

## (1.2) กลุ่มที่ 2 สารละลายกรดซัลฟิวริก

ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณกรดซัลฟิวริกที่ใช้เป็นสารรวมตะกอน เมื่อคำนวณเป็นความเข้มข้นในปริมาตรทั้งหมด และคำนวณเป็น phr

ตารางที่ 4.7

แสดงความเข้มข้นของปริมาณสารรวมตะกอนในกลุ่มที่ 2

ความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริก (wt/wt)	ความเข้มข้นของซัลฟิวริก	
	ในปริมาตรทั้งหมด (%wt/vol)	phr ของกรดซัลฟิวริก
98.0	0.915	12.675
80.0	0.747	10.357
60.0	0.560	7.722
40.0	0.374	5.190

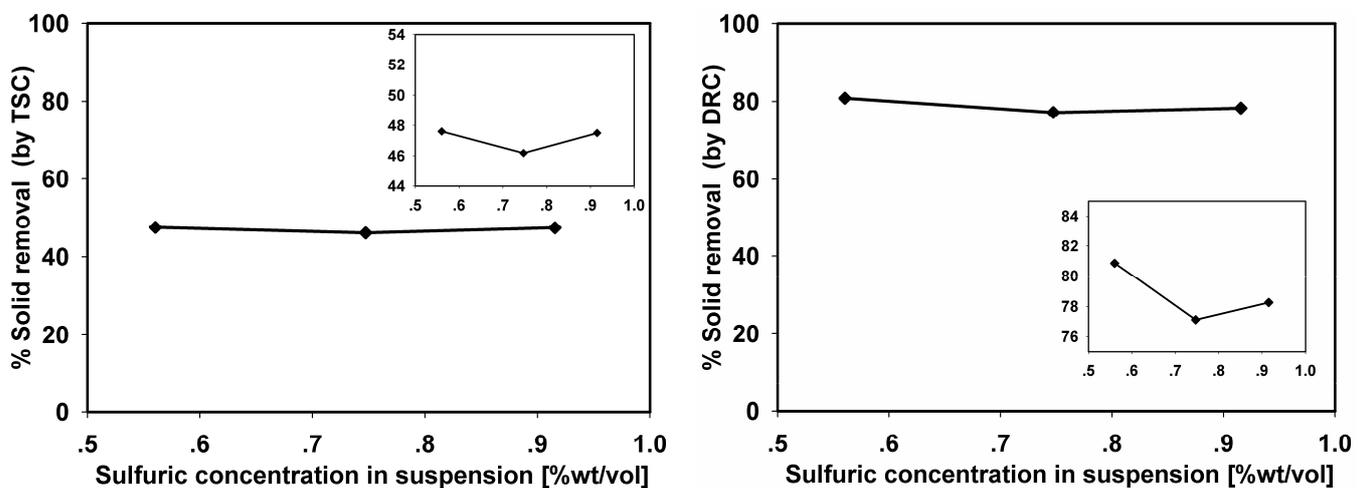
การใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 40% wt/wt ปริมาตร 0.5 ml (คิดเป็นความเข้มข้นของสารรวมตะกอน 5.190 phr) ไม่สามารถรวมตะกอนหางน้ำยางได้ และค่า pH หลังการทดสอบ คือ 6.94 ค่าความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริกโดยใช้ปริมาตรนี้ไม่เพียงพอที่จะทำให้หางน้ำยางเสียสภาพได้ นั่นคือ กรดซัลฟิวริกที่เติมลงไปมีประสิทธิภาพในการลดประจุของแอมโมเนียในหางน้ำยางเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เมื่อใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นต่างๆ คือ 98, 80, และ 60% wt/wt ตามลำดับ ปริมาตร 0.5 ml เป็นสารรวมตะกอน (คิดเป็นความเข้มข้น 12.68, 10.36 และ 7.72 phr) ผลจากการรวมตะกอนแสดงดังภาพที่ 4.16 %solid removal ในการรวมตะกอนโดยใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้นต่างๆ มีประสิทธิภาพการรวมตะกอนใกล้เคียงกัน ลักษณะตะกอนที่ได้จากการรวมตะกอนด้วยกรดซัลฟิวริกนี้จะค่อนข้างละเอียด และทำให้จับตัวกันเป็นก้อนได้ง่าย สำหรับค่า pH ของน้ำเซรัมหลังการรวมตะกอนหางน้ำยางด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นต่างๆ แสดงในภาพที่ 4.17 ค่า pH ของน้ำเซรัมหลังการรวมตะกอนอยู่ระหว่าง 3.47-5.38 โดยค่า pH ของน้ำเซรัมที่ได้จากการใช้กรดซัลฟิวริกที่มีความเข้มข้น 12.68 และ 10.36 phr จะต่ำกว่าที่ใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 7.72 phr นั่นคือ การใช้ความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริกที่ลดลง ช่วยเพิ่มค่า pH ของน้ำเซรัม

