บทที่ 4

อภิปรายผล

บทที่ 4

อภิปรายผล

4.1 คุณลักษณะน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัด

ลักษณะของน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้น จะมีลักษณะเด่น ๆ ดังนี้คือ

- มีปริมาณสารอินทรีย์สูง (BOD เฉลี่ย 3,500 มก./ล, COD เฉลี่ย 7,500 มก./ล)
- มีปริมาณไนโตรเจนสูง (TKN เฉลี่ย 600 มก./ล)
- มีปริมาณซัลเฟตสูง (SO_4^{2-} เฉลี่ย 530 มก./ล)
- มีปริมาณสารของแข็งแขวนลอยสูง (SS เฉลี่ย 1,700 มก./ล) และ
- มีค่า pH สูงหรือต่ำขึ้นกับกระบวนการผลิตเป็นสำคัญ

ผลการศึกษาของคุณลักษณะน้ำเสียในครั้งนี้พบว่าสอดคล้องกับผลการศึกษาของนักวิจัยหลายท่านที่ผ่านมา อาทิ วันชัย แก้วยอด (2540) ได้รายงานว่าน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้นมีค่า BOD ระหว่าง 1,825 – 3,760 มก./ล. SS ระหว่าง 1,082 – 3,130 มก./ล. pH ระหว่าง 8.56 – 9.40 และพงศ์นรินทร์ ปราบนคร (2543) รายงานว่าน้ำเสียรวมของโรงงานน้ำยางข้นมีค่า pH เฉลี่ย 4.60, SS เฉลี่ย 510 $\pm$ 624 มก./ล. ค่าซัลเฟต เฉลี่ย 4,440 $\pm$ 436 มก./ล., COD เฉลี่ย 10,123 $\pm$ 620 มก./ล. และค่า BOD เฉลี่ย 6,650 $\pm$ 229 มก./ล. รวมถึงผลการศึกษาของแกมกาญจน์ รักษาพราหมณ์ (2539) ได้รายงานว่ามีซัลเฟตในน้ำเสียรวมของโรงงานน้ำยางข้นมากกว่า 300 มก./ล. และการศึกษาของ อาภรณ์ รักเกิด (2541) ซึ่งศึกษาถึงค่าปริมาณสารไนโตรเจนในน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้น พบว่ามีค่า TKN ระหว่าง 543 – 1,268 มก./ล. หรือคิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 889 มก./ล.

และเมื่อพิจารณาค่าสัดส่วนของ BOD และ COD ของน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้นที่ศึกษาพบว่า สัดส่วน BOD/COD มีค่าในช่วง 0.23 – 0.84 หรือคิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.52 ซึ่ง

สอดคล้องกับรายงานของ สุภัสรา ขุนศรี และคณะ (2542) ซึ่งรายงานว่าค่า BOD/COD ของโรงงานน้ำยางข้นและยางสกิมมีค่าระหว่าง 0.12 – 0.83 หรือคิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.56 ± 0.24 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้นเหมาะสมกับการเลือกบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระบบบำบัดแบบชีววิธี

การทราบข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้น ย่อมทำให้สามารถเลือกใช้เทคโนโลยีระบบบำบัดน้ำเสียมาใช้เพื่อลดมลสารต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมยิ่งขึ้น

เมื่อน้ำเสียผ่านการบำบัดแล้วจะมีการปนเปื้อนของสารมลพิษลดน้อยลง อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม ปี 2539 ซึ่งกำหนดว่าค่า BOD ต้องไม่มากกว่า 20 มก./ล. SS ต้องไม่มากกว่า 50 มก./ล. TKN ต้องไม่มากกว่า 100 มก./ล. และ COD ต้องไม่มากกว่า 120 มก./ล. (น้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้นเมื่อผ่านการบำบัดแล้วจะมีค่า BOD เฉลี่ยเท่ากับ 141 มก./ล. COD เฉลี่ยเท่ากับ 489 มก./ล. SS เฉลี่ยเท่ากับ 258 มก./ล. และ TKN เฉลี่ย 328 มก./ล.) จะเห็นว่าน้ำเสียแม้ว่าผ่านระบบบำบัดแล้วก็ยังคงมีคุณภาพน้ำที่สูงกว่าค่ามาตรฐานน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม และเมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้นก็พบว่ามีประสิทธิภาพโดยรวมสูง โดยพบว่ามีค่าร้อยละของการบำบัดสารอินทรีย์ในเทอม BOD_5 และ COD สูงถึงร้อยละ 90 และ 93 ตามลำดับ เหตุที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าลักษณะน้ำเสียโรงงานน้ำยางข้นประกอบด้วยสารอินทรีย์ที่สูงมากนั่นเอง แม้ความสามารถการบำบัดของระบบบำบัดที่ใช้จะทำได้สูงกว่า 90% ก็ย่อมทำให้น้ำเสียหลังการบำบัดแล้วยังมีสารอินทรีย์อยู่สูง

