รายงานการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ในน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง

The Study of Nitrogen and Phosphorus Removal Efficiencies In Synthetic Municipal Wastewater by Soluble Escalope Ash

สุจินดา คงคุณ

น้ำฝน จันทร์แก้ว

รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2559

ใบรับรองการวิจัยสิ่งแวดล้อม

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง

The Study of Nitrogen and Phosphorus Removal Efficiencies In Synthetic Municipal Wastewater by Soluble Escalope Ash

ผู้วิจัย นางสาวสุจินดา คงคุณ รหัส 554231027

นางสาวน้ำฝน จันทร์แก้ว รหัส 554231040

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

.....กรรมการ

(ดร.สายสิริ ไชยชนะ)

.....กรรมการ

(อาจารย์นัดดา โปดำ)

.....กรรมการ

(อาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา รับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนา ศิริโชติ)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ซึ่งงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จตามความหวังของผู้เขียนได้ เนื่องจาก ความกรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร ผู้ให้คำปรึกษา และตรวจงานวิจัยตลอดมาจนเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้ ขอขอบคุณ อาจารย์หิรัญวดี สุวิบูรณ์ ประธานกรรมการบริหารโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และอาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ ชี้แนะแนวทาง และให้ข้อคิดต่างๆที่เป็นประโยชน์ในการทำงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ ดร.สุวรรณี พรหมศิริ ผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือทางวิทยาสตร์ และสถานที่ทำงานวิจัย ขอขอบคุณ คุณสอแหละ บางูสัน เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และนางสาวสุไวดา สัสดี เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการชีววิทยา ที่ให้คำแนะนำในการใช้ห้องปฏิบัติการ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในงานวิจัย

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และมีส่วนช่วยเหลืองานวิจัยในครั้งนี้ทุกภาคส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขอขอบพระคุณบิดามารดา ที่คอยให้กำลังใจในการทำงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คุณค่า และประโยชน์ใดๆ ที่พึงได้จากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้มอบเป็นรางวัลแห่งความภาคภูมิใจแด่ บิดามารดา และคณาจารย์ทุกท่านที่ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาตลอด

นางสาวสุจินดา คงคุณ
นางสาวน้ำฝน จันทร์แก้ว
ธันวาคม 2559

ชื่อการวิจัย การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ในน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง

ชื่อผู้วิจัย นางสาวสุจินดา คงคุณ
นางสาวน้ำฝน จันทร์แก้ว

โปรแกรมวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปีการศึกษา 2559

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพีเอช และปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ โดยการศึกษาพีเอชที่ 9 10 11 และการศึกษาปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่เหมาะสมที่ปริมาณ 20 30 40 กรัม/100 มิลลิลิตร จากการศึกษาพบว่า พีเอชที่เหมาะสมต่อการกำจัดไนโตรเจน ไนเตรท และฟอสเฟตจากน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ดีที่สุดที่ พีเอช 11 เกิดประสิทธิภาพในการกำจัดคิดเป็นร้อยละ 69.15 45.36 และ 78.43 ตามลำดับ เนื่องจากมีการปรับพีเอชของน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เพื่อให้น้ำเสียชุมชนสังเคราะห์มีค่าพีเอชเพิ่มขึ้น ทำให้ไฮดรอกไซด์ในน้ำเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้เกิดการตกตะกอนของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากขึ้น และจากการศึกษาปริมาณเถ้าเปลือกหอยแครง พบว่า ปริมาณที่เหมาะสมต่อการกำจัด ไนโตรเจน ไนเตรท และฟอสเฟต ในน้ำเสียชุมชนที่สังเคราะห์ดีที่สุดที่ 40 กรัม/100 มิลลิลิตร เกิดประสิทธิภาพในการกำจัดคิดเป็นร้อยละ 69.15 45.36 และ 78.43 ตามลำดับ เนื่องจากปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณของแคลเซียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้นตามปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครง ซึ่งทำให้เกิดการตกตะกอนของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากขึ้น

Environment Research	The Study of Nitrogen and Phosphorus Removal Efficiencies In Synthetic Municipal Wastewater by Soluble Escalope Ash
Researchers	Miss. Sujinda Khongkhoon Miss. Namfon Chankaew
Study Program	Environmental science
Faculty of	Science and Technology
Academic Year	2016
Advisor	Kamonnawin Inthanuchit

Abstracts

The purpose of this research was to study pH value and optimal quantity of escalope ash for nitrogen and phosphorus removal in synthetic municipal wastewater. The research was done at pH 9, 10 and 11. The study was conducted to find out the optimal quantity of escalope ash at 20, 30 and 40 gram/100 milliliters. The study found that optimize pH value for removing nitrogen, nitrate and phosphate from the synthetic municipal wastewater was pH 11 leading to efficiency for the removal at 69.15%, 45.36% and 78.43%, respectively; it is because pH value of the synthetic municipal wastewater was adjusted with sodium hydroxide (NaOH) that pH value of the synthetic municipal wastewater was increased. When hydroxide in the water was increased, nitrogen and phosphorus have more sediment ation. The optimize quantity of the escalope ash for removing nitrogen nitrate and phosphate in the synthetic municipal wastewater was 40 gram/100 milliters leading to efficiency for the removal at 69.15%, 45.36% and 78.43%, respectively. It is because quantity of the escalope ash increased that quantity of calcium hydroxide was increased leading to more nitrogen and phosphorus sedimentation.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ตัวแปร	2
1.4 นิยามศัพท์	2
1.5 สมมติฐาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับน้ำเสียชุมชน	5
2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับไนโตรเจน	9
2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับฟอสฟอรัส	10
2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหอยแครง	12
2.5 ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางเคมี	14
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 ขอบเขตการวิจัย	19
3.2 วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี	19
3.3 ขั้นตอนการเตรียมเถ้าเปลือกหอยแครง	20
3.4 การเตรียมน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง	21
3.5 การเตรียมน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์	21
3.6 ขั้นตอนการตกตะกอนทางเคมี	22
3.7 วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน โดยวิธี Brucine Method	22
3.8 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยวิธี Spectrophotometer	25
3.9 วิธีวิเคราะห์ไนโตรเจน โดยวิธี Kjedahl Method	27
3.10 สรุปขั้นตอนการทดลองการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง	29
3.11 สถิติที่ใช้ในการศึกษา	31
บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการวิจัย	
4.1 ประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัส	32
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	42
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	45
5.2 ข้อเสนอแนะ	45
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ภาพการทดลอง	ผก-1
ภาคผนวก ข แบบเสนอโครงร่างวิจัย	ผข-1
ภาคผนวก ค ประวัติผู้วิจัย	ผค-1

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.7-1	ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย	4
2.1-1	อัตราการเกิดน้ำเสียต่อคน	6
2.1-2	ลักษณะน้ำเสียจากบ้านพัก	7
3.5-1	ปริมาณธาตุอาหารในน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์	21
4.1-1	ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดไนโตรเจนที่พีเอชเท่ากับ 9	32
4.1-2	ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดไนโตรเจนที่พีเอชเท่ากับ 10	33
4.1-3	ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดไนโตรเจนที่พีเอชเท่ากับ 11	34
4.1-4	ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดไนเตรทที่พีเอชเท่ากับ 9	35
4.1-5	ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดไนเตรทที่พีเอชเท่ากับ 10	36
4.1-6	ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดไนเตรทที่พีเอชเท่ากับ 11	37
4.1-7	ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดฟอสเฟตที่พีเอชเท่ากับ 9	38
4.1-8	ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดฟอสเฟตที่พีเอชเท่ากับ 10	39
4.1-9	ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดฟอสเฟตที่พีเอชเท่ากับ 11	40
4.2-1	การเปรียบเทียบความแตกต่างเฉลี่ยรายคู่ของการกำจัดไนโตรเจนที่พีเอชแตกต่างกัน	42
4.2-2	การเปรียบเทียบความแตกต่างเฉลี่ยรายคู่ของการกำจัดไนโตรเจนที่ปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงแตกต่างกัน	43
4.2-3	การเปรียบเทียบความแตกต่างเฉลี่ยรายคู่ของการกำจัดไนเตรทที่พีเอชแตกต่างกัน	43
4.2-4	การเปรียบเทียบความแตกต่างเฉลี่ยรายคู่ของการกำจัดไนเตรทที่ปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงแตกต่างกัน	43
4.2-5	การเปรียบเทียบความแตกต่างเฉลี่ยรายคู่ของการกำจัดฟอสเฟตที่พีเอชแตกต่างกัน	44
4.2-6	การเปรียบเทียบความแตกต่างเฉลี่ยรายคู่ของการกำจัดฟอสเฟตที่ปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงแตกต่างกัน	44

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.4-1	เปลือกหอยแครง	12
3.7-1	กราฟมาตรฐานไนเตรท-ไนโตรเจน	24
3.8-1	กราฟมาตรฐานฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส	26
3.10-1	วิธีการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำเสียสังเคราะห์ ด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง	29
3.10-2	การทดลองการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำเสียสังเคราะห์ ด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง	30
4.1-1	ปริมาณไนโตรเจนและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 9	33
4.1-2	ปริมาณไนโตรเจนและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 10	34
4.1-3	ปริมาณไนโตรเจนและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ11	35
4.1-4	ปริมาณไนเตรทและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ9	36
4.1-5	ปริมาณไนเตรทและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 10	37
4.1-6	ปริมาณไนเตรทและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 11	38
4.1-7	ปริมาณฟอสเฟตและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 9	39
4.1-8	ปริมาณฟอสเฟตและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 10	40
4.1-9	ปริมาณฟอสเฟตและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 11	41

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ปัจจุบันปัญหามลพิษเป็นปัญหาที่สำคัญมากต่อสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะมลพิษทางน้ำ เนื่องจากน้ำเป็นทรัพยากรที่เกี่ยวข้องกับกิจวัตรประจำวันตั้งแต่การชำระร่างกาย ตลอดถึงการใช้น้ำในการประกอบอาหาร น้ำที่ผ่านกระบวนการใช้ดังกล่าวถือเป็นน้ำเสียที่เกิดจากครัวเรือน โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากการเพิ่มจำนวนประชากรและการขยายตัวของชุมชน น้ำเสียในชุมชนส่วนใหญ่มีสารอาหารโดยเฉพาะพวกฟอสฟอรัสและไนโตรเจน ซึ่งฟอสฟอรัสได้จากผงซักฟอกที่เหลือใช้ประกอบด้วยไตรโซเดียมออโธฟอสเฟต (Na_5PO_4) เตตราโซเดียมไพโรฟอสเฟต ($Na_4P_2O_7$) และเพนตาโซเดียมไตร พิลิฟอสเฟต ($Na_5P_3O_{10}$) ส่วนไนโตรเจนจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สารประกอบอนินทรีย์ไนโตรเจน เช่น NH_4^+ NO_2^- NO_3^- โดยพวกนี้จะอยู่ในรูปของปุ๋ย หรือเกลือในปัสสาวะ ส่วนอีกประเภทหนึ่ง คือ สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน เช่น โปรตีน กรดอะมิโน กรดนิวคลีอิค ซึ่งสารพวกนี้เป็นส่วนประกอบของร่างกาย พืช และสัตว์ ในอุจจาระ ในปุ๋ยคอก เป็นต้น

ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสซึ่งเป็นสารที่ทำให้จุลชีพต่างๆ ในน้ำเจริญเติบโตได้ดี จึงเกิดการขยายพันธุ์เพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณ มีการใช้ออกซิเจนในแหล่งน้ำเพิ่มขึ้นตามจำนวนจุลชีพที่มีอยู่ จนกระทั่งออกซิเจนที่มีอยู่ในแหล่งน้ำถูกใช้จนหมดเกิดปัญหาสภาพไร้อากาศ ทำให้ในแหล่งน้ำธรรมชาติจะไม่มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ส่งผลให้เกิดสภาพน้ำมีสีดำ มีกลิ่นเหม็น เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ เกิดการเน่าตายของสิ่งมีชีวิตที่ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิต นอกจากนั้นฟอสฟอรัสยังเป็นสารอาหารสำคัญที่ก่อให้เกิดสาหร่ายเซลล์เดียวในน้ำอย่างมากมาย ทั้งที่มองเห็นและมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าอย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำมีสีเขียวหรือเกิดการเน่าเสีย เรียกการเกิดสภาพนี้ว่า ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) ที่สำคัญจังหวัดสงขลาเป็นจังหวัดที่อยู่ติดกับชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนล่าง ทำให้มีร้านอาหารทะเลและอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหารทะเล เศษวัสดุเหลือใช้ที่เกิดจากเปลือกหอยกองทับถมเป็นระยะเวลานานโดยไม่นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งพบว่าเปลือกหอยแครงมีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบหลัก สามารถเปลี่ยนเป็นแคลเซียมออกไซด์ เมื่อให้ความร้อนที่เหมาะสม อีกทั้งเป็นการนำเปลือกหอยเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุดแทนการปล่อยกองทิ้งอย่างไร้ประโยชน์ เช่นเดียวกันที่ผ่านมามีงานวิจัยที่นำเปลือกหอยมาใช้ในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียพบว่า สามารถทำให้น้ำที่ผ่านการบำบัดมีความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสลดลง

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะนำเปลือกหอยแครง มาเผาเป็นเถ้าที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียสขึ้นไป จะทำให้แคลเซียมคาร์บอเนตในเปลือกหอยแครงเปลี่ยนเป็นแคลเซียมออกไซด์อย่างสมบูรณ์ จะทำให้เกิดเถ้าเปลือกหอยแครง และเมื่อนำแคลเซียมออกไซด์มาทำปฏิกิริยากับน้ำจะได้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการช่วยตกตะตอนไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และเป็นการนำเอาวัสดุจากธรรมชาติที่ไม่ใช้แล้วมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และเป็นทางเลือกใหม่ในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำทิ้งได้อีกทางหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 ศึกษาพีเอชที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง

1.2.2 ศึกษาปริมาณของเปลือกเถ้าหอยแครงที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์

1.3 ตัวแปร

1.3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ ค่าพีเอช และปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครง

1.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัส

1.3.3 ตัวแปรควบคุม ได้แก่ น้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ และระยะเวลาในการตกตะกอน

1.4 นิยามศัพท์

1.4.1 เถ้าเปลือกหอยแครง (Ash escalope) หมายถึง เถ้าที่เกิดจากการเผาเปลือกหอยแครงที่อุณหภูมิสูง 900 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการตกตะกอน และเป็นวัสดุจากธรรมชาติที่ไม่ใช้แล้วนำมาใช้ประโยชน์ใหม่อีกครั้ง

1.4.2 น้ำเถ้าเปลือกหอยแครง หมายถึง การเตรียมโดยการนำน้ำดีไอใส่บีกเกอร์ 3 บีกเกอร์ บีกเกอร์ละ 100 มิลลิลิตร ใส่เถ้าเปลือกหอยแครง 20 30 40 กรัม ตามลำดับ คนให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน กรองตะกอนออก นำน้ำที่ตกตะกอนมาใช้ในการทดลอง 20 มิลลิลิตร เป็นความเข้มข้นที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ

1.4.3 น้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ หมายถึง น้ำที่ผู้วิจัยจัดเตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการมีส่วนประกอบของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส

1.4.4 ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง

1.4.5 การตกตะกอนทางเคมี (Chemical precititation) หมายถึง เป็นการใช้สารเคมีช่วยตกตะกอนโดยให้เติมสารเคมี (Coagulant) ลงไป เพื่อเปลี่ยนสถานะทางกายภาพของของแข็งแขวนลอยที่มีขนาดเล็กให้รวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้น

1.5 สมมติฐาน

น้ำเถ้าเปลือกหอยแครงมีประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ได้มากกว่าร้อยละ 40

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เพื่อทราบประสิทธิภาพของเถ้าเปลือกหอยแครง และปริมาณที่เหมาะสมของเถ้าเปลือกหอยแครงในกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์

1.6.2 สามารถใช้เถ้าเปลือกหอยแครงเป็นแนวทางในการกำจัดน้ำเสียชุมชน ทำให้น้ำทิ้งมีคุณภาพดีขึ้น

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

1.7 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครงมีระยะเวลาการทำวิจัยดังนี้

ตารางที่ 1.7-1 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2557			2558	2559									2560						
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค. - ธ.ค.	*ม.ค. - เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.
รวบรวมข้อมูลแลตรวจสอบเอกสาร																				
สอบโครงร่างวิจัยเฉพาะทาง			▲																	
ทำการทดลอง																				
วิเคราะห์และสรุปผล																				
รายงานความก้าวหน้าวิจัยเฉพาะทาง												▲								
สอบจบวิจัยเฉพาะทาง																	▲			
การเขียนเล่มวิจัย																				

หมายเหตุ ช่วงเดือน * ม.ค. – เม.ย. 2559 เป็นช่วงของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครงจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยมีเนื้อหาหลักๆ ได้แก่ น้ำเสียชุมชน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส หอยแครง กระบวนการทางเคมี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1 น้ำเสียชุมชน

น้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนที่ได้จากอาคารบ้านเรือน อาคารธุรกิจร้านค้า ตลาดสด โรงแรม โรงพยาบาล ฯลฯ น้ำทิ้งที่ได้จากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ได้แก่ น้ำเสียจากสุขา ซึ่งมีทั้งอุจจาระ และปัสสาวะ น้ำจากการทำความสะอาดภาชนะอุปกรณ์ครัวเรือน การประกอบอาหาร เป็นต้น โดยทั่วไปจะมี พีเอช ค่อนข้างเป็นกลาง มีสีเทา กลิ่นเหม็น ประกอบด้วยสารอินทรีย์และอนินทรีย์ที่เป็นสารแขวนลอย สารละลาย และของแข็ง และตลอดจนพยาธิและจุลินทรีย์นานาชนิด เช่น แบคทีเรียที่มาจากระบบทางเดินอาหารทั้งที่ทำให้เกิดโรคและไม่เกิดโรค เชื้อรา ไวรัส โปรโตซัว ฯลฯ ปริมาณน้ำทิ้งและความสกปรกของน้ำทิ้งขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของประชากรในแหล่งชุมชน ลักษณะอาคารที่อยู่อาศัย ระบบน้ำประปา มาตรฐานการครองชีพของประชาชน เป็นต้น (เสริมพลและไชยยุทธ, 2534) น้ำเสียชุมชนส่วนใหญ่มีสารอาหารโดยเฉพาะพวกฟอสฟอรัส และไนโตรเจน ซึ่งฟอสฟอรัสได้จากผงซักฟอกที่เหลือใช้ประกอบด้วย ไตรโซเดียมออโธฟอสเฟต (Na_5PO_4) เตตราโซเดียมไพโรฟอสเฟต ($Na_4P_2O_7$) และเพนตาโซเดียมไตรพิลิฟอสเฟต ($Na_5P_3O_{10}$) ส่วนไนโตรเจนจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สารประกอบอนินทรีย์ไนโตรเจน เช่น NH_4^+ NO_2^- NO_3^- โดยพวกนี้จะอยู่ในรูปของปุ๋ย หรือเกลือในปัสสาวะ ส่วนอีกประเภทหนึ่ง คือ สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนเช่น โปรตีน กรดอะมิโน กรดนิวคลีอิค ซึ่งสารพวกนี้เป็นส่วนประกอบของร่างกาย พืช และสัตว์ ในอุจจาระ ในปุ๋ยคอก เป็นต้น

ปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยทิ้งจากบ้านเรือน อาคาร จะมีค่าประมาณร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้หรืออาจประเมินได้จากจำนวนประชากร ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.1-1**

ตารางที่ 2.1-1 อัตราการเกิดน้ำเสียต่อคน

ภาค	อัตราการเกิดน้ำเสียต่อคน (ลิตร/คน-วัน)					
	ปี 2536	ปี 2540	ปี 2545	ปี 2550	ปี 2555	ปี 2560
กลาง	160-214	165-242	170-288	176-342	183-406	189-482
เหนือ	183	200	225	252	282	316
ตะวันออกเฉียงเหนือ	200-253	216-263	239-277	264-291	291-306	318-322
ใต้	171	195	204	226	249	275

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อม (2549)

2.1.1 ลักษณะน้ำเสีย

น้ำเสียเกิดจากบ้านพักอาศัยประกอบไปด้วยน้ำเสียจากกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

1) สารอินทรีย์ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เช่น เศษข้าว ก๋วยเตี๋ยว น้ำแกง เศษใบตอง พืชผัก ชิ้นเนื้อ เป็นต้น ซึ่งสามารถถูกย่อยสลายได้ โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ทำให้ระดับออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) ลดลงเกิดสภาพเน่าเหม็นได้ ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำนิยมวัดด้วยค่าบีโอดี (BOD) เมื่อค่าบีโอดีในน้ำสูง แสดงว่ามีสารอินทรีย์ปะปนอยู่มาก และสภาพเน่าเหม็นจะเกิดขึ้นได้ง่าย

2) สารอนินทรีย์ ได้แก่ แร่ธาตุต่างๆ ที่อาจไม่ทำให้เกิดน้ำเน่าเหม็นแต่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ได้แก่ คลอไรด์ ซัลเฟอร์ เป็นต้น

3) โลหะหนักและสารพิษ อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ และสามารถสะสมอยู่ในวงจรอาหาร เกิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ปรอท โครเมียม ทองแดง ปกติจะอยู่ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดศัตรูพืชที่ปนมากับน้ำทิ้งจากการเกษตร สำหรับในเขตชุมชนอาจมีสารมลพิษนี้มาจากอุตสาหกรรมในครัวเรือนบางประเภท เช่น ร้านชุบโลหะ อู่ซ่อมรถ และน้ำเสียจากโรงพยาบาล เป็นต้น

4) น้ำมันและสารลอยน้ำต่างๆ เป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสง และกีดขวางการกระจายของออกซิเจนจากอากาศลงสู่น้ำ นอกจากนั้นยังทำให้เกิดสภาพไม่น่าดู

5) ของแข็ง เมื่อจมตัวสู่ก้นลำน้ำ ทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนที่ท้องน้ำ ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน มีความขุ่นสูง มีผลกระทบต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำ

6) สารก่อให้เกิดฟอง สารซักฟอก ได้แก่ ผงซักฟอก สบู่ ฟองจะกีดกัน การกระจายของออกซิเจนในอากาศสู่น้ำ และอาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

7) จุลินทรีย์ น้ำเสียจากโรงฟอกหนัง โรงฆ่าสัตว์ หรือโรงงานอาหารกระป๋อง จะมีจุลินทรีย์เป็นจำนวนมากจุลินทรีย์เหล่านี้ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิตสามารถลดระดับของออกซิเจนละลายน้ำทำให้เกิดสภาพเน่าเหม็น นอกจากนี้จุลินทรีย์บางชนิดอาจเป็นเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อประชาชน เช่น จุลินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงพยาบาล

8) ธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เมื่อมีปริมาณสูงจะทำให้เกิดการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วของสาหร่าย (Algae Bloom) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญทำให้ระดับออกซิเจนในน้ำลดลงต่ำมากในช่วงกลางคืน อีกทั้งยังทำให้เกิดวัชพืชน้ำ ซึ่งเป็นปัญหาแก่การสัญจรทางน้ำ

9) กลิ่น เกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน หรือกลิ่นอื่นๆ จากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น โรงงานทำปลาป่น โรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น

ลักษณะน้ำเสียจากบ้านพักอาศัยที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันจะมีค่าพารามิเตอร์ดัง**ตารางที่ 2.1-2**

ตารางที่ 2.1-2 ลักษณะน้ำเสียจากบ้านพัก

พารามิเตอร์	น้ำเสีย จากห้องสุขา	จากห้องอาบน้ำ		จากการซักผ้า		จากครัว	
		ตักอาบ	ฝักบัว	ด้วยมือ	ด้วยเครื่อง	ผ่าน ตะแกรง	ไม่ผ่าน ตะแกรง
pH	7.7	7.1	7.0	7.2	7.7	7.2	6.3
COD (mg/l)	1,500	230	400	200	560	960	2,900
BOD (mg/l)	700	120	260	70	150	540	1,800
TKN (mg/l)	300	8	38	14	12	18	12
PO_4 (mg/l)	24	6	1	10	24	13	90
SS (mg/l)	560	5	8	60	55	210	1,200
FOG (mg/l)	40	40	480	500	520	500	2,700

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2546)

2.1.2 ผลกระทบของน้ำเสียชุมชนต่อสุขภาพอนามัย

โดยทั่วไปเชื้อโรคที่พบในน้ำเสียที่ก่อให้เกิดโรคต่อมนุษย์ได้ มี 4 ชนิด คือ แบคทีเรีย ไวรัส โปรโตซัว และพยาธิ โดยมีสาเหตุมาจากอุจจาระของมนุษย์ปนมากับน้ำเสีย โรคติดเชื้อจากสิ่งขับถ่ายสามารถติดต่อสู่คน มี 2 วิธี คือ เกิดจากเชื้อโรคที่อยู่ในสิ่งขับถ่ายของบุคคลหนึ่งแพร่กระจายออกสู่สิ่งแวดล้อมแล้วเข้าสู่บุคคลอื่น และเกิดจากเชื้อโรคจากสิ่งขับถ่ายเข้าทางปาก โดยที่สัตว์พาหนะ เช่น หนูหรือแมลงต่างๆ ที่อาศัยสิ่งขับถ่ายในการขยายพันธุ์จะรับเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกาย โดยเชื้ออาจอยู่ในตัว ลำไส้ หรือในเลือดของสัตว์พาหนะนั้น โดยที่คนจะได้รับเชื้อผ่านสัตว์เหล่านั้นอีกที่หนึ่ง ซึ่งองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้จำแนกเชื้อโรคตามลักษณะการติดเชื้อออกเป็น 6 ประเภท

ประเภทที่ 1 การติดเชื้อไวรัสและโปรโตซัว สามารถทำให้เกิดโรคได้แม้ว่าจะได้รับเชื้อเพียงเล็กน้อย และสามารถติดต่อได้ง่าย ซึ่งการปรับปรุงระบบสุขาภิบาลเพียงอย่างเดียวยังไม่พอจะต้องให้ความรู้เกี่ยวกับสุขภาพควบคู่กันด้วย

ประเภทที่ 2 การติดเชื้อจากแบคทีเรีย จะต้องได้รับเชื้อในปริมาณที่มากพอจึงจะทำให้เกิดโรคได้ แต่ติดต่อจากบุคคลหนึ่งไปยังอีกบุคคลหนึ่งได้ยาก เชื้อนี้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม และสามารถแพร่พันธุ์ได้ดีในที่ที่เหมาะสม ซึ่งการปรับปรุงระบบสุขาภิบาลเพียงอย่างเดียวยังไม่พอจะต้องให้ความรู้เกี่ยวกับสุขภาพควบคู่กันด้วย

ประเภทที่ 3 เชื้อชนิดนี้ทำให้เกิดโรคได้ทั้งในระยะแฝงและระยะฝังตัว ได้แก่ ไข่พยาธิ ซึ่งไม่สามารถติดต่อจากบุคคลหนึ่งไปยังอีกบุคคลหนึ่งได้โดยตรง แต่ต้องการสถานที่ และสภาวะที่เหมาะสม เพื่อเจริญเติบโตเป็นตัวพยาธิและเข้าสู่ร่างกายได้ ดังนั้นการจัดระบบสุขาภิบาลที่ดี เช่น การกำจัดสิ่งขับถ่ายที่ถูกต้องจึงเป็นสิ่งสำคัญ จึงเป็นการป้องกันมิให้มีสิ่งขับถ่ายปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม

ประเภทที่ 4 พยาธิตัวตืดอาศัยอยู่ในลำไส้คน ไข่พยาธิจะปนออกมากับอุจจาระ ถ้าการกำจัดสิ่งขับถ่ายไม่เหมาะสม ก็จะทำให้สัตว์จำพวกโค กระบือ และสุกร ได้รับไข่พยาธิจากการกินหญ้าที่มีไข่พยาธิเข้าไป ซึ่งไข่พยาธินี้เมื่อเข้าไปในร่างกายสัตว์แล้วจะกลายเป็นซีสต์ (Cyst) และฝังตัวอยู่ตามกล้ามเนื้อ คนจะได้รับพยาธิโดยการรับประทานเนื้อสัตว์ดิบ ๆ ดังนั้นการจัดระบบสุขาภิบาลที่ดี เช่น การกำจัดสิ่งขับถ่ายที่ถูกต้องจึงเป็นสิ่งสำคัญ จึงเป็นการป้องกันมิให้มีสิ่งขับถ่ายปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม

ประเภทที่ 5 พยาธิที่มีบางระยะของวงชีวิตอยู่ในน้ำ โดยพยาธิเหล่านี้จะมีระยะติดต่อตอนที่อาศัยอยู่ในน้ำ โดยจะเข้าสู่ร่างกายคนโดยการไชเข้าทางผิวหนังหรือรับประทานสัตว์น้ำที่ไม่ได้ทำให้สุก ดังนั้นการจัดระบบสุขาภิบาลที่ดี จึงเป็นการป้องกันมิให้พยาธิเหล่านี้ปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม

ประเภทที่ 6 การติดเชื้อโดยมีแมลงเป็นพาหะ แมลงที่เป็นพาหะที่สำคัญ ได้แก่ ยุง แมลงวัน โดยยุงพวก Culex pipines จะสามารถสืบพันธุ์ได้น้ำเสีย โดยเชื้อจะติดไปกับตัวแมลง เมื่อสัมผัสอาหารเชื้อก็จะปนเปื้อนกับอาหาร ดังนั้นการจัดระบบสุขาภิบาลที่ดี จึงเป็นการป้องกันพาหนะเหล่านี้

ดังนั้น แนวทางหนึ่งในการควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อโรค คือ จะต้องจัดระบบสุขาภิบาลตั้งแต่ระดับครัวเรือนไปจนถึงระดับชุมชนให้ถูกต้องเหมาะ และควรมีระบบการจัดการบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนที่สามารถกำจัดเชื้อโรคในน้ำทิ้งได้ก่อนที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม

2.2 ไนโตรเจน

ไนโตรเจน (Nitrogen) เป็นธาตุจำเป็นในการสร้างเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ไนโตรเจนจะเปลี่ยนสภาพเป็นแอมโมเนีย ถ้าหากในน้ำมีออกซิเจนพอเพียงพอจะถูกย่อยสลายไปเป็นไนไตรท และไนเตรท ดังนั้นการปล่อยน้ำเสียที่มีสารประกอบไนโตรเจนสูงจึงทำให้ออกซิเจนที่มีอยู่ในน้ำลดน้อยลง

การสะสมของธาตุอาหาร เช่น ไนโตรเจน (N_2) สามารถลดปริมาณอากาศในน้ำ แอมโมเนีย (NH_4) และไนไตรท (NO_2) สามารถเป็นพิษต่อสัตว์น้ำและสิ่งมีชีวิตอื่นๆในน้ำ และแอมโมเนียสามารถทำปฏิกิริยากับคลอรีน ทำให้เกิดสารก่อมะเร็ง (Carcinogenic) สวนไนเตรท (NH_3) สามารถปนเปื้อนในน้ำดื่ม น้ำใช้ ทำให้เกิดการเสี่ยงต่อการเกิดโรค Methanoglobinemia หรือ Blue Baby Syndrome ในเด็กทารกและเกิดความเสี่ยงในการก่อให้เกิดสารประกอบมะเร็ง Nitrosamine และฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำธรรมชาติอาจทำให้เกิดปัญหาการเจริญเติบโตอย่างผิดปกติของสาหร่ายและพืชน้ำ (Algae Bloom) นอกจากนี้ การระบายน้ำทิ้งที่มีแอมโมเนียลงไปในลำน้ำทำให้เกิดการใช้ออกซิเจนที่มีอยู่ในลำน้ำ โดยปกติสารประกอบไนโตรเจนที่พบในน้ำเสียมีอยู่ 4 ชนิด คือ แอมโมเนีย สารอินทรีย์ไนโตรเจน (Organic Nitrogen) ไนไตรท์ และไนเตรท วิธีการกำจัดสารประกอบ ไนโตรเจนในน้ำเสียประกอบด้วยวิธีทางกายภาพ เช่น การไล่ก๊าซแอมโมเนีย (Ammonia Stripping) วิธีทางเคมี เช่น การแลกเปลี่ยนไอออน และวิธีทางชีวภาพ โดยอาศัยปฏิกิริยาไนทริฟิเคชั่น – ดิไนทริฟเคชั่น (Nitrification – Denitrification)

ปฏิกิริยาไนทริฟเคชั่น – ดิไนทริฟเคชั่น (Nitrification – Denitrification) สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการกำจัดสารประกอบไนโตรเจนไดโดยขั้นตอนแรก คือ ปฏิกิริยาไนทริฟเคชั่นเป็นปฏิกิริยาทางชีวภาพที่ทำให้ไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียถูกออกซิไดซ์ให้เป็นไนไตรทและไนเตรทในสภาพที่มีออกซิเจนโดยออโทรฟิกแบคทีเรียไนโตรโซโมนัส (Nitrosomonas) และไนโตรแบกเทอรตามลำดับ (Nitrobacter) และขั้นตอนดิไนทริฟเคชั่น ซึ่ง ไนไตรท และไนเตรทจะถูกเปลี่ยนเป็น

ก๊าซไนโตรเจน ในสภาพที่ไมมีออกซิเจนโดย เฮเทอโรโทรฟกแบคทีเรียที่เป็นพวกแฟคัลเททีฟ ซึ่งสามารถหายใจด้วยออกซิเจนในสภาพที่มีอากาศ และหายใจด้วยไนเตรทหรือไนไตรทในสภาพที่ไม มีออกซิเจน โดยสารอินทรีย์คาร์บอนเป็นตัวให้อิเล็กตรอนปฏิกิริยาไนทริฟิเคชั่น

$$NH_4^+ + 1.5\ O_2\ NO_2^- \longrightarrow H_2O + 2H^+ \quad (1)$$

$$NO_2^- + 0.5\ O_2 \longrightarrow NO_3^- \quad (2)$$

$$NH_4^+ + 1.5\ O_2 \longrightarrow NO_3^- + H_2O + 2H^+ \quad (3)$$

ปฏิกิริยาดีไนทริฟเคชั่น

$$NO_2^- + 3H^+ \longrightarrow 0.5\ N_2 + H_2O + OH^- \quad (4)$$

$$NO_3^- + 5H^+ \longrightarrow 0.5\ N_2 + 2H_2O + OH^- \quad (5)$$

ที่มา : พงศ์ศักดิ์ หนูพันธ์ และคณะ (2549)

2.3 ฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุหลักธาตุหนึ่งที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพวกจุลินทรีย์ต่างๆ เช่นเดียวกับไนโตรเจน และเดียวกันถ้ามีฟอสฟอรัสมากเกินไปใน แม่น้ำ ลำคลอง หรือบ่อน้ำทั่วๆ ไป ก็จะเป็นผลให้มีการเจริญเติบโตของสาหร่ายมาก ซึ่งจะทำให้สิ่งแวดล้อมในแม่น้ำลำคลองนั้นๆ เน่าเสียฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนประกอบด้วยออร์โทฟอสเฟต และโพลีฟอสเฟตรวมกันประมาณร้อยละ70–90 ฟอสฟอรัสที่เหลือจะรวมอยู่กับสารอินทรีย์ในรูปต่างๆ การกำจัดฟอสฟอรัสสามารถทำได้โดยวิธีชีวภาพ หรือวิธีเคมี อย่างไรก็ตามเนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของเซลล์สิ่งมีชีวิตจะมีปริมาณฟอสฟอรัสประมาณร้อยละ 1.5–2 ดังนั้น การกำจัดฟอสฟอรัสโดยวิธีทางชีวภาพโดยปกติจะเกิดขึ้นน้อย และต้องใช้วิธีการเคมี ได้แก่ ปฏิกิริยาตกผลึก ปฏิกิริยาโคแอกกูเลชั่น และการดูดซับ โดยสารเคมีที่สามารถใช้ในการกำจัดฟอสฟอรัส ได้แก่ สารส้มเกลือของเหล็ก และปูนขาว

จุดประสงค์ของการกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสีย คือ การป้องกันไม่ให้ฟอสฟอรัสส่วนเกินไหลลงสู่แหล่งน้ำ และสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเป็นสารอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ และเป็นสารอาหารจำกัดของพืชอันจะก่อให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน ฟอสฟอรัสในระบบรวบรวมน้ำเสียจะอยู่ในรูปสารละลาย และสารอินทรีย์ฟอสฟอรัสเป็นส่วนใหญ่ แบคทีเรียในน้ำเสียจะเปลี่ยนอินทรีย์ฟอสฟอรัสไปอยู่ในรูปสารละลาย และไม่สามารถกำจัดได้โดยการตกตะกอนทางกายภาพ ปริมาณอินทรีย์ฟอสเฟตที่เปลี่ยนไปอยู่ในรูปสารละลายจะแปรผันตามความยาวของระบบรวบรวมน้ำเสีย อุณหภูมิ และสภาพทางชีววิทยา การกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียต้องคำนึงถึงปริมาณของฟอสฟอรัสที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย คุณสมบัติของน้ำเสีย และข้อมูลอื่นๆ ได้แก่ วิธีการกำจัดตะกอน

ลักษณะของตะกอน ขนาดของพื้นที่ อายุของระบบ ผลกระทบต่อชุมชน และความคุมค่าทางเศรษฐศาสตร์ การเลือกวิธีการกำจัดฟอสฟอรัสจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมดังกล่าว วิธีการที่นิยมใช้ในการกำจัดฟอสฟอรัสมี 2 วิธี ได้แก่ วิธีการทางเคมี และวิธีการทางชีวภาพ

1) วิธีการกำจัดฟอสฟอรัสทางเคมี

วิธีการกำจัดทางเคมีได้แก่การเติมเกลือของโลหะ และการเติมปูนขาว การเติมเกลือของโลหะ ได้แก่ เกลือแมกนีเซียม เกลืออลูมิเนียม และเกลือของเหล็ก เป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างประจุบวกของโลหะ และสารละลายฟอสฟอรัสในน้ำเสียให้อยู่ในรูปไม่ละลายน้ำแล้วจึงกำจัดสารประกอบโลหะฟอสฟอรัสออกไป เกลือโลหะที่ใช้ ได้แก่ อลูมิเนียมซัลเฟต (สารส้ม) โซเดียมอลูมิเนตเฟอริคคลอไรด์ เฟอรัสคลอไรด์ และเฟอรัสซัลเฟต โดยทั่วไปจะเติมเกลือโลหะในส่วนทางเข้าของน้ำในถังตกตะกอนแรก (Primary Clarifier) หรือถังตกตะกอนที่สอง (Secondary Clarifier) ในบางกรณีสามารถเติมเกลือโลหะทั้งในถังตกตะกอนแรกและถังที่สอง

2) วิธีการกำจัดฟอสฟอรัสทางชีวภาพ

การกำจัดฟอสฟอรัสทางชีวภาพโดยการดูดซับออร์โธฟอสเฟต โพลีฟอสเฟต และอินทรีย์ฟอสเฟต ให้อยู่ในรูปของเนื้อเยื่อเซลล์ของจุลินทรีย์ ซึ่งปริมาณของฟอสฟอรัสที่ถูกกำจัดในระหว่างการบำบัดขั้นสองอยู่ในรูปตะกอน มีตั้งแต่ร้อยละ 10-30 ของปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำเสียไหลเข้าสู่ระบบบำบัด โดยจุลินทรีย์ไม่เพียงแต่ใช้ฟอสฟอรัสในการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของเซลล์ สังเคราะห์สาร และถ่ายทอดพลังงานในเซลล์เท่านั้น แต่ยังสามารถเก็บฟอสฟอรัสไว้ในเซลล์เป็นพลังงานสะสมที่ใช้อากาศ และสภาวะไร้ออกาศสามารถทำได้กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาเรียกว่า “Mainstream” ส่วนการกำจัดฟอสฟอรัสในตะกอนจุลินทรีย์ที่ถูกสูบกลับ (Return Sludge) เรียกว่า “Sidestream”

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการกำจัดฟอสฟอรัสทางชีวภาพที่นิยมใช้กันมาก มีหลักการว่าในสภาวะไร้อากาศซึ่งมีค่ากรดสูง จุลินทรีย์จะใช้พลังงานที่สะสมในรูปสารประกอบโพลีฟอสเฟตและจะปลดปล่อยฟอสเฟตออกมาจากเซลล์ เพื่อที่จะใช้สารอินทรีย์ที่ใช้ได้ง่าย คือ กรดไขมัน แต่เมื่อจุลินทรีย์ถูกป้อนเข้าสู่บริเวณที่มีออกซิเจน (Aerobic Reactor) จุลินทรีย์พยายามสะสมฟอสฟอรัสในรูปของโพลีฟอสเฟตไว้ในเซลล์ปริมาณมากกว่าปกติ (Luxary Uptake) นั่นคือ ฟอสฟอรัสจะถูกกำจัดออกจากน้ำในรูปตะกอนจุลินทรีย์โดยใช้หลักการสร้างสภาวะที่เปลี่ยนแปลงระหว่างไร้อากาศและใช้อากาศ เพื่อได้ระบบที่ต่อเนื่อง จะต้องมีการเคลื่อนที่ของเซลล์จุลินทรีย์ไปพร้อมกับน้ำเสียที่จะบำบัดในถังที่สร้างสภาวะต่างกัน ดังนั้นการกำจัดฟอสฟอรัสโดยวิธีทางชีวภาพจึงใช้ประกอบได้กับระบบเดิมที่เป็นระบบเอเอส (Activated Sludge) แต่ไม่สามารถใช้กับระบบโปรยกอง (Tricking Filter) หรือไม่

เหมาะสม เมื่อระบบเดิมเป็นแบบคลองหมุนเวียน (Oxidation Ditch) ระบบการกำจัดฟอสฟอรัสทางชีวภาพนี้สามารถลดปริมาณฟอสฟอรัสให้เหลือระดับความเข้มข้น 1-2 มิลลิกรัมต่อลิตร ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอื่นๆ ด้วย เช่น ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งจากระบบบำบัด(Effluent) เนื่องจากในตะกอนมีองค์ประกอบของฟอสฟอรัสอยู่ประมาณร้อยละ 5 นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารอินทรีย์ (BOD) ต่อฟอสฟอรัสในน้ำเสีย ซึ่งควรมีมากกว่า 10:1 (ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และคณะ, 2544)

2.4 หอยแครง

หอยแครง เป็นหอยสองฝาที่มีขนาด และลักษณะของฝาทั้งด้านบน และด้านล่างเหมือนกัน ลำตัวถูกหุ้มด้วยเปลือกหินปูนหนา และแข็ง เปลือกมีสีน้ำตาลอมดำ แต่หากอยู่ในน้ำตื้นจะมีสีเป็นสีขาว เปลือกหุ้มมีลักษณะค่อนข้างกลม แผ่นเปลือกโค้งเป็นรูปครึ่งวงกลม บนแผ่นเปลือกมีสันนูน ด้านละ 20 อัน ขนาดหอยใหญ่ได้ถึง 7 เซนติเมตร ดัง**ภาพที่ 2.4-1**

ภาพที่ 2.4-1 เปลือกหอยแครง

หอยแครง *(อังกฤษ: Blood Cockle, ชื่อวิทยาศาสตร์: Anadara granosa)*

2.4.1 ลักษณะเด่นของหอยแครง

ลักษณะเด่นของเปลือกหอยแครงมีดังนี้

1) ฝาหอยทั้ง 2 ฝา มีขนาดเท่ากัน และมีลักษณะเหมือนกัน
2) ส่วนที่ยึดติดของฝาทั้งสองมีลักษณะเป็นบานพับ
3) ส่วนหัวมองเห็นไม่ชัด
4) ไม่พบแผงฟันในช่องปาก
5) เหงือกสำหรับหายใจมีขนาดใหญ่
6) ผสมพันธุ์ภายในตัวเอง
7) ตัวอ่อนเป็นแพลงก์ตอน

2.4.2 แหล่งอาศัยและการแพร่กระจาย

หอยแครงพบแพร่กระจาย และอาศัยมากบริเวณชายฝั่งที่มีโคลน ห่างจากฝั่งออกไปประมาณ 1-3 กิโลเมตร อาศัยในระดับความลึกตั้งแต่ 1-3 เมตร โดยจะฝังตัวในโคลนลึกลงไปประมาณ 1-25 เซนติเมตร ซึ่งขึ้นกับฤดูกาล และระดับน้ำขึ้นน้ำลง หากน้ำลดจะฝังตัวลงลึกเพื่อป้องกันแดด หากน้ำขึ้นจะฝั่งตัวตื้นๆ พบมากในจังหวัดเพชรบุรี ชลบุรี สุราษฎร์ธานี และปัตตานี

หอยแครงเป็นสัตว์ที่ฝังตัวอยู่ใต้โคลนบริเวณหาดชายเลน หากน้ำลดจะฝังตัวลงลึกเพื่อป้องกันแสงแดด ส่วนการหาอาหาร หอยแครงจะฝังตัวในโคลนตื้นๆ โดยจะหงายฝาด้านที่ใช้เปิดขึ้นเล็กน้อย โดยให้ฝาด้านหนึ่งดูดน้ำเข้า และฝาอีกด้านพ่นน้ำออก ขณะดูดน้ำเข้าในฝานั้น หอยแครงจะใช้เหงือกกรองอาหาร และพัดอาหารเข้าสู่ปาก โดยมีอาหารหลักเป็นแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ รวมถึงอินทรีย์วัตถุขนาดเล็กต่างๆ ส่วนสิ่งขับถ่าย โคลน ดิน และน้ำทะเล จะถูกพ่นออกมาอีกด้านหนึ่ง

