

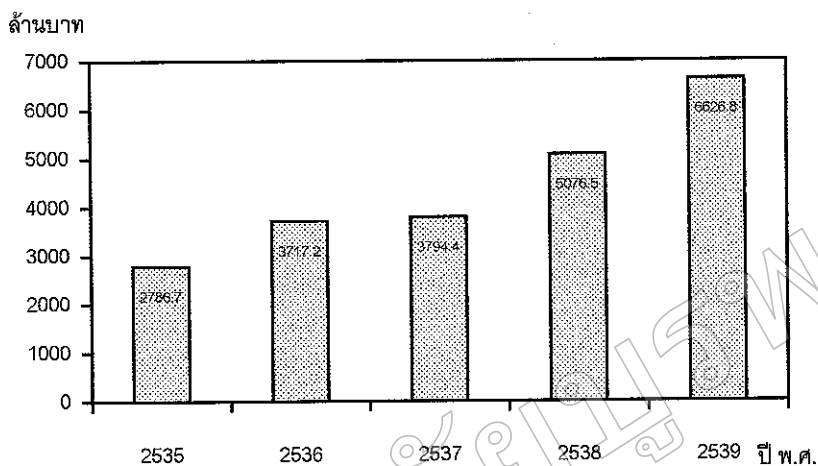
บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นหนึ่งในหกประเทศที่เป็นผู้ผลิตและส่งออกยางดิบธรรมชาติรายใหญ่ของโลกโดยในปี พ.ศ. 2535 ผลิตได้ประมาณ 1.5 ล้านตัน นับว่าผลิตได้มากที่สุดในโลก คือ คิดเป็นร้อยละ 25 ของผลผลิตทั้งหมดของโลก ทำรายได้เข้าประเทศกว่า 2.7 หมื่นล้านบาท (สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, 2537) สาเหตุที่ไทยกลายมาเป็นผู้ผลิตและส่งออกยางดิบธรรมชาติอันดับหนึ่งของโลกมีสามประการคือ ประการที่หนึ่ง ประเทศมาเลเซียซึ่งเคยเป็นผู้ผลิตอันดับหนึ่งได้ลดพื้นที่การปลูกยางธรรมชาติ โดยหันไปปลูกปาล์มแทนตั้งแต่ปี 2500 เป็นต้นมา และรัฐบาลไทยมีนโยบายส่งเสริมการใช้ยางธรรมชาติในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางในประเทศมากขึ้นในช่วงปี 2529-2538 ประการที่สอง สถาบันวิจัยยางของไทย ได้ทำการปรับปรุงพันธุ์ยาง จนได้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำยางต่อไร่สูง และกองทุนส่งเสริมการทำการทำสวนยาง เป็นผู้นำการปลูกยางพันธุ์ใหม่แทนยางพื้นเมืองอย่างเป็นล่ำเป็นสันมาตั้งแต่ปี 2503 (ปราณี ทินกร, 2523) และประการสุดท้าย คือ มีการขยายพื้นที่เพาะปลูกยางพาราในประเทศมากขึ้น เพิ่มขึ้นจาก 8.8 ล้านไร่ในปี 2522 เป็น 11 ล้านไร่ในปี 2533 โดยขยายพื้นที่ปลูกทางภาคตะวันออกและตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนั้นจึงทำให้ผลผลิตน้ำยางโดยรวมเพิ่มสูงขึ้น มีแนวโน้มว่าผลผลิตน้ำยางสดของไทยจะเพิ่มสูงขึ้นอีกภายในระยะเวลา 10 ปีข้างหน้า

ปริมาณการใช้ยางดิบสำหรับอุตสาหกรรมในประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะน้ำยางชั้นในปี 2535 น้ำยางชั้นถูกใช้ในอุตสาหกรรมถุงมือยาง ถุงยางอนามัยและอื่น ๆ 1.05 แสนตันเพิ่มจากปี 2530 ซึ่งใช้เพียง 2.9 หมื่นตัน คิดเป็นอัตราเพิ่มเฉลี่ยปีละ 50% ปริมาณการใช้ยางแผ่นรมควัน ขางแท่ง ขางแผ่นผึ่งแห้งและขางเคปรในปี 2535 คิดเป็นจำนวนประมาณ 8 หมื่นตันเพิ่มจาก 4.7 หมื่นตันในปี 2530 คิดเป็นอัตราเพิ่มเฉลี่ยประมาณปีละ 13.9% ปริมาณการใช้น้ำยางชั้นและยางแผ่นดิบในประเทศที่เพิ่มขึ้นนี้เนื่องมาจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมการผลิตถุงมือยาง โดยเฉพาะประเภทถุงมือตรวจโรค (examination glove) อุตสาหกรรมยางรถยนต์และรถจักรยานตามลำดับ