สำหรับสารปนเปื้อนในเทอม TKN พบว่าระบบบำบัดมีความสามารถบำบัดได้เฉลี่ยเพียงร้อยละ 69 และ TKN ในน้ำหลังการบำบัด มีค่า TKN เฉลี่ย 328 มก./ล. การที่ประสิทธิภาพในการลดค่า TKN ค่อนข้างน้อยสืบเนื่องมาจากข้อจำกัดของระบบบำบัดน้ำเสียนั่นเอง เพราะส่วนใหญ่ในปัจจุบันการออกแบบและสร้างระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้นได้มุ่งแต่การบำบัดน้ำเสียทางด้านสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่เท่านั้น

อย่างไรก็ตามหากพิจารณาถึงตัวแปรคุณภาพของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะเห็นว่ายังคงมีสารอินทรีย์สูง มีค่าสารอาหารในเทอม TKN, TP, SO_4^{2-} และ Mg สูง ซึ่งหากมีการนำน้ำดังกล่าวไปใช้ประโยชน์โดยเฉพาะการรดต้นไม้ ก็จะเอื้อประโยชน์ให้ต้นไม้สามารถเติบโตได้เป็นอย่างดี เนื่องจากมีธาตุอาหารที่พืชต้องการอยู่เป็นจำนวนมาก แต่หากมีการปล่อยออกสู่แหล่งรองรับน้ำธรรมชาติ ก็อาจส่งผลกระทบต่อแหล่งรองรับน้ำธรรมชาติเหล่านั้นได้

โดยอาจส่งผลให้แหล่งน้ำธรรมชาติเหล่านั้นเกิดการเน่าเสียและเกิดภาวะ eutrophication อันเนื่องมาจากสารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูง

อนึ่ง จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าในน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้น มี Mg ปนเปื้อนอยู่สูง และเมื่อผ่านการบำบัดแล้วยังคงมี Mg ปนเปื้อนในน้ำเสียระหว่าง 1.9 – 35.6 มก./ล. สาร Mg สามารถเกิดปฏิกิริยารวมกับสารอื่น ๆ ในน้ำเสีย อาทิ รวมตัวกับ SO_4^{2-} แล้วตกผลึกเป็น $MgSO_4$ ได้ ดังปรากฏว่าในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้น โดยเฉพาะในบ่อเติมอากาศซึ่งมีเครื่องเติมอากาศติดตั้งอยู่นั้น ส่วนใหญ่จะพบผลึกของสารประกอบ Mg อยู่ จากสภาพที่เกิดขึ้นของผลึกสารประกอบ Mg ดังกล่าว หากมีการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดนี้ไปสู่การบำบัดต่อหรือปั๊มไปยังเส้นท่อเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ สารประกอบ Mg ในน้ำเสียอาจจะเกิดการตกตะกอนและเป็นผลึกในเส้นท่อทำให้เกิดการอุดตันและก่อให้เกิดความเสียหายขึ้นได้ในระยะยาว

ข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพน้ำหลังการบำบัดที่ศึกษาได้ครั้งนี้จะใกล้เคียงกับในรายงานการศึกษาถึงคุณภาพน้ำหลังการบำบัดของโรงงานน้ำยางข้นในประเทศมาเลเซีย ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 ซึ่งพบว่าในน้ำเสียแม้ว่าผ่านการบำบัดแล้วยังมีสารอาหารในรูปเคมีที่พืชต้องการเป็นจำนวนมาก เช่น N, P, K และ Mg

ตารางที่ 4.1 คุณภาพน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้นก่อนและหลังการบำบัดในประเทศมาเลเซีย

ตัวแปรคุณภาพน้ำ	น้ำเสียก่อนบำบัด	น้ำเสียหลังบำบัด	% การกำจัด
BOD	3,524	153	96.0
COD	4849	529	89.0
Total Nitrogen	602	202	66.4
Ammonia Nitrogen	466	134	71.2
SS	818	359	56.1
pH	4.8	7.8	-

หมายเหตุ : หน่วย = mg/l ยกเว้น pH

ที่มา : Maheswaran, A. and John, C.K, 1991

ตารางที่ 4.2 คุณภาพน้ำเสียหลังการบำบัดของโรงงานน้ำยางข้นในประเทศมาเลเซีย

ตัวแปรคุณภาพน้ำ	หน่วย
pH	5.50 (4.22 – 7.00)
N	563 (121 – 1,310)
P	60 (27 – 149)
K	386 (68 – 1,050)
Mg	44 (26 – 68)

หมายเหตุ : หน่วย = mg/l ยกเว้น pH

ที่มา : Maheswaran, A. and John, C.K, 1991

4.2 ปริมาณน้ำใช้และน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้น

ในปี 2540 วันชัย แก้วยอด ได้ศึกษาพบว่าโรงงานน้ำยางข้นในจังหวัดสงขลามีอัตราการใช้น้ำเพื่อการผลิต ระหว่าง 2.8 – 60.24 ลบ.ม./ตันน้ำยางข้น หรือคิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.08 ลบ.ม./ตันน้ำยางข้น และในปี 2544 กรมโรงงานอุตสาหกรรมโดยคณะกรรมการอุตสาหกรรมสาขายางพารา ได้ศึกษาและพบว่าเกณฑ์การป้องกันมลพิษ สำหรับการใช้น้ำในโรงงานน้ำยางข้นมีค่าเท่ากับ 5.2 ลบ.ม./ตันน้ำยางข้น และได้มีมติให้ใช้ค่าการใช้น้ำ 5.0 ลูกบาศก์เมตร/ตันน้ำยางข้น เป็นเกณฑ์การป้องกันมลพิษ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวมีค่าที่เป็นไปในแนวเดียวกันกับผลการศึกษาที่ได้ในครั้งนี้ โดยผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าอัตราการใช้น้ำของโรงงานน้ำยางข้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.25 ลบ.ม./ตันน้ำยางข้น

และสำหรับปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นของโรงงานน้ำยางข้น การศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดน้ำเสียของกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและการผลิตยางสกิมมีค่าเท่ากับ 4.01 ลบ.ม./ตันน้ำยางข้น และ 20.82 ลบ.ม./ตันยางสกิม ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวมีผลที่คล้ายกับผลการศึกษาของ วันชัย แก้วยอดในปี 2540 และพงค์นครินทร์ ปราบนคร ในปี 2543 กล่าวคือ วันชัย แก้วยอดได้รายงานว่าน้ำเสียรวมจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นมีค่าระหว่าง 2.71 – 5.46 ลบ.ม./ตันน้ำยางข้น และน้ำเสียรวมของกระบวนการผลิตยางสกิมมีค่าระหว่าง

24.9 – 65.33 ลบ.ม./ตันยางสกิม และพงศ์นรินทร์ ปราบนคร ได้รายงานว่าน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นมีอัตราการไหลไม่คงที่ มีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 1.54 $\pm$ 0.06 ลบ.ม./ตันน้ำยางข้น และน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 $\pm$ 0.05 ลบ.ม./ตันผลิต และน้ำเสียรวมของโรงงานน้ำยางข้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.45 $\pm$ 0.11 ลบ.ม./ตันการผลิต

4.3 สารเคมีที่ใช้ในโรงงานน้ำยางข้น

โรงงานน้ำยางข้นมีการใช้สารเคมีหลายตัวในการผลิต แต่หลัก ๆ ได้แก่ สารแอมโมเนีย, DAP, H_2SO_4, ZnO และ TMTD ฯลฯ ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าอัตราการใช้สารเคมีในการผลิตน้ำยางข้นและยางสกิมสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 4.3 และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของกรมโรงงานอุตสาหกรรมในปี 2544 พบว่ามีค่าที่ไปในแนวเดียวกัน และเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การป้องกันมลพิษของอุตสาหกรรมน้ำยางข้น ซึ่งเป็นมติจากที่ประชุมของคณะกรรมการรายสาขาอุตสาหกรรมยางพารา ดังแสดงค่ากำหนดของเกณฑ์ต่าง ๆ ในตารางที่ 4.4 จะพบว่าค่าของอัตราการใช้สารเคมีในโรงงานน้ำยางข้นโดยเฉลี่ยหรือจากค่ามัธยฐานจากการศึกษาครั้งนี้จะมีค่าที่ใกล้เคียงกับค่ากำหนดเกณฑ์การป้องกันสารมลพิษที่กำหนดโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม

4.4 เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย

ปีหนึ่ง ๆ ประเทศไทยสามารถผลิตยางได้เป็นจำนวนมาก ในขณะเดียวกันก็มีการผลิตน้ำเสียเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากเช่นกัน ผลจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าทุกโรงงานน้ำยางข้นมีการรับผิดชอบบำบัดน้ำเสียที่ผลิตขึ้น โดยการมีระบบบำบัดน้ำเสียประเภทชีววิธีในรูปแบบที่แตกต่างกันดังกล่าวรายละเอียดในผลการศึกษา อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้นมีข้อสังเกตว่า ส่วนใหญ่โรงงานน้ำยางข้นยังใช้ระบบบ่อปรับเสถียรร่วมด้วยเสมอ ซึ่งประกอบด้วยบ่อไร้อากาศ บ่อกึ่งมีอากาศ และบ่อมีอากาศ ซึ่งเป็นระบบบำบัดที่ใช้หลักธรรมชาติช่วยในการบำบัด และเมื่อมีการทบทวนข้อมูลในอดีตทั้งจากการทบทวนเอกสาร และสอบถามถึงการพัฒนาปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของแต่ละโรงงานน้ำยางข้นที่ได้ทำการศึกษาในภาคสนาม พบว่าโรงงานน้ำยางข้นได้มีแนวโน้มว่าจะมีการปรับ

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบอัตราการใช้สารเคมีในโรงงานน้ำยางข้น

สารเคมีที่ใช้	ผลการศึกษาครั้งนี้ (ตัน/น้ำยางข้น)		ผลการศึกษาโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม*
	ค่า mean	ค่า median	
Ammonia	15.22	50.40	21.1 และ 14.1 ก.ก./ตันน้ำยางข้นสำหรับผลิต HA และ LA ตามลำดับ
H_2SO_4	114.7**	92.0**	211 ก.ก./ตันเนื้อแห้งในหางน้ำยาง
ZnO	0.83	0.64	-
TMTD	0.83	0.64	-
DAP	2.71	2.0	2.26 ก.ก./ตันน้ำยางข้น

หมายเหตุ * : เป็นค่า median

** : หน่วย ก.ก./ตันยางสกิม

ตารางที่ 4.4 ค่าเกณฑ์การป้องกันมลพิษของประเภทอุตสาหกรรมน้ำยางข้น

1. การสูญเสียเนื้อยาง		5	ร้อยละของเนื้อยางแห้งในน้ำยางสด (%)
2. การใช้แอมโมเนีย	HA*	20	กิโลกรัม/ตันน้ำยางข้น
	LA*	14	กิโลกรัม/ตันน้ำยางข้น
3. การใช้น้ำ		5.0	ลบ.ม./ตันน้ำยางข้น
4. การใช้ DAD		2.20	ก.ก./ตันน้ำยางข้น
5. การใช้ไฟฟ้า		90.0	กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตันน้ำยางข้น
6. การใช้กรด H_2SO_4		200	กิโลกรัม/ตันน้ำยางแห้งในหางน้ำยาง

* HA คือ การผลิตน้ำยางข้นชนิด High Ammonia, LA คือ การผลิตน้ำยางข้นชนิด Low Ammonia

เปลี่ยนเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียจากระบบปรับเสถียรซึ่งเป็นบ่อธรรมชาติมาใช้ระบบบำบัดน้ำเสียที่ต้องอาศัยเทคโนโลยีสูงขึ้น เช่นการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเป็นการใช้ระบบ aerated lagoon เพิ่มเติมในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร รวมถึงการพัฒนาหรือปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเป็นระบบประเภท activated sludge มากขึ้น นอกจากนี้จะเห็นว่าด้วยมูลเหตุที่น้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้นมีค่าสารปนเปื้อนในรูปสารอินทรีย์สูง การใช้ระบบบำบัดแบบมีอากาศย่อมทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากต้องเสียค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าซึ่งใช้สำหรับเครื่องเติมอากาศ และหากโรงงานยังต้องการที่จะจ่ายค่าพลังงานสำหรับบำบัดน้ำเสียจำนวนน้อย ก็หลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะต้องใช้ระบบบำบัดแบบไร้อากาศ แต่ระบบบำบัดแบบไร้อากาศที่ใช้อยู่ส่วนใหญ่จะเป็นบ่อไร้อากาศ (anaerobic pond) ซึ่งได้ก่อให้เกิดปัญหากลิ่นเหม็นและกลายเป็นปัญหาเหตุเดือดร้อนรำคาญแก่ชุมชนที่อยู่รอบ ๆ โรงงาน การหลีกเลี่ยงที่จะไม่ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียประเภทระบบไร้อากาศคงจะมิใช่ง่ายนักหากทางโรงงานมีข้อจำกัดในด้านการใช้ระบบบำบัดแบบมีอากาศ อย่างไรก็ตามที่ผ่านมาพบว่าได้มีแนวโน้มของการที่ทางโรงงานน้ำยางข้นมีการเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศที่เป็นระบบปิดมาแทนที่ระบบบ่อไร้อากาศซึ่งเป็นบ่อธรรมชาติกลางแจ้งที่เป็นระบบเปิด ดังที่เห็นได้จากการที่โรงงานน้ำยางข้นบางแห่งได้ขานรับระบบ UASB มาใช้บำบัดน้ำเสีย ระบบดังกล่าวเป็นระบบบำบัดภายใต้สภาวะไร้อากาศแบบปิด มีการควบคุมปริมาณซัลเฟต และสามารถควบคุมก๊าซที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นซึ่งเกิดขึ้นภายใต้ปฏิกิริยาแบบไร้อากศได้ง่าย จึงทำให้สามารถควบคุมและแก้ไขปัญหากลิ่นเหม็นจากระบบบำบัดน้ำเสียได้ดีกว่าระบบบำบัดแบบบ่อไร้อากาศ

การที่โรงงานน้ำยางข้นได้มีการปรับปรุงพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียจากเดิมที่เป็นระบบบ่อปรับเสถียรมาเป็นระบบที่อาศัยการทำงานโดยใช้เครื่องกลเพิ่มมากขึ้นและเป็นการบำบัดภายใต้ปฏิกิริยาแบบมีอากาศมากขึ้น ส่วนใหญ่มีสาเหตุจากความต้องการแก้ไขปัญหากลิ่นเหม็นที่เกิดขึ้น เพราะการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียภายใต้ปฏิกิริยาแบบมีอากาศนั้น (ระบบ aerated lagoon หรือระบบ activated sludge) ย่อมทำให้กลิ่นเหม็นน้อยลงเพราะไม่เกิดก๊าซที่มีกลิ่นเหม็นรุนแรงเช่น H_2S โรงงานจึงมีการปรับเปลี่ยนและพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียจากระบบบ่อธรรมชาติมาใช้ระบบบำบัดน้ำเสียประเภท aerated lagoon หรือ activated sludge มากขึ้น การดำเนินการดังกล่าว ย่อมทำให้โรงงานน้ำยางข้นต้องการบุคลากรที่มีความรู้และมีทักษะสูงในการควบคุมดูแลระบบบำบัดให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่าโรงงานน้ำยางข้นยังประสบปัญหาด้านการขาดแคลนบุคลากร

ที่จะมาควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียอยู่ค่อนข้างมาก ดังนั้นการฝึกอบรมให้ความรู้แก่ผู้ที่ดูแลรับผิดชอบระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้นอย่างต่อเนื่องโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อาทิ อุตสาหกรรมจังหวัด หรือการถ่ายทอดความรู้จากสถาบันการศึกษาย่อมส่งผลให้การใช้เทคโนโลยีระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้นเกิดประสิทธิภาพและส่งผลให้มลภาวะของมลพิษทางน้ำและอากาศลดน้อยลงได้ นอกจากนี้ การศึกษาวิจัยและพัฒนาเพื่อให้ได้เทคโนโลยีของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้นที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง ย่อมส่งผลให้การจัดการน้ำเสียของโรงงานยางเกิดความสัมฤทธิ์ผลได้มากขึ้น ดังกล่าวมาแล้วว่า น้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้นมีลักษณะพิเศษโดยประกอบด้วยสารมลพิษเด่น ๆ คือ สารอินทรีย์ สารของแข็งแขวนลอย ไนโตรเจน และซัลเฟตสูง การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อบำบัดมลสารเหล่านั้นให้ได้ผล จำเป็นต้องใช้ระบบบำบัดที่มีการทำงานซับซ้อนมากขึ้น หรือต้องใช้เทคโนโลยีที่มีความหลากหลายมากขึ้นเข้าช่วย การศึกษาวิจัยด้านเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้นที่ผ่านมายังมีค่อนข้างจำกัด ทำให้องค์ความรู้เพื่อใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมโดยลดหรือกำจัดมลสารในน้ำเสียได้ทุกมลสาร มีค่าใช้จ่ายต่ำ และส่งผลกระทบสิ่งแวดล้อมอื่นน้อยนั้นมีจำกัด ฉะนั้นสถาบันการศึกษาหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรหันมาสนใจในการศึกษาวิจัยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้นให้มากขึ้น

และด้วยคุณลักษณะที่น้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้นเมื่อผ่านการบำบัดระบบบำบัดทางชีววิธีด้วยการบำบัดขั้นทุติยภูมิแล้วยังพบว่ามีมลสารในรูปสารอาหาร เช่น N, P, และ Mg ค่อนข้างสูง การศึกษาวิจัยเพื่อนำน้ำเสียดังกล่าวไปใช้ประโยชน์โดยเฉพาะ land disposal/land application ซึ่งมีการปลูกพืชร่วมด้วยก็จะเป็นประโยชน์อย่างมาก การศึกษาวิจัยทางด้าน land disposal ของน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้นพบว่ามีค่อนข้างน้อย จึงเห็นควรให้มีการศึกษาวิจัยในด้านดังกล่าวให้มากขึ้น เพราะจะเกิดประโยชน์ของการนำน้ำเสียมาใช้ใหม่ได้มากขึ้นและสามารถนำไปสู่การใช้งานได้อย่างเป็นรูปธรรมได้

อนึ่ง แม้ว่าโรงงานน้ำยางข้นหลายโรงงานได้เริ่มใช้ aerated lagoon และมีแนวโน้มว่าอาจมีการเปลี่ยนเป็น activated sludge มากขึ้นในอนาคต ดังนั้น ปัญหาของกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียดังกล่าวอาจเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นได้ในอนาคต ซึ่งปัจจุบันยังพบว่าปัญหากากตะกอนยังมีน้อยเนื่องจากทางโรงงานยังมีการใช้เทคโนโลยีการบำบัดแบบ activated sludge ไม่มากนัก และส่วนใหญ่ยังไม่มีการดูแลหรือควบคุมให้มีการนำตะกอนส่วนเกินออกจากระบบ

บำบัดน้ำเสียอย่างสม่ำเสมอ ปัญหากากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้นจึงยังไม่ปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจนในปัจจุบัน

4.5 ปัญหามลภาวะของของเสียจากโรงงานน้ำยางข้น

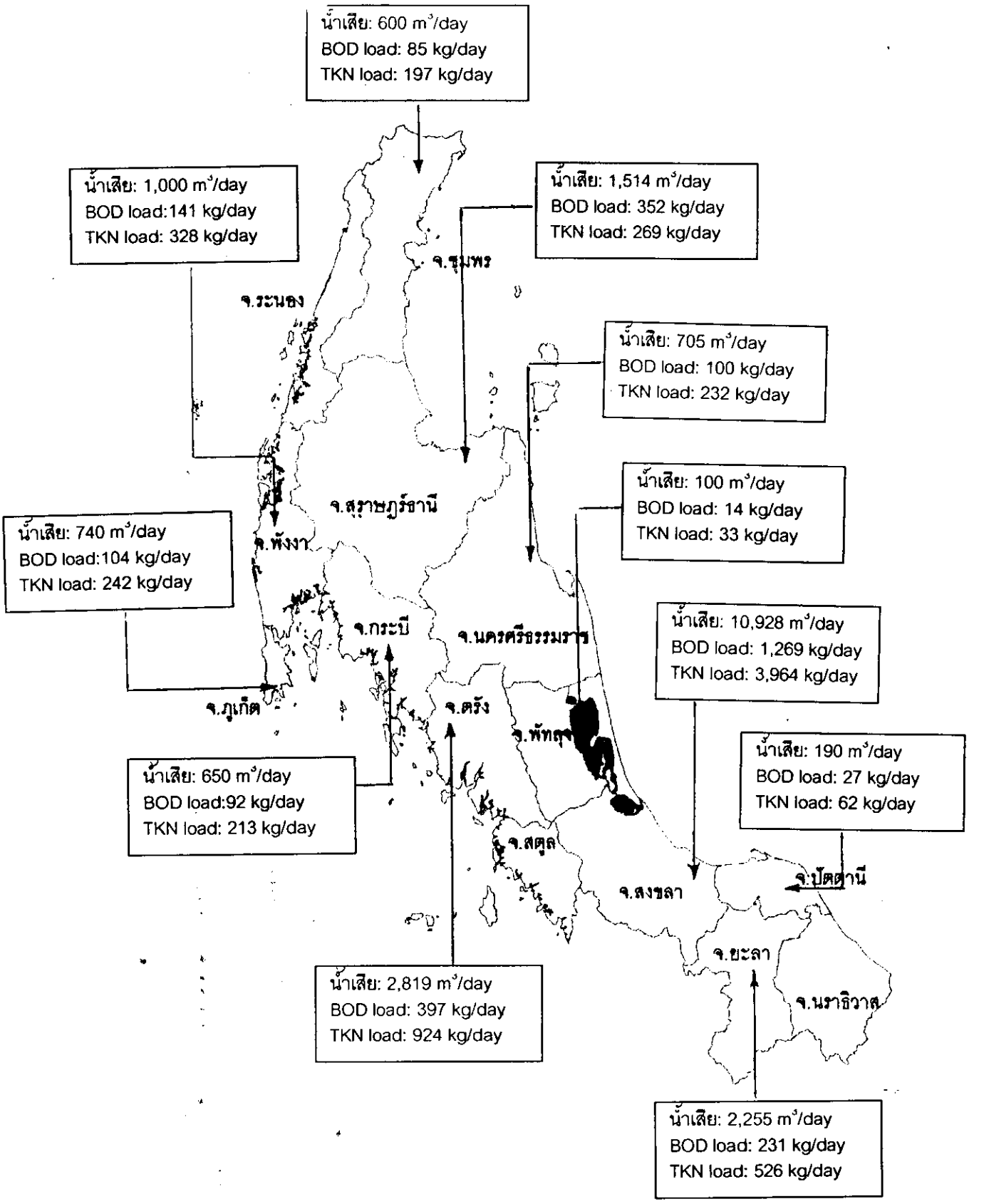
กรรมวิธีการผลิตน้ำยางข้นที่สำคัญ คือ การพยายามไล่น้ำออกเพื่อให้เหลือปริมาณเนื้อยางแห้งในสัดส่วนที่มากขึ้น เมื่อคำนวณเปรียบเทียบกับน้ำหนักของยางทั้งหมด ปกติน้ำยางจะมีเนื้อยางอยู่ประมาณ ร้อยละ 30 – 40 แต่เมื่อทำเป็นน้ำยางข้นแล้วจะมีน้ำยางแห้งร้อยละ 60 ของน้ำหนักโดยรวม ซึ่งน้ำยางข้นนี้สามารถเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตสินค้าสำคัญมากมาย เช่น ตุ๊กตาสำหรับเด็ก กาว ลูกโป่ง ถุงมือ เบาะนั่ง ใช้เป็นส่วนผสมของสีทาบ้าน ที่นอน เสื้อกันฝน ฯลฯ น้ำยางข้นเป็นอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับบุคคลหลายฝ่าย คือ (1) เกษตรกร (2) โรงงานน้ำยางข้น และ (3) โรงงานอุตสาหกรรมปลายน้ำที่ใช้ผลิตภัณฑ์น้ำยางข้นไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มากมาย ในการประมวลประเด็นปัญหามลภาวะของของเสียจากโรงงานน้ำยางข้น มีประเด็นหลัก ๆ คือ

- น้ำเสีย

จัดเป็นของเสียที่เกิดขึ้นและโรงงานต้องรับผิดชอบการบำบัด หากพิจารณาถึงปริมาณความสกปรกของน้ำทิ้งในเทอมของสิ่งสกปรกต่าง ๆ จะพบว่าโรงงานน้ำยางข้นในภาคใต้จะมีน้ำเสียเกิดขึ้นประมาณวันละ 21,500 ลบ.ม./วัน แต่จะมีโรงงานที่มีการระบายน้ำเสียออกสู่ภายนอกโรงงานจำนวน 28 แห่ง และก่อให้เกิดน้ำเสียขึ้นประมาณ 13,656 ลบ.ม./วัน ดังแสดงในตารางที่ 4.5 โรงงานแต่ละโรงจะผลิตสิ่งสกปรกในรูปของบีโอดี และTKN ระหว่าง 5.6– 236 กิโลกรัม/วัน และ 2.65 – 764 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ ซึ่งจะมีความแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นกับความสามารถของระบบบำบัดและปริมาณน้ำเสียของแต่ละโรงงาน เมื่อประมวลถึงระดับความมากน้อยของสิ่งปนเปื้อนในเทอมของสารอินทรีย์และปริมาณน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้นจำแนกในภาคใต้ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.1 และเมื่อพิจารณาถึงคุณสมบัติน้ำทิ้ง (น้ำเสียผ่านการบำบัดแล้ว) ของโรงงานน้ำยางข้นพบว่าจะไม่ผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งที่ประกาศโดย

ตารางที่ 4.5 ประมาณการน้ำเสียและปริมาณสารอินทรีย์และTKNของโรงงานน้ำยางข้น ที่ระบายน้ำเสียออกสู่ภายนอกโรงงานในภาคใต้

โรงงาน	ปริมาณน้ำเสีย (m3/day)	BOD-load (kg BOD/day)	TKN-load (kg TKN/day)
48	600	84.6	196.8
43	1680	236.88	551.04
37	900	126.9	295.2
32	1200	169.2	393.6
40	800	87.2	262.4
46	500	70.5	164
41	250	35.25	82
39	168	25.704	26.04
33	750	105.75	246
47	200	28.2	65.6
35	270	38.07	88.56
36	800	100.8	311.2
52	600	63	3.024
55	200	27.2	7
50	120	16.92	39.36
3	143	20.16	46.90
7	375	15	57
20	250	35.25	82
21	300	42.3	98.4
16	300	42.3	98.4
14	200	28.2	65.6
22	150	21.15	49.2
23	800	112.8	262.4
19	200	28.2	65.6
17	250	35.25	82
15	250	35.25	82
29	1000	141	328
24	400	56.4	131.2



รูปที่ 4.1 ปริมาณน้ำเสีย และปริมาณความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ และTKN ของโรงงานน้ำยางข้นในภาคใต้จำแนกตามรายจังหวัด

กระทรวงอุตสาหกรรมปี 2539 ทั้งนี้เนื่องจากโรงงานประเภทนี้มีน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ สูง ทั้งสารอินทรีย์ ของแข็งแขวนลอย และสารอาหาร ดังนั้นหากพิจารณาเทคโนโลยีที่ใช้ในปัจจุบันซึ่งมีความสามารถในการลดค่าปนเปื้อนต่าง ๆ ได้เกือบ 100% แต่ก็ยังทำให้คุณภาพน้ำไม่สามารถผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรมได้

- **มลพิษทางอากาศ**

เป็นที่ทราบกันดีว่ากลิ่นเหม็นอันเนื่องมาจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้น นับว่าเป็นมลพิษทางอากาศที่สำคัญ กลิ่นดังกล่าวเกิดขึ้นเพราะเป็นสารประกอบประเภท H_2S ซึ่งเกิดจากการบูดเน่าในปฏิกิริยาแบบไร้อากาศ ทั้งนี้เพราะน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้นประกอบด้วยสารอินทรีย์และซัลเฟตสูง ส่งผลให้ความสามารถในการบำบัดน้ำเสียของบ่อไร้อากาศในระบบบำบัดที่ใช้อยู่ของโรงงานน้ำยางข้นก่อให้เกิดก๊าซ H_2S ซึ่งมีกลิ่นเหม็นและเป็นพิษ

พัฒนวรรณ วิทยกุล (2544) ได้ศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อไร้อากาศ พบว่ามีก๊าซซึ่งเกิดจากกระบวนการย่อยสลายแบบไร้อากาศขึ้น ก๊าซดังกล่าวเมื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซในรูปร้อยละของก๊าซต่าง ๆ คือ O_2, N_2, CO_2 และ CH_4 พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ออกซิเจนอยู่ระหว่าง 2.8 – 17.0% เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนระหว่าง 0 – 43.56% เปอร์เซ็นต์คาร์บอนไดออกไซด์ ระหว่าง 8.99- 14.38% และมีเปอร์เซ็นต์มีเทนอยู่ระหว่าง 38.02 – 73.32% นอกจากนี้ได้ทำการวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นของก๊าซ H_2S ที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายในบ่อไร้อากาศของน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้นพบว่ามีความเข้มข้นสูงประมาณ 204.8 – 224.1 mg/m^3 และพัฒนวรรณ วิทยกุล ได้ทำการศึกษาการบำบัดก๊าซ H_2S ที่เกิดขึ้นจากระบบบ่อไร้อากาศที่บำบัดน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้นด้วยระบบการกรองทางชีวภาพ (Biofiltration) ภายใต้เงื่อนไขการทดลองที่ต่างกันของวิธีการป้อนก๊าซเข้าสู่ระบบ ชนิดของตัวกรองและความสูงของชั้นกรอง พบว่าความสามารถในการบำบัดก๊าซ H_2S จะแตกต่างกันเมื่อใช้ตัวกรองต่างชนิดกัน โดยประสิทธิภาพในการบำบัดของ biofilter ที่รับก๊าซที่เกิดจากน้ำเสียโดยตรงที่ความสูงของชั้นกรอง 20 cm. สำหรับตัวกรองใยมะพร้าว, composted material และใยมะพร้าวร่วมกับ composted material มีค่าเฉลี่ย 56.85%, 63.72% และ 59.42% ตามลำดับ และประสิทธิภาพในการบำบัดของ biofilter ที่รับก๊าซที่ส่งผ่านทางเส้นท่อที่ความสูงของชั้นกรอง 20 cm. สำหรับ

ตัวกรองใยมะพร้าว, composted material และใยมะพร้าวร่วมกับ composted material มีค่าเฉลี่ย 77.54%, 81.96% และ 79.58% ตามลำดับ และเมื่อความสูงของชั้นกรองเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพการบำบัดก๊าซ H_2S ของ biofilter เพิ่มขึ้นด้วย อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของก๊าซ H_2S หลังการบำบัดด้วยระบบกรองทางชีวภาพยังมีค่าความเข้มข้นในช่วง 41.6 – 94.47 mg/m^3 (27.73 – 62.98 ppm) ซึ่งยังเป็นช่วงค่าความเข้มข้นที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตได้ ซึ่งค่าความสามารถในการรับรู้กลิ่นของ H_2S ของแต่ละบุคลมีความแตกต่างกันโดยมีค่าในช่วง 0.025 – 0.1 ppm H_2S มีผลต่อสุขภาพ หากมีการหายใจเอา H_2S ที่มีความเข้มข้นสูง ๆ จะทำให้หมดสติได้ และมีความเข้มข้นต่ำจะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจและตา จึงควรหลีกเลี่ยงการหายใจก๊าซนี้สู่ร่างกาย

การแก้ปัญหามลพิษทางอากาศ โดยมีแหล่งกำเนิดมาจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้นสามารถดำเนินการได้ โดยปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียให้เป็นระบบที่ทำงานภายใต้การย่อยสลายในภาวะที่มีอากาศ แต่อย่างไรก็ตาม ทางโรงงานจำเป็นต้องรับภาระค่าใช้จ่ายจากการที่ต้องใช้ไฟฟ้าเพื่อเป็นค่าพลังงานในการทำงานของเครื่องเติมอากาศให้กับระบบบำบัดน้ำเสียด้วย นอกจากนี้การศึกษาเพื่อหาเทคโนโลยีที่มีค่าใช้จ่ายต่ำแต่มีประสิทธิภาพสูงในการแก้ไขปัญหากลิ่นเหม็นจากระบบบำบัดน้ำเสีย ยังเป็นสิ่งที่ท้าทายสำหรับนักวิชาการและนักวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

- **กากขี้แป้ง**

ในปัจจุบันกากขี้แป้งที่เกิดขึ้นในแต่ละโรงงานพบว่ามีอยู่จำนวนมากคำนวณโดยคร่าว ๆ ได้ว่าในแต่ละวันโรงงานน้ำยางข้นในภาคใต้จะเกิดกากขี้แป้งและต้องกำจัดทิ้งไม่น้อยกว่าวันละ 2-173 ตัน และส่วนใหญ่ถูกกำจัดทิ้งโดยการเทกองหรือฝังกลบ

แม้ว่ากากขี้แป้งจะมีองค์ประกอบด้วยธาตุอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ แต่การใช้ประโยชน์ของกากขี้แป้งเพื่อเป็นปุ๋ยให้กับพืชยังพบว่ามีการศึกษาน้อยมาก วราศรี เถกประสิทธิ์ (2543) ได้ศึกษาถึงการใช้ประโยชน์จากกากขี้แป้งโดยทดสอบกับการปลูกหญ้าสนาม พบว่าสามารถใช้กากขี้แป้งแทนปุ๋ยเคมีได้เป็นอย่างดี แต่ในกากขี้แป้งมี Zn ปนเปื้อนอยู่สูง และมีเนื้อยางปนเปื้อนอยู่เป็นจำนวนมาก การนำไปใช้ประโยชน์โดยการนำไปผสมในดินเพื่อให้เป็นธาตุอาหารแก่พืชนั้น เนื้อยางในกากขี้แป้งอาจทำให้คุณสมบัติของดินเปลี่ยนแปลง

ได้ในระยาวหากมีการใช้กากขี้แป้งจำนวนมาก เพราะเนื้อยางย่อยสลายได้ค่อนข้างยากและอาจเกิดการอุดตันบนผิวดินหรือระหว่างดิน ทำให้การดูดซับน้ำของดินลดน้อยลงได้ อย่างไรก็ตาม เป็นเพียงข้อสังเกต การศึกษาวิจัยเพื่อหาผลกระทบจากการใช้กากขี้แป้งเป็นปุ๋ยให้กับพืชมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาข้อสรุปถึงผลดีผลเสียต่อไป