2.4.3 ความสำคัญในทางเศรษฐกิจ

ความสำคัญทางเศรษฐกิจหอยแครงเป็นหอยสองฝาอีกชนิดหนึ่งที่เป็นสัตว์เศรษฐกิจในประเทศไทย โดยเนื้อใช้รับประทานเป็นอาหารที่ให้โปรตีน นิยมนำไปปรุงด้วยการเผาหรือลวก ส่วนเปลือกใช้ทำเครื่องประดับของชำร่วย หรือ บดผสมลงในอาหารไก่ และสามารถทำเป็นปูนได้กรมประมงจึงมีการส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะเลี้ยงเป็นสัตว์เศรษฐกิจ นิยมเลี้ยงกันในพื้นที่แถบจังหวัดสมุทรสงคราม เพชรบุรี สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ภูเก็ต สตูล และปัตตานี

2.4.4 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกหอยแครง

เปลือกมีแคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate ($CaCO_3$)) เปลือกที่เผาแล้วจะเกิดเป็นแคลเซียมออกไซด์ (CaO) เปลือกหอยแครง กว่าร้อยละ 95 จะประกอบด้วย แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate) ส่วนที่เหลือจะเป็นแคลเซียมฟอสเฟต แมกนีเซียมฟอสเฟต แมกนีเซียมซิลิเกต แมกนีเซียมคาร์บอเนต และโปรตีนประเภทคอนไคโอลิน (Conchinolim)

1) เปลือกหอยแครง แบ่งเป็น 3 ชั้น ได้แก่

ก) ชั้นนอกสุด (Periostracum layer)

ชั้นนี้ประกอบด้วยสารหลัก คือโปรตีนประเภทคอนไคโอลิน ที่ทำให้เปลือกด้านนอกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำ ซึ่งเป็นชั้นบางๆ และหลุดได้ง่าย

ข) ชั้นกลาง (Prismatic layer)

เป็นชั้นที่ประกอบด้วยผลึกของแคลเซียมที่อยู่ในรูปผลึกแคลไซท์ (Calcite) เป็นส่วนมากร่วมกับสารประกอบอื่นๆ ชั้นนี้จะหนาและแข็งมากที่สุด

ค) ชั้นในสุด/ชั้นมุก (Nacreous layer)

เป็นชั้นที่ประกอบด้วยผลึกของแคลเซียมในรูปผลึกอราโกไนท์ (Aragonite) มีสีขาวขุ่น เรียงตัวเป็นระเบียบ และเป็นมันวาว

2.5 กระบวนการทางเคมี (Chemical process)

เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยการแยกสารต่างๆ หรือสิ่งปนเปื้อนในน้ำเสียที่บำบัด เช่น โลหะหนัก สารพิษ สภาพความเป็นกรดด่างสูงๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ด้วยการเติมสารเคมีต่างๆ ลงไปเพื่อให้เข้าไปทำปฏิกิริยา ซึ่งจะมีประโยชน์ในการแยกสาร แต่วิธีนี้มีข้อเสียคือ เมื่อเติมสารเคมีลงในน้ำเสียแล้วทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และวิธีนี้จะมีค่าใช้จ่ายสำหรับสารเคมีค่อนข้างสูง ดังนั้นกระบวนการทางเคมีจะเลือกใช้ก็ต่อเมื่อน้ำเสียไม่สามารถบำบัดได้ด้วยกระบวนการทางกายภาพหรือชีวภาพ

การทำให้เกิดตะกอน (precipitation) อาศัยหลักการเติมสารเคมีลงไปทำปฏิกิริยาทำให้เกิดกลุ่มตะกอนตกลงมา โดยทั่วไปสารแขวนจะมีประจุลบ ดังนั้นสารเคมีที่เติมลงไปจึงเป็นประจุบวก เพื่อทำให้เป็นกลาง การแยกด้วยวิธีนี้มีค่าใช้จ่ายสูงแต่ก็มีประสิทธิภาพสูงเช่นกัน ดังนั้นวิธีนี้จะเลือกใช้ต่อเมื่อไม่สามารถ แยกได้โดยกระบวนการทางชีวภาพหรือกายภาพ

โดยส่วนมากสารเคมีที่ทำให้เกิดตะกอนจะละลายน้ำ เช่น เกลือของสารประกอบต่างๆ เช่น เกลืออะลูมิเนียมซัลเฟต หรือสารส้ม ($Al_2(SO_4)$) เกลือเหล็ก ($FeCl_3$, $FeSO_4$) และเกลือของแคลเซียม ($Ca(OH)_2$) ส่วนเกลือที่นำมาช่วยในการเกิดตะกอนได้ดียิ่งขึ้นนี้เป็นสารประกอบของกลุ่ม Activated ของ Silica และ Polyelectrolytes โดยกระบวนการทางเคมีมีหลายวิธี

การเกิดออกซิเดชันทางเคมี (chemical oxidation) อาศัยหลักการเสียอิเล็กตรอนของอะตอมให้แก่สารเคมีที่เติมลงไปในน้ำเสีย โดยสารเคมีนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวออกซิไดซ์ (oxidizing agent) ส่วนมากวิธีนี้จะนิยมใช้เปลี่ยนโมเลกุลของโลหะที่เป็นพิษ เช่น การเปลี่ยน Fe^{2+} ซึ่งมีพิษมากไปเป็นสาร Fe^{3+} ซึ่งมีพิษน้อย ด้วยคลอรีน ดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$2Fe^{2+} + Cl_2 \text{ ---> } 2\,Fe^{3+} + 2Cl^- \qquad (7)$$

การเกิดรีดักชันทางเคมี (chemical reduction) เป็นปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน วิธีการนี้เป็นการเปลี่ยนสภาพของสารพิษไปเป็นสารที่มีอันตรายน้อยลง อะตอม หรืออิออน

ของสารพิษจะรับอิเล็กตรอนจากสารเคมีที่เติมลงไปซึ่งมีสมบัติเป็นตัวรีดิวซ์ (reducing agent) เช่น การเปลี่ยน Cr^{6+} ซึ่งมีพิษมากไปเป็น Cr^{3+} ด้วย เฟอรัสซัลเฟต ($FeSO_4$) ในสภาพที่เป็นกรด ดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$6\ FeSO_4 + 2\ CrO_3 + 6\ H_2SO_4 \text{----->} 3\ Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + 6\ H_2O \qquad (8)$$

การสะเทิน (neutralization) เป็นการเปลี่ยนค่าความเป็นกรด–ด่าง (พีเอช) ของน้ำเสียให้มีฤทธิ์เป็นกลาง (พีเอช = 7) ถ้าต้องการปรับค่าน้ำเสียที่มีฤทธิ์เป็นกรด (พีเอช < 7) ในน้ำเสียให้สูงขึ้นต้องเติมสารที่มีฤทธิ์เป็นด่าง เช่น แคลเซียมคาร์บอเนตหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ ส่วนกรณีถ้าต้องการปรับน้ำเสียมีฤทธิ์เป็นด่าง (พีเอช > 7) ให้มีค่าพีเอชต่ำลงจะต้องเติมกรด เช่น กรดซัลฟิวริก กรดไนตริก กรดเกลือและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฐิติชญา บุรีรัตน์ (2553) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลด้วยเถ้าเปลือกหอยเชอร์รี่ จากการศึกษาความเข้มข้นเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูล พบว่า ความเข้มข้นที่เหมาะสม และทำให้กำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลเกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด ความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ที่ 40 กรัม / 100 มิลลิลิตร รองลงมาคือ 30 กรัม / 100 มิลลิลิตร และ 20 กรัม / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.5$) ที่ว่าค่าความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ที่ 40 กรัม / 100 มิลลิลิตร มีผลต่อการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลมากกว่าความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ที่ 30 กรัม / 100 มิลลิลิตร และ 20 กรัม / 100 มิลลิลิตร จากการศึกษาพีเอช และระยะเวลาการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลด้วย เถ้าเปลือกหอยเชอรี่ พบว่า ค่าพีเอชที่เหมาะสมและทำให้กำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลเกิดประสิทธิภาพสูงที่สุดคือ ค่าพีเอช 11.5 รองลงมา คือ พีเอช 10.5 และ 9.5 ตามลำดับ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.5$) ที่ว่าพีเอช 11.5 มีผลต่อการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลมากกว่าพีเอช 10.5 และ 9.5 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.5$) ที่ว่าพีเอช 11.5 มีผลต่อการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลมากกว่าพีเอช 10.5 และ 9.5 จากการศึกษาระยะเวลาการกวนด้วย Jar test ที่เหมาะสมและทำให้กำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลเกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด คือ 40 นาที รองลงมา คือ 30 นาที และ 20 นาที ตามลำดับ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.5$) ที่ว่าระยะเวลากวน 40 นาที มีผลต่อการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลมากกว่าระยะเวลากวน 30 นาที และ 20 นาที จากการศึกษาประสิทธิภาพของการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลด้วยเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ พบว่า การกำจัดไนโตรเจนจากน้ำปฏิกูลเกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด คือ ที่พีเอช 11.5

ระยะเวลา 40 นาที ความเข้มข้น 40 กรัม /มิลลิลิตร กำจัดไนโตรเจนได้ เท่ากับ 70.19 และกำจัดไนโตรเจนจากน้ำปฏิกูลเกิดประสิทธิภาพต่ำที่สุด คือ ที่พีเอช 9.5 ระยะเวลา 20 นาที ความเข้มข้น 20 กรัม /100 มิลลิลิตร กำจัดไนโตรเจนได้ เท่ากับ 11.42 และการกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลเกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด คือ ที่พีเอช 11.5 ระยะเวลา 40 นาที ความเข้มข้น 40 กรัม /มิลลิลิตร กำจัดฟอสฟอรัสได้เท่ากับ 54.55 และกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลเกิดประสิทธิภาพต่ำที่สุด คือ ที่พีเอช 9.5 ระยะเวลา 20 นาที ความเข้มข้น 20 กรัม /100 มิลลิลิตร กำจัดฟอสฟอรัสได้ เท่ากับ 7.54

ชยานนท์ สวัสดีนฤนาท และอัศวิน อิงศรีวรกุล (2543) ได้ศึกษาการกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียโดยเถ้าลอยด้วยกระบวนการดูดติดผิวในห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยเถ้าลอยในการทดลองครั้งนี้นำมาจากโรงผลิตกระแสไฟฟ้าอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง และใช้น้ำเสียสังเคราะห์ซึ่งเตรียมโดยการละลายไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (Na_2HPO_4) ในน้ำกลั่น และการทดลองทั้งหมดในการศึกษาครั้งนี้จะเป็นการทดลองแบบเท (Batch) สำหรับขอบเขตการศึกษาในครั้งนี้จะรวมถึงการศึกษาผลของพีเอช ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสเริ่มต้น และอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสฟอรัส เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบต่อไป จากผลของการทดลองแสดงให้เห็นว่า ค่าพีเอชที่เหมาะสมในการกำจัดฟอสรัสอยู่ในช่วง 11 ถึง 12 ที่เวลาสัมผัส 2.5 ชั่วโมง

พงศ์ลัดดา เผ่าศิริ (2555) ได้ศึกษาการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียฟาร์มสุกร โดยวิธีการตกตะกอนด้วยเกลือแมกนีเซียมการวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษา พีเอช ระยะเวลา ปริมาณเกลือแมกนีเซียมซัลเฟตที่มีผลต่อการลดปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำเสียฟาร์มสุกรการ ศึกษาทำโดยปรับระดับพีเอชเท่ากับ 8 10และ 12 ปริมาณแมกนีเซียมซัลเฟต 2 4 และ 8 กรัม และระยะเวลาในการกวน 5 10 และ 15 นาที สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ F-test (Three-way ANOVA) ผลการวิจัยพบว่า มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระดับพีเอช ระยะเวลา และปริมาณเกลือแมกนีเซียมซัลเฟต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.05$) โดยที่ระดับพีเอช เท่ากับ 12 ปริมาณเกลือแมกนีเซียมซัลเฟต 8 กรัม ระยะเวลาในการกวน 15 นาที มีประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนร้อยละ 78.81 และที่ระดับพีเอช เท่ากับ 12 ปริมาณเกลือแมกนีเซียมซัลเฟต 8 กรัม ระยะเวลาในการกวน 15 นาที มีประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัส ร้อยละ 58.17 ผลการวิจัยพบว่าเกลือแมกนีเซียมซัลเฟตมีประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำเสียจากฟาร์มสุกรโดยวิธีการตกตะกอนด้วยเกลือแมกนีเซียมได้และเป็นประโยชน์ต่อผู้เลี้ยงสุกรในการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรเพื่อลดกลิ่น และผลกระทบจากน้ำเสียฟาร์มสุกร

ชีรวิทย์ รัตนพันธ์ (2547) ได้ทำการศึกษาวิธีการกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียโดยใช้เถ้าลอยจากเตาเผาขยะภูเก็ต การทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกจะเป็นการกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียสังเคราะห์ เพื่อทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดฟอสฟอรัสโดยแบ่งเป็น 3 สภาวะ คือ การทดลองหาค่าความเข้มข้นของแคลเซียม พีเอช และระยะเวลาเก็บกักที่เหมาะสมในการกำจัดฟอสฟอรัส ส่วนที่ 2 จะเป็นการนำผลที่ได้จากการทดลองในส่วนแรกมาทดสอบกับน้ำเสียจริงจากโรงงานอาหารทะเล น้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้ในการศึกษามีความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 5 10 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยที่ในแต่ละความเข้มข้นจะแบ่งน้ำเสียออกเป็นน้ำเสียที่มีความขุ่น และไม่มีความขุ่นประมาณ 80 NTU ผลการทดลอง พบว่า เถ้าลอยจากเตาเผาขยะภูเก็ตซึ่งมีปริมาณแคลเซียมออกไซด์สูง (ประมาณ 54%) มีความสามารถในการกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียสังเคราะห์ได้สูงถึง 99% ในสภาพที่พีเอช เท่ากับ 10 ระยะเวลากักเก็บ 30 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด และความขุ่นของน้ำเสียสังเคราะห์ ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสฟอรัสสูง น้ำเสียจริงจากอาหารทะเลมีฟอสฟอรัสทั้งหมดประมาณ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งกำลังดำเนินการศึกษาคาดว่าการประยุกต์ใช้เถ้าลอยในระบบบำบัดจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสฟอรัสได้สูงกว่า 90% นอกจากนี้การเลือกใช้เถ้าลอยจากเตาเผาขยะภูเก็ตมากำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียมีประสิทธิภาพสูงแล้วยังสามารถนำเถ้าลอยที่ผ่านจากการกำจัดฟอสฟอรัสมาใช้ในการเกษตรต่อไป

Stratful, Scrimshaw และLester (2001) ได้ศึกษาอิทธิพลการตกผลึกของแมกนีเซียมแอมโมเนียฟอสเฟต (Magnesium ammonium phosphate (MAP)) จากน้ำเสียสังเคราะห์ที่เตรียมจาก $MgSO_46H_2O$ NH_4Cl และ Na_2HPO_4 เพื่อเตรียม Mg^{2+} NH_4^+ PO_4^{3-} ในอัตราส่วนโมล 1:1:1 โดยเริ่มต้นที่ความเข้มข้นที่ 27 20 และ 106 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และเพิ่มเป็น 3 5 7 เท่า จนเป็น 187 140 และ 742 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ผลการทดลอง พบว่า ที่พีเอช 7.5 จะเริ่มเกิดตกผลึก MAP เล็กน้อย ที่พีเอช 8.5 สามารถกำจัดฟอสเฟต ได้ 85% และ ที่พีเอชมากกว่า 9 สามารถกำจัดฟอสเฟตได้มากกว่า 88 % และประสิทธิภาพค่อนข้างคงที่เวลาทำปฏิกิริยาจะศึกษา โดยเตรียมอัตราส่วนโมลของ Mg^{2+}: NH_4^+ : PO_4^{3-} เท่ากับ 1:1.6:1 ผลการทดลองพบว่าที่เวลาทำปฏิกิริยา 1 และ 180 นาที ไม่มีผลต่อการกำจัดฟอสเฟตมากนัก การตกผลึกจะเป็น Nucleation อย่างรวดเร็วและเป็น Homogeneous แต่ในน้ำเสียจริงจะเป็น Heterogeneous แต่อย่างไรก็ตามขนาดของผลึกที่เวลาทำปฏิกิริยา 1 นาทีมีขนาดเล็กประมาณ 0.01 มิลลิเมตร ที่เวลาทำปฏิกิริยา 60 นาที มีขนาดประมาณ 0.8 มิลลิเมตร ที่เวลาทำปฏิกิริยา 180 นาทีมีขนาดประมาณ 3 มิลลิเมตร และความเข้มข้นของแอมโมเนียม ทำการศึกษาโดยเตรียมความเข้มข้น NH_4^+ 140-350 มิลลิกรัมต่อลิตร Mg^{2+} 187 มิลลิกรัมต่อลิตร และ PO_4^{3-} 742 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่พีเอช 10 ผลการทดลอง พบว่า ถ้าปริมาณความเข้มข้นของ NH_4^+ หลังจากการทำปฏิกิริยาต่ำ ผลึกที่เกิดขึ้นจะ

มีปริมาณ Mg^{2+} และ PO_4^{3-} มากกว่า 30 % เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้น NH_4^+ แต่ถ้าปริมาณความเข้มข้นของ NH_4^+ หลังจากการทำปฏิกิริยามากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลึกที่ตกตะกอนจะเป็น MAP ที่บริสุทธิ์ และยังทำการทดลองที่ NH_4^+ 60-150 มิลลิกรัมต่อลิตร Mg^{2+} 80 มิลลิกรัมต่อลิตร และ PO_4^{3-} 318 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรากฏว่าที่ปริมาณความเข้มข้นของ NH_4^+ หลังจากการทำปฏิกิริยา 30-80 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้เกิดผลึก MAP ที่บริสุทธิ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 ขอบเขตของการวิจัย

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ และพื้นที่เก็บตัวอย่างเปลือกหอยแครงพื้นที่เก็บร้านอาหารสุจินดา ต.บ่อยาง อ.เมือง จ.สงขลา

3.1.2 ใช้น้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ (Synthetic municipal wastewater) โดยการควบคุมอุณหภูมิตลอดการทดลองที่อุณหภูมิห้อง (29-32 องศาเซลเซียส)

3.1.3 ศึกษาปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ได้แก่ 20 กรัม/100 มิลลิลิตร 30 กรัม/100 มิลลิลิตร และ 40 กรัม/100 มิลลิลิตร

3.1.4 ศึกษาพีเอชที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ได้แก่ พีเอช 9 10 และ 11

3.1.5 เป็นการทดลองการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครงในระดับห้องปฏิบัติการ โดยการตกตะกอนด้วยเครื่องเขย่าสาร ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 40 นาที (ฐิติชญา บุรีรัตน์, 2553)

3.2 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1) เปลือกหอยแครง
2) เครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์
3) เครื่องเขย่าสาร (Shaker)
4) ตะแกรงร่อน ขนาด 1 มิลลิเมตร
5) เครื่องดูดความชื้น
6) ขวดรูปชมพู่ ขนาด 150 มิลลิลิตร และ 250 มิลลิลิตร
7) บีกเกอร์ขนาดต่างๆ
8) ช้อนตักสาร
9) เครื่องชั่งสารแบบละเอียด 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ METTLER TOLED รุ่น PL 3002
10) เตาเผาไฟฟ้า

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

11) ถุงป้องกันความชื้น

12) เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (pH meter) ยี่ห้อ Clean pH รุ่น pH 30

13) ถ้วยระเหย (Evaporating dish)

14) หลอดทดลอง

15) ปิเปตขนาดต่างๆ

16) Glucose

17) Magnesium sulfate

18) Ammonium sulfate

19) Potassium Dihydrogenphosphate

20) Calcium Chloride

21) Sodium hydroxide

22) Sulfuric Acid

23) Sodium chloride

24) Brucine Salfanilic

25) Sulfanilic acid

26) Potassium Nitrate

27) Potassium antimony tartrate solution

28) Amonium molybdate solution

29) Ascorbic acid

30) น้ำ DI

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

3.3 ขั้นตอนการเตรียมเถ้าเปลือกหอยแครง

เก็บเปลือกหอยแครงมาล้างให้สะอาด ตากให้แห้ง นำไปทุบใส่ถ้วยระเหย แล้วนำเข้าเตา BURN ที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (อนุชา รักสันติ, 2553) ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำเข้าตู้ดูดความชื้นจะได้เถ้าเปลือกหอยแครง

3.4 การเตรียมน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง

3.4.1 นำน้ำใส่บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ปริมาณ 100 มิลลิลิตร ใส่เถ้าเปลือกหอยแครง 20 กรัม คนให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน นำน้ำส่วนใสมากรอง นำน้ำที่ผ่านการกรองมาใช้ในการทดลอง 20 มิลลิลิตร เป็นความเข้มข้นที่ 1

3.4.2 นำน้ำใส่บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ปริมาณ 100 มิลลิลิตร ใส่เถ้าเปลือกหอยแครง 30 กรัม คนให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน นำน้ำส่วนใสมากรอง นำน้ำที่ผ่านการกรองมาใช้ในการทดลอง 20 มิลลิลิตร เป็นความเข้มข้นที่ 2

3.4.3 นำน้ำใส่บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ปริมาณ 100 มิลลิลิตร ใส่เถ้าเปลือกหอยแครง 40 กรัม คนให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน นำน้ำส่วนใสมากรอง นำน้ำที่ผ่านการกรองมาใช้ในการทดลอง 20 มิลลิลิตร เป็นความเข้มข้นที่ 3

3.5 การเตรียมน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์

เตรียมน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำเสียชุมชน **ดังตารางที่ 3.5-1**

ตารางที่ 3.5-1 ปริมาณธาตุอาหารในน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์

ธาตุอาหารหลัก	mg/l
Glucose	350
$(NH_4)_2 . SO_4$	27
$MgSO_4 . 7H_2O$	7
$CaCl_2 . H_2O$	6
KH_2PO_4	7, 9

ที่มา: Nakhla and Chowdhury, (2008)

ธาตุอาหารรอง $FeCl_3$ 4 mg/l, $CUSO_4.5H_2O$ 0.03 mg/l, $NaMoO_4.2H_2O$ 0.02 mg/l, $MnSO_4.2H_2O$ 0.04 mg/l, $ZnCl_2$ 0.02 mg/l, $CoCl_2.6H_2O$ 0.1 mg/l, Na_2CO_3 0.93 mg/l, and $NaHCO_3$ 0.46 mg/l

ในการเตรียมน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์แต่ละครั้ง ควรใช้ให้ในการทดลองเพียงครั้งเดียว และควรเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ทำการทดลอง