ของการรวมตะกอนได้ ส่วนค่าความขุ่นของน้ำเซรั่มหลังการรวมตะกอนทางน้ำอย่างด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นต่างๆ แสดงในภาพที่ 4.18 โดยค่าความขุ่นของน้ำเซรั่มหลังการรวมตะกอนโดยใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกต่างๆ อยู่ระหว่าง 279-525 NTU โดยค่าความขุ่นที่ดีที่สุดได้จากการใช้สารละลายกรดความเข้มข้น 7.72 phr

จากผลของค่า % Solid removal, ค่า pH ของน้ำเซรั่ม และค่าความขุ่นของน้ำเซรั่ม ของสารรวมตะกอนกลุ่มที่ 2 นี้ ผู้วิจัยเลือกสภาวะที่ให้ผลดีที่สุดเพื่อนำไปใช้ในการทำทดสอบเต็มรูปแบบ คือ ใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 7.72 phr (สารละลายกรดซัลฟิวริก 60% wt/wt) ดังเช่นกับที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อก่อนหน้าที่ว่า สภาวะที่เหมาะสมนี้ใช้กับการทดสอบดังเช่นงานวิจัยนี้ดำเนินการเท่านั้น หากเปลี่ยนแปลงปัจจัยในการทดสอบใดๆ ผลของความสามารถในการรวมตะกอนอาจจะเปลี่ยนแปลงไปได้

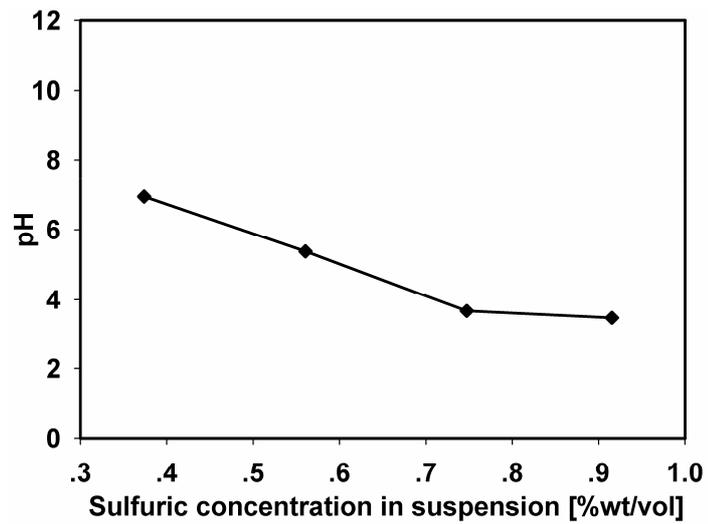
ภาพที่ 4.16

แสดงผล % Solid removal จากการรวมตะกอนทางน้ำอย่าง  
ด้วยกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นต่างๆ



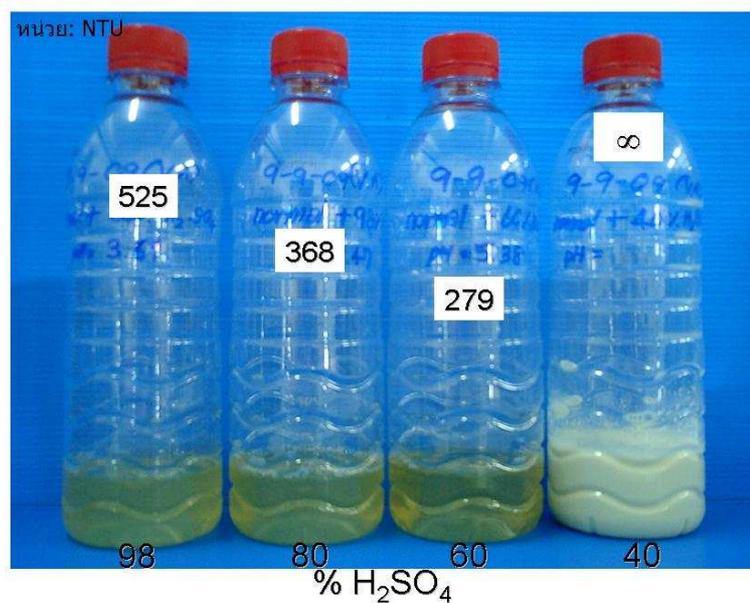
ภาพที่ 4.17

แสดงผลค่าความเป็นกรดต่างของน้ำเซรั่มหลังจากการรวมตะกอนหางน้ำยาง  
ด้วยกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นต่างๆ