ภาพที่ 1 มูลค่าการส่งออกถุงมือยางปี 2535 – 2539 (นุชนาฏ ณ ระนอง, 2541)

ผลิตภัณฑ์ส่งออกที่มีมูลค่าสูงสุดตามรายงานของศูนย์สถิติการพาณิชย์คือผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง ซึ่งในปี 2539 มีมูลค่าส่งออกถึง 6,626.79 ล้านบาท และในปี 2540 เฉพาะระหว่างเดือนมกราคมถึง พฤษภาคมมีมูลค่าส่งออกถึง 2,730 ล้านบาท (ดังภาพที่1) ปัจจัยสำคัญที่ทำให้อุตสาหกรรมนี้เติบโตอย่างรวดเร็วได้แก่

1. การขยายตัวของความต้องการถุงมือยางในตลาดโลก เพื่อป้องกันการติดต่อโรคเอดส์
2. การที่สินค้าไทยได้รับสิทธิพิเศษทางภาษีศุลกากรจากอเมริกา ไม่ต้องเสียภาษีนำเข้า 3.75% (ในขณะที่สินค้าจากมาเลเซียต้องเสีย)
3. ไทยมีวัตถุดิบ คือ น้ำยางข้น และค่าแรงงานต่ำ
4. การผลิตถุงมือประเภทถุงมือตรวจโรค ใช้เทคโนโลยีไม่ยุ่งยาก ผู้ผลิตสามารถขยายกำลังการผลิตได้ง่ายและรวดเร็ว

จะเห็นว่าภายในระยะเวลาเพียงไม่กี่ปี มูลค่าการส่งออกถุงมือยางเพิ่มขึ้นเป็นพันล้านบาท และมีแนวโน้มของการขยายตัวสูงเพราะมีแหล่งวัตถุดิบภายในประเทศ และกำลังได้รับการส่งเสริมการลงทุนจากรัฐบาลในการเปลี่ยนวัตถุดิบยางพาราให้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้า และเป็นการลดการนำเข้าจากต่างประเทศ นอกจากนี้รัฐบาลโดยคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนได้สนับสนุนโดยอนุมัติแก่ผู้ขอรับการลงทุนทั้งหมด 102 รายและผู้ที่ไม่ขอรับการส่งเสริมการลงทุนอีก 3 ราย รวมเป็น 105 ราย ให้ตั้งโรงงานผลิตถุงมือยางโดยเฉพาะถุงมือใช้ในการแพทย์ที่ใช้ครั้งเดียวทิ้ง ซึ่งตลาดมีความต้องการมาก (จำนง คงศิลป์, 2532)

อุตสาหกรรมการผลิตถุงมือยางอาจก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากน้ำเสียที่ออกมาจากกระบวนการผลิต ซึ่งมีส่วนประกอบของยางและสารแขวนลอยต่าง ๆ เป็นจำนวน

มาก ในขั้นตอนการผลิตถุงมือนั้นต้องใช้น้ำยางข้นประมาณ 60% (60% dry rubber content) เป็นวัตถุดิบในการผลิต นอกจากนี้ยังมีแป้ง (starch) ที่ใช้เคลือบถุงมือ ซึ่งแป้งประกอบด้วยสารโพลีแซ็กคาไรด์ (polysaccharides) สองชนิดที่แตกต่างกัน คือ อะมิโลส (amylose) กับ อะมิโลเพกติน (amylopactin) สารอะมิโลสละลายน้ำได้ แต่จะทำให้เกิดการรวมตัวและตกตะกอน ส่วนอะมิโลเพกตินไม่ละลายน้ำแต่จะพองตัวและเกิดเป็นเจลเมื่อถูกความร้อนจัด สัดส่วนของสารทั้งสองชนิดขึ้นอยู่กับชนิดของแป้ง เช่น แป้งข้าวโพดมีสารอะมิโลสอยู่ 23% อะมิโลเพกติน 77% จึงเป็นเหตุให้น้ำเสียจากโรงงานผลิตถุงมือมีค่าสารอินทรีย์สูง ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องมีการบำบัดก่อนปล่อยออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ลักษณะของน้ำเสียของโรงงานผลิตถุงมือยาง แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะน้ำเสียของโรงงานผลิตถุงมือตรวจโรค (Nordin, n.d.)

Parameter	Factory					Range	Mean
	A	B	C	D	E		
pH	7.7	7.2	7.1	7.4	7.1	7.1-7.7	7.3
Total solids (TS)	2,435	2,457	522	618	1,346	522-2,457	1,476
Suspended solids (SS)	361	241	76	102	48	48-361	166
COD	1,237	2,011	163	674	734	163-2,011	964
BOD ₅	435	1,366	61	187	372	61-1,336	478
Total nitrogen	135	180	21	22	81	21-180	88
Ammoniacal nitrogen	91	126	7	10	35	7-126	54
Nitrate	340	340	8	25	286	8-340	200
Zn	9	32	2	2	4	2-32	10
Fe	3	4	1	2	4	1-4	3
Mg	UD	7	3	4	2	UD-7	3
Ca	10	908	52	66	1	1-908	207
Ni	UD	UD	UD	UD	UD	-	-
Pb	UD	UD	UD	UD	UD	-	-
BOD ₅ /COD	0.35	0.66	0.37	0.28	0.51	0.28-0.66	0.43

All parameter except pH are expressed in mg/L.

UD = undetectable

น้ำเสียที่เกิดจากการผลิตถุงมือยางเกิดได้จากสองจุดใหญ่ ๆ คือ น้ำเสียที่เกิดจากน้ำล้างภาชนะที่ใช้บรรจุน้ำยางผสมกับสารเคมี และน้ำเสียซึ่งเกิดจากขั้นตอนการผลิตโดยตรง

(แน่น้อย ศรีสุวรรณ, 2529) นอกจากนี้ยังเกิดจากขั้นตอนคลอรีนชัน (chlorination) ซึ่งเป็นการทำให้ถุงมือยางมีผิวที่ลื่นถาวรสวมใส่ง่ายและถอดออกได้ง่าย อันเกิดจากความต้องการของผู้ใช้ (วรารักษ์ ขจรไพชกุล, 2531)

โดยทั่วไปโรงงานผลิตถุงมือยางจะใช้วิธีการบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาแบบง่าย ๆ (ดูตารางที่ 2) เช่น บ่อกักเก็บ แต่ก็มียางโรงงานนำเทคโนโลยีการบำบัดที่ทันสมัยมาใช้ เช่น ระบบเอเอส (activated sludge) โดยอาศัยจุลชีพที่มีปริมาณมากพอสำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ทั้งนี้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีนี้จะให้ประสิทธิภาพสูงด้วยเงื่อนไขความเหมาะสมต่าง ๆ แต่ถ้าหากระบบได้รับปริมาณสารอินทรีย์เกินกว่าที่ระบบจะรับได้ตามที่กำหนดไว้ในขั้นตอนของการออกแบบ ซึ่งอาจจะเกิดจากโรงงานมีการเพิ่มกำลังการผลิตตามความต้องการของตลาด, เปลี่ยนสูตรสารเคมีสำหรับการผลิต หรือการดูแลระบบและประสิทธิภาพยังไม่ดีพอ จะส่งผลให้ประสิทธิภาพของระบบต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

ตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างชนิดของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตถุงมือยาง (อุตสาหกรรมจังหวัดสงขลา, 2536)

ชื่อโรงงาน	ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้
บริษัท เอพี รีบเบอร์ จำกัด	stabilization pond
บริษัท ไฮแคร์อินเตอร์เนชันแนล จำกัด	stabilization pond
บริษัท ทักษิณการยางอุตสาหกรรม จำกัด	stabilization pond
บริษัท คาสีอุตสาหกรรมยาง (ไทย) จำกัด	stabilization pond
บริษัท เซาท์แลนด์โปรดักส์ จำกัด	stabilization pond
บริษัท ยูนิเวอร์แซลเทคโปรดักส์ จำกัด	stabilization pond
บริษัท เซฟสกิน คอร์ปอเรชั่น (ประเทศไทย) จำกัด	facultative pond with supplemental aeration and polishing pond
บริษัท สยามเซมเพอร์เมค จำกัด	stabilization pond

เนื่องจากน้ำเสียจากโรงงานถุงมือยางมีลักษณะขุ่นจากการมีอนุภาคสารแขวนลอยอยู่ในน้ำมาก ดังนั้นหากสามารถแยกเอาอนุภาคเหล่านั้นออกไปได้ส่วนหนึ่งน่าจะสามารถลดปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียลงได้มาก และน่าจะช่วยให้การบำบัดด้วยระบบทางชีววิทยาในขั้นตอนต่อไปมีประสิทธิภาพดีขึ้น (แน่น้อย ศรีสุวรรณ, 2529) ด้วยเหตุนี้ การทำให้เกิดการจับกลุ่มของอนุภาคสารแขวนลอยต่าง ๆ จนเป็นก้อนฟล็อก (floc) ซึ่งสามารถตกตะกอนได้ง่าย (มันสิน ดัชนีกุลเวศม์, 2537)

จึงเป็นขั้นตอนที่จำเป็น โดยวัตถุประสงค์ของการตกตะกอนนอกจากจะช่วยลดความขุ่นทั้งในรูปของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์แล้ว ยังช่วยลดทั้งสีแท้และสีปรากฏ กำจัดเชื้อโรคและจุลินทรีย์ต่าง ๆ รวมทั้งสารที่ก่อให้เกิดกลิ่นและรส (เกรียงศักดิ์ อุคมสินโรจน์, 2537) การทำให้อนุภาคตกตะกอนได้ดีขึ้นมักมีการเติมสารสร้างตะกอน (coagulants) เพื่อช่วยให้อนุภาคขนาดเล็กจับตัวกัน ดังนั้นการทดสอบหาปริมาณและชนิดของสารสร้างตะกอนที่เหมาะสมจึงมีความจำเป็น เนื่องจากสารสร้างตะกอนแต่ละชนิดมีกลไกการทำงานต่างกันและยังขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของน้ำเสีย สิ่งสำคัญอีกประการคือ ความเป็นพิษหรืออันตรายต่อสุขภาพมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ถึงแม้ว่าสารสร้างตะกอนบางชนิดจะมีราคาถูกและสามารถตกตะกอนได้ง่าย แต่หากกระบวนการผลิตเกิดจากเคมีสังเคราะห์ขึ้นก็มีส่วนทำลายสิ่งแวดล้อมด้วยเช่นกัน ทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาพิจารณาร่วมคือ สารสร้างตะกอนที่ผลิตจากวัสดุธรรมชาติ เช่น ไคโตซาน ซึ่งเป็นสารที่นำมาใช้ประโยชน์กันอย่างกว้างขวาง ทั้งทางด้านการแพทย์ อุตสาหกรรมอาหารและสิ่งแวดล้อม ในทางด้านสิ่งแวดล้อมนั้นได้มีการนำไคโตซานมาใช้ในการดูดซับโลหะหนักและสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน เนื่องจากไคโตซานเป็นโพลิเมอร์ที่มีประจุบวก มีความสามารถพิเศษในการจับตัวกับสารอื่นที่มีประจุทั้งบวกและลบ ไคโตซานจึงมีประสิทธิภาพในการดูดซับได้สูง (ไคดินไคโตซาน, 2542) ไคโตซานผลิตได้จากเปลือกนอกของสัตว์จำพวกกุ้ง ปูและแกนหมึก ซึ่งมักเป็นกากเหลือทิ้งจากการผลิต เช่น อุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็ง โดยเฉพาะจังหวัดชลบุรีซึ่งมีพื้นที่ชายฝั่งติดทะเล จึงมีแหล่งวัตถุดิบอยู่เป็นจำนวนมากและหาได้ง่าย นอกจากนี้ไคโตซานยังสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ และไม่มีปัญหาเรื่องความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม (Dongsheng, & Hongxiao, 2001) และประการสำคัญคือ ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ (Chihpin et al., 2000)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดปริมาณสารแขวนลอยของสารไคโตซานกับโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุบวกและลบ
2. เพื่อศึกษาปริมาณและพีเอชของไคโตซานที่เหมาะสมในการช่วยสร้างตะกอนสำหรับกระบวนการโคแอกกูเลชันของการบำบัดน้ำเสียรวมจากโรงงานอุตสาหกรรม

สมมติฐานของการวิจัย

ถ้าสารโคโคซานสามารถสร้างตะกอนในน้ำเสียรวมจากโรงงานถุงมือยางได้ดี แสดงว่าโคโคซานสามารถลดปริมาณสารแขวนลอยส่วนใหญ่ไปในระดับหนึ่งก่อนปล่อยเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียอื่น ๆ ต่อไป

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทราบปริมาณและพีเอชของโคโคซานที่เหมาะสมในการช่วยสร้างตะกอน สำหรับกระบวนการโคแอกกูเลชันในการบำบัดน้ำเสียรวมจากโรงงานถุงมือยาง
2. ได้ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้สำหรับการพัฒนาปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานถุงมือยาง เพื่อสามารถลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย
3. นำวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติ เช่น กระดองปู แกนหมึกและเปลือกกุ้ง มาผลิตเป็นการช่วยสร้างตะกอน เพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อม

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จะทำการศึกษาโดยใช้น้ำเสียจากโรงงานถุงมือยาง บริษัท เอ็ม.อาร์.ไอ. จำกัด ตั้งอยู่ที่ 313-315 หมู่ 5 ต.สุรศักดิ์ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี 20110 ซึ่งเป็นโรงงานผลิตถุงมือยางทั้งชนิดที่มีแป้งและไม่มีแป้ง โดยนำน้ำเสียรวมที่เกิดจากน้ำล้างภาชนะที่ใช้บรรจุน้ำยางผสมกับสารเคมี น้ำเสียซึ่งเกิดจากขั้นตอนการผลิตโดยตรง และน้ำเสียจากขั้นตอนคลอรีเนชัน ที่ไหลมารวมกันเป็นน้ำทิ้งจากโรงงาน โดยนำน้ำเสียรวมมาหาลักษณะรวมทั้งปริมาณและพีเอชของโคโคซานที่เหมาะสมในการช่วยสร้างตะกอนสำหรับกระบวนการโคแอกกูเลชัน เพื่อลดปริมาณสารแขวนลอยส่วนใหญ่ไปในระดับหนึ่ง ก่อนปล่อยเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียเดิมที่โรงงานมีอยู่แล้วหรือระบบบำบัดน้ำเสียอื่น ๆ ต่อไป

ข้อจำกัดของการวิจัย

1. ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างมีจำกัด
2. งบประมาณในการวิจัยมีจำกัด
3. ข้อมูลที่ใช้ศึกษาได้จากโรงงานถุงมือยางเพียงบางแห่ง หากได้รับความร่วมมือจากหลาย ๆ หน่วยงาน จะทำให้รวบรวมข้อมูลได้มากขึ้น

นิยามศัพท์เฉพาะ

บีโอดี = BOD₅ (biochemical oxygen demand) คือ ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$. เป็นเวลา 5 วัน

ซีโอดี = COD (chemical oxygen demand) คือ ปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการเพื่อใช้ในการออกซิไดส์สารอินทรีย์ในน้ำให้กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำโดยอาศัยหลักที่ว่าสารอินทรีย์เกือบทั้งหมดสามารถจะถูกออกซิไดส์โดยตัวเคมีออกซิไดส์อย่างแรงภายใต้สภาวะที่เป็นกรด

ฟล็อก = flocc คือ กลุ่มของอนุภาคคอลลอยด์ต่าง ๆ

กระบวนการโคแอกกูเลชัน = coagulation กระบวนการในการทำให้คอลลอยด์หลาย ๆ อนุภาคจับตัวกันเป็นฟล็อก ซึ่งสามารถตกตะกอนได้ง่าย กระบวนการนี้มีสองขั้นตอนคือ การทำลายเสถียรภาพ (destabilization) ของคอลลอยด์ (ตกตะกอนและแยกตัวจากน้ำ) และการทำให้อนุภาคคอลลอยด์ต่าง ๆ เคลื่อนที่มากระทบหรือสัมผัสกันมากที่สุด

กระบวนการฟล็อกคูเลชัน = flocculation การทำให้อนุภาคคอลลอยด์ ซึ่งถูกทำลายเสถียรภาพหรือยังก็ได้ ที่เกิดการสัมผัสและเกาะติดกันเป็นฟล็อก

สารสร้างตะกอน = โคแอกกูแลนต์ (coagulant) เป็นสารเคมีหลักที่ใช้ในกระบวนการโคแอกกูเลชัน

สารช่วยสร้างตะกอน = โคแอกกูแลนต์เอ็ด (coagulant aid) เป็นสารเคมีที่ช่วยทำให้สารสร้างตะกอนสร้างโคแอกกูเลชันได้ดียิ่งขึ้น