระบบจึงเริ่มเข้าสู่ภาวะสมดุล ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การสกัดเริ่มคงที่ เนื่องมาจากเมื่อเพิ่มเวลาในการกวน ทำให้เวลาของการกระจายตัวของสารนานขึ้นและมีเวลานานพอที่จะถ่ายเทมวลจากสารหนึ่งไปอีกสารหนึ่งดีขึ้น โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดสูงสุดที่ 99.69 โดยใช้เวลาในการสกัด 15 นาที

ผลที่แสดงในรูปที่ 4.5 ได้จากการใช้น้ำมันดีเซลเป็นสารสกัด พบว่าความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การสกัดกับเวลาที่ใช้สกัด ที่ความเร็วรอบการกวน 600 รอบต่อนาที และใช้ปริมาณสารสกัดที่ 45 มิลลิลิตร ค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อใช้เวลาในการสกัดมากขึ้น จนเมื่อเวลาผ่านไป 17 นาที ระบบจึงเริ่มเข้าสู่ภาวะสมดุล ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การสกัดเริ่มคงที่ เหตุผลเหมือนกับคำอธิบายรูปที่ 4.4 โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดสูงสุดที่ 98.95 โดยใช้เวลาในการสกัด17 นาที

ผลที่แสดงในรูปที่ 4.6 เป็นผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดของสารสกัดระหว่างน้ำมันก๊าดและน้ำมันดีเซลกับเวลาที่ใช้ในการสกัด พบว่าสารสกัดที่เป็นน้ำมันก๊าดจะให้เปอร์เซ็นต์การสกัดที่สูงกว่าน้ำมันดีเซลทุกช่วงของเวลาที่ใช้สกัด และใช้เวลาในการสกัดสั้นกว่าสารสกัดที่เป็นน้ำมันดีเซล เพราะว่าน้ำมันก๊าดมีค่าความหนืดต่ำกว่าน้ำมันดีเซล โดยอ้างถึงทฤษฎีการละลายของตัวถูกละลายในตัวทำละลาย เนื่องจากตัวทำละลายมีความหนืดต่ำกว่าตัวถูกละลายมากจะทำให้เกิดการละลายได้ดีกว่าตัวทำละลาย ซึ่งเป็นเหตุผลสนับสนุนว่าน้ำมันก๊าดสามารถสกัดน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียได้ดีกว่าน้ำมันดีเซล



รูปที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดกับปริมาณสารสกัดระหว่างสารสกัดน้ำมันก๊าดและสารสกัดน้ำมันดีเซล (ที่ความเร็วรอบใบกวนและปริมาณสารสกัดเดียวกัน)

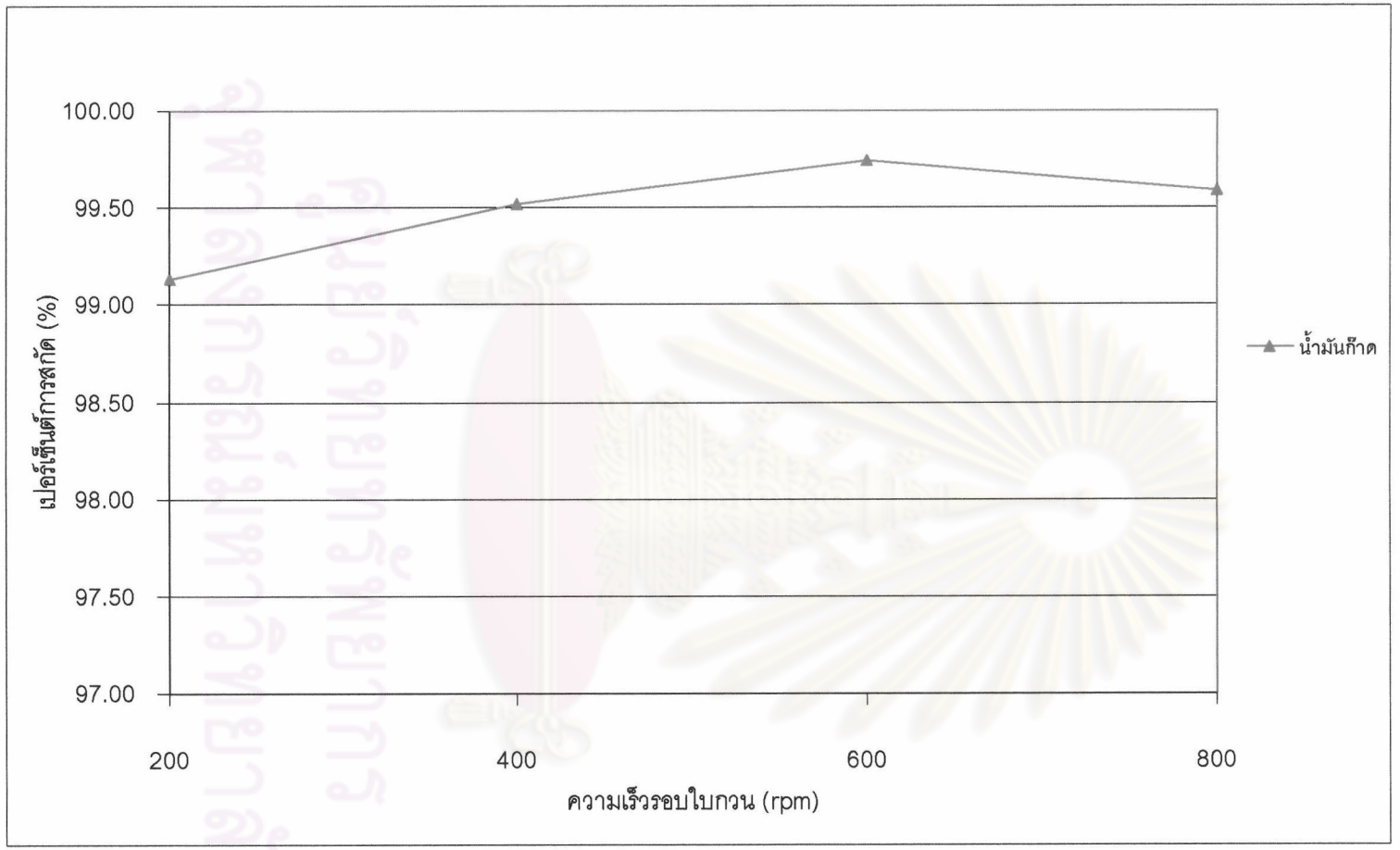
4.3 ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์การสกัดกับความเร็วรอบของการกวนในอุปกรณ์แบบกะชนิดที่มีใบกวนแบบแผ่นเรียบ

โดยทำการทดลองครั้งแรกใช้สารสกัดเป็นน้ำมันก๊าด และครั้งที่สองเป็นน้ำมันดีเซล นำผลการทดลองจากหัวข้อที่ 4.1, 4.2 มาวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์การสกัดสูงสุด ซึ่งใช้ปริมาณสารสกัดที่ 40 มิลลิลิตร ความเร็วรอบใบกวน 200 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการสกัด 15 นาที ตามลำดับ โดยนำสารสกัดใส่ในภาชนะพร้อมกับน้ำเสีย 500 มิลลิลิตรที่มีน้ำมันหล่อลื่นเจือปนแล้วกวนให้เข้ากัน จากนั้นเปลี่ยนความเร็วรอบการกวนเป็น 400, 600 และ 800 รอบต่อนาที ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อหาปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่เหลืออยู่ในส่วนของราฟิเนต แล้วทำการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดกับความเร็วรอบของใบกวนที่เหมาะสมต่อการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ระหว่างสารสกัดสกัดที่เป็นน้ำมันก๊าดและสารสกัดที่เป็นน้ำมันดีเซล ซึ่งจะแสดงผลการทดลองดังกราฟรูปที่ 4.7, 4.8, 4.9 (ข้อมูลของการทดลองแสดงไว้ในภาคผนวก ก : ตารางที่ ก-5 และ ก-6 , ข้อมูลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดแสดงไว้ในภาคผนวก ข : ตารางที่ ข-5 และ ข-6)

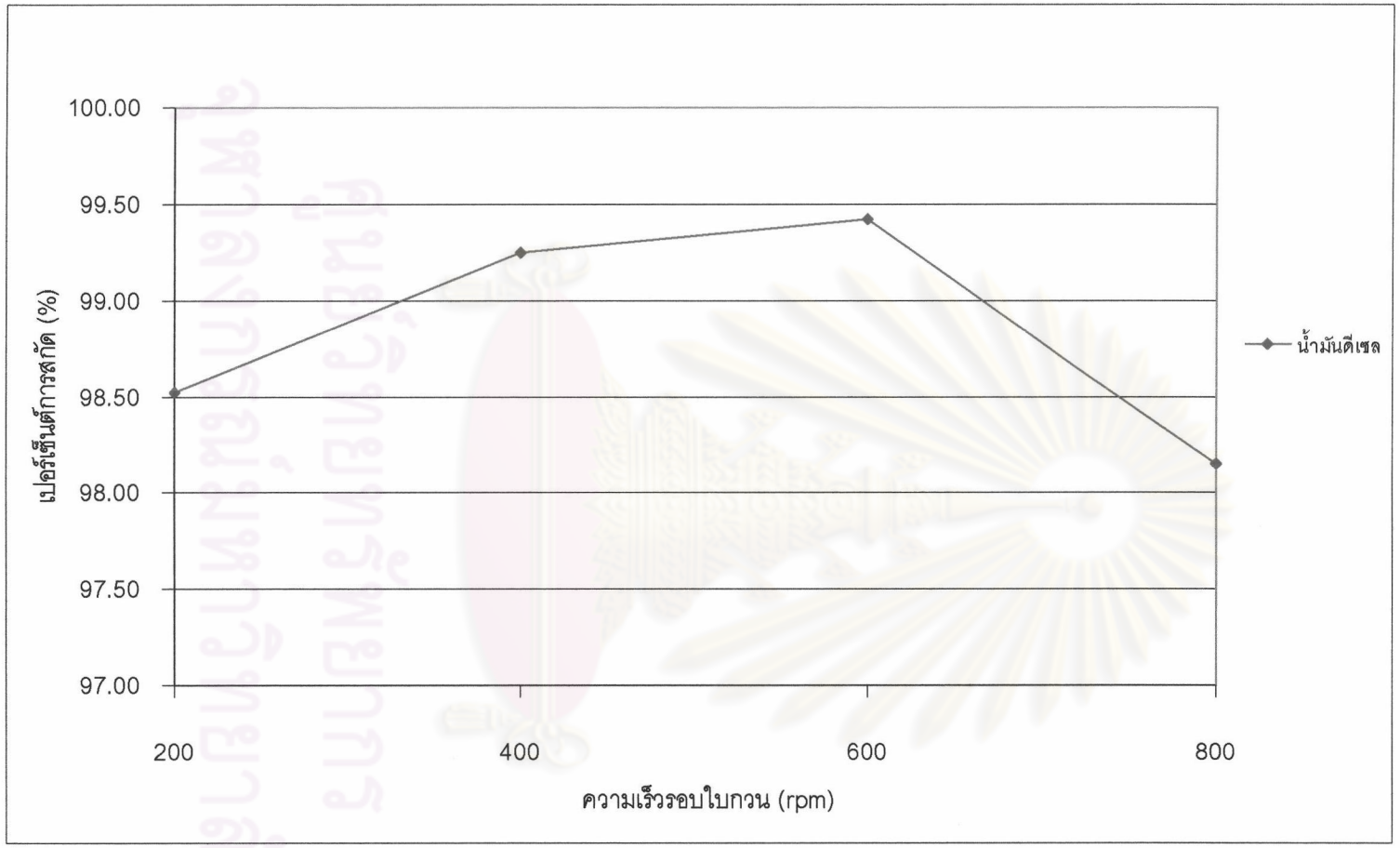
ผลที่แสดงในรูปที่ 4.7 ได้จากการใช้น้ำมันก๊าดเป็นสารสกัด พบว่าความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การสกัดกับความเร็วรอบของการกวนที่ความเร็วรอบใบกวน 200, 400 และ 600 รอบต่อนาที เมื่อเพิ่มความเร็วรอบใบกวน พบว่าที่ความเร็วการกวน 200 รอบต่อนาที ได้เปอร์เซ็นต์การสกัดที่ 99.13 จากนั้นเพิ่มขึ้นช้าๆจนถึงความเร็วรอบ 400 รอบต่อนาที ได้เปอร์เซ็นต์การสกัดที่ 99.52 จากนั้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนถึงความเร็วรอบ 600 รอบต่อนาที พบว่าได้เปอร์เซ็นต์การสกัดสูงสุดที่ 99.74 จากนั้นจะลดลงช้าๆจนถึงความเร็วรอบ 800 รอบต่อนาที ได้เปอร์เซ็นต์การสกัดที่ 99.59 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของความเร็วรอบใบกวนกับเปอร์เซ็นต์การสกัดโดยใช้น้ำมันก๊าดเป็นสารสกัด พบว่าในช่วงความเร็วรอบการกวน 200~400 รอบต่อนาที เปอร์เซ็นต์การสกัดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนถึง 600 รอบต่อนาที ได้เปอร์เซ็นต์การสกัดสูงสุด จากนั้นที่ความเร็วรอบ 800 รอบต่อนาที เปอร์เซ็นต์การสกัดมีแนวโน้มลดลง

ผลที่แสดงในรูปที่ 4.8 ได้จากการใช้น้ำมันดีเซลเป็นสารสกัด พบว่าความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การสกัดกับความเร็วรอบของการกวนที่ความเร็วรอบใบกวน 200, 400 และ 600 รอบต่อนาที เมื่อเพิ่มความเร็วรอบใบกวน พบว่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที ได้เปอร์เซ็นต์การสกัดที่ 98.52 จากนั้นเพิ่มสูงขึ้นจนถึงความเร็วรอบ 400 รอบต่อนาที ได้เปอร์เซ็นต์การสกัดที่ 99.25



รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การสกัดกับความเร็วรอบการกวนในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ (ที่ความเร็วรอบใบกวน 200, 400, 600 และ 800 รอบต่อนาที)



รูปที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การสกัดกับความเร็วรอบการกวนในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ (ที่ความเร็วรอบใบกวน 200, 400, 600 และ 800 รอบต่อนาที)

จากนั้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนถึงความเร็วรอบ 600 รอบต่อนาที พบว่าได้เปอร์เซ็นต์การสกัดสูงสุดที่ 99.42 และจากนั้น ลดต่ำลงจนถึงความเร็วรอบ 800 รอบต่อนาที ได้เปอร์เซ็นต์การสกัดที่ 98.15 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของความเร็วรอบใบกวนกับเปอร์เซ็นต์การสกัดโดยใช้น้ำมันดีเซลเป็นสารสกัด พบว่าในช่วงความเร็วรอบการกวน 200~400 รอบต่อนาที เปอร์เซ็นต์การสกัดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนถึง 600 รอบต่อนาที ได้เปอร์เซ็นต์การสกัดสูงสุด จากนั้นที่ความเร็วรอบ 800 รอบต่อนาที เปอร์เซ็นต์การสกัดมีแนวโน้มลดลง

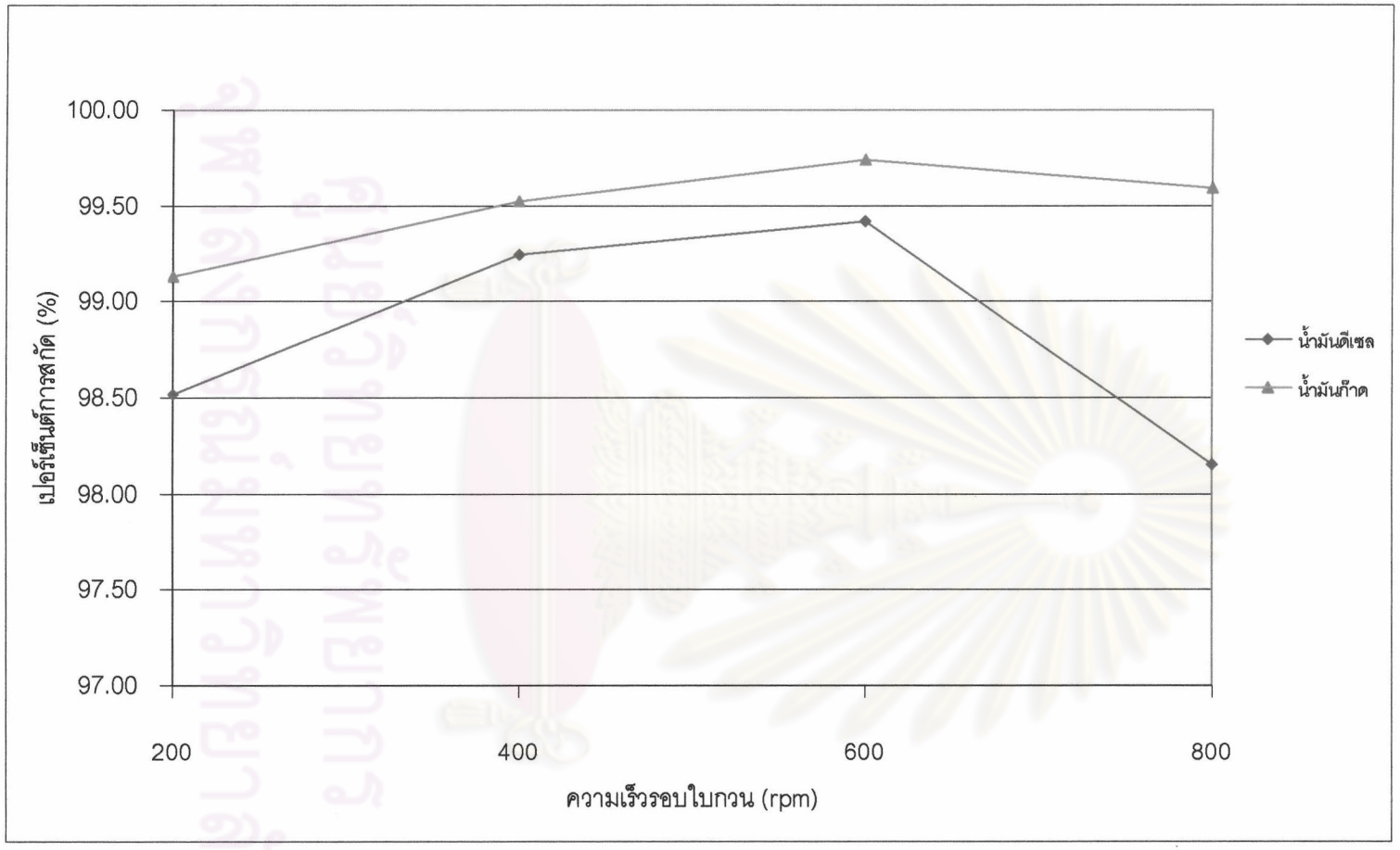
ผลที่แสดงในรูปที่ 4.9 เป็นผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดของสารสกัดระหว่างน้ำมันก๊าดและน้ำมันดีเซลกับความเร็วรอบการกวน พบว่ามีแนวโน้มของการสกัดคล้ายกัน แต่สารสกัดที่เป็นน้ำมันก๊าดจะให้เปอร์เซ็นต์การสกัดที่สูงกว่าสารสกัดที่เป็นน้ำมันดีเซล ในทุกช่วงของความเร็วรอบของการกวน

เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของความเร็วรอบการกวนในช่วงความเร็วรอบ 200~600 รอบต่อนาที ว่ามีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสกัดอย่างไร พบว่าเมื่อเพิ่มความเร็วรอบการกวน เปอร์เซ็นต์การสกัดของน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากการปั่นกวนทำให้เกิดการแตกกระจายเป็นหยดที่มีขนาดเล็กลงเกิดพื้นที่ผิวสัมผัสเพิ่มมากขึ้นและลดความหนาของชั้นฟิล์มระหว่างสารสกัดกับสารที่ต้องการสกัดทำให้สัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวล (Mass transfer coefficient) มีค่ามากขึ้น ทำให้มีผลโดยตรงต่ออัตราการถ่ายเทมวล (Rate of mass transfer)
(ที่มา : Transport Phenomena by R.Byron Bird W., Warren E., Stewart Edwin)

$$N_A = kA(C-C_1) \qquad (4.1)$$

เมื่อ N_A คือ อัตราการถ่ายเทมวลของสาร A (Rate of mass transfer)
k คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวล (Mass transfer coefficient)
A คือ พื้นที่ผิวสัมผัส (Surface area)
C คือ ความเข้มข้นของสารป้อน (Concentration of feed)
C_1 คือ ความเข้มข้นของสารป้อนที่ติดกับผิวสัมผัส (Concentration of feed surface)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดกับความเร็วรอบการกวนระหว่างสารสกัดน้ำมันก๊าดและสารสกัดน้ำมันดีเซล ในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ (ที่เวลาและปริมาณสารสกัดเดียวกัน)