ภาพที่ 4.18

แสดงความขุ่นผลของน้ำเซรั่มหลังจากการรวมตะกอนหางน้ำยาง  
ด้วยกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นต่างๆ



### (1.3) กลุ่มที่ 3 สารละลายโพลีอะคริละไมด์ตัดแปร

#### ละลายน้ำ

จากผลการทดสอบการรวมตะกอนทางน้ำยางโดยใช้สารละลายโพลีอะคริละไมด์ตัดแปรละลายน้ำ พบว่า ต้องใช้ปริมาณสารรวมตะกอนถึง 70 ml (0.7 เท่าของปริมาตรทางน้ำยางที่ใช้) จึงจะสามารถจับรวมตะกอนทางน้ำยางปกติได้ และตะกอนที่ได้มีลักษณะเหนียวและลื่น ไม่สามารถกดรวมก้อนได้ ตะกอนบางส่วนพันติดอยู่บนใบพัดกวน ดังแสดงในภาพที่ 4.19 ลักษณะเหนียวจะติดภาชนะและผ้ากรองทำให้ยากต่อการรวบรวมตะกอนทั้งหมด เพื่อหา % Solid removal ความเหนียวนี้เกิดจากลักษณะของตัวโพลิเมอร์โพลีอะคริละไมด์ตัดแปรเอง ดังนั้นในการทดสอบนี้จึงไม่มีการรายงานผล % Solid removal ของการรวมตะกอนด้วยสารละลายโพลีอะคริละไมด์ตัดแปรละลายน้ำ การไม่สามารถรวบรวมตะกอนออกจากทางน้ำยางที่ทำการทดสอบแล้วนั้น ส่งผลให้ไม่สามารถวัดค่า pH และความขุ่นของน้ำเซรั่มได้ด้วยเช่นกัน

ภาพที่ 4.19

ลักษณะตะกอนที่ได้จากการรวมตะกอนทางน้ำยางโดยใช้สารละลายโพลีอะคริละไมด์ตัดแปรละลายน้ำ



### (1.4) กลุ่มที่ 4 สารละลายโพลีอะคริละไมด์ตัดแปรละลาย

#### ในกรดอะซิติกความเข้มข้น 1.5% wt/wt

จากผลการทดสอบการรวมตะกอนทางน้ำยางโดยใช้สารละลายโพลีอะคริละไมด์ตัดแปรละลายในกรดอะซิติกความเข้มข้น 1.5% wt/wt พบว่า แม้ว่าสารรวมตะกอน

จะสามารถจับรวมตะกอนหางน้ำยางปกติได้ ดังแสดงในภาพที่ 4.20 แต่การรวบรวมตะกอนทั้งหมด เพื่อหา % Solid removal ก็ทำได้ยาก เพราะตะกอนบางส่วนมีความเหนียวติดรูผ้ากรอง และตะกอนยางอัดรวมก้อนกันได้ไม่ดี (ตะกอนยางลื่นไม่ติดกัน) ทำให้การรวบรวมตะกอนออกจากผ้ากรองทำไม่ได้ และในขั้นตอนการล้างเนื้อยางที่อัดก้อนแล้วก่อนนำเข้าอบ มีเศษตะกอนบางส่วนหลุดหายไปกับน้ำ ทั้งยังส่งผลให้การบีบอัดตะกอนเพื่อสะดวกในนำอบแห้งก็ทำได้ยาก นี้จะส่งผลกระทบต่อในทางปฏิบัติจริงของโรงงานน้ำยางชั้นเป็นอย่างมาก ดังนั้นในการทดสอบนี้จึงไม่มีการรายงานผล % Solid removal ของการรวมตะกอนด้วยโดยใช้สารละลายโพลิอะคริลาไมด์ดัดแปรละลายในกรดอะซิติกความเข้มข้น 1.5% wt/wt ส่วนผลของค่า pH ของน้ำเซรัมหลังการรวมตะกอนประมาณ 5.5 ซึ่งค่า pH นี้ใกล้เคียงกับค่า pH ของน้ำเซรัมหลังการรวมตะกอนด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 1.5% wt/wt เพียงอย่างเดียว (pH = 5.77) ดังนั้นผลที่ค่า pH หลังการรวมตะกอนด้วยสารละลายโพลิอะคริลาไมด์ดัดแปรละลายในกรดอะซิติกความเข้มข้น 1.5% wt/wt ลดลง น่าจะมีผลมาจากความเข้มข้นของกรดอะซิติกนั่นเอง

ภาพที่ 4.20

ลักษณะตะกอนที่ได้จากการรวมตะกอนหางน้ำยางโดยใช้สารละลายโพลิอะคริลาไมด์ดัดแปรละลายในกรดอะซิติกความเข้มข้น 1.5% wt/wt



(1.5) กลุ่มที่ 5 สารละลายโคโตซานละลายในกรด

ซิลฟิวริกความเข้มข้น 40% wt/wt

เนื่องจากสารกลุ่มที่ 5 นี้ไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวจึงไม่ได้มีการทดสอบการรวมตะกอน ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 3

(1.6) กลุ่มที่ 6 สารละลายโพลีอะคริละไมด์ดัดแปรละลาย  
ในกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 40%

จากผลการทดสอบในหัวข้อที่ 4.6.2.1(1.2) ความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริกที่น้อยที่สุดที่สามารถรวมตะกอนหางน้ำยางได้คือ 60% wt/wt เพื่อศึกษาปริมาณการใช้กรดซัลฟิวริกให้น้อยลง โดยอาศัยคุณสมบัติของโพลีเมอร์ช่วยในการรวมตะกอนหางน้ำยาง ผู้วิจัยจึงตัดสินใจเลือกที่จะใช้กรดซัลฟิวริกความเข้มข้นเพียง 40% wt/wt ร่วมกับโพลีอะคริละไมด์ดัดแปร ผลจากการทดสอบพบว่า เมื่อใช้สารละลายโพลีอะคริละไมด์ดัดแปรละลายความเข้มข้นต่างๆ ละลายในกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 40% wt/wt ด้วยปริมาตร 0.5 ml ไม่สามารถรวมตะกอนหางน้ำยางได้ เมื่อทดสอบรวมตะกอนลงในหางน้ำยางสังเกตเห็นความเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ดังแสดงในภาพที่ 4.21 สำหรับค่า pH หลังการทดสอบของทุกๆ ความเข้มข้นของสารรวมตะกอนอยู่ในช่วง 6.86-7.68 ความเข้มข้นของสารรวมตะกอนที่ผู้วิจัยเลือกนี้ยังไม่เหมาะสมในการรวมตะกอนหางน้ำยาง ทั้งนี้ควรหาสภาวะที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นแนวทางในการประมาณกรดที่ต้องใช้ในการรวมตะกอนหางน้ำยางต่อไป

ภาพที่ 4.21

ลักษณะหางน้ำยางหลังเติมสารละลายโพลีอะคริละไมด์ดัดแปร  
ซึ่งละลายในกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 40% wt/wt



## (2) ผลการทดสอบการปั่นกวนในการรวมตะกอนยางสกิม

ในการทดสอบเปรียบเทียบผลของการปั่นกวนทั้ง 2 แบบ คือ การใช้การกวนแรงเพื่อจับก้อน และการปล่อยให้จับก้อนเองโดยมิได้กวน พบว่า การทดสอบโดยการปล่อยให้จับก้อนเองโดยมิได้กวน (ดังเช่นโรงงานอุตสาหกรรมทำ) ไม่สามารถทำให้น้ำยางลอยขึ้นจับก้อนเองได้ ไม่ว่าจะตั้งทิ้งไว้เป็นเวลานานเท่าไรก็ตาม เนื่องจากปริมาตรของหางน้ำยางที่ใช้ในการทดสอบน้อยเกินไป (เพียง 100 ml) ทำให้ไม่เพียงพอต่อการอัดรวมตัวกันเองของน้ำยาง ในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำยางข้น การฆ่ายางจะทำในบ่อที่มีปริมาตรประมาณ 1 m<sup>3</sup> และทิ้งให้น้ำยางลอยอัดก้อนกันเอง 1-2 วันแล้วจึงนำเข้าสู่การผลิตสกิมบล็อกต่อไป ซึ่งการอัดรวมตัวกันเองของอนุภาคน้ำยางนี้ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ อีกหลายปัจจัย เช่น อายุของหางน้ำยางที่ใช้ เป็นต้น นอกจากนี้การตั้งทิ้งไว้เป็นเวลานานส่งผลให้น้ำยางติดขอบภาชนะทำให้ยากต่อการหาค่า %Solid removal การทดสอบเปรียบเทียบการปั่นกวนนี้ควรต้องมีการวางแผนการทดสอบให้ครอบคลุมถึงปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจับยางมากยิ่งขึ้น เพื่อจะได้ผลการทดสอบที่สามารถนำมาใช้ได้ครั้งต่อไป

### 4.6.2.2 ผลการทดสอบเต็มรูปแบบ

ในการพิจารณาเลือกสภาวะเพื่อทำการทดสอบเต็มรูปแบบ สำหรับสภาวะการระเหยแอมโมเนีย 3 กลุ่ม จากผลการระเหยแอมโมเนียในหัวข้อ 4.5.2 ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะใช้สภาวะคือ หางน้ำยางที่ไม่ได้ระเหยแอมโมเนียเลย, หางน้ำยางที่ใช้เวลาในการระเหยแอมโมเนียโดยสถานการณ์การพาแบบบังคับ 1 ชั่วโมงและหางน้ำยางที่ใช้เวลาในการระเหยแอมโมเนียโดยสถานการณ์การพาแบบธรรมชาติ 8 ชั่วโมง สำหรับสภาวะของสารรวมตะกอนที่ให้ผลดีที่สุดของแต่ละกลุ่ม จากผลการทดสอบเบื้องต้นในหัวข้อ 4.6.2.1(1) ผู้วิจัยจึงเลือกใช้สารละลายโคโคซานละลายในกรดอะซิติกซึ่งมีความเข้มข้นโคโคซาน (phr) ต่อความเข้มข้นของกรดอะซิติก (phr) เท่ากับ 8.26:10.84 และใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 7.7 phr แผนผังสรุปการเลือกสภาวะเพื่อทำการทดสอบเต็มรูปแบบแสดงในภาพที่ 4.22 สำหรับค่าปริมาณความเป็นต่าง (ค่า % แอมโมเนีย) ของหางน้ำยางที่ไม่ได้ระเหยแอมโมเนียเลย, หางน้ำยางที่ใช้เวลาในการระเหยแอมโมเนียโดยสถานการณ์การพาแบบบังคับ 1 ชั่วโมงและหางน้ำยางที่ใช้เวลาในการระเหยแอมโมเนียโดยสถานการณ์การพาแบบธรรมชาติ 8 ชั่วโมงที่ใช้ในการทดสอบนี้ คือ 0.17, 0.09 และ 0.06 % โดยน้ำหนัก ตามลำดับ

ภาพที่ 4.22

แผนผังสรุปการเลือกสภาวะเพื่อทำการทดสอบเต็มรูปแบบ

การระเหยแอมโมเนีย	สารรวมตะกอน	อุณหภูมิอบแห้ง (°C)
ไม่ระเหย	1.2%CS in 1.5% Acetic acid 50 ml	70, 100, 120
ระเหย 1 ชม.		70, 100, 120
ระเหย 8 ชม.		70, 100, 120
ไม่ระเหย	60% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.5 ml	70, 100, 120
ระเหย 1 ชม.		70, 100, 120
ระเหย 8 ชม.		70, 100, 120
ไม่ระเหย	1.2%CS in 1.5% Acetic acid	50 ml
ระเหย 1 ชม.		40 ml
		30 ml
		20 ml
ระเหย 8 ชม.	10 ml	
ไม่ระเหย	60% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.5 ml
ระเหย 1 ชม.		0.4 ml
		0.3 ml
		0.2 ml
ระเหย 8 ชม.	0.1 ml	

## (1) การศึกษาอัตราการทำให้แห้งของยางสีกิม

เมื่อนำหางน้ำยางทั้ง 3 สภาวะคือ หางน้ำยางที่ไม่ได้ระเหยแอมโมเนียเลย, หางน้ำยางที่ใช้เวลาในการระเหยแอมโมเนียโดยสถานการณ์การพาแบบบังคับ 1 ชั่วโมงและหางน้ำยางที่ใช้เวลาในการระเหยแอมโมเนียโดยสถานการณ์การพาแบบธรรมชาติ 8 ชั่วโมง มาเติมด้วยสารรวมตะกอน คือ ใช้สารละลายโคโคซานละลายในกรดอะซิติกซึ่งมีความเข้มข้นของโคโคซาน (phr) ต่อความเข้มข้นของกรดอะซิติก (phr) เท่ากับ 8.26:10.84 และใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 7.7 phr หลังจากนั้นนำเนื้อยางเข้าอบที่อุณหภูมิต่างๆจนกระทั่งแห้งสนิท (น้ำหนักคงที่) เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาที่ใช้ออบแห้ง ณ อุณหภูมิต่างๆ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.8 เมื่อใช้สารละลายโคโคซานละลายในกรดอะซิติกเป็นสารรวมตะกอน ระยะเวลาที่อบยางในอุณหภูมิต่างๆจนกระทั่งน้ำหนักคงที่อยู่ระหว่าง 1.5-4 ชั่วโมง ส่วนเมื่อใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกรวมตะกอนหางน้ำยาง ระยะเวลาที่อบยางในอุณหภูมิต่างๆจนกระทั่งน้ำหนักคงที่อยู่ระหว่าง 2-5.5 ชั่วโมง ระยะเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆของยางที่ได้จากการใช้สารละลายโคโคซาน

ละลายในกรดอะซิติกรวมตะกอนดีกว่าใช้สารละลายกรดซัลฟิวริก เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ใช้ระเหยแอมโมเนียในหางน้ำยาง กับระยะเวลาในการอบเนื้อยางให้แห้งที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่า เมื่อหางน้ำยางใช้เวลาในการระเหยแอมโมเนียมาก มีแนวโน้มว่าจะใช้เวลาในการอบยางให้แห้งที่อุณหภูมิต่างๆ น้อยลง จากการสังเกตลักษณะตะกอนในหางน้ำยางที่รวมตะกอนแล้ว (ช่วงที่มีการตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง) พบว่า การรวมตะกอนหางน้ำยางที่ระเหยแอมโมเนีย 1 ชั่วโมงโดยใช้สารละลายโคโคซานละลายในกรดอะซิติก ยังคงพบตะกอนทั้งแบบตะกอนจมและตะกอนลอย เช่นเดียวกับการรวมตะกอนหางน้ำยางที่ไม่ระเหยแอมโมเนีย (ดังที่ได้อธิบายไว้แล้วในหัวข้อ 4.6.2.1 (1.1)) ส่วนการรวมตะกอนหางน้ำยางที่ระเหยแอมโมเนีย 8 ชั่วโมงโดยใช้สารละลายโคโคซานละลายในกรดอะซิติก ให้ลักษณะตะกอนที่แตกต่างไป คือ มีตะกอนกระจายทั่วภาชนะ ดังแสดงในภาพที่ 4.23 และ 4.24 การที่มีแอมโมเนียคงเหลืออยู่น้อยในหางน้ำยางช่วยให้โคโคซานสามารถแตกสายโซ่โมเลกุลในการจับเนื้อยางในหางน้ำยางได้ดีขึ้น พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการอบแห้งกับอุณหภูมิ พบว่า เมื่อใช้อุณหภูมิในการอบมากขึ้น จะใช้เวลาในการอบน้อยลง นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบลักษณะของเนื้อยางสกิมแห้งด้วยตาพบว่า ยางสกิมแห้งจากการรวมตะกอนหางน้ำยางด้วยกรดซัลฟิวริกในทุกๆ อุณหภูมิที่ใช้อบมีสีคล้ายคลึงกัน ดังแสดงในภาพที่ 4.26 และเรียบเนียนเป็นเนื้อเดียวกันมากกว่ายางสกิมแห้งจากการรวมตะกอนหางน้ำยางด้วยโคโคซานละลายในกรดอะซิติก ดังภาพที่ 4.25 แต่อย่างไรก็ตามยางสกิมจากการรวมตะกอนหางน้ำยางด้วยกรดซัลฟิวริกไม่สามารถอบที่อุณหภูมิ 120 °C ได้เมื่ออบไปครบ 1 ชั่วโมงก็เกิดลักษณะเหนียวหนืด (sticky) เนื่องจากอบยางที่อุณหภูมิสูงเกินไป ส่วนยางสกิมแห้งจากการรวมตะกอนหางน้ำยางด้วยสารละลายโคโคซานละลายในกรดอะซิติกในทุกๆ อุณหภูมิที่ใช้อบแสดงในภาพที่ 4.25 เมื่ออุณหภูมิที่ใช้อบสูงขึ้นมีผลต่อสีของเนื้อยางสกิมอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้การอบด้วยอุณหภูมิ 120 °C ยังทำให้เนื้อยางไหม้และพองบวมบางส่วนอีกด้วย (ภาพที่ 4.25 (b))