3.6 ขั้นตอนการตกตะกอนทางเคมี

การทดลองใช้เครื่องเขย่าสาร (Shaker) ในการการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง โดยวัดค่าพีเอชเริ่มต้นก่อนถ้าค่าเริ่มต้นน้อยกว่า 7 ให้เติมสารละลาย HCl แต่ถ้าค่าเริ่มต้นมากกว่า 7 ให้เติมสารละลาย NaOH เพื่อปรับพีเอชของน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ ให้มีค่า 9 10 และ 11 นำเข้าเครื่องเขย่าสาร (Shaker) แล้วเติมน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง ความเข้มข้นที่ 1 2 และ 3 ระยะเวลา 40 นาที ตามลำดับ รูปแบบการทดลองแบ่งเป็น 3 ชุดการทดลอง ในแต่ละการทดลองใช้ 3 ซ้ำ มีรายละเอียด ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ใช้น้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ 500 มิลลิลิตร ปรับพีเอชให้ได้เท่ากับ 9 นำเข้าเครื่องเขย่าสาร (Shaker) 3 บีกเกอร์ เติมน้ำเถ้าเปลือกหอยแครงความเข้มข้นชุดที่ 1 2 และ 3 ระยะเวลา 40 นาทีตามลำดับ

ชุดการทดลองที่ 2 ใช้น้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ 500 มิลลิลิตร ปรับพีเอชให้ได้เท่ากับ 10 นำเข้าเครื่องเขย่าสาร (Shaker) 3 บีกเกอร์ เติมน้ำเถ้าเปลือกหอยแครงความเข้มข้นชุดที่ 1 2 และ 3 ระยะเวลา 40 นาทีตามลำดับ

ชุดการทดลองที่ 3 ใช้น้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ 500 มิลลิลิตร ปรับพีเอชให้ได้เท่ากับ 11 นำเข้าเครื่องเขย่าสาร (Shaker) 3 บิกเกอร์ เติมน้ำเถ้าเปลือกหอยแครงความเข้มข้นชุดที่ 1 2 และ 3 ตามระยะเวลา 40 นาทีตามลำดับ

3.7 วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน โดยวิธี Brucine Method

3.7.1 หลักการ

ปฏิกิริยาระหว่างไนเตรตและบรูซีนจะให้สีเหลือง ซึ่งสามารถจะวัดความเข้มข้นของสีที่เกิดขึ้นโดยใช้เครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร

3.7.2 การเตรียมสารเคมี

1) สารละลายมาตรฐานไนเตรทเข้มข้น (Stock Nitrate Solution) ละลายแอนไฮดรัสโปตัสเซียมไนเตรท (KNO_3) 0.7218 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ในขวดวัดปริมาตรขนาด 1,000 มิลลิลิตร (สารละลายมาตรฐานไนเตรทเข้มข้นนี้มีความเข้มข้นไนเตรท-ไนโตรเจน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร NO^{3-}-N)

2) สารละลายมาตรฐานไนเตรท (Standard Nitrate Solution) ไปเปตสารละลายมาตรฐานไนเตรทเข้มข้นมา 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 500 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจน

ได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร (สารละลายมาตรฐานไนเตรทมีความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร)

3) การเตรียมกราฟมาตรฐานไนเตรทดังนี้ เตรียมอนุกรมของสารละลายไนเตรทมาตรฐาน โดยการปิเปตสารละลายมาตรฐาน ไนเตรทความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร 0 1 2 3 4 5 และ 6 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดที่กำหนดตามลำดับ เขย่าให้เข้ากันจะได้สารละลายไนเตรทมีความเข้มข้น 0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 และ 1.2 มิลลิกรัมต่อลิตร แล้วนำไปทำการทดลองเช่นเดียวกับตัวอย่างน้ำและนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) พล็อตกราฟระหว่างความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) กับค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance)

4) สารละลายบรูซีน-กรดซัลฟานิลิค (Brucine-Sulfanilic Acid Solution) ละลายบรูซีนซัลเฟต (Brucine Sulfate) 1 กรัม และกรดซัลฟานิลิค 0.1 กรัม ในน้ำร้อน 70 มิลลิลิตร เติมกรดเกลือเข้มข้น (Conc. HCl) 3 มิลลิลิตร ทำให้เย็นเทลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร สารละลายนี้จะคงตัวอยู่ได้นานหลายเดือน ถ้ามีสีชมพูเกิดขึ้นจะไม่มีผลต่อการวิเคราะห์

5) สารละลายกรดซัลฟูริค (4+1): ค่อยๆเทกรดซัลฟูริคเข้มข้น (Conc.H_2SO_4) 500 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น 125 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

6) สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl Solution): ละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 75 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำการปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร

3.7.3 วิธีการ

1) ปิเปตตัวอย่างน้ำ 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร

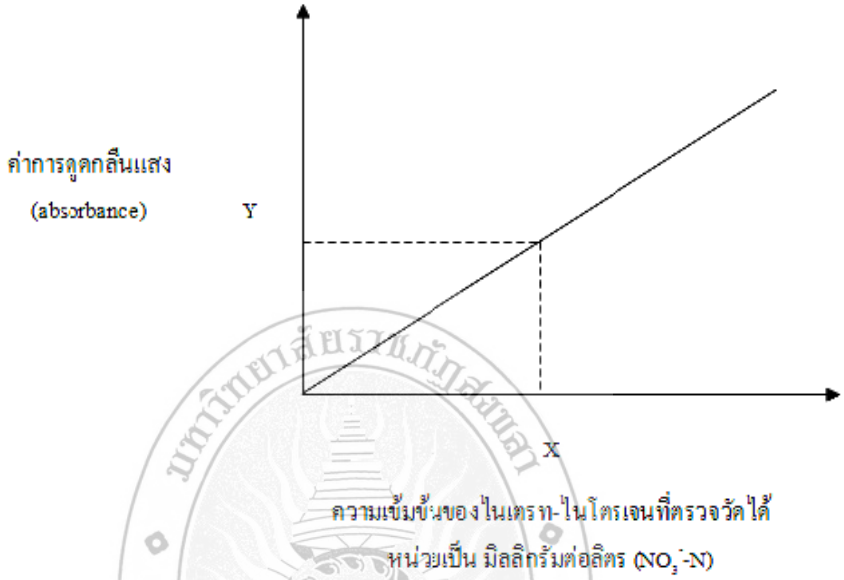
2) เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 2 มิลลิลิตร เขย่าขวด

3) เติมสารละลายกรดซัลฟูริค (4+1) จำนวน 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำขวดรูปชมพู่ไปแช่ในถาดน้ำเพื่อให้หายร้อน

4) เมื่อเย็นแล้วให้นำมาเติมสารละลายบรูซีน-กรดซัลฟานิลิค จำนวน 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำไปแช่ในเครื่องอังไอน้ำ (Water Bath) ซึ่งมีอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที (ควรเปิดเครื่องอังไอน้ำไว้ล่วงหน้าและตั้งอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เมื่อได้อุณหภูมิที่ต้องการแล้วจึงจะทดลองได้)

5) เมื่อครบเวลา 20 นาทีแล้ว ให้นำขวดรูปชมพู่แช่ลงในถาดน้ำเย็น ตั้งทิ้งไว้จนเท่าอุณหภูมิห้อง นำไปวัดหาค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร

6) บันทึกค่าที่วัดได้เพื่อนำไปตัดกับกราฟมาตรฐานไนเตรท การคำนวณ หาปริมาณไนเตรทกับกราฟมาตรฐาน แสดงดัง**ภาพที่ 3.7-1**



ที่มา : ธวัชชัย เนียรวิฑูรย์ (2545)

Y = ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้

X = ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจน ที่ตรวจวัดได้ หน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร(NO^{3-}-N)

ภาพที่ 3.7-1 กราฟมาตรฐานไนเตรท-ไนโตรเจน

3.8 วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยวิธี Spectrophotometer Ascorbic Acid Method

3.8.1 หลักการ

แอมโมเนียมโมลิบเดต และโพแทสเซียมแอนติโมนิลตาเตรต จะทำปฏิกิริยากับสารละลายออโทฟอสเฟต เจือจางในสภาวะที่เป็นกรด ได้สารใหม่ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดแอสคอร์บิกได้สารโมลิบดินัมสีฟ้า โดยวิธีนี้จะวัดฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสได้ระหว่าง 0.01-1.3 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.8.2 การเตรียมสารเคมี

1) สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ : ละลายฟีนอล์ฟทาลีน 0.5 กรัม ในเอทิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 95 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นอีก 50 มิลลิลิตร

2) สารละลายกรดซัลฟิวริก 5 นอร์มัล: เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 70 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร

3) สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดท: ละลาย 10 กรัม $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$ ในน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร เก็บในขวดพลาสติกที่ 4 องศาเซลเซียส

4) สารละลายแอนติโมนีโปตัสเซียมทาเทรท : ละลาย 1.3715 กรัม $K(SbO)\text{-}C_4H_4O_6.1/2H_2O$ ในน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร เก็บในขวดแก้ว

5) แอสคอร์บิคแอซิด 0.1 โมลาร์ ละลาย 1.76 กรัม Ascorbic Acid ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

6) น้ำยารวม (Combined reagent) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร: ผสม 50 มิลลิลิตรของกรดซัลฟิวริก 5 นอมัลกับสารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดท 15 มิลลิลิตรและ 5 มิลลิลิตรสารละลายแอนติ โมนีโปตัสซียมทาเทรทผสมให้เข้ากัน เติมแอสคอร์บิคแอซิด 0.1 โมลาร์ จำนวน 30 มิลลิลิตรน้ำยารวมที่ได้จะต้องมีสีเหลืองอ่อน (สารนี้จะต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งที่วิเคราะห์)

7) Stock Phasphate

ละลาย KH_2PO_4 0.219 กรัมในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

8) Standard Phosphat

นำสารละลาย Stock Phasphate มา 50 มิลลิลิตร แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

3.8.3 วิธีการ

1) ตวงตัวอย่างน้ำ 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ ขนาด 150 มิลลิลิตร

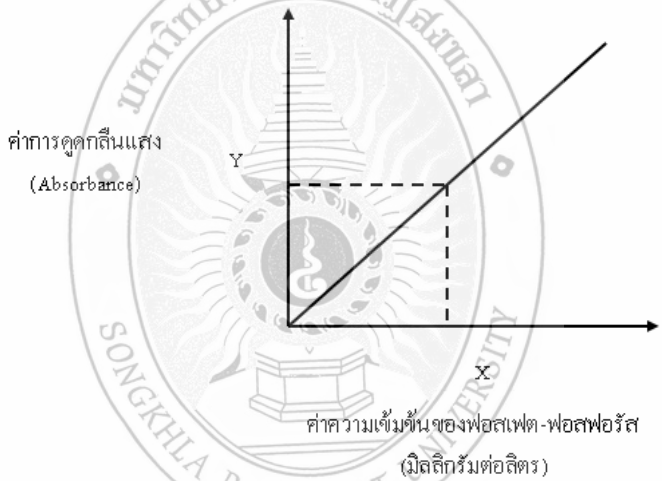
2) หยดพีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ 1 หยด ถ้าได้สีชมพูให้หยด กรดซัลฟิวริก 5 นอมัล ลงไปทีละหยดจนกระทั่งสีชมพูเปลี่ยนไปเป็นไม่มีสี

3) เติมน้ำยารวมใส่ลงในแต่ละบีกเกอร์ บีกเกอร์ละ 8 มิลลิลิตร

4) เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 30 นาที

5) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร

6) จดค่าการดูดกลืนแสง เพื่อนำไปตัดกับกราฟมาตรฐานแสดงดัง**ภาพที่ 3.8-1**



ที่มา : ธวัชชัย เนียรวิฑูรย์ (2545)

Y = ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้

X = ความเข้มข้นของฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสที่ตรวจวัดได้ หน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร

ภาพที่ 3.8-1 กราฟมาตรฐานฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส

3.9 วิธีการวิเคราะห์ไนโตรเจนวิธี Kjedahl Method

3.9.1 การเตรียมสารเคมี

1) น้ำยาย่อย (Digestion Reagent)

ละลาย K_2SO_4 134 กรัม และ $CUSO_4$ 7.3 กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 800 มิลลิลิตร จากนั้นค่อยๆเติม Conc.H_2SO_4 134 มิลลิลิตร ลงไป คนให้ละลายแล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2) Sodium hydroxide-sodium thiosulfate reagent ($NaOH$-$Na_2S_2O_3$)

ละลาย NaOH 500 กรัม และ $Na_2S_2O_3.5H_2O$ 25 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

3) Indicator boric acid solution

ละลาย H_3BO_3 20 กรัม ใน Deionized water แล้วเติม Mix Indicator 10 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

4) Mix Indicator

ละลาย Methyl red 200 มิลลิกรัม ใน ethanol 100 มิลลิลิตร และละลาย methyl blue 100 มิลลิกรัม ใน ethanol 50 มิลลิลิตร ผสมสารทั้งสองเข้าด้วยกัน

5) H_2SO_4 0.02 N

ปิเปต H_2SO_4 1 N มา 20 มิลลิลิตร แล้วเจือจางใน Deionized water แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

3.9.2 วิธีการ

1) ตวงตัวอย่างน้ำปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใส่ลงใน kjedahl flask แล้วเติมลูกแก้วหรือเศษกระเบื้องลงไป 3-4 ชิ้น

2) เติมน้ำย่อย ลงไป 50 มิลลิลิตร แล้วนำเข้าเครื่องย่อยอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

3) เพิ่มอุณหภูมิเป็น 380 องศาเซลเซียส จากนั้นย่อยจนกว่าสารละลายที่ได้เป็นสีฟ้าใส และย่อยต่ออีกประมาณ 20 นาที ปิดเครื่องแล้วทำให้ตัวอย่างเย็น และเติมน้ำลงไป 25 มิลลิลิตร

4) เติม Sodiumhydroxide-sodiumthiosulfatereagent ($NaOH$-$Na_2S_2O_3$) ลงไป 50 มิลลิลิตร แล้วนำไปทำการกลั่น

5) ทำการเก็บ Distillate 250 มิลลิลิตร ด้วย Indicator boric acid solution 50 มิลลิลิตร

6) ไตเตรทสารละลายที่ได้ด้วย H_2SO_4 0.02 N จนกระทั่งอินดิเคเตอร์เปลี่ยนเป็นสีม่วงอ่อน จดปริมาตรที่ใช้

7) ทำการวิเคราะห์ blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนน้ำตัวอย่างและวิธีการเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ตัวอย่าง

3.9.3 การคำนวณ

$$\text{TKN (mg/l)} = \frac{(A - B) \times 280}{\text{ml of sample}}$$

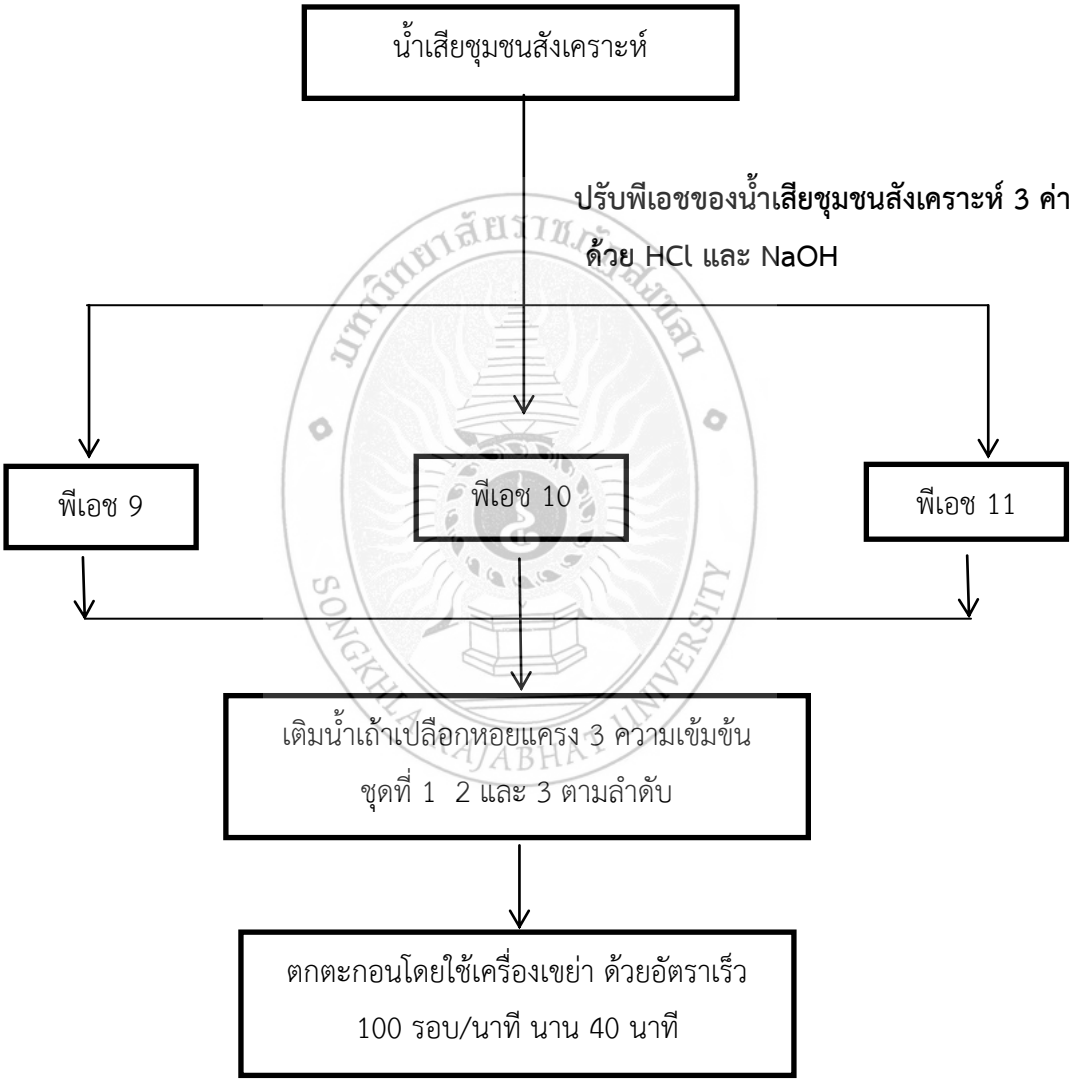
เมื่อ A = ปริมาณ H_2SO_4 0.02 N ที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่างน้ำ (มิลลิลิตร)

B = ปริมาณ H_2SO_4 0.02 N ที่ใช้ไตเตรทกับ Blank (มิลลิลิตร)

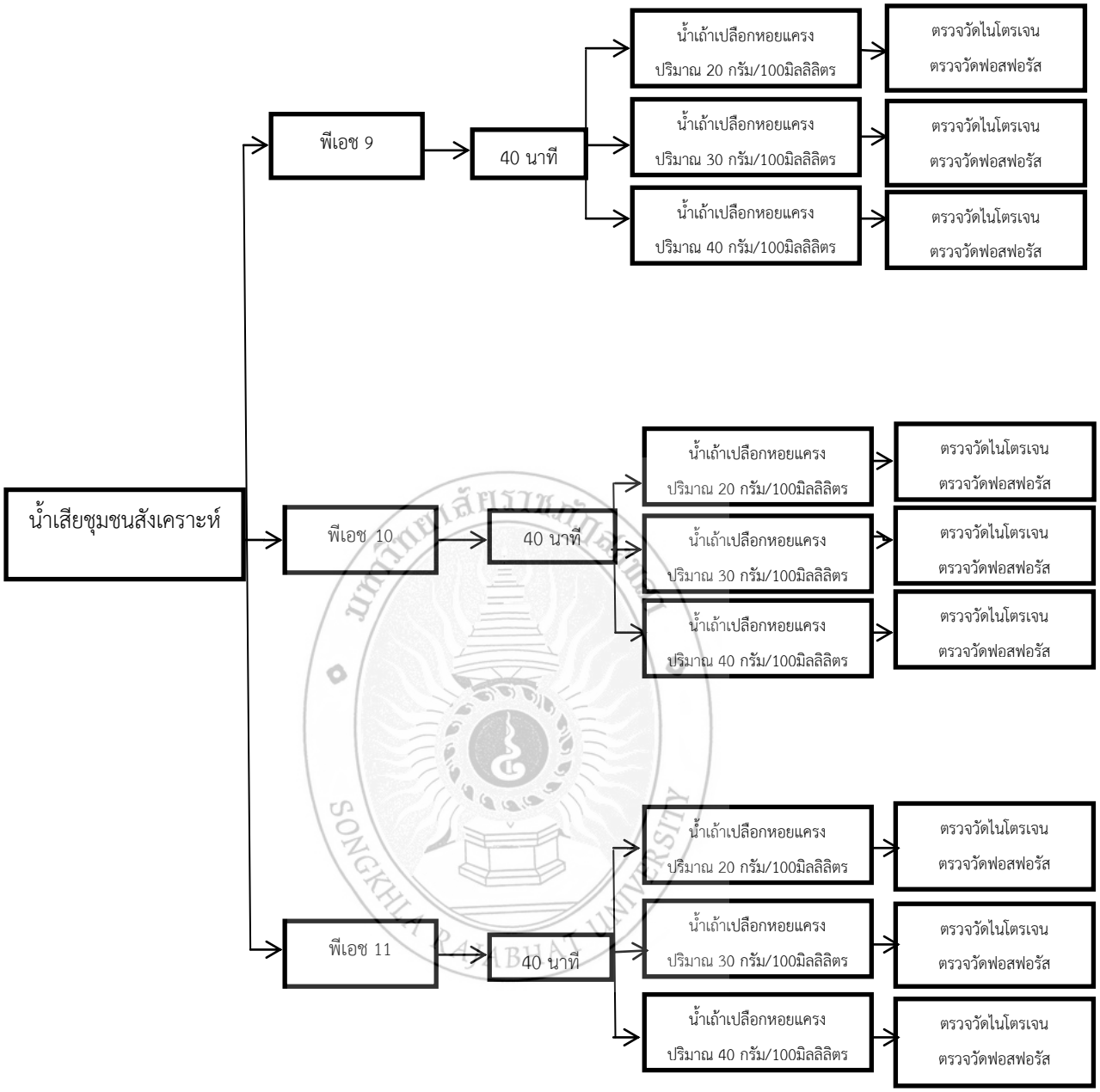
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

3.10 สรุปขั้นตอนการทดลองการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง

แผนภาพแสดงขั้นตอนการทดลองการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอช 9 10 และ 11 ดังแสดงใน**ภาพที่ 3.10-1** และ**ภาพที่ 3.10-2**



ภาพที่ 3.10-1 วิธีการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง



ภาพที่ 3.10-2 การทดลองการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง

3.11 สถิติที่ใช้ในการศึกษา

คือ สถิติอ้างอิงแบบมีพารามิเตอร์ โดยการทดสอบสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่สัมพันธ์ ด้วยคำสั่ง T-Test (Paired Samples Test)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครงใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง ในห้องปฏิบัติการ โดยศึกษาพีเอชที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ได้แก่ พีเอช 9 10 และ 11 และศึกษาปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่เหมาะสมในการกัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัส คือ 20 กรัม/100 มิลลิลิตร 30 กรัม/100 มิลลิลิตร และ 40 กรัม/100 มิลลิลิตร มีผลการศึกษาดังนี้

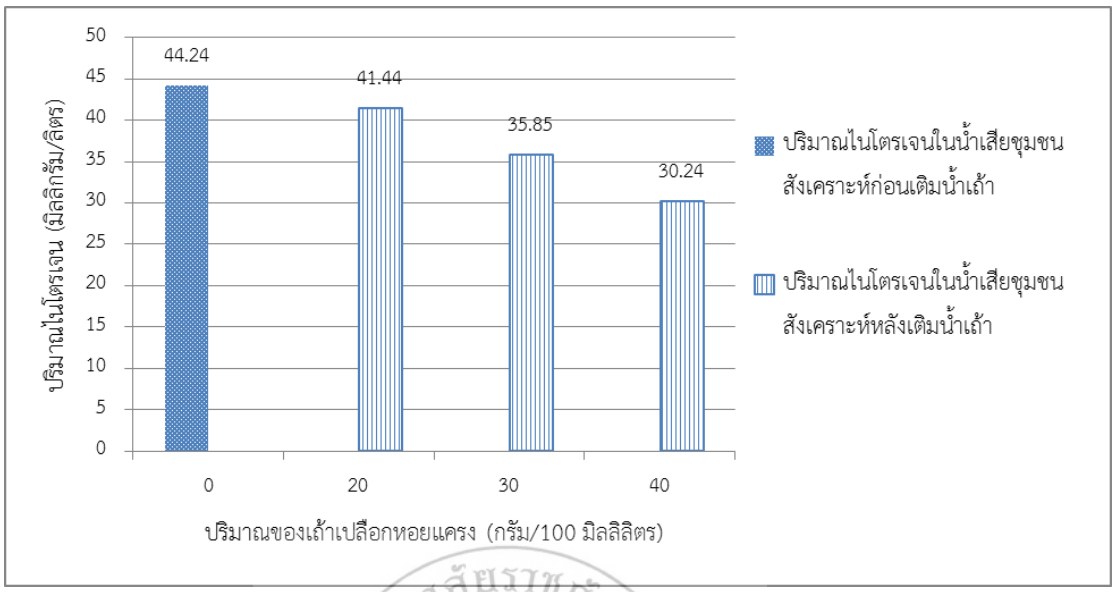
4.1 ประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัส

ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง โดยวิธีการตกตะกอนที่ระดับพีเอช และปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่แตกต่างกัน

4.1.1 ประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen : TKN)

ตารางที่ 4.1-1 ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดไนโตรเจน ระยะเวลาในการเขย่า 40 นาที และปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 9

ปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครง					
20 กรัม/100 มล.		30 กรัม/100 มล.		40 กรัม/100 มล.	
ค่าเฉลี่ยไนโตรเจน (มก./ล)	ประสิทธิภาพการกำจัด (%)	ค่าเฉลี่ยไนโตรเจน (มก./ล)	ประสิทธิภาพการกำจัด(%)	ค่าเฉลี่ยไนโตรเจน (มก./ล)	ประสิทธิภาพการกำจัด (%)
41.44	6.33	35.84	18.99	30.24	31.56

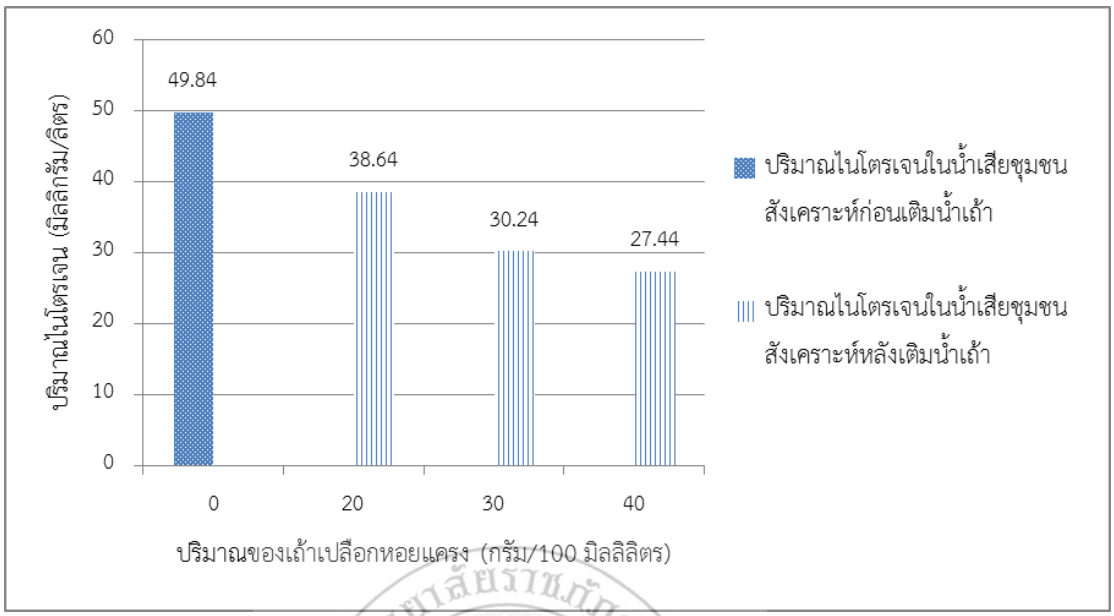


ภาพที่ 4.1-1 ปริมาณไนโตรเจนและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 9

จาก**ตารางที่ 4.1-1** ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดไนโตรเจน **ภาพที่ 4.1-1** ปริมาณไนโตรเจนและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 9 พบว่า การกำจัดไนโตรเจนดีที่สุดที่ความเข้มข้น 40 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจน 30.24 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 31.56 ประสิทธิภาพรองลงมา คือ ความเข้มข้น 30 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจน 35.84 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 18.99 และที่ความเข้มข้น 20 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจน 41.44 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 6.33

ตารางที่ 4.1-2 ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดไนโตรเจน ระยะเวลาในการเขย่า 40 นาที และปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 10

ปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครง					
20 กรัม/100 มล.		**30 กรัม/100 มล.**		**40 กรัม/100 มล.**	
ค่าเฉลี่ยไนโตรเจน (มก./ล)	**ประสิทธิภาพการกำจัด(%)**	**ค่าเฉลี่ยไนโตรเจน (มก./ล)**	**ประสิทธิภาพการกำจัด(%)**	**ค่าเฉลี่ยไนโตรเจน (มก./ล)**	**ประสิทธิภาพการกำจัด (%)**
38.64	22.74	30.24	39.33	27.44	44.94

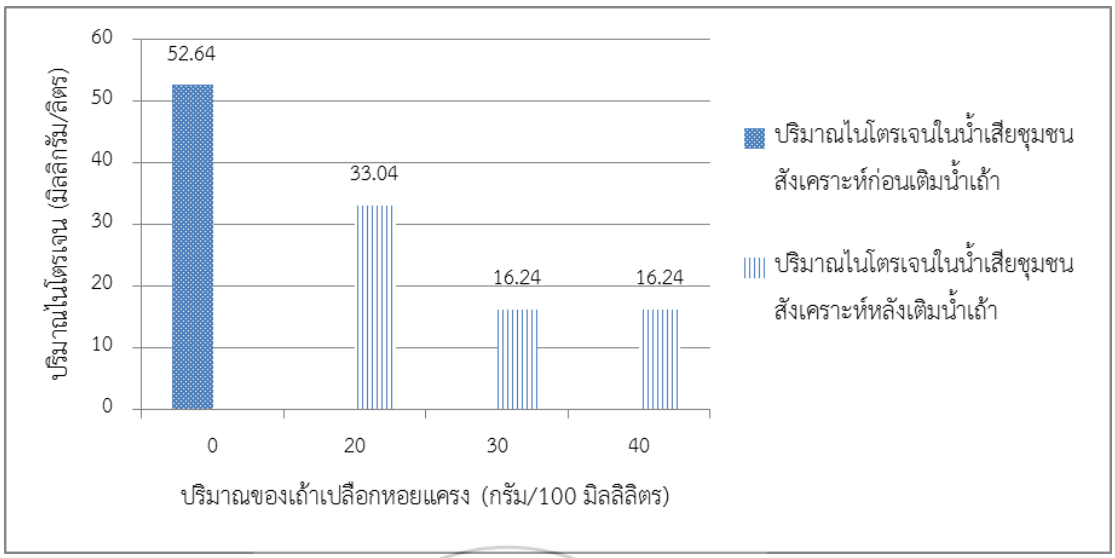


ภาพที่ 4.1-2 ปริมาณไนโตรเจนและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 10

จาก**ตารางที่ 4.1-2** ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดไนโตรเจน **ภาพที่ 4.1-2** ปริมาณไนโตรเจนและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 10 พบว่า การกำจัดไนโตรเจนดีที่สุดที่ปริมาณ 40 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจน 27.44 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 44.96 ประสิทธิภาพรองลงมา คือ ปริมาณ 30 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจน 30.24 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 39.33 และที่ปริมาณ 20 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจน 38.64 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 22.74

ตารางที่ 4.1-3 ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดไนโตรเจน ระยะเวลาในการเขย่า 40 นาที และปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 11

ปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครง					
20 กรัม/100 มล.		**30 กรัม/100 มล.**		**40 กรัม/100 มล.**	
ค่าเฉลี่ยไนโตรเจน (มก./ล)	**ประสิทธิภาพการกำจัด(%)**	**ค่าเฉลี่ยไนโตรเจน (มก./ล)**	**ประสิทธิภาพการกำจัด(%)**	**ค่าเฉลี่ยไนโตรเจน (มก./ล)**	**ประสิทธิภาพการกำจัด (%)**
33.04	37.23	16.24	69.15	16.24	69.15



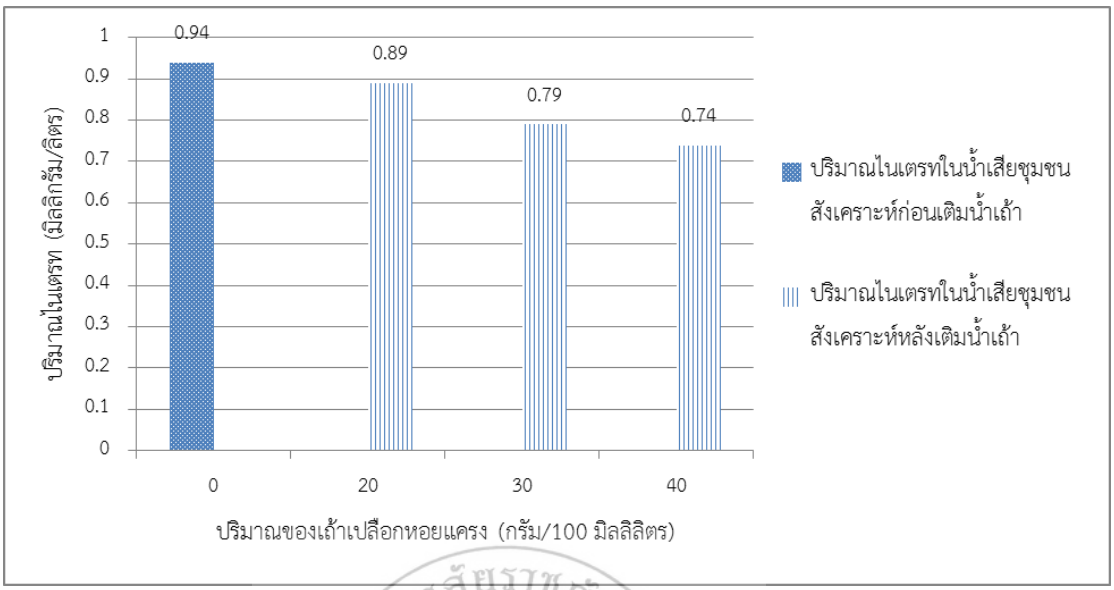
ภาพที่ 4.1-3 ปริมาณไนโตรเจนและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 11

จาก**ตารางที่ 4.1-3** ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดไนโตรเจน **ภาพที่ 4.1-3** ปริมาณไนโตรเจนและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 11 พบว่า การกำจัดไนโตรเจนดีที่สุดที่ปริมาณ 40 กรัม/100 มิลลิลิตร และ 30 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจน 16.24 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 69.15 ประสิทธิภาพรองลงมา คือ ปริมาณ 20 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจน 33.04 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 37.23

4.1.2 ประสิทธิภาพในการกำจัดไนเตรท (Nitrate)

ตารางที่ 4.1-4 ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดไนเตรท ระยะเวลาในการเขย่า 40 นาที และปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 9

ปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครง					
20 กรัม/100 มล.		30 กรัม/100 มล.		40 กรัม/100 มล.	
ค่าเฉลี่ยไนเตรท (มก./ล)	ประสิทธิภาพการกำจัด(%)	ค่าเฉลี่ยไนเตรท (มก./ล)	ประสิทธิภาพการกำจัด(%)	ค่าเฉลี่ยไนเตรท (มก./ล)	ประสิทธิภาพการกำจัด (%)
0.89	5.32	0.79	15.96	0.74	21.28

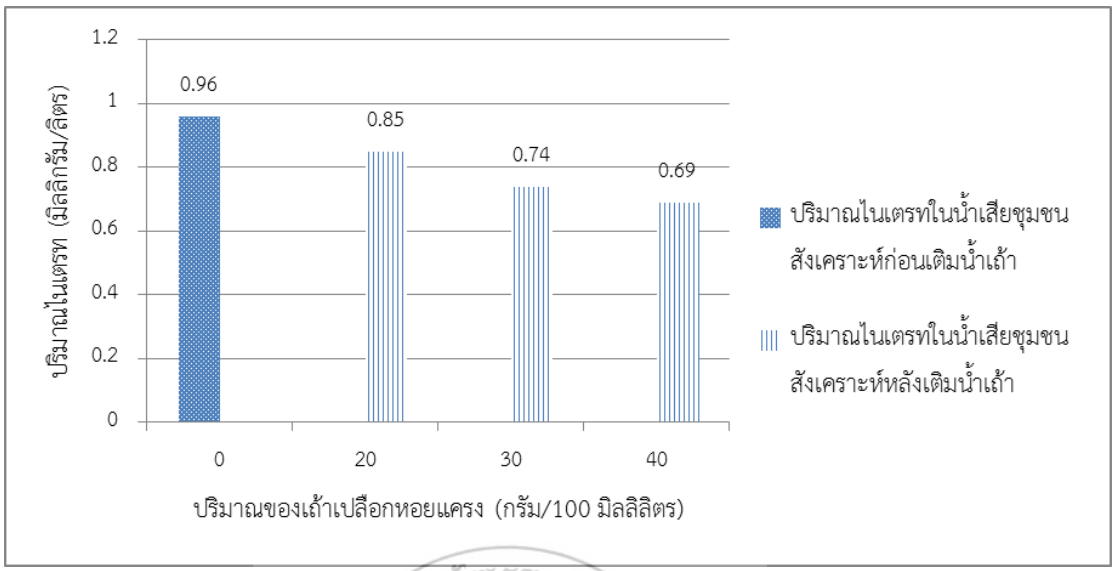


ภาพที่ 4.1-4 ปริมาณไนเตรทและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 9

จาก**ตารางที่ 4.1-4** ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดไนเตรท **ภาพที่ 4.1-4** ปริมาณไนเตรทและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 9 พบว่า การกำจัดไนเตรทดีที่สุดที่ปริมาณ 40 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรท 0.74 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 21.28 ประสิทธิภาพรองลงมา คือปริมาณ 30 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรท 0.79 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 15.96 และที่ปริมาณ 20 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรท 0.89 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 5.32

ตารางที่ 4.1-5 ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดไนเตรท ระยะเวลาในการเขย่า 40 นาที และปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 10

ปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครง					
20 กรัม/100 มล.		**30 กรัม/100 มล.**		**40 กรัม/100 มล.**	
ค่าเฉลี่ยไนเตรท (มก./ล)	**ประสิทธิภาพการกำจัด(%)**	**ค่าเฉลี่ยไนเตรท (มก./ล)**	**ประสิทธิภาพการกำจัด(%)**	**ค่าเฉลี่ยไนเตรท (มก./ล)**	**ประสิทธิภาพการกำจัด (%)**
0.85	11.46	0.74	22.92	0.69	28.13

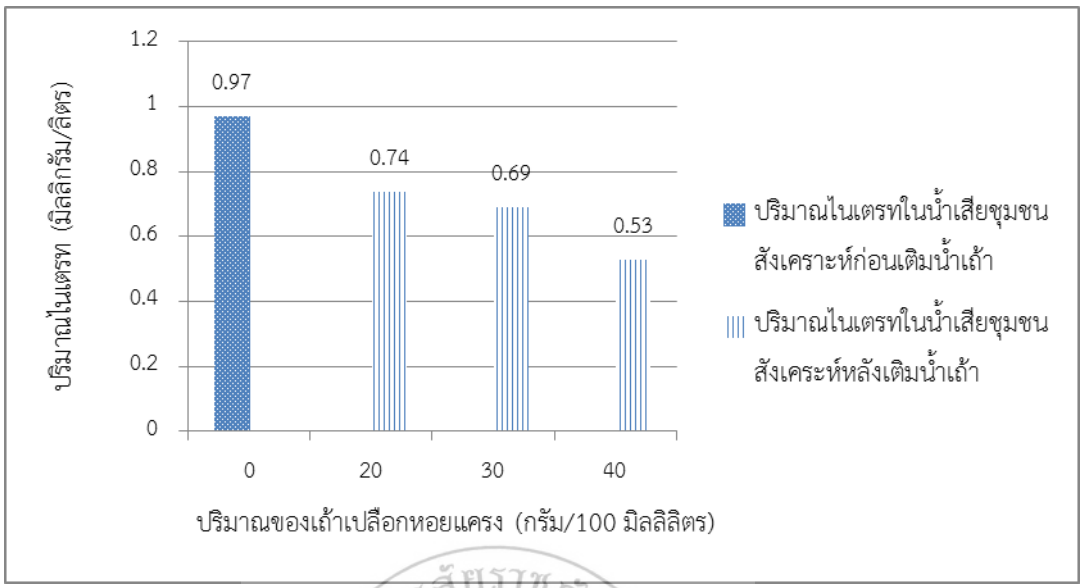


ภาพที่ 4.1-5 ปริมาณไนเตรทและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 10

จาก**ตารางที่ 4.1-5** ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดไนเตรท **ภาพที่ 4.1-5** ปริมาณไนเตรทและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 10 พบว่า การกำจัดไนเตรทดีที่สุดที่ปริมาณ 40 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรท 0.69 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 28.13 ประสิทธิภาพรองลงมา คือ ปริมาณ 30 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรท 0.74 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 22.92 และที่ปริมาณ 20 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรท 0.85 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 11.46

ตารางที่ 4.1-6 ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดไนเตรท ระยะเวลาในการเขย่า 40 นาที และปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 11

ปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครง					
20 กรัม/100 มล.		**30 กรัม/100 มล.**		**40 กรัม/100 มล.**	
ค่าเฉลี่ยไนเตรท (มก./ล)	**ประสิทธิภาพการกำจัด(%)**	**ค่าเฉลี่ยไนเตรท (มก./ล)**	**ประสิทธิภาพการกำจัด(%)**	**ค่าเฉลี่ยไนเตรท (มก./ล)**	**ประสิทธิภาพการกำจัด (%)**
0.74	23.71	0.69	28.87	0.53	45.36



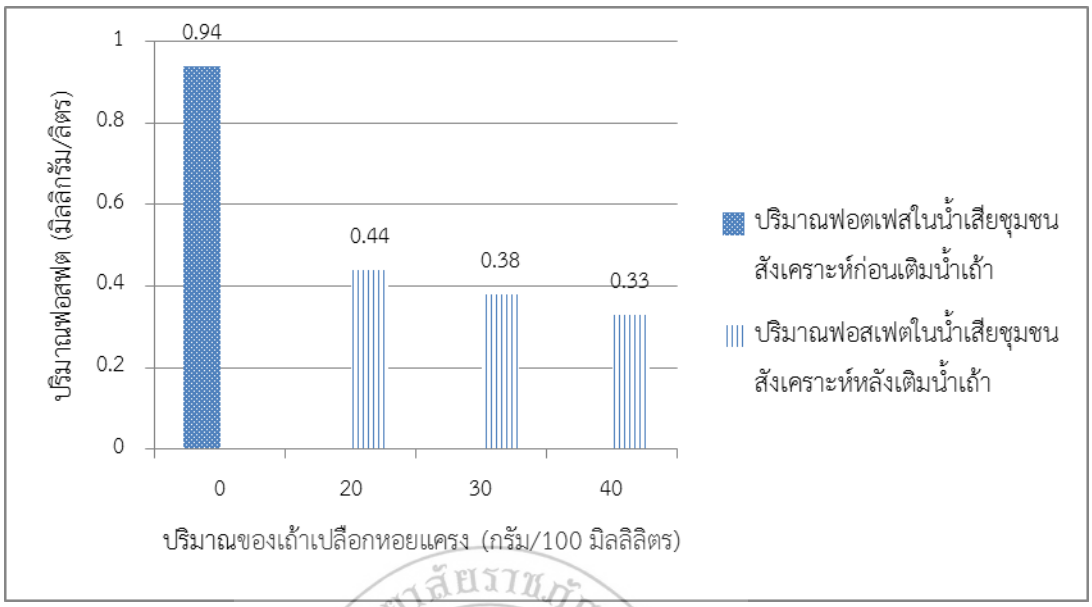
ภาพที่ 4.1-6 ปริมาณไนเตรทและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 11

จาก**ตารางที่ 4.1-6** ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดไนเตรท **ภาพที่ 4.1-6** ปริมาณไนเตรทและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 11 พบว่า การกำจัดไนเตรทดีที่สุดที่ปริมาณ 40 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรท 0.53 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 45.36 ประสิทธิภาพรองลงมา คือ ปริมาณ 30 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรท 0.69 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 28.87 และที่ปริมาณ 20 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรท 0.74 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 23.71

4.1.3 ประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสเฟต (phosphate)

ตารางที่ 4.1-7 ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดฟอสเฟต ระยะเวลาในการเขย่า 40 นาที และปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 9

ปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครง					
20 กรัม/100 มล.		**30 กรัม/100 มล.**		**40 กรัม/100 มล.**	
ค่าเฉลี่ยฟอสเฟต (มก./ล)	**ประสิทธิภาพการกำจัด(%)**	**ค่าเฉลี่ยฟอสเฟต (มก./ล)**	**ประสิทธิภาพการกำจัด(%)**	**ค่าเฉลี่ยฟอสเฟต (มก./ล)**	**ประสิทธิภาพการกำจัด (%)**
0.44	53.00	0.38	59.57	0.33	64.89