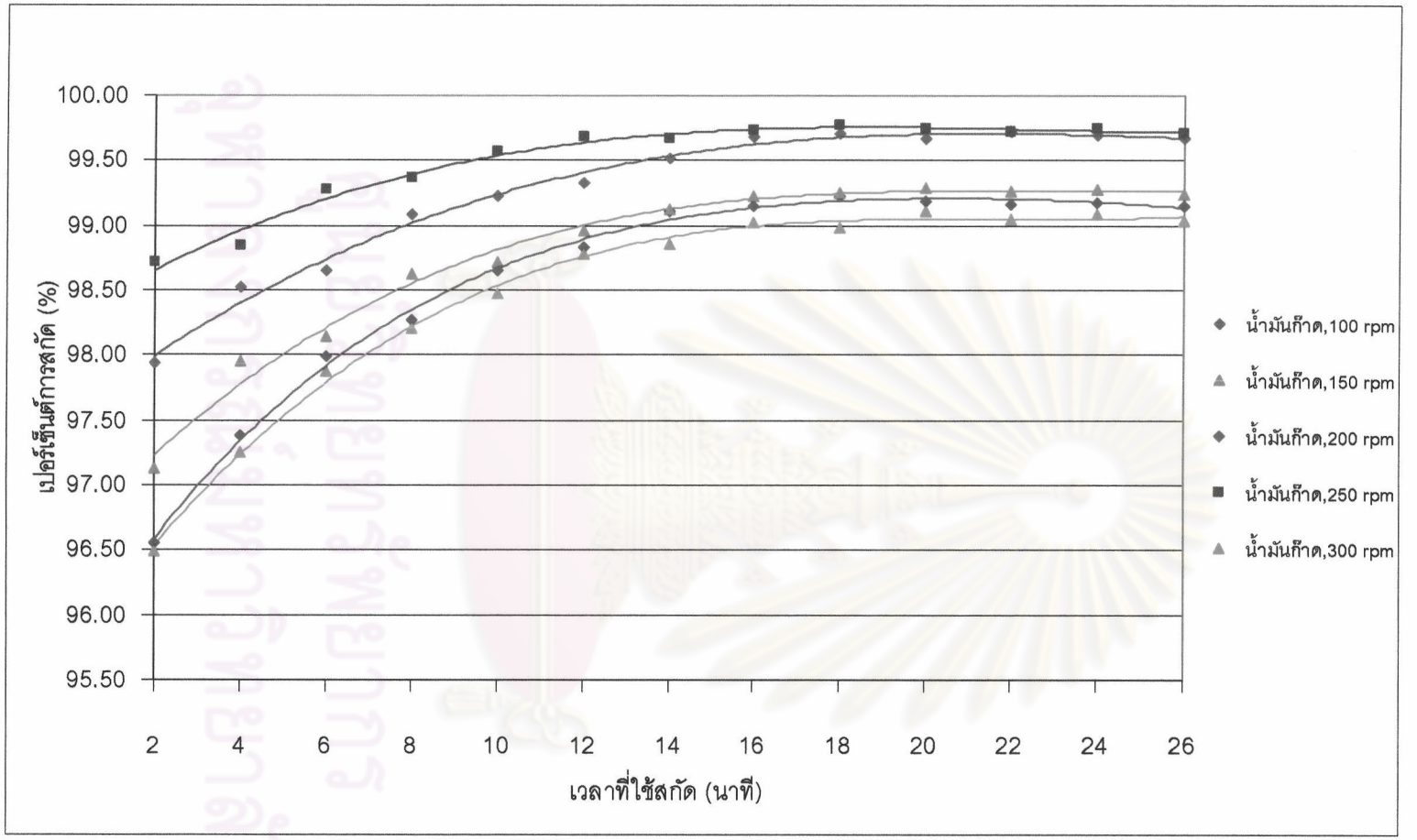
จากสมการที่ (4.1) พื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้นและค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลมากขึ้น จะทำให้อัตราการถ่ายเทมวลเพิ่มขึ้นด้วย ประสิทธิภาพการสกัดจึงเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของนายโชคชัย (โชคชัย สุทธิปรีชา, 2537)

เมื่ออธิบายอิทธิพลของความเร็วรอบการกวนในช่วงความเร็วรอบสูงกว่า 800 รอบต่อนาที ว่ามีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสกัดอย่างไร พบว่าเมื่อเพิ่มความเร็วรอบการกวน เปอร์เซ็นต์การสกัดของน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียมีค่าลดลง เนื่องจากความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้นจะสามารถลดขนาดของหยดได้เพียงเล็กน้อย ฉะนั้นการเพิ่มความเร็วรอบการกวนจึงมีผลต่อการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสน้อยมาก และยังไม่สามารถทำให้ความหนาของชั้นฟิล์มระหว่างสารสกัดและสารที่ถูกสกัดมีขนาดบางลงได้อีก การเพิ่มความเร็วรอบของการกวนสูงๆจึงไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวล แต่จะทำให้เกิดการปั่นป่วนที่ผิวหน้าของหยดเท่านั้น ซึ่งผลการทดลองได้สอดคล้องกับเนื้อหาในหนังสือของ Hanson (Hanson, 1971) และ Schweitzer (Schweitzer, 1997)

ในการพิจารณาหาความเร็วรอบของการกวนที่เหมาะสมสำหรับการสกัดน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ พบว่าถ้าเลือกสารสกัดเป็นน้ำมันก๊าดและสารสกัดเป็นน้ำมันดีเซล ความเร็วรอบการกวนที่เหมาะสมคือ 600 รอบต่อนาที จะได้เปอร์เซ็นต์การสกัดที่ 99.74 และ 99.42 ตามลำดับ

4.4 ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์การสกัดกับเวลาที่ใช้ในการสกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่องชนิดมีแผ่นจานหมุนมีรู

โดยทำการทดลองครั้งแรกใช้สารสกัดเป็นน้ำมันก๊าด และครั้งที่สองเป็นน้ำมันดีเซล ทำการป้อนสารสกัดที่อัตราการไหล 100 มิลลิลิตรต่อนาที เข้าด้านล่างของหอสกัด และป้อนน้ำเสียที่มีน้ำมันหล่อลื่นเจือปนที่อัตราการไหล 100 มิลลิลิตรต่อนาที เข้าด้านบนของหอสกัด รอจนให้จุดผิวสัมผัสระหว่างสารสองชนิดคงที่ (constant interface) แล้วทำการกวนด้วยความเร็วเริ่มต้นที่ 100 รอบต่อนาที จากนั้นเก็บตัวอย่างจากส่วนที่เป็นราฟิเนตจากด้านล่างของหอสกัดที่เวลา 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28 และ 30 นาที หลังจากนั้นทำการทดลองโดยเปลี่ยนความเร็วรอบใบกวนเป็น 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที ตามลำดับ แล้วทำการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดกับเวลาที่ใช้สกัดของแต่ละช่วงความเร็วรอบการกวน ระหว่างสารสกัดที่เป็นน้ำมันก๊าดและน้ำมันดีเซล ซึ่งจะแสดงผลการทดลองดังกราฟรูปที่ 4.10, 4.11 และ 4.12



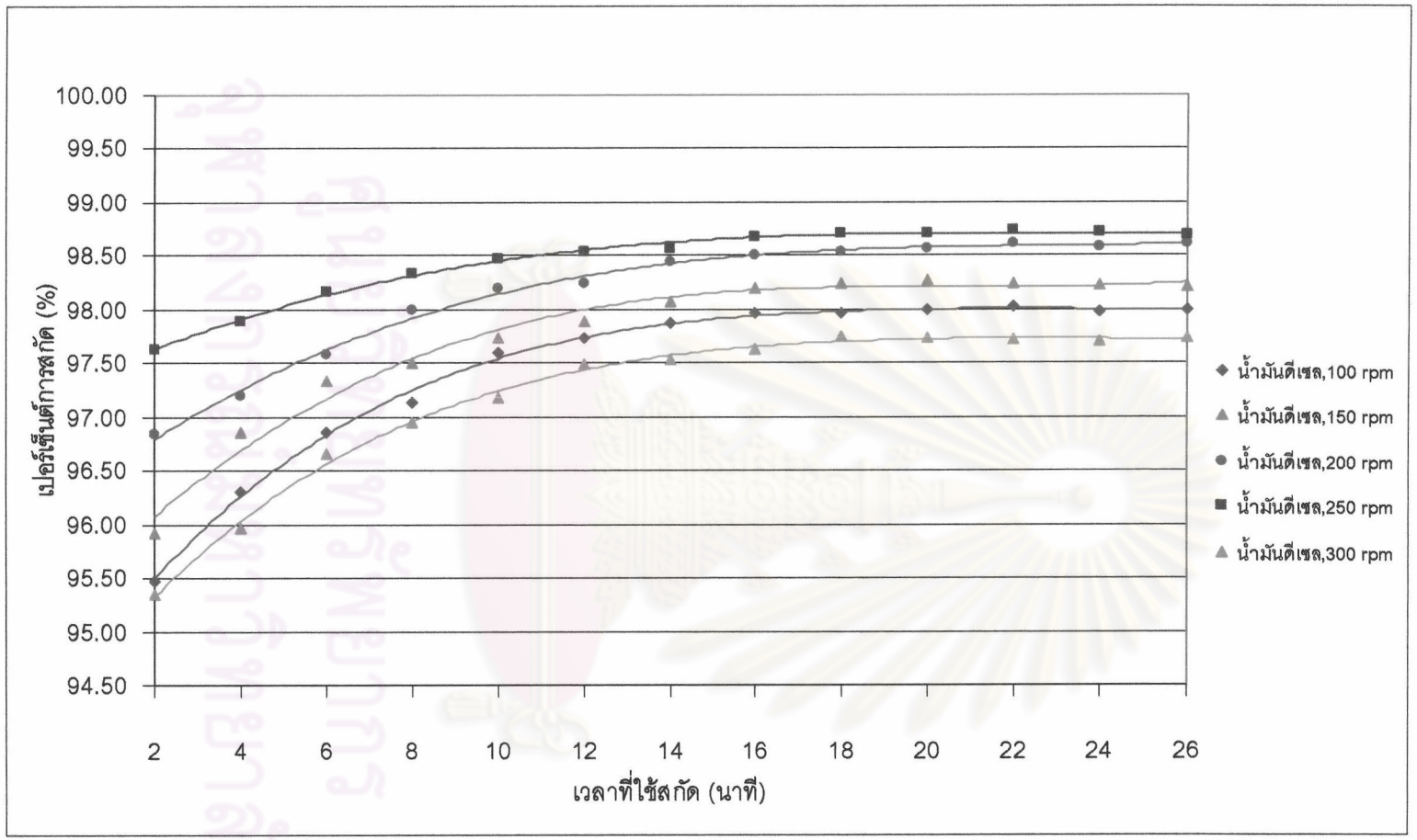
รูปที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การสกัดกับเวลาที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง (ที่ความเร็วรอบใบกวน 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที)

(ข้อมูลของการทดลองแสดงไว้ในภาคผนวก ก : ตารางที่ ก-7 และ ก-8 , ข้อมูลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดแสดงไว้ในภาคผนวก ข : ตารางที่ ข-7 และ ข-8)

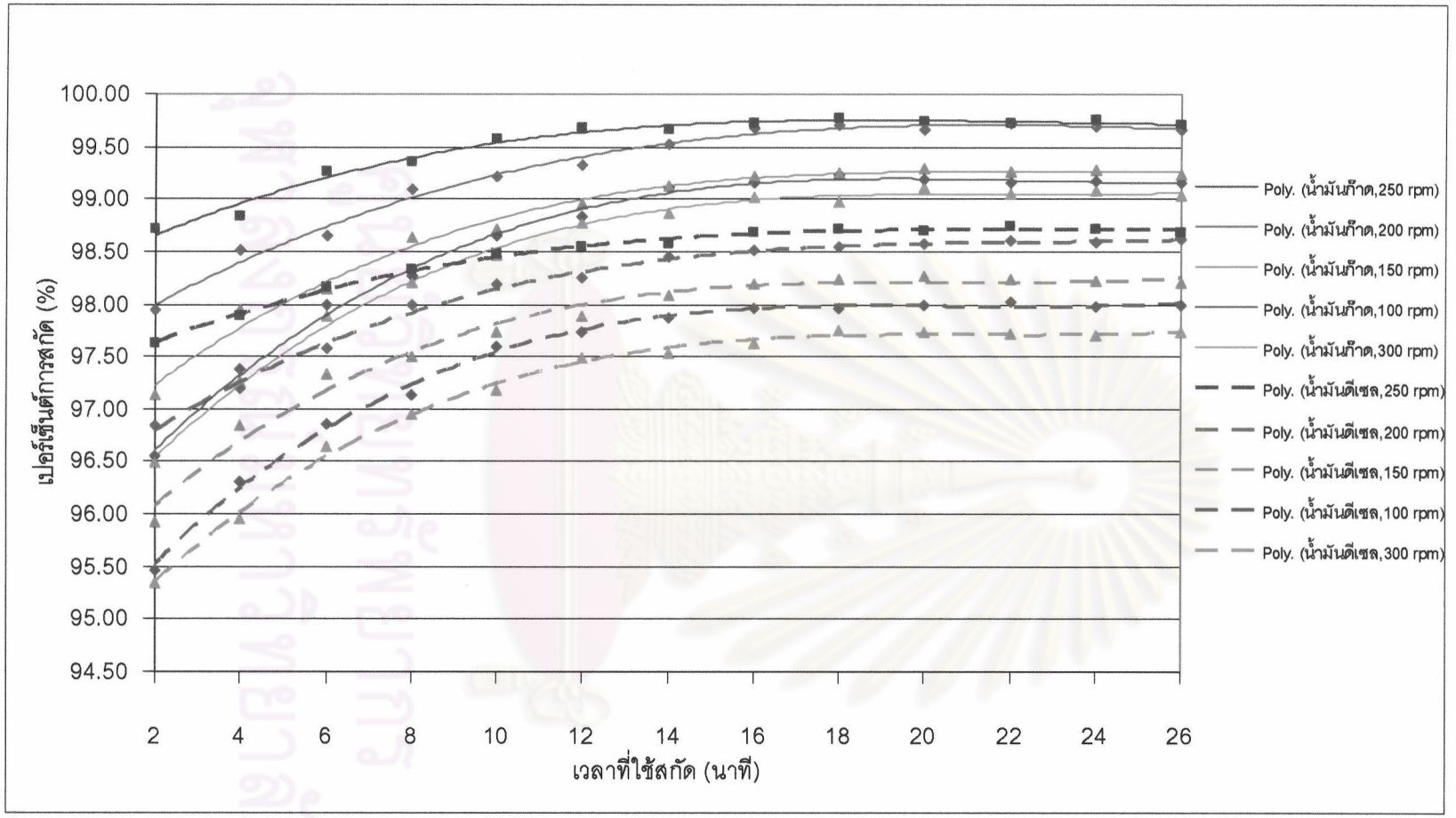
ผลที่แสดงในรูปที่ 4.10 ได้จากการใช้น้ำมันก๊าดเป็นสารสกัด พบว่าความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การสกัดกับเวลาที่ใช้สกัดที่ความเร็วรอบการกวน 100 รอบต่อนาที พบว่าเปอร์เซ็นต์การสกัดน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อใช้เวลาในการสกัดมากขึ้นและพบว่าเปอร์เซ็นต์การสกัดจะมีค่าคงที่ตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง จะได้เปอร์เซ็นต์การสกัดที่ 99.17 โดยใช้เวลาในการสกัด 24 นาที จากนั้นเพิ่มความเร็วรอบการกวนเป็น 150 รอบต่อนาที ผลมีแนวโน้มเดียวกัน ได้เปอร์เซ็นต์การสกัดที่ 99.26 โดยใช้เวลาในการสกัด 22 นาที จากนั้นเพิ่มความเร็วรอบการกวนเป็น 200 รอบต่อนาที ผลมีแนวโน้มเดียวกัน ได้เปอร์เซ็นต์การสกัดที่ 99.69 โดยใช้เวลาในการสกัด 22 นาที จากนั้นเพิ่มความเร็วรอบเป็น 250 รอบต่อนาที ผลมีแนวโน้มเดียวกัน ได้เปอร์เซ็นต์การสกัดสูงสุดที่ 99.74 โดยใช้เวลาในการสกัด 20 นาที จากนั้นเพิ่มความเร็วรอบการกวนเป็น 300 รอบต่อนาที พบว่าเปอร์เซ็นต์การสกัดลดต่ำลงเหลือ 99.06 โดยใช้เวลาในการสกัด 20 นาที

ผลที่แสดงในรูปที่ 4.11 ได้จากการใช้น้ำมันดีเซลเป็นสารสกัด พบว่าความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การสกัดกับเวลาที่ใช้สกัด ผลที่ได้จากการทดลองทั้ง 5 เส้นมีแนวโน้มในการสกัดเหมือนกันกับผลของรูปที่ 4.10 แต่เปอร์เซ็นต์การสกัดที่ได้จะต่ำกว่ากรณีที่ใช้น้ำมันก๊าดเป็นสารสกัดทุกช่วงของความเร็วรอบการกวน ที่ความเร็วรอบเป็น 100 รอบต่อนาที ได้เปอร์เซ็นต์การสกัดที่ 97.98 โดยใช้เวลาในการสกัด 24 นาที จากนั้นเพิ่มความเร็วรอบเป็น 150 รอบต่อนาที ได้เปอร์เซ็นต์การสกัดเพิ่มเป็น 98.24 โดยใช้เวลาในการสกัด 24 นาที จากนั้นเพิ่มความเร็วรอบเป็น 200 รอบต่อนาที ได้เปอร์เซ็นต์การสกัดเพิ่มเป็น 98.65 โดยใช้เวลาในการสกัด 22 นาที จากนั้นเพิ่มความเร็วรอบเป็น 250 รอบต่อนาที ได้เปอร์เซ็นต์การสกัดสูงสุดที่ 98.71 โดยใช้เวลาในการสกัด 22 นาที จากนั้นเพิ่มความเร็วรอบเป็น 300 รอบต่อนาที พบว่าเปอร์เซ็นต์การสกัดลดต่ำลงเหลือ 97.73 และใช้เวลาในการสกัด 20 นาที

ผลที่แสดงในรูปที่ 4.12 เป็นผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดของสารสกัดระหว่างน้ำมันก๊าดและน้ำมันดีเซลกับความเร็วรอบใบกวน พบว่าสารสกัดที่เป็นน้ำมันก๊าดจะให้เปอร์เซ็นต์การสกัดที่สูงกว่าสารสกัดที่เป็นน้ำมันดีเซล ในทุกช่วงของความเร็วรอบของการกวน ในกรณีที่ป้อนอัตราการไหลของสารสกัดที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที และป้อนอัตราการไหลของสารที่ต้องการสกัดที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที (1:1)



รูปที่ 4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การสกัดกับเวลาที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง (ที่ความเร็วรอบใบกวน 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที)



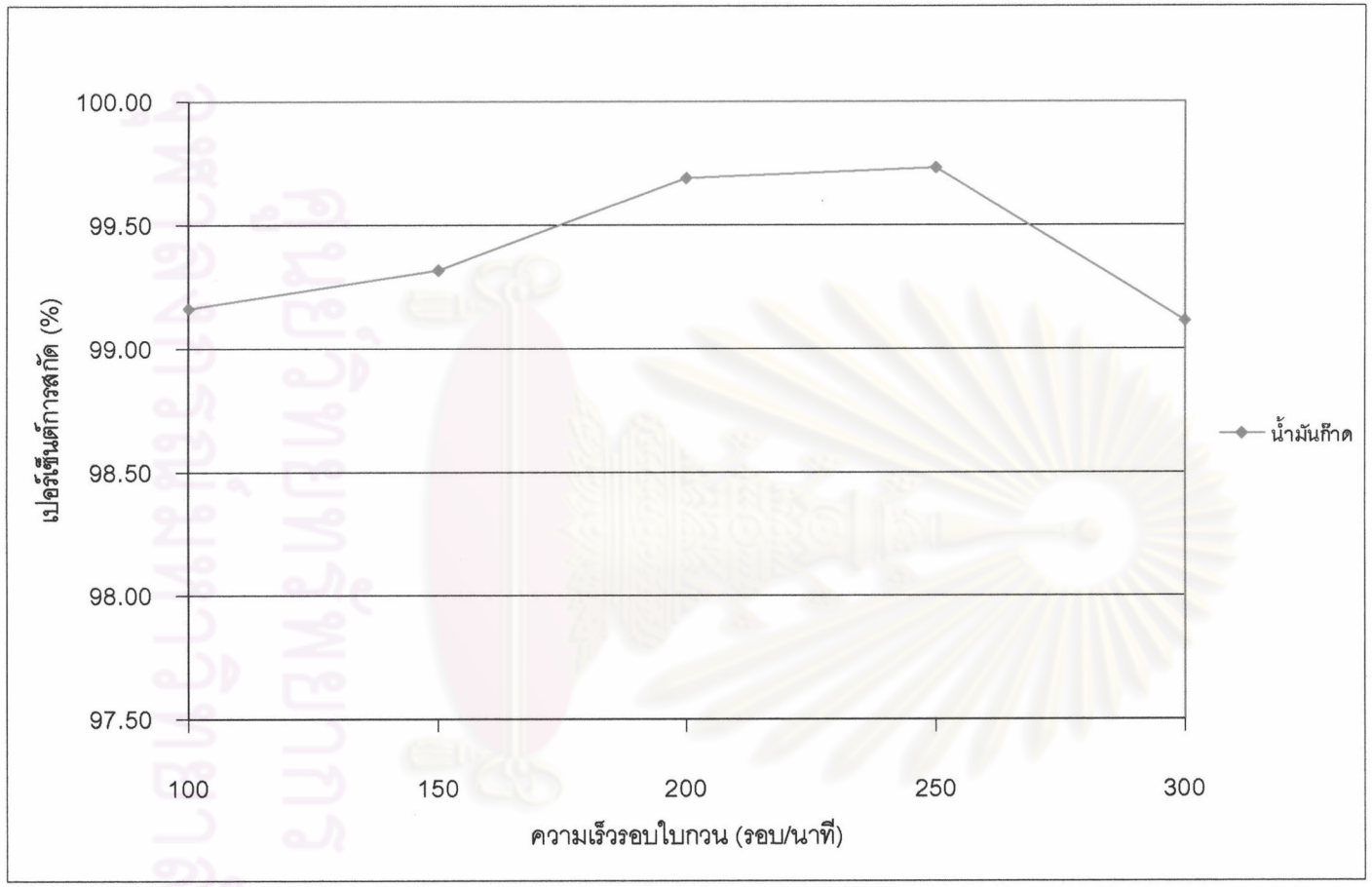
รูปที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดกับเวลาที่ใช้สกัด ระหว่างสารสกัดน้ำมันก๊าดและสารสกัดน้ำมันดีเซล ในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง (ที่อัตราการไหลและความเร็วรอบเดียวกัน)

จากผลการทดลองหัวข้อ 4.4 ในการเลือกน้ำมันก๊าดและน้ำมันดีเซลเป็นสารสกัด พบว่าเมื่อเพิ่มความเร็วรอบการกวนจาก 100, 150, 200 และ 250 รอบต่อนาที จะได้เปอร์เซ็นต์การสกัดสูงขึ้นตามไปด้วยและได้การสกัดสูงสุดที่ความเร็วรอบที่ 250 รอบต่อนาที แต่เมื่อเพิ่มความเร็วการกวนจนถึง 300 รอบต่อนาที พบว่าเปอร์เซ็นต์การสกัดกลับลดต่ำลง และในกรณีเวลาที่ใช้ในการสกัดเป็นส่วนกลับกับความเร็วรอบการกวน เมื่อความเร็วรอบการกวนมากขึ้นจะใช้ระยะเวลาในการสกัดสั้นลง โดยผลการทดลองเป็นไปในแนวเดียวกันทั้งสารสกัดที่เป็นน้ำมันก๊าดและสารสกัดที่เป็นน้ำมันดีเซล

4.5 ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์การสกัดกับความเร็วรอบของการกวนในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่องชนิดมีแผ่นจานหมุนมีรู

โดยทำการทดลองครั้งแรกใช้สารสกัดเป็นน้ำมันก๊าด และครั้งที่สองเป็นน้ำมันดีเซล ทำการป้อนสารสกัดที่อัตราการไหล 100 มิลลิลิตรต่อนาที เข้าด้านล่างของหอสกัด และป้อนน้ำเสียที่มีน้ำมันหล่อลื่นเจือปนที่อัตราการไหล 100 มิลลิลิตรต่อนาที เข้าด้านบนของหอสกัด รอจนให้จุดผิวสัมผัสระหว่างสารสองชนิดคงที่ (constant interface) แล้วทำการกวนด้วยความเร็วเริ่มต้นที่ 100 รอบต่อนาที จากนั้นเก็บตัวอย่างจากส่วนที่เป็นราฟิเนตจากด้านล่างของหอสกัดที่เวลา 20 นาที หลังจากนั้นทำการทดลองโดยเปลี่ยนความเร็วรอบการกวนเป็น 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที ตามลำดับ แล้วทำการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดกับความเร็วรอบของการกวนระหว่างสารสกัดที่เป็นน้ำมันก๊าดและน้ำมันดีเซล ซึ่งจะแสดงผลการทดลองดังกราฟรูปที่ 4.13, 4.14 และ 4.15 (ข้อมูลของการทดลองแสดงไว้ในภาคผนวก ก : ตารางที่ ก-9 และ ก-10 , ข้อมูลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดแสดงไว้ในภาคผนวก ข : ตารางที่ ข-9 และ ข-10)

ผลที่แสดงในรูปที่ 4.13 ได้จากการใช้น้ำมันก๊าดเป็นสารสกัด พบว่าความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การสกัดกับความเร็วรอบการกวน ที่ความเร็วรอบการกวน 100, 150, 200 และ 250 รอบต่อนาที พบว่าเปอร์เซ็นต์การสกัดน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ได้เปอร์เซ็นต์การสกัดเท่ากับ 99.16, 99.32, 99.69 และ 99.73 ตามลำดับ โดยที่ความเร็วรอบการกวนเท่ากับ 250 รอบต่อนาที จะได้เปอร์เซ็นต์การสกัดสูงสุด จากนั้นเพิ่มความเร็วการกวนเป็น 300 รอบต่อนาที พบว่าเปอร์เซ็นต์การสกัดของน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียมีแนวโน้มลดลง



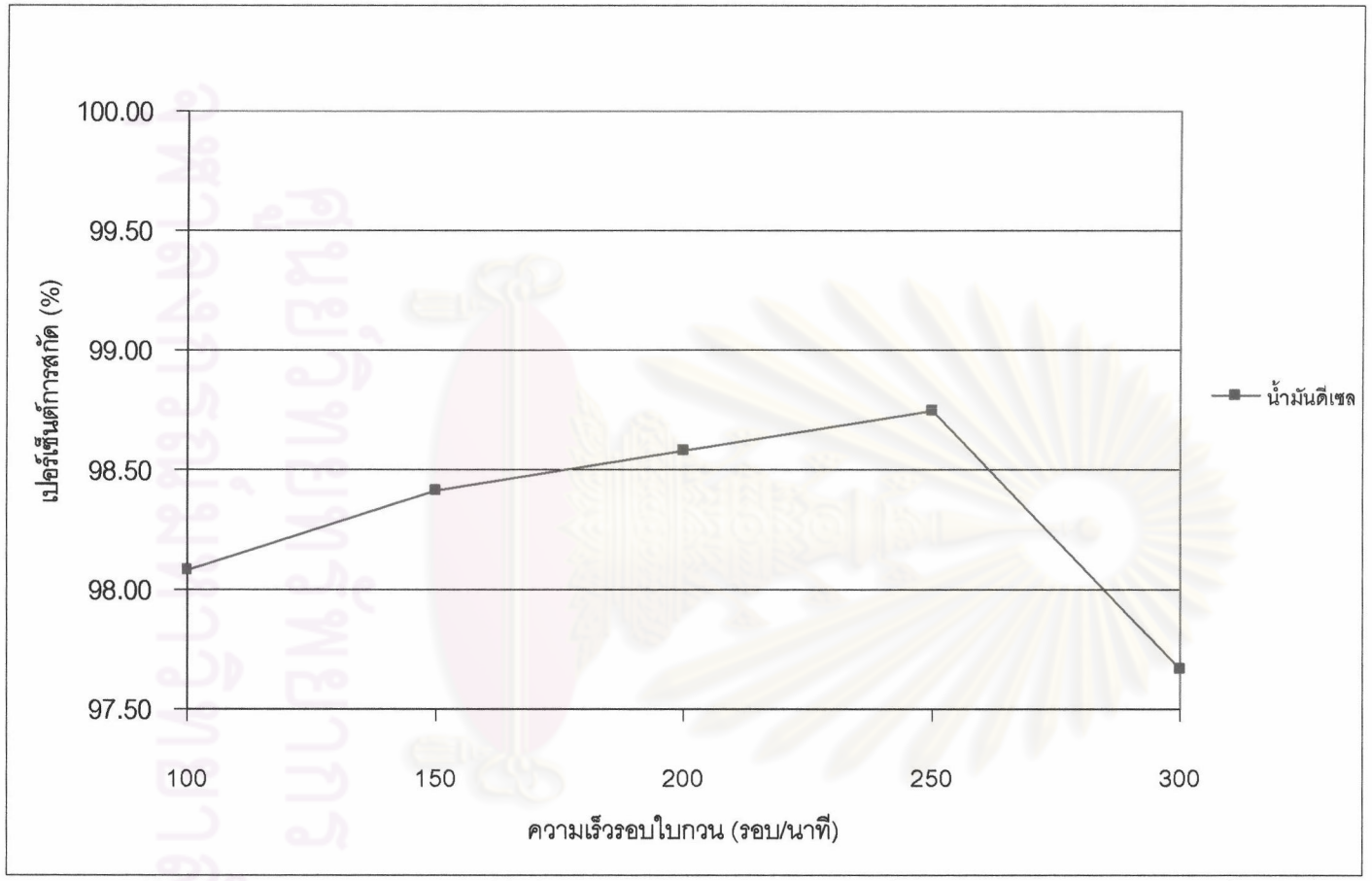
รูปที่ 4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การสกัดกับความเร็วรอบการกวนในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง (ที่ความเร็วรอบใบกวน 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที)

เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของความเร็วรอบการกวนในช่วงความเร็วรอบ 100~250 รอบต่อนาที ว่ามีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสกัดอย่างไร พบว่าเมื่อเพิ่มความเร็วรอบการกวน เปอร์เซ็นต์การสกัดของน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากการปั่นกวนทำให้เกิดการแตกกระจายเป็นหยดที่มีขนาดเล็กลงเกิดพื้นที่ผิวสัมผัสเพิ่มมากขึ้นและลดความหนาของชั้นฟิล์มระหว่างสารสกัดและค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลเพิ่มมากขึ้นทำให้อัตราการถ่ายเทมวลมากขึ้นด้วยจากเหตุผลดังกล่าวเมื่อเพิ่มความเร็วรอบการกวนสูงขึ้นส่งผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดสูงตามไปด้วย

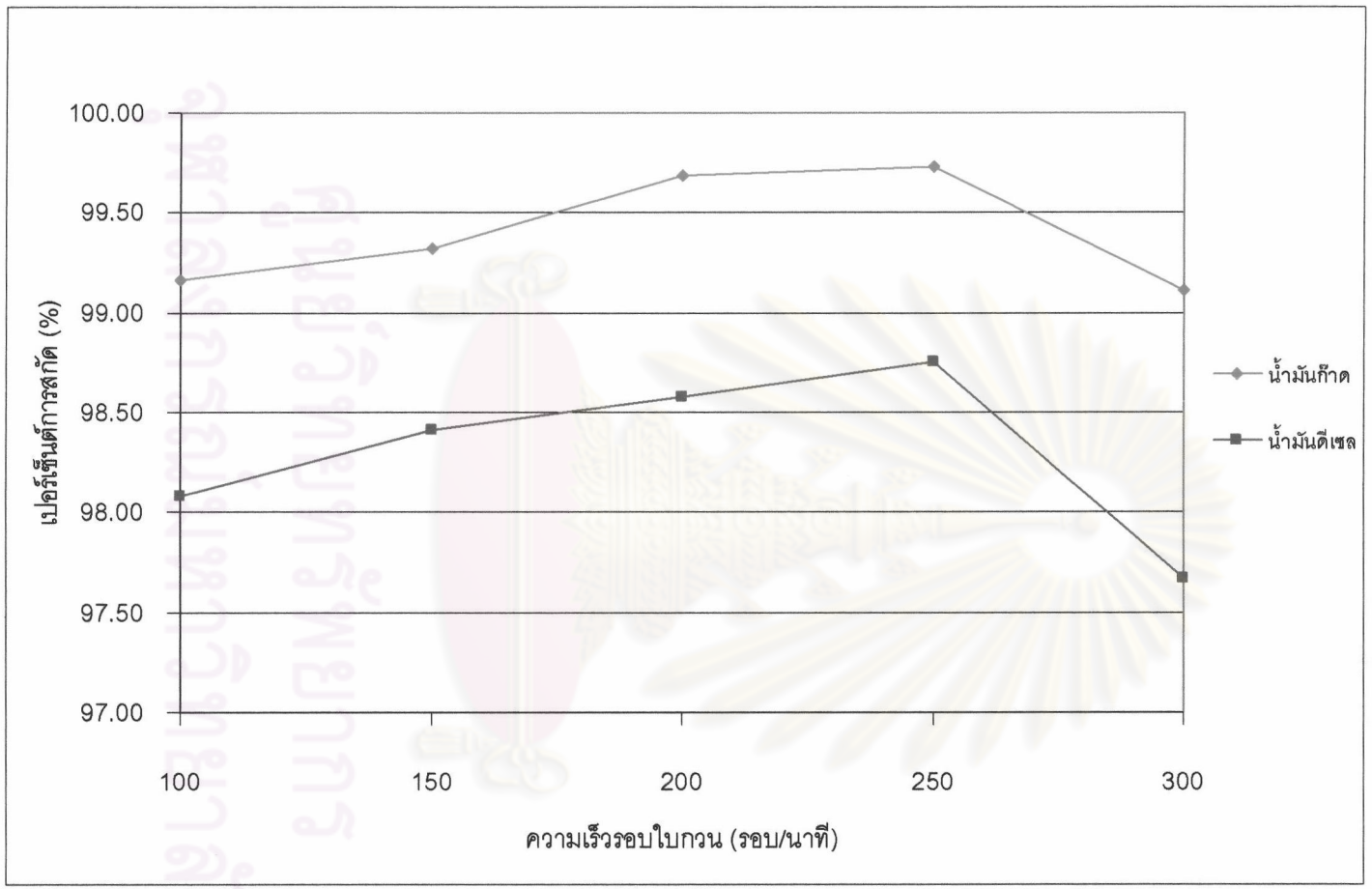
ผลที่แสดงในรูปที่ 4.14 ได้จากการใช้น้ำมันดีเซลเป็นสารสกัด พบว่าความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การสกัดกับความเร็วรอบการกวน ที่ความเร็วรอบการกวน 100, 150, 200 และ 250 รอบต่อนาที พบว่าเปอร์เซ็นต์การสกัดน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเหมือนกันกับสารสกัดที่เป็นน้ำมันก๊าด ได้เปอร์เซ็นต์การสกัดเท่ากับ 98.08, 98.41, 98.58 และ 98.75 ตามลำดับ โดยที่ความเร็วรอบการกวนเท่ากับ 250 รอบต่อนาที จะได้เปอร์เซ็นต์การสกัดสูงสุด จากนั้นเพิ่มความเร็วการกวนเป็น 300 รอบต่อนาที พบว่าเปอร์เซ็นต์การสกัดของน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียมีแนวโน้มลดลง

ผลที่แสดงในรูปที่ 4.15 เป็นผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดของสารสกัดระหว่างน้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซลกับความเร็วรอบการกวน พบว่ามีแนวโน้มของการสกัดคล้ายกัน แต่สารสกัดที่เป็นน้ำมันก๊าดจะให้เปอร์เซ็นต์การสกัดที่สูงกว่าสารสกัดที่เป็นน้ำมันดีเซล ในทุกช่วงของความเร็วรอบของการกวน

เมื่อพิจารณาที่ความเร็วรอบการกวนที่ 300 รอบต่อนาที ค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้นจะสามารถลดขนาดของหยดได้เพียงเล็กน้อย ฉะนั้นการเพิ่มความเร็วรอบการกวนจึงมีผลต่อการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสน้อยมากและยังไม่สามารถทำให้ความหนาของชั้นฟิล์มระหว่างสารสกัดและสารที่ถูกสกัดมีขนาดบางลงได้อีก การเพิ่มความเร็วรอบของการกวนสูงๆจึงไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลแต่จะทำให้เกิดการปั่นป่วนที่ผิวหน้าของหยดเท่านั้น ซึ่งผลการทดลองได้สอดคล้องกับเนื้อหาในหนังสือของ Hanson (Hanson, 1971) และ Schweitzer (Schweitzer, 1997)



รูปที่ 4.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การสกัดกับความเร็วรอบการกวนในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง (ที่ความเร็วรอบใบกวน 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที)



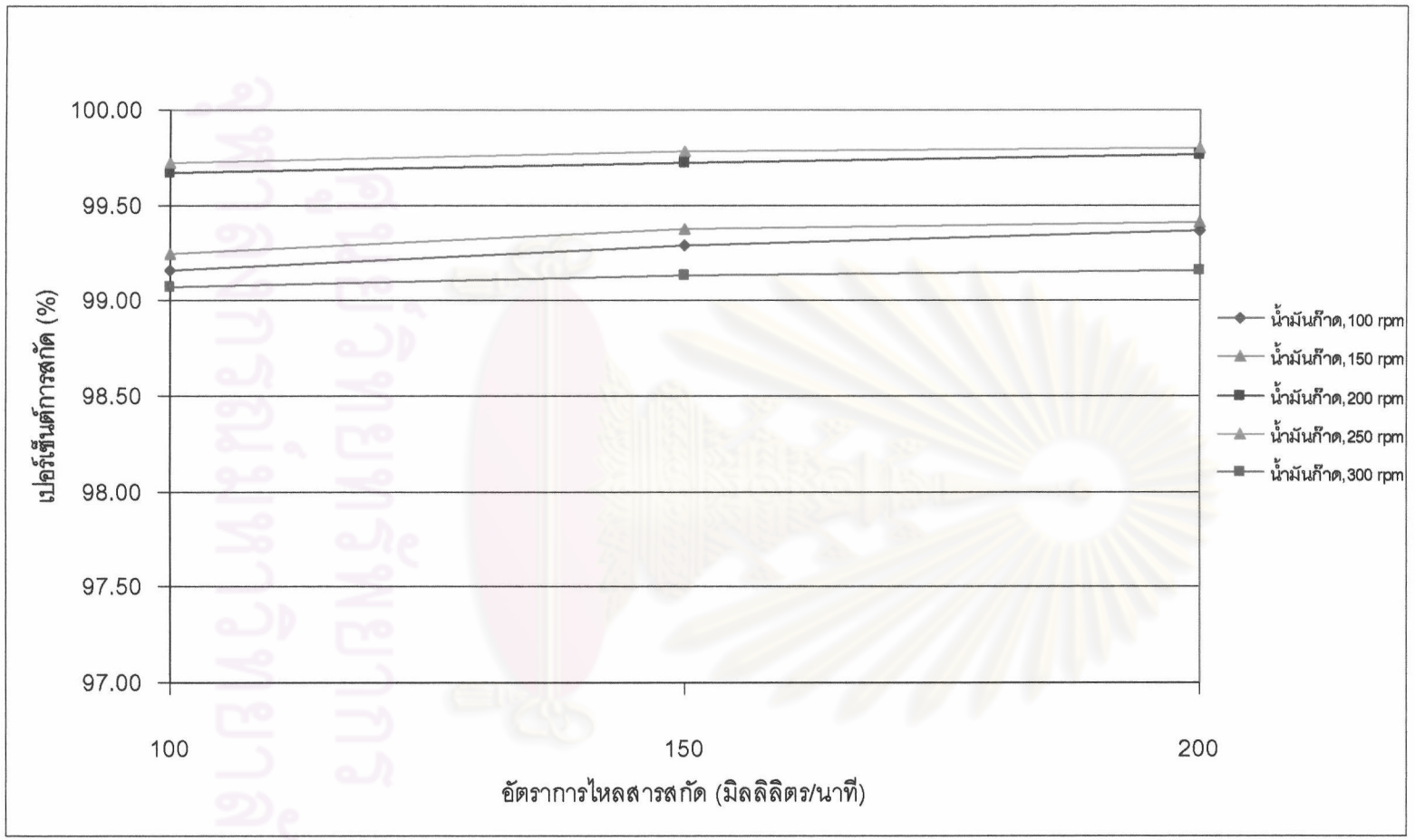
รูปที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดกับความเร็วรอบการกวนระหว่างสารสกัดน้ำมันก๊าดและสารสกัดน้ำมันดีเซล ในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง (ที่เวลาและอัตราการไหลเดียวกัน)

4.6 ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์การสกัดกับอัตราการไหลของสารสกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่องชนิดมีแผ่นจานหมุนมีรู

โดยทำการทดลองครั้งแรกใช้สารสกัดเป็นน้ำมันก๊าด และครั้งที่สองเป็นน้ำมันดีเซล ทำการป้อนสารสกัดที่อัตราการไหล 100 มิลลิลิตรต่อนาที เข้าด้านล่างของหอสกัด และป้อนน้ำเสียที่มีน้ำมันหล่อลื่นเจือปนที่อัตราการไหล 100 มิลลิลิตรต่อนาที เข้าด้านบนของหอสกัด รอจนให้จุดผิวสัมผัสระหว่างสารสองชนิดคงที่ แล้วทำการกวนด้วยความเร็วเริ่มต้นที่ 100 รอบต่อนาที จากนั้นเก็บตัวอย่างจากส่วนที่เป็นราฟิเนตจากด้านล่างของหอสกัดที่เวลา 20 นาที หลังจากนั้นทำการทดลองโดยเพิ่มอัตราการไหลของสารสกัดเป็น 150, 200 มิลลิลิตรต่อนาที ตามลำดับ และเปลี่ยนความเร็วรอบการกวนเป็น 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที ตามลำดับ แล้วทำการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดกับความเร็วรอบของการกวน ระหว่างสารสกัดที่เป็นน้ำมันก๊าดและน้ำมันดีเซล ซึ่งจะแสดงผลการทดลองดังกราฟรูปที่ 4.16, 4.17 และ 4.18 (ข้อมูลของการทดลองแสดงไว้ในภาคผนวก ก : ตารางที่ ก-11 และ ก-12 , ข้อมูลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดแสดงไว้ในภาคผนวก ข : ตารางที่ ข-11 และ ข-12)

ผลที่แสดงในรูปที่ 4.16 ได้จากการใช้น้ำมันก๊าดเป็นสารสกัด พบว่าความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การสกัดกับอัตราการไหลของสารสกัด ที่อัตราการไหล 100 มิลลิลิตรต่อนาที ในช่วงความเร็วรอบ 100~250 รอบต่อนาที พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ 99.16, 99.25, 99.67 และ 99.72 ตามลำดับ แต่ที่ความเร็วรอบ 300 รอบต่อนาที ค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดมีแนวโน้มลดลงเหลือ 99.07 จากนั้นเพิ่มอัตราการไหลเป็น 150 มิลลิลิตรต่อนาที ในช่วงความเร็วรอบ 100~250 พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ 99.29, 99.38, 99.72 และ 99.78 ตามลำดับ แต่ที่ความเร็วรอบ 300 รอบต่อนาที ค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดมีแนวโน้มลดลงเหลือ 99.13 จากนั้นเพิ่มอัตราการไหลเป็น 200 มิลลิลิตรต่อนาที ในช่วงความเร็วรอบ 100~250 พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ 99.37 99.41, 99.77 และ 99.78 ตามลำดับ จากนั้นที่ความเร็วรอบ 300 รอบต่อนาที ค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดเริ่มมีแนวโน้มลดลงเหลือ 99.13 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของอัตราการไหลของสารสกัดในช่วง 100~200 มิลลิลิตรต่อนาที ว่ามีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสกัดอย่างไร พบว่าเมื่อเพิ่มอัตราการไหลจาก 100~150 มิลลิลิตรต่อนาที ในช่วงความเร็วรอบการกวน 100~300 รอบต่อนาที ค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดของน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียมีค่าเพิ่มขึ้น จากนั้นเพิ่มอัตราการไหลเป็น 200 มิลลิลิตรต่อนาที พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดมี



รูปที่ 4.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การสกัดกับอัตราการไหลสารสกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง (ที่ความเร็วรอบใบกวน 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที)

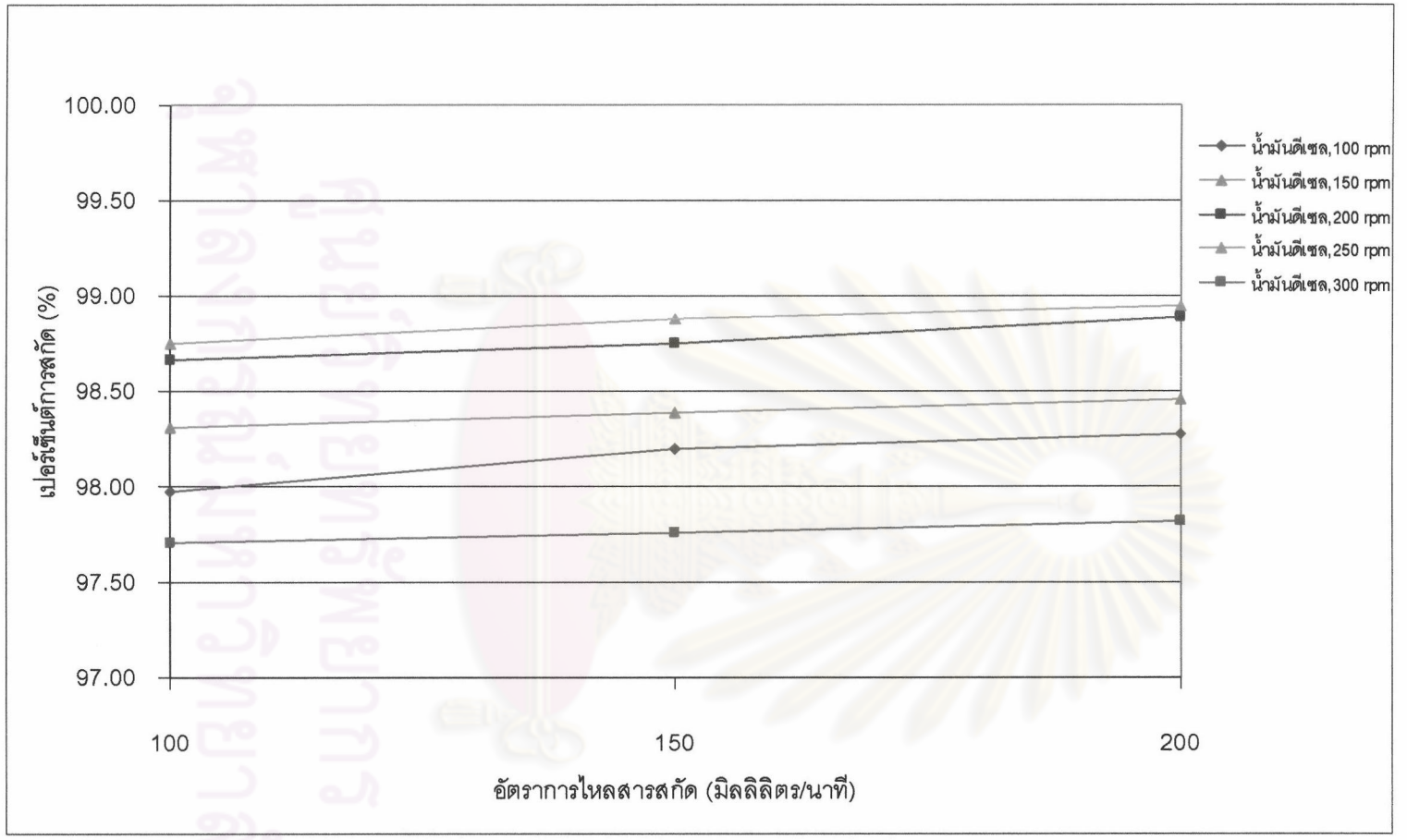
แนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากเมื่ออัตราการไหลของสารสกัดมากขึ้น ทำให้ระยะเวลาในการสัมผัสกันระหว่างสารสกัดกับสารที่ถูกสกัดนานขึ้น และมีแรงกลจากการปั่นกวนเข้ามาร่วม ทำให้เกิดการแตกกระจายเกิดเป็นหยดที่มีขนาดเล็ก เกิดพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น ทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์มีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของดำรงค์ (ดำรงค์ เชื้อชาวนา 2546)

ผลที่แสดงในรูปที่ 4.17 ได้จากการใช้น้ำมันดีเซลเป็นสารสกัด พบว่าความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การสกัดกับอัตราการไหลของสารสกัด ที่อัตราการไหล 100 มิลลิลิตรต่อนาที ในช่วงความเร็วรอบ 100~250 รอบต่อนาที พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ 97.97, 98.31, 98.66 และ 98.75 ตามลำดับ แต่ที่ความเร็วรอบ 300 รอบต่อนาที ค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดมีแนวโน้มลดลงเหลือ 97.71 จากนั้นเพิ่มอัตราการไหลเป็น 150 มิลลิลิตรต่อนาที ในช่วงความเร็วรอบ 100~250 พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ 98.20, 98.39, 98.75 และ 98.88 ตามลำดับ แต่ที่ความเร็วรอบ 300 รอบต่อนาที ค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดมีแนวโน้มลดลงเหลือ 97.76 จากนั้นเพิ่มอัตราการไหลเป็น 200 มิลลิลิตรต่อนาที ในช่วงความเร็วรอบ 100~250 พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ 98.28, 98.46, 98.89 และ 98.95 ตามลำดับ จากนั้นที่ความเร็วรอบ 300 รอบต่อนาที ค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดเริ่มมีแนวโน้มลดลงเหลือ 97.82 เปอร์เซ็นต์

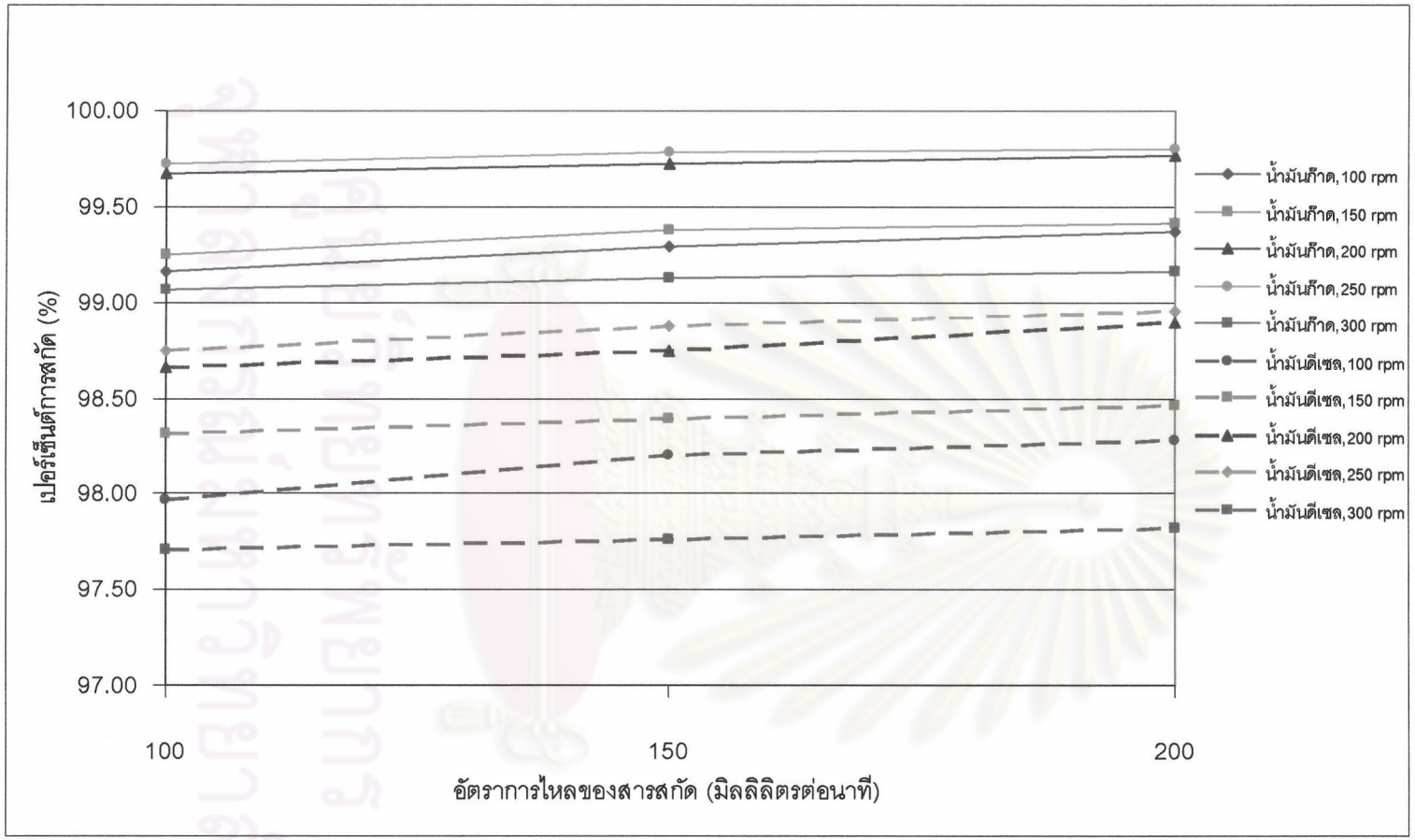
เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของอัตราการไหลของสารสกัดในช่วง 100~200 มิลลิลิตรต่อนาที ว่ามีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสกัดอย่างไร พบว่าเมื่อเพิ่มอัตราการไหลจาก 100~150 มิลลิลิตรต่อนาที ในช่วงความเร็วรอบการกวน 100~300 รอบต่อนาที ค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดของน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียมีค่าเพิ่มขึ้น จากนั้นเพิ่มอัตราการไหลเป็น 200 มิลลิลิตรต่อนาที พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เหตุผลเหมือนกับคำอธิบายรูป 4.16

ผลที่แสดงในรูปที่ 4.18 เป็นผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดของสารสกัดระหว่างน้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซลกับความเร็วรอบการกวน พบว่ามีแนวโน้มของการสกัดคล้ายกัน แต่สารสกัดที่เป็นน้ำมันก๊าดจะให้เปอร์เซ็นต์การสกัดที่สูงกว่าสารสกัดที่เป็นน้ำมันดีเซล

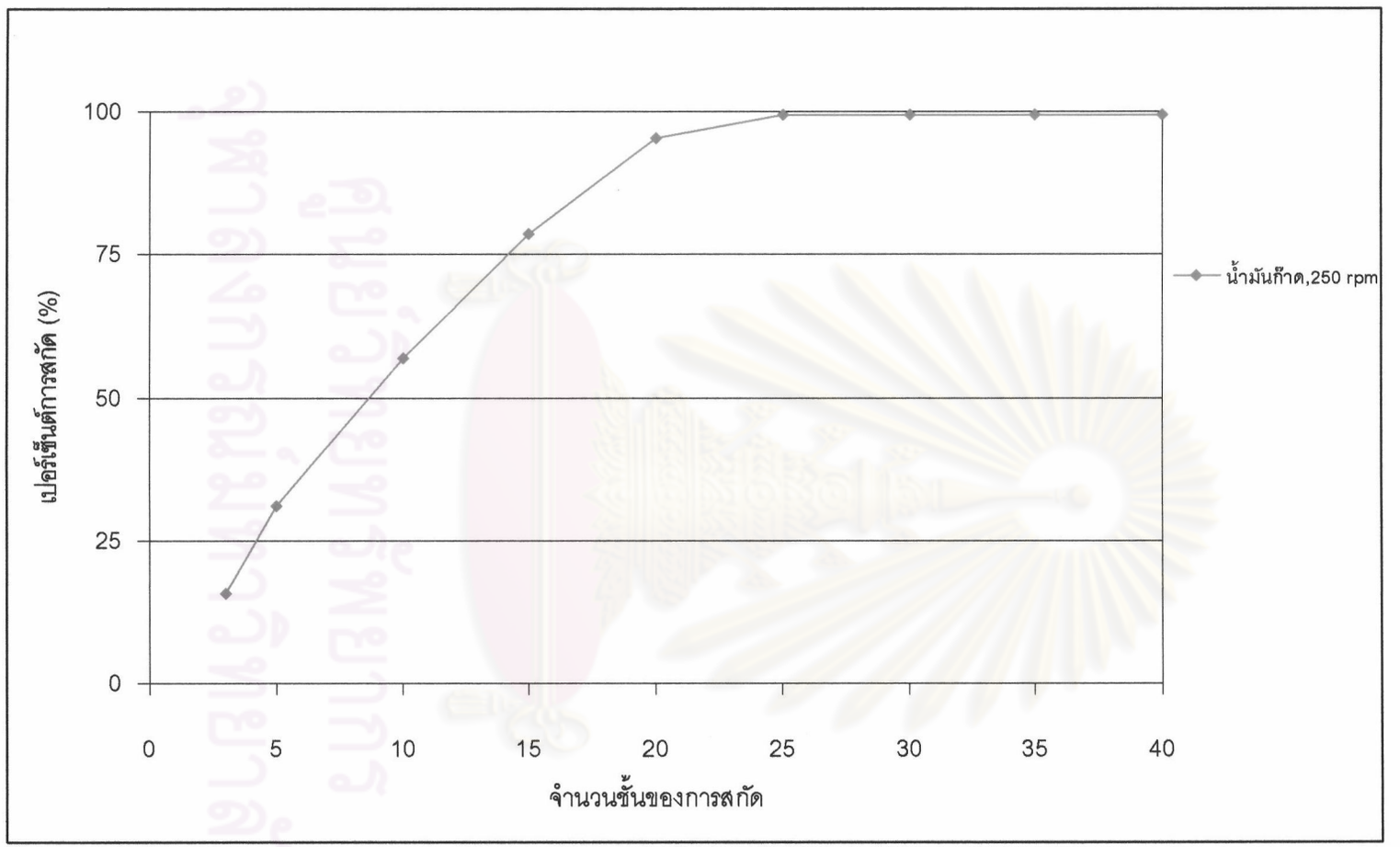
จากผลการทดลองพบว่าน้ำมันก๊าดจะสกัดได้ดีกว่าน้ำมันดีเซล เพราะว่าน้ำมันก๊าดมีค่าความหนืดต่ำกว่าน้ำมันดีเซล โดยอ้างถึงทฤษฎีการละลายของตัวถูกละลายในตัวทำละลาย กรณีที่ตัวทำละลายมีความหนืดต่ำกว่าตัวถูกละลายมาก จะทำให้เกิดการละลายได้ดีกว่าตัวทำละลายเป็นเหตุผลที่ทำให้น้ำมันก๊าดสามารถสกัดได้ดีกว่าน้ำมันดีเซล



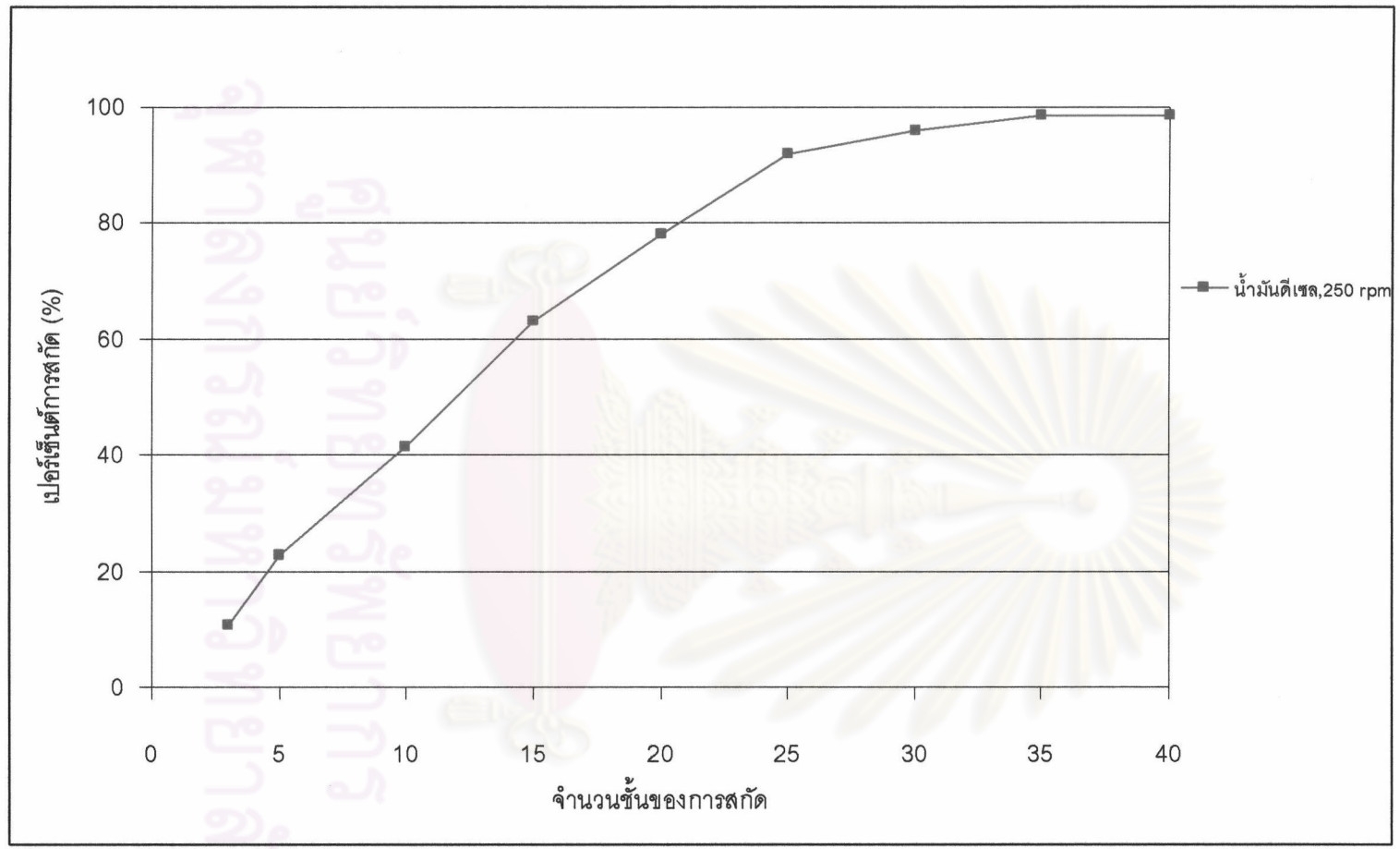
รูปที่ 4.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การสกัดกับอัตราการไหลสารสกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง (ที่ความเร็วรอบใบกวน 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที)



รูปที่ 4.18 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดกับอัตราการไหลสารสกัด ระหว่างสารสกัดน้ำมันก๊าดและสารสกัดน้ำมันดีเซล ในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง (ที่ความเร็วรอบและอัตราการไหลของสายป้อนเดียวกัน)



รูปที่ 4.19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การสกัดกับจำนวนขั้นการสกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง (ที่ความเร็วรอบใบกวน 250 รอบต่อนาที และอัตราการไหลของสารสกัดและสารป้อน 100 มิลลิลิตรต่อนาที)



รูปที่ 4.20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การสกัดกับจำนวนชั้นการสกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง (ที่ความเร็วรอบใบกวน 250 รอบต่อนาที และอัตราการไหลของสารสกัดและสารป้อน 100 มิลลิลิตรต่อนาที)

ผลที่แสดงในรูปที่ 4.19 ได้จากการใช้น้ำมันก๊าดเป็นสารสกัด พบว่าความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การสกัดกับจำนวนชั้นของการสกัดในเครื่องสกัดแบบต่อเนื่องชนิดจานหมุนมีรู ที่อัตราการไหลสารสกัด 100 มิลลิลิตรต่อนาที และสารป้อน 100 มิลลิลิตรต่อนาที ในช่วงความเร็วรอบการกวน 250 รอบต่อนาที พบว่าการเพิ่มหรือลดจำนวนชั้นของการสกัดจะทำให้ประสิทธิภาพการสกัดเปลี่ยนตาม จากรูปที่สภาวะนี้จะสามารถสกัดน้ำมันหล่อลื่นออกจากน้ำเสียได้ดีเมื่อจำนวนชั้นสกัด 25 ชั้นขึ้นไป

ผลที่แสดงในรูปที่ 4.20 ได้จากการใช้น้ำมันดีเซลเป็นสารสกัด พบว่าความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การสกัดกับจำนวนชั้นของการสกัดในเครื่องสกัดแบบต่อเนื่องชนิดจานหมุนมีรู ที่อัตราการไหลสารสกัด 100 มิลลิลิตรต่อนาที และสารป้อน 100 มิลลิลิตรต่อนาที ในช่วงความเร็วรอบการกวน 250 รอบต่อนาที พบว่าการเพิ่มหรือลดจำนวนชั้นของการสกัดจะทำให้ประสิทธิภาพการสกัดเปลี่ยนตาม จากรูปที่สภาวะนี้จะสามารถสกัดน้ำมันหล่อลื่นออกจากน้ำเสียได้ดีเมื่อจำนวนชั้นสกัด 35 ชั้นขึ้นไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย