สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียกากส่าระหว่างระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำกับระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัดครั้งนี้ แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ช่วงการทดลอง สรุปผลดังนี้

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียกากส่าระหว่างระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำกับระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัด ในการทดลองช่วงที่ 1 เดินระบบแบบกึ่งต่อเนื่อง ได้ผลดังตารางที่ 5.1 ดังนี้

การทดลองช่วงที่ 1A ระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัดมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี, บีโอดีและทีเคเอ็นสูงกว่าระบบบำบัดดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำ เฉลี่ยร้อยละ 2, 14 และ 7 ตามลำดับ นอกจากนี้ระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัดยังมีค่าพีเอช, ค่าออกซิเจนละลาย และอัตราส่วนระหว่างสารแขวนลอยระเหยกับสารแขวนลอยสูงกว่าระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำ เฉลี่ย 0.1, 0.1 มก./ล. และ 0.01 ตามลำดับ ในขณะที่ระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำมีอัตราส่วนระหว่างตะกอนแขวนลอยระเหยติดตัวกลางกับตะกอนแขวนลอยติดตัวกลางสูงกว่าระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัดเฉลี่ย 0.08 และระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำยังมีปริมาณสารแขวนลอยหลุดออกมากับน้ำเสียผ่านระบบน้อยกว่าระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัดเฉลี่ย 21 มก./ล.

การทดลองช่วงที่ 1B ระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัดมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี, บีโอดีและทีเคเอ็นสูงกว่าระบบบำบัดดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำ เฉลี่ยร้อยละ 3, 14 และ 39.8 ตามลำดับ นอกจากนี้ระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัดยังมีค่าพีเอช และค่าออกซิเจนละลาย สูงกว่าระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำ เฉลี่ย 0.2 และ 0.1 มก./ล. ตามลำดับ ในขณะที่ระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำมีอัตราส่วนระหว่างสารแขวนลอยระเหยกับสารแขวนลอยและอัตราส่วนระหว่างตะกอนแขวนลอยระเหยติดตัวกลางกับตะกอนแขวนลอยติดตัวกลางสูงกว่าระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัดเฉลี่ย 0.01 และ 0.11 ตามลำดับ และระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำยังมีปริมาณสารแขวนลอยหลุดออกมากับน้ำเสียผ่านระบบน้อยกว่าระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัดเฉลี่ย 29 มก./ล.

จากการทดลองช่วงที่ 1สรุปได้ว่า ระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัดมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี, บีโอดี และทีเคเอ็นสูงกว่าระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำ เฉลี่ยร้อยร้อยละ 2.5, 14 และ 23.4 ตามลำดับ และปริมาณสารแขวนลอยหลุดออกมากับน้ำเสียผ่านระบบในระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัดมีค่าสูงกว่าระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำ เฉลี่ย 25 มก./ล. ทั้งนี้เนื่องมาจากโครงสร้างวัสดุของแผ่นใยขัดที่มีขนาดช่องว่างกว้างกว่าโครงสร้างวัสดุของฟองน้ำ เมื่อมีการป้อนน้ำเสียเข้าสู่ระบบด้วยอัตราการไหลสูงทำให้เกิดการหลุดของตะกอนที่ติดอยู่ที่ตัวกลางแผ่นใยขัดภายในระบบหลุดออกมากับน้ำเสียที่ผ่านระบบ และจากความแตกต่างทางโครงสร้างของวัสดุที่ใช้ทำตัวกลางนี้ จึงส่งผลให้ตัวกลางฟองน้ำเกิดการสะสมของตะกอนจุลินทรีย์ไว้ภายในตัวกลางมากกว่าตัวกลางแผ่นใยขัด จึงทำให้ระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำมีอัตราส่วนระหว่างตะกอนแขวนลอยระเหยติดตัวกลางกับตะกอนแขวนลอยติดตัวกลางสูงกว่าระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัด นอกจากนี้ค่าพีเอชและค่าออกซิเจนละลายในระบบดีเอชเอสทั้ง 2 มีค่าใกล้เคียงกัน โดยระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัดมีค่าพีเอชและค่าออกซิเจนละลายสูงกว่าระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำเล็กน้อย คือ 0.15 และ 0.1 มก./ล. ตามลำดับ

และจากผลการวิเคราะห์ค่าแอมโมเนียไนโตรเจนและไนเตรทไนโตรเจนในการทดลองช่วงที่ 1 สรุปได้ว่าภายในระบบดีเอชเอสทั้ง 2 ชนิดตัวกลาง มีการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นและดีไนตริฟิเคชั่นขึ้นภายในระบบ โดยที่ระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำมีการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่น และดีไนตริฟิเคชั่นมากกว่าระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัด

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบดีเอชเอสที่ใช้ตัวกลางต่างชนิดกันในการทดลองช่วงที่ 1

การทดลอง	พารามิเตอร์	น้ำเข้าระบบ	น้ำออกจากระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำ	น้ำออกจากระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัด
1A	พีเอช	5.9 (0.3)	6.7 (0.3)	6.8 (0.3)
	ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี (%)	-	28 (13)	30 (12)
	ประสิทธิภาพกรกำจัดบีโอดี (%)	-	71 (3)	85 (4)
	ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)	-	4.2 (0.5)	4.3 (0.4)
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	113 (21)	100 (18)	121 (30)
	อัตราส่วนระหว่างสารแขวนลอยระเหยกับสารแขวนลอย	0.78 (0.06)	0.82 (0.08)	0.83 (0.05)
	อัตราส่วนระหว่างตะกอนแขวนลอยระเหยกับตะกอนแขวนลอย	-	0.97 (0.12)	0.89 (0.16)
	ทีเคเอ็น (มก./ล.ไนโตรเจน)	21.63 (2.31)	16.74 (1.63)	15.22 (1.64)
	แอมโมเนีย (มก./ล.ไนโตรเจน)	1.07 (1.06)	2.15 (0.43)	1.17 (0.31)
	ไนเตรท (มก./ล.ไนโตรเจน)	0.17 (0.42)	0.61 (0.96)	0.28 (0.5)
1B	พีเอช	5.8 (0.4)	6.6 (0.3)	6.8 (0.4)
	ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี (%)	-	23 (5)	26 (8)
	ประสิทธิภาพกรกำจัดบีโอดี(%)	-	79 (6)	93 (4)
	ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)	-	4.2 (0.3)	4.3 (0.4)
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	120 (18)	116 (18)	145 (39)
	อัตราส่วนระหว่างสารแขวนลอยระเหยกับสารแขวนลอย	0.76 (0.08)	0.8 (0.06)	0.79 (0.05)
	อัตราส่วนระหว่างตะกอนแขวนลอยระเหยกับตะกอนแขวนลอย	-	0.95 (0.09)	0.84 (0)
	ทีเคเอ็น (มก./ล.ไนโตรเจน)	43.06 (13.26)	35.84 (6.16)	18.67 (5.05)
	แอมโมเนีย (มก./ล.ไนโตรเจน)	0.25 (0.18)	2.17 (0.34)	0.49 (0.84)
	ไนเตรท (มก./ล.ไนโตรเจน)	0.13 (0.18)	1.03 (0.34)	0.29 (0.24)

( ) แสดงค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียกากส่าระหว่างระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำกับระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัด ในการทดลองช่วงที่ 2 เดินระบบแบบต่อเนื่อง ได้ผลดังตารางที่ 5.2 ดังนี้

การทดลองช่วงที่ 2A ระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีและบีโอดีสูงกว่าระบบบำบัดดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัด เฉลี่ยร้อยละ 9 และ 12 ตามลำดับ นอกจากนี้ระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำยังมีค่าออกซิเจนละลาย, อัตราส่วนระหว่างสารแขวนลอยระเหยกับสารแขวนลอย และอัตราส่วนระหว่างตะกอนแขวนลอยระเหยติดตัวกลางกับตะกอนแขวนลอยติดตัวกลาง สูงกว่าระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัด เฉลี่ย 0.1 มก./ลิตร, 0.02 และ 0.01 ตามลำดับ และระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำมีปริมาณสารแขวนลอยหลุดออกมากับน้ำเสียผ่านระบบต่ำกว่าระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัดเฉลี่ย 20 มก./ล. ในขณะที่ระบบดีเอชเอสตัว กลางแผ่นใยขัดประสิทธิภาพในการกำจัดทีเคเอ็นมีสูงกว่าระบบดีเอชเอสตัวกลางชนิดฟองนำเฉลี่ยร้อยละ 1.6

การทดลองช่วงที่ 2B ระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี, บีโอดีและทีเคเอ็นสูงกว่าระบบบำบัดดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัด เฉลี่ยร้อยละ 7, 12 และ 1.2 ตามลำดับ นอกจากนี้ระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำยังมีค่าพีเอช, ค่าออกซิเจนละลาย และอัตราส่วนระหว่างตะกอนแขวนลอยระเหยติดตัวกลางกับตะกอนแขวนลอยติดตัวกลางสูงกว่าระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัด เฉลี่ย 0.1, 0.1 มก./ล. และ 0.07 ตามลำดับ ในขณะที่ระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำมีอัตราส่วนระหว่างสารแขวนลอยระเหยกับสารแขวนลอยและปริมาณสารแขวนลอยที่หลุดออกมากับน้ำเสียผ่านระบบต่ำกว่าระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัดเฉลี่ย 0.05 และ 22 มก./ล.

จากการทดลองช่วงที่ 2 สรุปได้ว่า ระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำมีประสิทธิภาพในการกำจัด ซีโอดีและบีโอดี สูงกว่าระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัดเฉลี่ย ร้อยละ 8 และ 26.5 ตามลำดับ และระบบดีเอชเอสตัว กลางฟองน้ำมีประสิทธิภาพในการกำจัดทีเคเอ็นสูงกว่าระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัดเฉลี่ยร้อยละ 1.2 ในการทดลองช่วงที่ 2B แต่ในการทดลองช่วงที่ 2A ระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัดมีประสิทธิภาพในการกำจัดทีเคเอ็นสูงกว่าระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำเฉลี่ยร้อยละ 1.6 นอกจากนี้ระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำยังมีค่าออกซิเจนละลาย และ อัตราส่วนระหว่างตะกอนแขวนลอยระเหยติดตัวกลางกับตะกอนแขวนลอยติดตัวกลางสูงกว่าระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัดเฉลี่ยร้อยละ 0.1 มก./ล. และ 0.04 ตามลำดับ และระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำมีปริมาณสารแขวนลอยหลุดออกมากับน้ำเสียผ่านระบบต่ำกว่าระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัดเฉลี่ย 21 มก./ล.

นอกจากนี้จากผลการวิเคราะห์ค่าแอมโมเนียไนโตรเจนและไนเตรทไนโตรเจนในการทดลองช่วงที่ 2 สรุปได้ว่าภายในระบบดีเอชเอสทั้ง 2 ชนิดตัวกลาง มีการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นและดีไนตริฟิเคชั่นขึ้นภายในระบบ

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบดีเอชเอสที่ใช้ตัวกลางต่างชนิดกันในการทดลองช่วงที่ 2

การทดลอง	พารามิเตอร์	น้ำเข้าระบบ	น้ำออกจากระบบดีเอชเอสตัวกลางฟองน้ำ	น้ำออกจากระบบดีเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัด
2A	พีเอช	6.7 (0.5)	7.2 (0.3)	7.3 (0.4)
	ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี (%)	-	53 (18)	44 (17)
	ประสิทธิภาพกรกำจัดบีโอดี(%)	-	70 (9)	59 (8)
	ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)	-	4.1 (0.3)	4.0 (0.2)
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	41 (24)	39 (12)	59 (40)
	อัตราส่วนระหว่างสารแขวนลอยระเหยกับสารแขวนลอย	0.78 (0.06)	0.82 (0.06)	0.8 (0.05)
	อัตราส่วนระหว่างตะกอนแขวนลอยระเหยกับตะกอนแขวนลอย	-	0.9 (0.05)	0.89 (0.04)
	ทีเคเอ็น (มก./ล.ไนโตรเจน)	13.32 (2.32)	10.31 (1.2)	10.09 (0.68)
	แอมโมเนีย (มก./ล.ไนโตรเจน)	0.81 (0.74)	1.57 (0.29)	1.39 (0.80)
	ไนเตรท (มก./ล.ไนโตรเจน)	0.39 (0.74)	0.38 (0.29)	0.63 (0.80)
2B	พีเอช	6.6 (0.7)	7.2 (0.4)	7.1 (0.6)
	ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี (%)	-	29 (15)	22 (16)
	ประสิทธิภาพกรกำจัดบีโอดี(%)	-	79 (4)	67 (3)
	ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)	-	3.9 (0.1)	3.8 (0.1)
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	93 (58)	53 (25)	75 (21)
	อัตราส่วนระหว่างสารแขวนลอยระเหยกับสารแขวนลอย	0.78 (0.08)	0.76 (0.05)	0.81 (0.04)
	อัตราส่วนระหว่างตะกอนแขวนลอยระเหยกับตะกอนแขวนลอย	-	0.91 (0.08)	0.84 (0.19)
	ทีเคเอ็น (มก./ล.ไนโตรเจน)	16.24 (2.8)	10.45 (2.82)	10.64 (0.56)
	แอมโมเนีย (มก./ล.ไนโตรเจน)	1.41 (0.41)	1.35 (0.29)	1.62 (0.86)
	ไนเตรท (มก./ล.ไนโตรเจน)	0.13 (0.41)	0.13 (0.29)	0.13 (0.86)

( ) แสดงค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

- การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาค่าความสกปรกซีโอดีทั้งหมดโดยไม่ได้ทำการศึกษาค่าความสกปรกซีโอดีละลายน้ำในการพิจารณาประสิทธิภาพของระบบดีเอชเอส การศึกษาเพิ่มเติมของระบบดีเอชเอสจึงควรทำการศึกษาพารามิเตอร์ค่าความสกปรกซีโอดีละลายน้ำเพิ่มเติม เพื่อประกอบการพิจารณาประสิทธิภาพการทำงานของระบบได้ดียิ่งขึ้น

- การศึกษาวิจัยระบบดีเอชเอสในครั้งนี้ ใช้น้ำเสียกากส่าในการทดลอง น้ำเสียกากส่าจัดเป็นน้ำเสียอุตสาหกรรมที่มีค่าความสกปรกสูงมาก ทั้งยังเป็นค่าความสกปรกที่บำบัดได้ยาก ทำให้การพิจารณาประสิทธิภาพการทำงานของระบบดีเอชเอสซึ่งจัดได้ว่าเป็นระบบบำบัดน้ำเสียรูปแบบใหม่นั้นค่อนข้างยาก ควรมีการใช้น้ำเสียประเภทอื่นๆ ในการทดลอง และศึกษาถึงประสิทธิภาพการทำงานของระบบดีเอชเอส เพื่อให้เข้าใจถึงประสิทธิภาพการทำงานของระบบดีเอชเอสได้ชัดเจนขึ้น