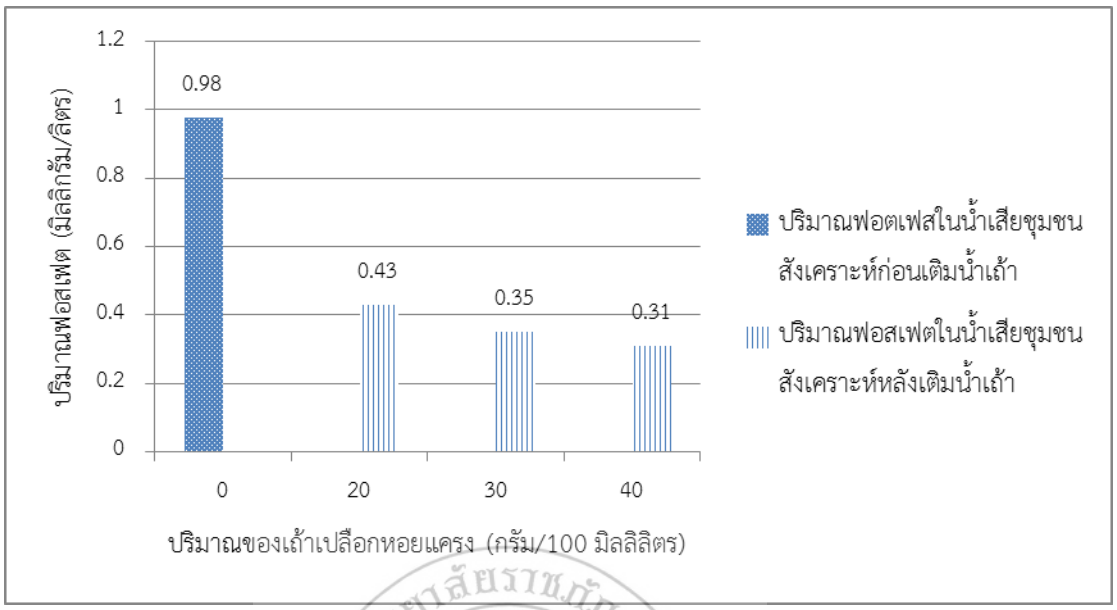


ภาพที่ 4.1-7 ปริมาณฟอสเฟตและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 9

จาก**ตารางที่ 4.1-7** ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดฟอสเฟต **ภาพที่ 4.1-7** ปริมาณฟอสเฟตและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 9 พบว่า การกำจัดฟอสเฟตดีที่สุดที่ปริมาณ 40 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสเฟต 0.33 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 64.89 ประสิทธิภาพรองลงมา คือ ปริมาณ 30 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสเฟต 0.38 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 59.57 และที่ปริมาณ 20 กรัม/100 มิลลิลิตรซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสเฟต 0.44 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 53.00

ตารางที่ 4.1-8 ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดฟอสเฟต ระยะเวลาในการเขย่า 40 นาที และปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 10

ปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครง					
20 กรัม/100 มล.		**30 กรัม/100 มล.**		**40 กรัม/100 มล.**	
ค่าเฉลี่ยฟอสเฟต (มก./ล)	**ประสิทธิภาพการกำจัด(%)**	**ค่าเฉลี่ยฟอสเฟต (มก./ล)**	**ประสิทธิภาพการกำจัด(%)**	**ค่าเฉลี่ยฟอสเฟต (มก./ล)**	**ประสิทธิภาพการกำจัด (%)**
0.43	56.12	0.35	64.29	0.31	68.37

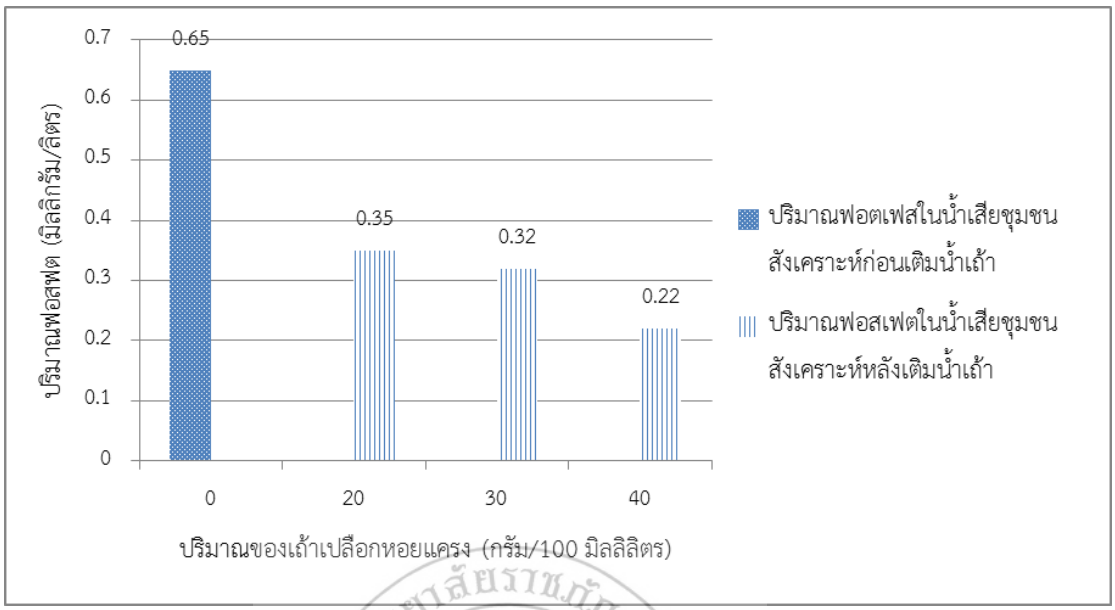


ภาพที่ 4.1-8 ปริมาณฟอสเฟตและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 10

จาก**ตารางที่ 4.1-8** ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดฟอสเฟต **ภาพที่ 4.1-8** ปริมาณฟอสเฟตและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 10 พบว่า การกำจัดฟอสเฟตดีที่สุดที่ปริมาณ 40 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสเฟต 0.31 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 68.37 ประสิทธิภาพรองลงมา คือ ปริมาณ 30 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสเฟต 0.35 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 64.29 และที่ปริมาณ 20 กรัม/100 มิลลิลิตรซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสเฟต 0.43 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 56.12

ตารางที่ 4.1-9 ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดฟอสเฟต ระยะเวลาในการเขย่า 40 นาที และปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 11

ปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครง					
20 กรัม/100 มล.		**30 กรัม/100 มล.**		**40 กรัม/100 มล.**	
ค่าเฉลี่ยฟอสเฟต (มก./ล)	**ประสิทธิภาพการกำจัด(%)**	**ค่าเฉลี่ยฟอสเฟต มก./ล)**	**ประสิทธิภาพการกำจัด(%)**	**ค่าเฉลี่ยฟอสเฟต (มก./ล)**	**ประสิทธิภาพการกำจัด (%)**
0.35	65.68	0.32	68.63	0.22	78.43



ภาพที่ 4.1-9 ปริมาณฟอสเฟตและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 11

จาก**ตารางที่ 4.1-9** ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของการกำจัดฟอสเฟต **ภาพที่ 4.1-9** ปริมาณฟอสเฟตและปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่พีเอชเท่ากับ 11 พบว่า การกำจัดฟอสเฟตดีที่สุดที่ปริมาณ 40 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสเฟต 0.22 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 78.43 ประสิทธิภาพรองลงมา คือ ปริมาณ 30 กรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสเฟต 0.32 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 68.63 และที่ปริมาณ 20 กรัม/100 มิลลิลิตรซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสเฟต 0.35 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 65.68

จากการศึกษาโครงสร้างของเปลือกหอยแครงเปลือกที่เผาแล้วจะเกิดเป็นแคลเซียมออกไซด์ (CaO) เปลือกหอยแครง กว่าร้อยละ 95 จะประกอบด้วย แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate) ส่วนที่เหลือจะเป็นแคลเซียมฟอสเฟต แมกนีเซียมฟอสเฟต แมกนีเซียมซิลิเกต แมกนีเซียมคาร์บอเนต และโปรตีนประเภทคอนไคโอลิน (conchinolim) ซึ่งเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนได้

จากการศึกษาความเข้มข้นเถ้าเปลือกหอยแครงที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ พบว่า ความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยแครงที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด คือ ความเข้มข้นที่ 40 กรัม/100 มิลลิลิตร

จากการศึกษาพีเอชในการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง พบว่า ค่าพีเอชที่เหมาะสม และทำให้กำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด คือ ค่าพีเอช 11 สอดคล้องกับ

Stratful และคณะ (2001) ได้ศึกษาอิทธิพลการตกผลึกของแมกนีเซียมแอมโมเนียฟอสเฟต (Magnesium ammonium phosphate (MAP)) จากน้ำเสียสังเคราะห์ที่เตรียมจาก $MgSO_4$*$6H_2O$ NH_4Cl และ Na_2HPO_4 การตกตะกอนผลึก MAP ที่พีเอช 7.5 จะเริ่มเกิดตกผลึกMAP เล็กน้อยที่พีเอช 8.5 สามารถกำจัดฟอสเฟต ได้ 85% และที่พีเอชมากกว่า 9 สามารถกำจัดฟอสเฟตได้มากกว่า 88% และประสิทธิภาพค่อนข้างคงที่และสอดคล้องกับ ชยานนท์ สวัสดีนฤนาท และอัศวิน อิงศรีวรกุล (2000) ได้ศึกษาการกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียโดยเถ้าลอยด้วยกระบวนการดูดติดผิว พีเอช ที่เหมาะสมในการกำจัดฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 11 ถึง 12

การศึกษาครั้งนี้เมื่อพิจารณาจากผลการทดลอง พบว่า เมื่อพีเอช และความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยแครงที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูล คือ ความเข้มข้น 40 กรัม / 100 มิลลิลิตร และค่าพีเอชที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำเสียสังเคราะห์ชุมชนด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง คือ พีเอช 11 กำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้ดีที่สุด

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ที่พีเอช และปริมาณเถ้าเปลือกหอยแครงแตกต่างกัน คือ ที่พีเอช 9 10 11 และที่ปริมาณเถ้าเปลือกหอยแครง 20 30 40 กรัม/100 มิลลิลิตร

ตารางที่ 4.2-1 การเปรียบเทียบความต่างเฉลี่ยรายคู่ของประสิทธิภาพของการกำจัดไนโตรเจนรวมที่พีเอชแตกต่างกัน

pH	9	10	11
9	-	.272	*.047
10	-	-	.118

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่รับดับความเชื่อมั่น .05

จาก**ตารางที่ 4.2-1** พบว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนรวมที่พีเอช 9 และพีเอช 11 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 4.2-2 การเปรียบเทียบความต่างเฉลี่ยรายคู่ของประสิทธิภาพของการกำจัดไนโตรเจนรวมที่ปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่แตกต่างกัน

ปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครง	20 ก./100 มล.	30 ก./100 มล.	40 ก./100 มล.
20 ก./100 มล.	-	*.004	*.015
30 ก./100 มล.	-	-	1.000

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่รับดับความเชื่อมั่น .05

จาก**ตารางที่ 4.2-2** พบว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนรวมที่ปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครง 30 กรัม/100 มิลลิลิตร และ 40 กรัม/100 มิลลิลิตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 4.2-3 การเปรียบเทียบความต่างเฉลี่ยรายคู่ของประสิทธิภาพของการกำจัดไนเตรทที่พีเอชแตกต่างกัน

pH	9	10	11
9	-	.057	*.049
10	-	-	.053

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่รับดับความเชื่อมั่น .05

จาก**ตารางที่ 4.2-3** พบว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดไนเตรทที่พีเอช 9 และ 11 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 4.2-4 การเปรียบเทียบความต่างเฉลี่ยรายคู่ของประสิทธิภาพของการกำจัดไนเตรทที่ปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่แตกต่างกัน

ปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครง	20 ก./100 มล.	30 ก./100 มล.	40 ก./100 มล.
20 ก./100 มล.	-	*.008	*.000
30 ก./100 มล.	-	-	*.005

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่รับดับความเชื่อมั่น .05

จาก**ตารางที่ 4.2-4** พบว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดไนเตรทที่ปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครง 20 กรัม/100 มิลลิลิตร 30 กรัม/100 มิลลิลิตร และ 40 กรัม/100 มิลลิลิตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 4.2-5 การเปรียบเทียบความต่างเฉลี่ยรายคู่ของประสิทธิภาพของการกำจัดฟอสเฟตที่พีเอชแตกต่างกัน

pH	9	10	11
9	-	.140	*.014
10	-	-	.064

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่รับดับความเชื่อมั่น .05

จาก**ตารางที่ 4.2-5** พบว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดไนเตรทที่พีเอช 9 และ 11 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 4.2-6 การเปรียบเทียบความต่างเฉลี่ยรายคู่ของประสิทธิภาพของการกำจัด ฟอสเฟตที่ปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่แตกต่างกัน

ปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครง	20 ก./100 มล.	30 ก./100 มล.	40 ก./100 มล.
20 ก./100 มล.	-	*.012	*.003
30 ก./100 มล.	-	-	*.002

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่รับดับความเชื่อมั่น .05

จาก**ตารางที่ 4.2-6** พบว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสเฟตที่ปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครง 20 กรัม/100 มิลลิลิตร 30 กรัม/100 มิลลิลิตร และ 40 กรัม/100 มิลลิลิตร แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสที่พีเอชแตกต่างกัน ได้แก่ พีเอช 9 10 และ 11 พบว่า ค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อการกำจัดไนโตรเจน ไนเตรท และฟอสฟอรัสจากน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ดีที่สุดที่ พีเอช 11 เกิดประสิทธิภาพในการกำจัดคิดเป็น 69.15% 45.36% และ 78.43% ตามลำดับ เนื่องจากเมื่อมีการปรับพีเอชของน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ด้วย NaOH เพื่อให้น้ำเสียชุมชนสังเคราะห์มีค่าพีเอชเพิ่มขึ้น ทำให้ไฮดรอกไซด์ในน้ำเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้เกิดการตกตะกอนของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากขึ้น และจากการศึกษาปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่ปริมาณแตกต่างกัน ได้แก่ 20 กรัม/100 มิลลิลิตร 30 กรัม/100 มิลลิลิตร และ 40 กรัม/100 มิลลิลิตร พบว่าปริมาณที่เหมาะสมต่อการกำจัดไนโตรเจน ไนเตรท และฟอสเฟต ในน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ที่ดีที่สุดที่ความเข้มข้น 40 กรัม/100 มิลลิลิตร เกิดประสิทธิภาพในการกำจัดคิดเป็น 69.15% 45.36% และ 78.43% ตามลำดับ เนื่องจากเมื่อปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณของแคลเซียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้นตามปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครง ซึ่งทำให้เกิดการตกตะกอนของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครงครั้งนี้ พบว่า น้ำเถ้าเปลือกหอยแครงสามารถกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ได้ นับว่าเป็นทางเลือกใหม่ และเป็นแนวทางที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย ดังนี้

1) ควรมีการศึกษาความแตกต่างระหว่าง พีเอช ระยะเวลา และปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครงที่มีค่าสูงกว่าการวิจัยนี้

2) ควรมีการศึกษาวัสดุที่เหลือใช้ทางธรรมชาติชนิดอื่นที่มีลักษณะโครงสร้างของปูนแคลเซียมและแมกนีเซียมมาทำการทดลองกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำเสียชุมชน เช่น กระดูกสัตว์ หอยแมลงภู่ เป็นต้น

3) ควรมีการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำเถ้าเปลือกหอยแครงต่อการบำบัดน้ำเสียจริง

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. 2546. **ลักษณะน้ำเสียจากบ้านพัก**, แหล่งที่มา : http://www.pcd.go.th, 20 พฤศจิกายน 2559

กรมควบคุมมลพิษ. 2559. **น้ำทิ้งชุมชน**, แหล่งที่มา : http://www.pcd.go.th, 20 พฤศจิกายน 2559

ชยานนท์ สวัสดีนฤนาท และอัศวิน อิงศรีวรกุล. 2543. **การกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียโดยเถ้าลอยด้วยกระบวนการดูดติดผิว,** มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ชีรวิทย์ รัตนพันธ์. 2547. **การกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียโดยใช้เถ้าลอยจากเตาเผาขยะภูเก็ต**. **วิทยานิพนธ์ปริญญาโท**, สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ฐิติชญา บุรีรัตน์. 2553. **การกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลด้วยเถ้าเปลือกหอยเชอรี่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,** สาขาอนามัยสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ธวัชชัย เนียรวิฑูรย์. 2545. **การวิเคราะห์น้ำและอาหารทางสาธารณสุข,** คณะสาธารณสุขศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2551. **การกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทางชีวภาพ**, พิมพ์ครั้งที่ 3, กรุงเทพมหานคร.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และคณะกรรมการวิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2544. **น้ำเสียชุมชน**, กรมควบคุมมลพิษ.

พงศ์ศักดิ์ หนูพันธ์. 2549. **การกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสโดยระบบคลองวนเวียน.** วิทยาสศาตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พงศ์ลัดดา เผ่าศิริ. 2555. การกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียฟาร์มสุกรโดยวิธีการตกตะกอนด้วยเกลือแมกนีเซียม. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.**

ยุพดี. 2542**. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี**. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศษสตร์และเทคโนโลยี, สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา, กรุงเทพมหานคร.

มั่นสิน ตัณฑุลเวสม์. 2538. **คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ**, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. คณะวิศวกรรมศาตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร.

มั่นสิน ตัณฑุลเวสม์ และมั่นรักษ์ ตัณฑุลเวสม์. 2545. **เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย**, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.

วิภารัตน์ ชัยเพชร. 2557. **โครงการการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและของแข็ง แขวนลอยจากน้ำ ทิ้งบ่อกุ้งโดยใช้เปลือกหอยนางรม เปลือกหอยแมลงภู่ และเปลือกหอยแครง**, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.

สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2549 . **อัตราการเกิดน้ำเสียต่อคน,** แหล่งที่มา : http://www.pcd.go.th, 20 พฤศจิกายน 2559

เสริมพล และ ไชยยุทธ. 2534. **การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน,** สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร.

อนุชา รักสันติ. 2553. **กระดูกเทียมจากเปลือกหอยแครง,** แหล่งที่มา : http://cmu.ac.th, 20 พฤศจิกายน 2559

Nakhla G. and Chowdhury N. 2008. **Consider fenton chemistry for wastewater treatment**. M.S. Thesis, Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology.

Stratful and Lester. 2001. **Condition Influencing the Precipitation of Magnesium Ammonium Phosphate,** Water Research. 35(1) : 4191-4199

ภาคผนวก ก

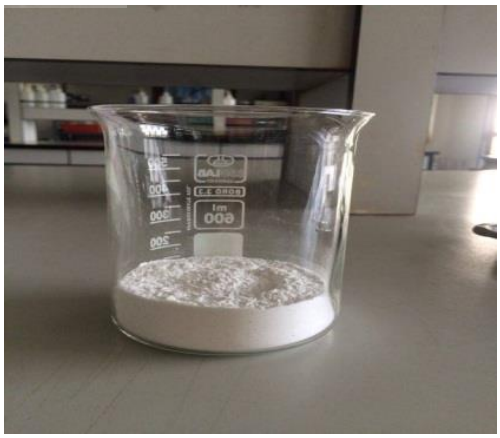
(ก) เปลือกหอยแครง

(ข) ล้างเปลือกหอยแครง

(ค) นำไปผึ่งแดดให้แห้ง

(ง) นำเปลือกหอยแครงมาทุบให้มีขนาดเล็กลง

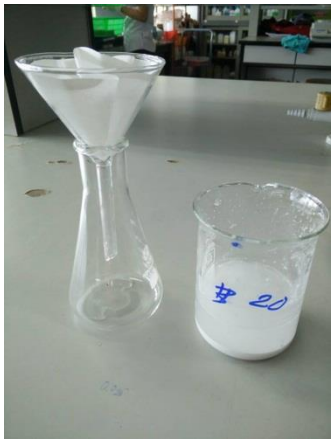
(จ) เผาด้วยเตา BURN ด้วยความร้อน 800 °c เป็นเวลา 2 ชั่วโมงตั้งเถ้าให้เย็นก่อนนำเข้าเครื่องดูดวามชื้น



(ฉ) นำมาร่อนด้วยตะแกรงร่อน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

(ช) ละลายเถ้าเปลือกหอยแครงความเข้มข้น 20 30 40 กรัม/100 mlด้วย



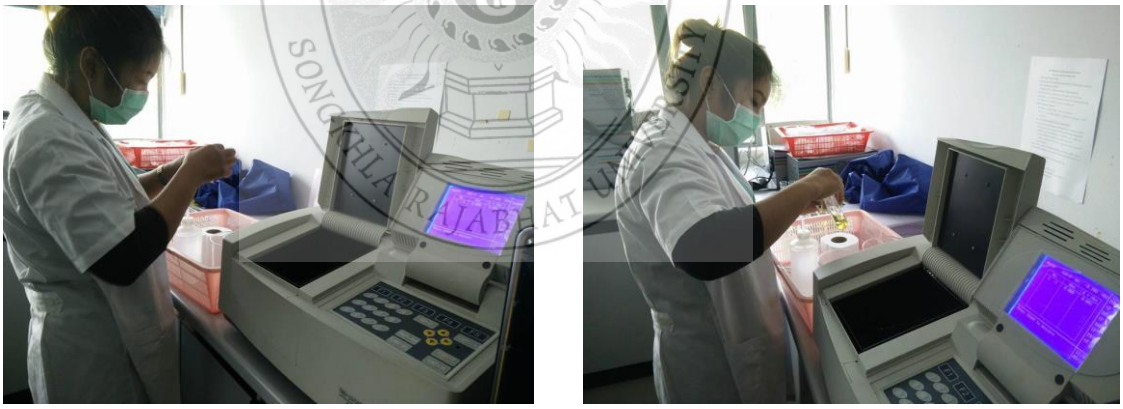
(ซ) ทิ้งให้ตกตะกอนแล้วนำน้ำส่วนใสมากรองด้วยกระดาษกรอง whatman42

ภาพที่ ผก-1-2 การเตรียมน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

(ก) การปรับพีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์

(ข) นำเข้าเครื่องเขย่าด้วยความเร็วรอบ 100 รอบ ต่อนาที เป็นเวลา 40 นาที



(ค) การวิเคราะห์ตัวอย่าง

ภาพที่ ผก-3 การทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส

ภาคผนวก ข
แบบเสนอโครงการวิจัย
โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วิจัยเฉพะทางสิ่งแวดล้อม (4003002)

1. ชื่อโครงการวิจัย การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง

The Study of Nitrogen and Phosphorus Removal Efficiencies In Synthetic Municipal Wastewater by Soluble Escalope Ash

2. ปีการศึกษาที่ทำการวิจัย 2559

3. สาขาที่ทำการวิจัย วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

4. ประวัติของผู้วิจัย

4.1 นางสาวสุจินดา คงคุณ
ระดับปริญญาตรี
ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

4.2 นางสาวน้ำฝน จันทร์แก้ว
ระดับปริญญาตรี
ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

5. อาจารย์ที่ปรึกษา อ.กมลนาวิน อินทนูจิตร

6. รายละเอียดเกี่ยวกับการวิจัย

6.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันปัญหามลพิษเป็นปัญหาที่สำคัญมากต่อสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะมลพิษทางน้ำ เนื่องจากน้ำเป็นทรัพยากรที่เกี่ยวข้องกับกิจวัตรประจำวันตั้งแต่การชำระร่างกาย ตลอดถึงการใช้น้ำในการประกอบอาหาร น้ำที่ผ่านกระบวนการใช้ดังกล่าวถือเป็นน้ำเสียที่เกิดจากครัวเรือน โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากการเพิ่มจำนวนประชากรและการขยายตัวของชุมชน น้ำเสียในชุมชนส่วนใหญ่มีสารอาหารโดยเฉพาะพวกฟอสฟอรัสและไนโตรเจน ซึ่งฟอสฟอรัสได้จากผงซักฟอกที่เหลือใช้ประกอบด้วย ไตรโซเดียมออโธฟอสเฟต (Na_5PO_4) เตตราโซเดียมไพโรฟอสเฟต($Na_4P_2O_7$) และเพนตาโซเดียมไตรพิลิฟอสเฟต ($Na_5P_3O_{10}$) ส่วนไนโตรเจนจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สารประกอบอนินทรีย์ไนโตรเจน เช่น NH_4^+ NO_2^- NO_3^- โดยพวกนี้จะอยู่ในรูปของปุ๋ย หรือเกลือในปัสสาวะ ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือ สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนเช่น โปรตีน กรดอะมิโน กรดนิวคลีอิค ซึ่งสารพวกนี้เป็นส่วนประกอบของร่างกาย พืช และสัตว์ ในอุจจาระ ในปุ๋ยคอก เป็นต้นไนโตรเจน และฟอสฟอรัส จะเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้สาหร่ายเติบโตอย่างรวดเร็วส่งผลให้แหล่งน้ำขาดออกซิเจน และเกิดปัญหาน้ำเน่าเสียตามมา ที่สำคัญจังหวัดสงขลาเป็นจังหวัดที่อยู่ติดกับชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนล่าง ทำให้มีร้านอาหารทะเลและอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหารทะเล เศษวัสดุเหลือใช้ที่เกิดจากเปลือกหอยกองทับถมเป็นระยะเวลานานโดยไม่นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งพบว่าเปลือกหอยแครงมีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นแคลเซียมออกไซด์ เมื่อให้ความร้อนที่เหมาะสม อีกทั้งเป็นการนำเปลือกหอยเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุดแทนการปล่อยกองทิ้งอย่างไร้ประโยชน์

คณะผู้วิจัยมีความสนใจในการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียสังเคราะห์ชุมชนด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง โดยนำเปลือกหอยแครงมาใช้ประโยชน์ในการช่วยตกตะตอนไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และถือได้ว่าเป็นการนำเอาวัสดุจากธรรมชาติที่ไม่ใช้แล้วมาใช้ให้เกิดประโยชน์และเป็นทางเลือกใหม่ในการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำทิ้งได้อีกทางหนึ่ง

6.2 วัตถุประสงค์

6.2.1 ศึกษาปริมาณของเปลือกเถ้าหอยแครงที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์

6.2.2 ศึกษาพีเอชที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจน และฟอสเฟตจากน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง

6.3 ตัวแปร

6.3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ เถ้าเปลือกหอยแครง
สภาวะที่เหมาะสมในการตกตะกอน ได้แก่ ค่าพีเอช และปริมาณของเถ้าเปลือกหอยแครง

6.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัส

6.3.3 ตัวแปรควบคุม ได้แก่ น้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ และระยะเวลาในการตกตะกอน

6.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.4.1 เพื่อทราบประสิทธิภาพของเถ้าเปลือกหอยแครง และปริมาณที่เหมาะสมของเถ้าเปลือกหอยแครง ในกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์

6.4.2 สามารถเป็นแนวทางในการกำจัดน้ำเสีย ทำให้น้ำทิ้งมีคุณภาพดีขึ้นเพราะมีวิธีการแนวความคิดใหม่ เพื่อมากำจัดของเสีย ปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดีขึ้น

6.5 ขอบเขตของการวิจัย

6.5.1 วัตถุดิบที่ใช้และพื้นที่เก็บตัวอย่าง เปลือกหอยแครง พื้นที่เก็บร้านอาหารสุจินดา อ.เมือง จ.สงขลา

6.5.2 ใช้น้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ (synthetic municipal wastewater) โดยการควบคุมอุณหภูมิตลอดการทดลองที่อุณหภูมิห้อง

6.5.3 ศึกษาปริมาณของน้ำเถ้าเปลือกหอยแครงที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ได้แก่ 20 กรัม/100 มิลลิกรัม 30 กรัม/100 มิลลิลิตร และ 40 กรัม/100 มิลลิลิตร

6.5.4 ศึกษาพีเอชที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ได้แก่ 9 10 และ11

6.5.5 เป็นการทดลองการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง ในระดับห้องปฏิบัติการโดยการตกตะกอนด้วยเครื่องเขย่าสาร ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 40 นาที (ฐิติชญา บุรีรัตน์)

6.6 นิยามศัพท์

1.6.1 เถ้าเปลือกหอยแครง (Ash escalope) หมายถึง เถ้าที่เกิดจากการเผาเปลือกหอยแครงที่อุณหภูมิสูง 900 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการตกตะกอนและเป็นวัสดุจากธรรมชาติที่ไม่ใช้แล้วนำมาใช้ประโยชน์ใหม่อีกครั้ง

1.6.2 น้ำเถ้าเปลือกหอยแครง หมายถึง การเตรียมโดยการนำน้ำดีไอใส่บีกเกอร์ 3 บีกเกอร์ บีกเกอร์ละ 100 มิลลิลิตร ใส่เถ้าเปลือกหอยแครง 20 30 40 กรัม ตามลำดับ คนให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน กรองตะกอนออก นำน้ำที่ตกตะกอนมาใช้ในการทดลอง 20 มิลลิลิตร เป็นความเข้มข้นที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ

1.6.3 น้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ หมายถึง น้ำที่ผู้วิจัยจัดเตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการมีส่วนประกอบของไนโตรเจน และฟอสฟอรัส

1.6.4 ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถในการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง

1.6.5 การตกตะกอนทางเคมี (Chemical precititation) หมายถึง เป็นการใช้สารเคมีช่วยตกตะกอนโดยให้เติมสารเคมี (coagulant) ลงไปเพื่อเปลี่ยนสถานะทางกายภาพของของแข็งแขวนลอยที่มีขนาดเล็กให้รวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้น

6.7 ตรวจสอบเอกสาร

6.7.1 ปัญหาสาเหตุทั่วไปของการเกิดน้ำเสีย

น้ำเสียจะส่งผลกระทบเริ่มจากการมีกลิ่นเหม็น ทำให้เป็นโรคผิวหนัง เป็นตัวแพร่เชื้อโรคและพยาธิต่างๆ ทำให้สัตว์น้ำและพืชน้ำตาย (ทำให้เพิ่มระดับปัญหาเพิ่มขึ้น) มักเกิดจาก

1) การปล่อยน้ำเสีย การทิ้งขยะ จากครัวเรือน ชุมชน สถานที่สาธารณะ เช่น โรงเรียน โรงแรม โรงพยาบาล โรงมหรสพ ฯลฯ ทำให้น้ำมัน สารเคมี สารพิษ สารอินทรีย์

เชื้อโรค พยาธิ เป็นต้น ที่ไม่ได้รับการบำบัดหรือมีการจัดการกำจัดที่ถูกต้อง ถูกปล่อยหรือถูกชะล้างสู่แหล่งน้ำ

2) สารเคมีจากการทำการเกษตรได้แก่ ปุ๋ย ทั้งปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ สารเคมีกำจัดศัตรูพืช อาจทำให้เกิดปัญหาโดยตรงถ้ามีปริมาณมาก หรือทางอ้อมทำให้พืชในน้ำเติบโตเร็วใช้ออกซิเจนในน้ำจนหมด หรือทำให้สัตว์น้ำพืชน้ำตาย

3) ของเสีย น้ำเสีย สารเคมี สารพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม ที่ไม่ผ่านกระบวนการบำบัดที่ถูกต้องสมบูรณ์ ส่งผลทำให้สัตว์น้ำ พืชน้ำตาย โดยสาเหตุดังกล่าวนี้ทำให้เกิดผลกระทบความเสียหายที่รุนแรงที่สุด

4) ของเสีย มูล และน้ำล้างคอก จากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ เช่น ฟาร์มสุกร โค ไก่ น้ำทิ้งจากฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ฯลฯ ที่ไม่ผ่านกระบวนการบำบัดปล่อยสู่แหล่งน้ำ

ปัญหาที่เกิดขึ้นจะเกิดขึ้นโดยตรงและเกิดผลรวดเร็วถ้ามีการทิ้งน้ำเสียที่ไม่ได้ผ่านการบำบัดที่สมบูรณ์ หรือทิ้งของเสีย ขยะมูลฝอย สารเคมี สารพิษ ลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง และจะเกิดขึ้นทางอ้อมแบบค่อยๆ ส่งผลกระทบ เกิดจากการการจัดการ ควบคุม บำบัด กำจัดไม่ดี สารพิษจะถูกชะล้างไปสู่แหล่งน้ำ หรือซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินช้า ๆ

6.7.2 ฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุหลักธาตุหนึ่งที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพวกจุลินทรีย์ต่างๆเช่นเดียวกับไนโตรเจน และเดียวกันถ้ามีฟอสฟอรัสมากเกินไปใน แม่น้ำ ลำคลอง หรือบ่อน้ำทั่วๆไป ก็จะเป็นผลให้มีการเจริญเติบโตของสาหร่ายมาก ซึ่งจะทำให้สิ่งแวดล้อมในแม่น้ำลำคลองนั้นๆเน่าเสีย

ฟอสฟอรัส สามารถพบได้ในน้ำที่อยู่ในรูปต่างๆดังต่อไปนี้

1) Orthophosphate (PO^{-4}_{3}) รูปแบบนี้จะเป็นพวกอนินทรีย์ ฟอสฟอรัส ได้แก่ Trisodium phosphate (Na_3Po_4), Disodium phosphate (Na_2HPO_4) Monosoduim phosphate (NaH_2PO_4) Diammonium phosphate $(NH_4)_2HPO_4$ซึ่งได้มาจากน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ผงซักฟอก และอื่นๆรูปแบบของฟอตเฟต ชนิดนี้จะถูกใช้เพื่อช่วยในการเกิดการเจริญเติบโตทางชีวภาพของพวกจุลินทรีย์ต่างๆแต่จะขึ้นอยู่กับpHของน้ำนั้นๆด้วย

2) Polyphosphates รูปแบบนี้จะทำการ hydrolysis ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปในรูปของOrthophosphateได้แก่ Sodium hexametaphosphate $(Na_3(PO_3)_6)$ Sodium tripolyphosphate ($Na_5P_3O_{10}$) Tetrasodium pyrophosphate ($Na_4P_2O_7$)

3) Organic phosphorus เป็นสารประกอบที่สำคัญรองลงมาของน้ำเสียที่มาจากตามบ้านเรือนต่างๆแต่อาจจะเป็นสารประกอบที่สำคัญสารหนึ่งของน้ำเสียที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ (ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์)

ฟอสฟอรัสที่พบมีแหล่งกำเนิดมาจาก 2 แหล่งใหญ่ๆ (อุบลวรรณ,2536) ดังนี้

1.1 จากธรรมชาติ ได้แก่ การละลายของหินฟอสเฟต การพัดพาฟอสฟอรัสจากในอากาศและจากผิวดินลงสู่ผิวน้ำ ซากพืชซากสัตว์ และ อื่นๆที่เกิดตามวัฏจักรฟอสฟอรัส

1.2 จากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การใช้ผงซักฟอกจากกิจกรรมในครัวเรือน น้ำทิ้งจากเกษตรกรรมที่มีการใช้ปุ๋ยฟอสเฟต การปศุสัตว์ และโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้สารซักล้างฟอสฟอรัสที่มาจากแหล่งกำเนิดนี้จะมีปริมาณที่มากกว่าแหล่งกำเนิดทางธรรมชาติและค่าการประมาณปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำเสียประเทศไทย

6.7.3 ไนโตรเจน

ธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็นที่เจริญเติบโตของพวก Protista และพืชทั่วไป ธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักที่สำคัญที่สุดธาตุหนึ่ง ต่อการเจริญเติบโตของพวกจุลินทรีย์ต่างๆดังนั้นในกระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยวิธีทางชีวภาพจำเป็นต้องมีสารไนโตรเจนพอเพียงในน้ำเสีย ถ้ามีไม่พอจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเติมสารไนโตรเจนผสมลงไปในน้ำเสีย ให้ยุในอัตราส่วน COD : N : P =150 : 5 : 1 หรือ BOD5 : N : P : 5 : 1 แต่ถ้ามีมากเกินไปในแม่น้ำลำคลองหรือบ่อทั่วๆไปก็จะทำให้เกิดปัญหาขึ้น คือ จะมีการเจริญเติบโตของสาหร่ายมากหรือนิยมเรียกว่าสาหร่ายเบ่งบาน (Algal Blooms) ในแม่น้ำลำคลองนั้นๆได้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งต้องควบคุมปริมาณขอไนโตรเจนในน้ำให้เหมาะสม ดังนั้นถ้ามีค่าความเข้มข้นของสารไนโตรเจนในน้ำให้เหมาะสม ดังนั้นถ้ามีค่าความเข้มข้นของสารไนโตรเจนมากในบ่อน้ำใช้ทั่วไปตามชนบทแสดงว่าอาจมีสิ่งปนเปื้อนจากอุจจาระหรือปัสสาวะไหลลงในบ่อน้ำนี้

ไนโตรเจนที่อยู่ในธรรมชาติจะอยู่ในรูปต่างๆดังต่อไปนี้

1. ไดไนโตรเจน (N_2)
2. NH_3 NH_4^+ NO^-_2 และ NO^-_3
3. สารอินทรีย์ไนโตรเจน (Organic Nitrogen)

ก. สารที่สามารถละลายน้ำได้ (Amino acids, Urea ฯลฯ)

ข. พวกแบคทีเรีย Phytoplankton และ Zooplankton

สำหรับกระบวนการแปรเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนได้เกอดขึ้นตามธรรมชาติและโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบบำบัดน้ำเสียแบบวิธีชีวภาพ

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่สามารถพบได้ในดิน น้ำ และบรรยากาศ ซึ่งไนโตรเจนที่มีอยู่ในธรรมชาติถูกไปในการสังเคราะห์โปรตีนในสิ่งมีชีวิต ดังนั้นเมื่อสิ่งมีชีวิตตายไนโตรเจนจึงกลับคืนสู่ธรรมชาติ นอกจากนี้ภายในสิ่งขับถ่ายต่างๆ ที่มาจากสิ่งมีชีวิตอีกเส้นทางที่ทำให้ไนโตรเจนกลับคืนสู่ธรรมชาติ ไนโตรเจนที่มาจากซากพืชซากสัตว์อยู่ในรูปของสารอินทรีย์ไนโตรเจนและถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ผ่านกระบวนการแอมโมนิฟิเคชันกลายเป็นแอมโมเนีย แอมโมเนียจะถูกออกซิไดส์โดยจุลินทรีย์กลุ่มไนตริฟายอิงโดยกระบวนการไนตริฟิเคชันในสภาวะที่มีอากาศเกิดเป็นไนไตรตและไนเตรตตามลำดับ จากนั้นไนเตรตถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจนและกลับคืนสู่บรรยากาศโดยจุลินทรีย์ไนตริฟายอิงภายใต้กระบวนการดีไนตริฟิเคชัน ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ผลิตจะตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศเข้าสู่ภายในเซลล์หมุนเวียนเป็นวัฏจักรต่อไปที่กล่าวมาเป็นเส้นทางหลักที่ทำให้เกิดวัฏจักรของไนโตรเจนแต่ยังมีเส้นทางอื่นๆที่เกิดขึ้นในวัฏจักรนี้อีกมากมาย

การวิเคราะห์หาค่าแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N) สามารถวิเคราะห์หาได้โดยทำการเพิ่มพีเอช และกลั่นให้แอมโมเนียที่มีอยู่ในตัวอย่างน้ำออกไปพร้อมๆ กับไอน้ำและทำการเคี่ยวไอน้ำที่มีแอมโมเนียจนเป็นของเหลวอีกครั้ง จากนั้นนำไปวิเคราะห์โดยการไตเตรท

6.7.4 การตกตะกอนทางเคมี (Precipitation)

เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนแปลงมลสารที่อยู่ในรูปสารละลายให้อยู่ในรูปของตะกอน การตกตะกอนทางเคมีขึ้นอยู่กับสภาวะสมดุลทางเคมีที่มีผลต่อกาละลายของสาร โดยกระบวนการเกิดขึ้นได้จากขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งหรือหลายขั้นตอนรวมกันดังนี้ (อุบลวรรณ, 2536)

1) เติมสารที่ช่วยในการตกตะกอน สารทำการปฏิกิริยาโดยตรงกับมลสารที่ละลายอยู่ในน้ำ เพื่อเปลี่ยนเป็นสารประกอบใหม่ที่มีคุณสมบัติละลายน้ำได้น้อย

2) เติมสารที่ช่วยในการตกตะกอน สารทำการเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุลของการละลายน้ำ (solubility equilibrium) ให้มาถึงจุดที่มลสารไม่สามารถละลายได้อีกต่อไป และเกิดการรวมเป็นตะกอน

3) เปลี่ยนอุณหภูมิของสารละลายอิ่มตัวไปในทิศทางที่ทำให้ค่าการละลายเปลี่ยนไปอยู่ในสภาวะของแข็ง

ฐิติชญา บุรีรัตน์ (2553) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลด้วยเถ้าเปลือกหอยเชอร์รี่ จากการศึกษาความเข้มข้นเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูล พบว่า ความเข้มข้นที่เหมาะสมและทำให้กำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลเกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด ความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ที่ 40 กรัม / 100 มิลลิลิตร รองลงมาคือ 30 กรัม / 100 มิลลิลิตร และ 20 กรัม / 100 มิลลิลิตร

ตามลำดับ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.5$) ที่ว่าค่าความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ที่ 40 กรัม/ 100 มิลลิลิตร มีผลต่อการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลมากกว่าความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ที่ 30 กรัม / 100 มิลลิลิตร และ 20 กรัม / 100 มิลลิลิตร จากการศึกษาพีเอช และระยะเวลาการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลด้วย เถ้าเปลือกหอยเชอรี่ พบว่า ค่าพีเอชที่เหมาะสมและทำให้กำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลเกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด คือ ค่าพีเอช 11.5 รองลงมา คือ พีเอช10.5 และ 9.5 ตามลำดับ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.5$) ที่ว่า พีเอช 11.5 มีผลต่อการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลมากกว่าพีเอช 10.5 และ 9.5 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.5$) ที่ว่า พีเอช 11.5 มีผลต่อการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลมากกว่าพีเอช 10.5 และ 9.5 จากการศึกษาระยะเวลาการกวนด้วย Jar test ที่เหมาะสมและทำให้กำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลเกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด คือ 40 นาที รองลงมา คือ 30 นาที และ 20 นาทีตามลำดับซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.5$) ที่ว่าระยะเวลากวน 40 นาทีมีผลต่อการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลมากกว่าระยะเวลากวน 30 นาทีและ 20 นาที จากการศึกษาประสิทธิภาพของการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลด้วยเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ พบว่าการกำจัดไนโตรเจนจากน้ำปฏิกูลเกิดประสิทธิภาพสูงที่สุดคือที่พีเอช 11.5 ระยะเวลา 40 นาที ความเข้มข้น 40 กรัม /มิลลิลิตร กำจัดไนโตรเจนได้ เท่ากับ 70.19 และ กำจัดไนโตรเจนจากน้ำปฏิกูลเกิดประสิทธิภาพต่ำที่สุด คือ ที่พีเอช 9.5 ระยะเวลา 20 นาที ความเข้มข้น 20 กรัม /100 มิลลิลิตร กำจัดไนโตรเจนได้ เท่ากับ 11.42 และการกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลเกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด คือ ที่พีเอช 11.5 ระยะเวลา 40 นาที ความเข้มข้น 40กรัม /มิลลิลิตร กำจัดฟอสฟอรัส ได้เท่ากับ 54.55 และกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลเกิดประสิทธิภาพต่ำที่สุด คือ ที่พีเอช 9.5 ระยะเวลา 20 นาที ความเข้มข้น 20 กรัม /100 มิลลิลิตร กำจัดฟอสฟอรัสได้ เท่ากับ 7.54

วิภารัตน์ ชัยเพชร (2557) ได้ทำการศึกษาเป็นการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และของแข็งแขวนลอย ในน้ำทิ้งบ่อกุ้ง โดยใช้เปลือกหอยนางรม เปลือกหอยแมลงภู่ และเปลือกหอยแครง ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาคือ ขนาดของเปลือกหอย ซึ่งมี 2 ขนาด คือ 8 และ 30 เมช โดยผ่านการเผาด้วยอุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการดูดซับ 5, 10, 20, 30, 60, 90 และ 120 นาทีด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จากผลการศึกษาพบว่าเปลือกหอยนางรมขนาด 30 เมช เป็นขนาดที่เหมาะสมสำหรับการดูดซับ ส่วนเวลาที่เหมาะสมที่สุดคือ 60 นาที ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส หลังผ่านการเผา 700 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์

ประสิทธิภาพการดูดซับฟอสฟอรัส ไนโตรเจน และของแข็งแขวนลอยของเปลือกหอยนางรม เท่ากับ80.00% 76.36% และ 78.79% เปลือกหอยแครง เท่ากับ 53.88% 26.41% และ 11.86%

และเปลือกหอยแมลงภู่ เท่ากับ 89.67% 72.35% และ 63.15% ตามลำดับ ซึ่งถือได้ว่า เปลือกหอยนางรมมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งบ่อกุ้งได้ดีที่สุด

รัตนาภร ยวงสวัสดิ์ (2554) ได้ทำการศึกษาการเตรียมวัสดุดูดซับจากเปลือกหอยนางรมเหลือทิ้งเพื่อใช้กำจัดฟอสเฟตในน้ำเสีย งานวิจัยนี้นำเปลือกหอยนางรมเหลือทิ้งมาสังเคราะห์เป็นวัสดุดูดซับเพื่อใช้กำจัดฟอสเฟตในน้ำเสีย ผลการทดลองแสดงว่าเมื่อเปลือกหอยนางรมถูกเผาภายใต้บรรยากาศของแก๊สเฉื่อยที่อุณหภูมิสูง (≥873 K) แคลเซียมคาร์บอเนตในเปลือกหอยนางรมจะเปลี่ยนเป็นแคลเซียมออกไซด์ โดยชนิดของแก๊สและอุณหภูมิที่ใช้มีผลต่อลักษณะทางกายภาพและค่าความจุฟอสเฟตของวัสดุดูดซับที่ได้ ไอโซเทอร์มการดูดซับฟอสเฟตของวัสดุดูดซับแต่ละชนิดสอดคล้องกับแบบจำลองการดูดซับของแลงเมียร์หรือฟรุนดลิช ทั้งนี้ค่าคงที่ในแบบจำลองขึ้นกับสภาวะที่ทำการสังเคราะห์ วัสดุดูดซับที่มีค่าความจุฟอสเฟตสูงเตรียมได้จากการเผาเปลือกหอยนางรมภายใต้บรรยากาศของไนโตรเจนที่ 873 เคลวิน โดยมีค่าเท่ากับ 583.5 mg-P/g

ชีรวิทย์ รัตนพันธ์ (2547) ได้ทำการศึกษาวิธีการกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียโดยใช้เถ้าลอยจากเตาเผาขยะภูเก็ต การทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกจะเป็นการกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียสังเคราะห์เพื่อทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดฟอสฟอรัสโดยแบ่งเป็น 3 สภาวะ คือ การทดลองหาค่าความเข้มข้นของแคลเซียม พีเอช และระยะเวลาเก็บกักที่เหมาะสมในการกำจัดฟอสฟอรัส ส่วนที่ 2 จะเป็นการนำผลที่ได้จากการทดลองในส่วนแรกมาทดสอบกับน้ำเสียจริงจากโรงงานอาหารทะเล น้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้ในการศึกษามีความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 5 10 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยที่ในแต่ละความเข้มข้นจะแบ่งน้ำเสียออกเป็นน้ำเสียที่มีความขุ่นและไม่มีความขุ่นประมาณ 80 NTU ผลการทดลองพบว่า เถ้าลอยจากเตาเผาขยะภูเก็ตซึ่งมีปริมาณแคลเซียมออกไซด์สูง (ประมาณ 54%) มีความสามารถในการกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียสังเคราะห์ได้สูงถึง 99% ในสภาพที่พีเอช เท่ากับ 10 ระยะเวลากักเก็บ 30 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดและความขุ่นของน้ำเสียสังเคราะห์ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสฟอรัสสูง น้ำเสียจริงจากอาหารทะเลมีฟอสฟอรัสทั้งหมดประมาณ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งกำลังดำเนินการศึกษาคาดว่าการประยุกต์ใช้เถ้าลอยในระบบบำบัดจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสฟอรัสได้สูงกว่า 90% นอกจากนี้การเลือกใช้เถ้าลอยจากเตาเผาขยะภูเก็ตมากำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียมีประสิทธิภาพสูงแล้วยังสามารถนำเถ้าลอยที่ผ่านจากการกำจัดฟอสฟอรัสมาใช้ในการเกษตรต่อไป

Shin และ Lee (1998 : 283-290) พบว่า การกำจัดสารอาหารในน้ำเสียโดยใช้เกลือแมกนีเซียมต่าง ๆ เช่น ดีเกลือ น้ำทะเล และแมกนีเซียมคลอไรด์ เพื่อหาสภาวะเหมาะสมทำให้เกิดการตกตะกอนเป็น MAP เช่น พีเอช เวลาในการทำปฏิกิริยา อัตราส่วนไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส และ

ปริมาณแมกนีเซียม โดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีไนโตรเจนแอมโมเนีย 100 มิลลิกรัม/ลิตร และมีปริมาณโมลของฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมเท่ากับปริมาณโมลของแอมโมเนีย ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในการปรับพีเอช พบว่า ที่พีเอช 10.5 สามารถกำจัดไนโตรเจนแอมโมเนียได้ 82.6 % และฟอสฟอรัส 97 % เวลาในการทำปฏิกิริยาอย่างน้อย 10 นาที แต่ที่เวลา 30 นาที สามารถกำจัดไนโตรเจนแอมโมเนียและฟอสฟอรัสได้ดีที่สุดคือ 67 % และ 98 % ตามลำดับ ต่อจากนั้นทำการทดลองโดยเปลี่ยนปริมาณโมลของแมกนีเซียมและอัตราส่วนโมลของไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส พบว่าที่ค่าอัตราส่วนโมลของไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสมากกว่า 2:1 จะทำให้ตะกอนผลึก MAP รวมตัวและตกตะกอนได้ดี สำหรับปริมาณแมกนีเซียมที่ 1.0 – 2.0 โมล สามารถกำจัดไนโตรเจนแอมโมเนียและฟอสฟอรัสได้ดีในขณะที่แมกนีเซียม 1.5 โมล เป็นปริมาณที่กำจัดไนโตรเจนแอมโมเนียและฟอสฟอรัสได้ดีที่สุดแต่ถ้าแมกนีเซียมมากกว่า 2 โมล จะทำให้ไนโตรเจนแอมโมเนียเพิ่มขึ้นและพีเอชลดลง นอกจากนี้ยังได้ศึกษากับอุตสาหกรรมถ่านหินซึ่งมีแอมโมเนียประมาณ 100 มิลลิกรัม/ลิตร และฟอสฟอรัส 550 มิลลิกรัม/ลิตร โดยใช้เกลือแมกนีเซียมต่าง ๆ เช่นดีเกลือ น้ำทะเล และแมกนีเซียมคลอไรด์ พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนแอมโมเนียเท่ากับ 72%, 62% และ 83% ตามลำดับ และประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสเท่ากับ 99% , 95% และ 97% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าดีเกลือและน้ำทะเลมีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดไนโตรเจนแอมโมเนียและฟอสฟอรัส เนื่องจากว่าในดีเกลือคือสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตซึ่งมีโซเดียมคลอไรด์ตกผลึกร่วมด้วย และจะมีปริมาณแมกนีเซียมประมาณ 31,390 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนในน้ำทะเลมีแมกนีเซียมประมาณ 1,163 มิลลิกรัม/ลิตร ดังนั้นดีเกลือจึงเป็นแหล่งแมกนีเซียมที่ดีในบริเวณที่อยู่ห่างไกลทะเล การตกตะกอนของ MAP จะไม่เกิดขึ้นที่พีเอช น้อยกว่า 6.0 และที่พีเอชมากกว่า 8.0 การตกตะกอน MAP มีประมาณ 80 %

6.8 วิธีการดำเนินการวิจัย

6.8.1 ขั้นตอนการเตรียมเถ้าเปลือกหอยแครง

เก็บเปลือกหอยแครงมาล้างให้สะอาด ตากให้แห้ง นำไปทุบใส่ชามระเหย แล้วนำเข้าเตา BURN ที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (อนุชา รักสันติ, 2553) ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำเข้าตู้ดูดความชื้นจะได้เถ้าเปลือกหอยแครง

6.8.2 การเตรียมน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง

1) นำน้ำดีไอใส่บีกเกอร์ 100 มิลลิลิตร ใส่เถ้าเปลือกหอยแครง 20 กรัม คนให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน นำน้ำส่วนใสมากรอง นำน้ำที่ผ่านการกรองมาใช้ในการทดลอง 20 มิลลิลิตร เป็นความเข้มข้นที่ 1

2) นำน้ำดีไอใส่บีกเกอร์ 100 มิลลิลิตร ใส่เถ้าเปลือกหอยแครง 30 กรัม คนให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน นำน้ำส่วนใสมากรอง นำน้ำที่ผ่านการกรองมาใช้ในการทดลอง 20 มิลลิลิตร เป็นความเข้มข้นที่ 2

3) นำน้ำดีไอใส่บีกเกอร์ 100 มิลลิลิตร ใส่เถ้าเปลือกหอยแครง 40 กรัม คนให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน นำน้ำส่วนใสมากรอง นำน้ำที่ผ่านการกรองมาใช้ในการทดลอง 20 มิลลิลิตร เป็นความเข้มข้นที่ 3

6.8.3 การเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์

ธาตุอาหารหลัก	mg/l
Glucose	350
$(NH_4)_2 . SO_4$	27
$MgSO_4 . 7H_2O$	7
$CaCl_2 . H_2O$	6
KH_2PO_4	7,9

ธาตุอาหารรอง $FeCl_3$ 4 mg/l , $CUSO_4.5H_2O$ 0.03 mg/l , $NaMoO_4.2H_2O$ 0.02 mg/l , $MnSO_4.2H_2O$ 0.04 mg/l , $ZnCl_2$ 0.02 mg/l , $CoCl_2.6H_2O$ 0.1 mg/l , Na_2CO_3 0.93 mg/l , and $NaHCO_3$ 0.46 mg/l

6.8.4 ขั้นตอนการตกตะกอนทางเคมี

การทดลองใช้เครื่องเขย่าสาร (Shaker) ในการการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำเสียสังเคราะห์ชุมชนด้วยน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง โดยวัดค่าพีเอช เริ่มต้นก่อน ถ้าค่าเริ่มต้นน้อยกว่า 7 ให้เติมสารละลาย HCl แต่ถ้าค่าเริ่มต้นมากกว่า 7 ให้เติมสารละลาย NaOH เพื่อปรับพีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์ชุมชน ให้มีค่า 9 10 และ 11 นำเข้าเครื่องเขย่าสาร (Shaker) แล้วเติมน้ำเถ้าเปลือกหอยแครง ความเข้มข้นที่ 1 2 และ 3 ระยะเวลา 40 นาที ตามลำดับ รูปแบบการทดลองแบ่งเป็น 3 ชุดการทดลอง ในแต่ละการทดลองใช้ 3 ซ้ำ มีรายละเอียด ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ใช้น้ำปฏิกูล 500 มิลลิลิตร ปรับพีเอชให้ได้เท่ากับ 9 นำเข้าเครื่องเขย่าสาร(Shaker) 3 บีกเกอร์ เติมน้ำเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ความเข้มข้นชุดที่ 1 2 และ 3 ระยะเวลา 40 นาทีตามลำดับ

ชุดการทดลองที่ 2 ใช้น้ำปฏิกูล 500 มิลลิลิตร ปรับพีเอชให้ได้เท่ากับ 10 นำเข้าเครื่องเขย่าสาร(Shaker) 3 บีกเกอร์ เติมน้ำเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ความเข้มข้นชุดที่ 1 2 และ 3 ระยะเวลา 40 นาทีตามลำดับ

ชุดการทดลองที่ 3 ใช้น้ำปฏิกูล 500 มิลลิลิตร ปรับพีเอชให้ได้เท่ากับ 11 นำเข้าเครื่องเขย่าสาร(Shaker) 3 บิกเกอร์ เติมน้ำเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ความเข้มข้นชุดที่ 1 2 และ 3 ตามระยะเวลา 40 นาทีตามลำดับ

6.8.5 วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน โดยวิธี Brucine Method

1) หลักการ

ปฏิกิริยาระหว่างไนเตรตและบรูซีนจะให้สีเหลือง ซึ่งสามารถจะวัดความเข้มข้นของสีที่เกิดขึ้นโดยใช้เครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร

2) การเตรียมสารเคมี

ก) สารละลายมาตรฐานไนเตรทเข้มข้น (Stock Nitrate Solution) ละลายแอนไฮดรัสโปตัสเซียมไนเตรท (KNO_3) 0.7218 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ในขวดวัดปริมาตรขนาด 1,000 มิลลิลิตร (สารละลายมาตรฐานไนเตรทเข้มข้นนี้มีความเข้มข้นไนเตรท-ไนโตรเจน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร NO_3^- - N

ข) สารละลายมาตรฐานไนเตรท (Standard Nitrate Solution) ไปเปตสารละลายมาตรฐานไนเตรทเข้มข้นมา 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 500 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร (สารละลายมาตรฐานไนเตรทมีความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค) การเตรียมกราฟมาตรฐานไนเตรทดังนี้ เตรียมอนุกรมของสารละลายไนเตรทมาตรฐานโดยการปิเปตสารละลายมาตรฐาน ไนเตรทความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร 0 1 2 3 4 5 และ 6 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดที่กำหนดตามลำดับเขย่าให้เข้ากันจะได้สารละลายไนเตรทมีความเข้มข้น 0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 และ 1.2 มิลลิกรัมต่อลิตร แล้วนำไปทำการทดลองเช่นเดียวกับตัวอย่างน้ำและนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง

(Absorbance) พล็อตกราฟระหว่างความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) กับค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance)

ง) สารละลายบรูซีน-กรดซัลฟานิลิค (Brucine-Sulfanilic Acid Solution) ละลายบรูซีนซัลเฟต (Brucine Sulfate) 1 กรัม และกรดซัลฟานิลิค 0.1 กรัม ในน้ำร้อน 70 มิลลิลิตร เติมกรดเกลือเข้มข้น (conc. HCl) 3 มิลลิลิตร ทำให้เย็นเทลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร สารละลายนี้จะคงตัวอยู่ได้นานหลายเดือน ถ้ามีสีชมพูเกิดขึ้นจะไม่มีผลต่อการวิเคราะห์

จ) สารละลายกรดซัลฟูริค (4+1): ค่อยๆเทกรดซัลฟูริคเข้มข้น (conc. H_2SO_4) 500 มิลลิลิตรลงในน้ำกลั่น 125 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

ฉ) สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl Solution): ละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 75 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำการปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร

3) วิธีการ

ก) ปิเปตตัวอย่างน้ำ 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร

ข) เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 2 มิลลิลิตร เขย่าขวด

ค) เติมสารละลายกรดซัลฟูริค (4+1) จำนวน 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำขวดรูปชมพู่ไปแช่ในถาดน้ำเพื่อให้หายร้อน

ง) เมื่อเย็นแล้วให้นำมาเติมสารละลายบรูซีน-กรดซัลฟานิลิค จำนวน 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำไปแช่ในเครื่องอังไอน้ำ (Water Bath) ซึ่งมีอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา20 นาที (ควรเปิดเครื่องอังไอน้ำไว้ล่วงหน้าและตั้งอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เมื่อได้อุณหภูมิที่ต้องการแล้วจึงจะทดลองได้)

จ) เมื่อครบเวลา 20 นาทีแล้ว ให้นำขวดรูปชมพู่แช่ลงในถาดน้ำเย็น ตั้งทิ้งไว้จนเท่าอุณหภูมิห้อง นำไปวัดหาค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร

ฉ) บันทึกค่าที่วัดได้เพื่อนำไปตัดกับกราฟมาตรฐานไนเตรท การคำนวณหาปริมาณไนเตรทกับกราฟมาตรฐาน

6.8.6 วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยวิธี Spectrophotometer Ascorbic Acid Method

1) หลักการ

แอมโมเนียมโมลิบเดตและโพแทสเซียมแอนติโมนิลตาเตรต จะทำปฏิกิริยากับสารละลายออโทฟอสเฟต เจือจางในสภาวะที่เป็นกรด ได้สารใหม่ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดแอสคอร์บิกได้สารโมลิบดินัมสีฟ้า โดยวิธีนี้จะวัดฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสได้ระหว่าง 0.01-1.3 มิลลิกรัมต่อลิตร

2) การเตรียมสารเคมี

ก) สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์: ละลายฟีนอล์ฟทาลีน 0.5 กรัม ในเอทิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 95 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นอีก 50 มิลลิลิตร

ข) สารละลายกรดซัลฟิวริก 5 นอร์มัล: เติม กรดซัลฟิวริกเข้มข้น 70 มิลลิลิตรลงในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร

ค) สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดท: ละลาย 10 กรัม $(NH_4)6Mo_7O_{24}\cdot 4H_2O$ในน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร เก็บในขวดพลาสติกที่ 4 องศาเซลเซียส

ง) สารละลายแอนติโมนีโปตัสเซียมทาเทรท: ละลาย 1.3715 กรัม $K(SbO)\text{-}C_4H_4O_6.1/2H_2O$ ในน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร เก็บในขวดแก้ว

จ) แอสคอร์บิคแอซิด 0.1 โมลาร์ ละลาย 1.76 กรัม Ascorbic Acid ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

ฉ) น้ำยารวม (Combined reagent) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร: ผสม50 มิลลิลิตรของกรดซัลฟิวริก 5 นอมัลกับสารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดท 15 มิลลิลิตรและ 5 มิลลิลิตรสารละลายแอนติ โมนีโปตัสซียมทาเทรทผสมให้เข้ากัน เติมแอสคอร์บิคแอซิด 0.1 โมลาร์ จำนวน 30 มิลลิลิตรน้ำยารวมที่ได้จะต้องมีสีเหลืองอ่อน (สารนี้จะต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งที่วิเคราะห์)

ช) Stock Phasphate

ละลาย KH_2PO_4 0.219 กรัมในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

ซ) Standard Phosphat

นำสารละลาย Stock Phasphate มา 50 มิลลิลิตร แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

3. วิธีการ

ก) ตวงตัวอย่างน้ำ 50 มิลลิลิตร ใส่ลงใน บีกเกอร์ ขนาด 150 มิลลิลิตร

ข) หยดพีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ 1 หยด ถ้าได้สีชมพูให้หยดกรดซัลฟิวริก 5 นอมัลลงไปทีละหยดจนกระทั่งสีชมพูหายไป

ค) เติมน้ำยารวมใส่ลงในแต่ละบีกเกอร์ บีกเกอร์ละ 8 มิลลิลิตร

จ) เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 30 นาที

ฉ) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร

ช) จดค่าการดูดกลืนแสง เพื่อนำไปตัดกับกราฟมาตรฐาน

6.8.7 วิธีการวิเคราะห์ไนโตรเจนรวม (TKN) วิธี Kjedahl method

1) การเตรียมสารเคมี

ก) น้ำยาย่อย (Digestion Reagent)

ละลาย K_2SO_4 134 กรัม และ $CUSO_4$ 7.3 กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 800 มิลลิลิตร จากนั้นค่อยๆเติม Conc.H_2SO_4 134 มิลลิลิตร ลงไป คนให้ละลายแล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

ข) Sodium hydroxide-sodium thiosulfate reagent ($NaOH$-$Na_2S_2O_3$) ละลาย NaOH 500 กรัม และ $Na_2S_2O_3.5H_2O$ 25 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

ค) Indicator boric acid solution

ละลาย H_3BO_3 20 กรัม ใน Deionized water แล้วเติม Mix Indicator 10 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

ง) Mix Indicator

ละลาย Methyl red 200 mg ใน ethanol 100 ml และละลาย methyl blue 100 mg ใน ethanol 50 ml ผสมสารทั้งสองเข้าด้วยกัน

จ) H_2SO_4 0.02 N

ปิเปต H_2SO_4 1 N มา 20 มิลลิลิตรแล้วเจือจางใน Deionized water แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2. วิธีการ

ก) ตวงตัวอย่างน้ำปริมาตร 100 ml ใส่ลงใน kjedahl flask แล้วเติมลูกแก้วหรือเศษกระเบื้องลงไป 3-4 ชิ้น

ข) เติมน้ำย่อย ลงไป 50 ml แล้วนำเข้าเครื่องย่อยอุณหภูมิ 200 °C เป็นเวลา 30 นาที

ค) เพิ่มอุณหภูมิเป็น 380 °C จากนั้นย่อยจนกว่าสารละลายที่ได้เป็นสีฟ้าใส และย่อยต่ออีกประมาณ 20 นาที ปิดเครื่องแล้วทำให้ตัวอย่างเย็น และเติมน้ำลงไป 25 มิลลิลิตร

ง) เติมSodiumhydroxide-sodiumthiosulfatereagent ($NaOH$-$Na_2S_2O_3$) ลงไป 50 ml แล้วนำไปทำการกลั่น

จ) ทำการเก็บ Distillate 250 ml ด้วย Indicator boric acid solution 50 มิลลิลิตร

ฉ) ไตเตรทสารละลายที่ได้ด้วย H_2SO_4 0.02 N จนกระทั่งอินดิเคเตอร์เปลี่ยนเป็นสีม่วงอ่อน จดปริมาตรที่ใช้

ช) ทำการวิเคราะห์ blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนน้ำตัวอย่างและวิธีการเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ตัวอย่าง

7. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. เปลือกหอยแครง
2. ครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์
3. เครื่องเขย่าสาร(Shaker)
4. ตะแกรงร่อน ขนาด 1 มิลลิเมตร
5. เครื่องดูดความชื้น
6. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 150 มิลลิลิตร และ 250 มิลลิลิตร
7. บีกเกอร์ขนาดต่างๆ
8. ช้อนตักสาร
9. เครื่องชั่งสารแบบละเอียด 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ METTLER TOLED รุ่น PL 3002
10. เตาเผาไฟฟ้า
11. ถุงป้องกันความชื้น
12. เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (pH meter) ยี่ห้อ Clean pH รุ่น pH 30
13. ชามระเหย (Evaporating dish)
14. หลอดทดลอง
15. ปิเปตขนาดต่างๆ
16. Glucose

17. magnesium sulfate
18. Ammonium sulfate
19. Potassium Dihydrogenphosphate
20. Calcium Chloride
21. Sodium hydroxide
22. Sulfuric Acid
23. Sodium chloride
24. Brucine Salfanilic
25. Sulfanilic acid
26. Potassium Nitrate
27. Potassium antimony tartrate solution
28. Amonium molybdate solution
29. Ascorbic acid
30. น้ำ DI

8) งบประมาณในการดำเนินงาน

1. ค่าส่งตรวจตัวอย่างน้ำ 2,000 บาท
2. ค่าเอกสารในการค้นคว้า 500 บาท
3. ค่าทำเล่มวิจัย จำนวน 5 เล่ม 1,200 บาท

รวม 3,700 บาท

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

9) ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2557			2558	2559									2560						
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค. - ธ.ค.	*ม.ค. - เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.
รวบรวมข้อมูลแลตรวจสอบเอกสาร	—	—	—	- - -																
สอบโครงร่างวิจัยเฉพาะทาง			▲																	
ทำการทดลอง						—	—	—	—	- -	- -	- -								
วิเคราะห์และสรุปผล										—	—	-								
รายงานความก้าวหน้าวิจัยเฉพาะทาง												▲								
สอบจบวิจัยเฉพาะทาง																	▲			
การเขียนเล่มวิจัย																	—	—	—	-

หมายเหตุ: ช่วงเดือน ม.ค. – เม.ย. 2559 เป็นช่วงของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ค
ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อผู้ทำวิจัย	นางสาวสุจินดา คงคุณ
วัน/เดือน/ปีเกิด	18 มีนาคม 2537
ที่อยู่	39/7 หมู่ 2 ต. โต๊ะเด็ง อ. สุไหงปาดี จ. นราธิวาส 96140
เบอร์โทรศัพท์	088-4511627
การศึกษา	ศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
2. ชื่อผู้ทำวิจัย	นางสาวน้ำฝน จันทร์แก้ว
วัน/เดือน/ปีเกิด	22 พฤศจิกายน 2536
ที่อยู่	24/4 หมู่ 3 ต. เปียน อ. สะบ้าย้อย จ. สงขลา 90210
เบอร์โทรศัพท์	086-4871498
การศึกษา	ศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY