

การกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลด้วยเถ้าเปลือกหอยเชอรี่

Removal of Nitrogen and Phosphorus from Septage

by Using Golden Apple Shell Ash

ฐิติชญา บุรีรัตน์¹ วีระศักดิ์ สืบเสาะ² และชาญชัยณรงค์ ทรงคาศรี³

Thitichaya Burirat,¹ Weerasak Suebsoh² and Chanchainarong Songkasri³

บทคัดย่อ

การกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลจำเป็นต้องอาศัยสารเคมีที่มีองค์ประกอบของแคลเซียมและแมกนีเซียมในการกำจัด เถ้าเปลือกหอยเชอรี่เป็นวัสดุธรรมชาติที่มีองค์ประกอบของสารดังกล่าว การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ระยะเวลา และความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลด้วยเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ เป็นการศึกษาระยะทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยมีปัจจัยที่ศึกษา 3 ประการคือ ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ระยะเวลา และความเข้มข้น สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ F-test (Three - way ANOVA) ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลด้วย เถ้าเปลือกหอยเชอรี่ คือ 11.5
2. ระยะเวลาการกวนด้วย Jar test ที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลด้วย เถ้าเปลือกหอยเชอรี่ คือ 40 นาที
3. ค่าความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ ที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลคือ ความเข้มข้น 40 mg / 100 ml และ มีประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลได้ดีที่สุด คือ 70.19 และ 54.55 ตามลำดับ

โดยสรุป เถ้าเปลือกหอยเชอรี่มีประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลได้ เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการซื้อสารเคมีในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส จึงควรใช้เถ้าเปลือกหอยเชอรี่ แทนสารเคมี

คำสำคัญ: น้ำปฏิกูล น้ำเถ้าเปลือกหอยเชอรี่

¹ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

² ส.ด. (สาธารณสุขศาสตร์) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

³ ป.ร.ด. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 ขอนแก่น



ABSTRACT

Calcium and magnesium compounds can be used to remove nitrogen and phosphorus from septage. This study was designed to use golden apple shell ash as a source of calcium and magnesium compounds. The objective of this experimental research was to study the appropriate pH value, stirring time and quantity of golden apple shell ash for the removal of nitrogen and phosphorus from septage. Statistical analysis of this research covered percentage, mean, standard deviation, and F test (Three way ANOVA) for the hypothesis testing.

The results revealed as follows :

1. The best pH value for the removal of nitrogen and phosphorus from septage by using the golden apple shell ash was 11.5.
2. The best stirring time for the same experiment was 40 minutes.
3. The best quantity of golden apple shell ash used for the mentioned experiment was 40 mg / 100 ml and the removal efficiency of nitrogen and phosphorus in septage by using golden apple shell ash was 70.19 and 54.55 , respectively.

In conclusion, the golden apple shell ash can be a natural substitution for the capital chemical compounds for the removal of nitrogen and phosphorus in septage.

Keyword: Septage, Golden Apple Shell Ash, removal of nitrogen and phosphorus

บทนำ

องค์ประกอบของสิ่งปฏิกูลส่วนใหญ่จะประกอบด้วยน้ำและสารอินทรีย์เป็นหลัก โดยจะมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม และสารอินทรีย์อื่น ๆ ประกอบอยู่เล็กน้อย นอกจากนี้ ในการที่การบำบัดและกำจัดสิ่งปฏิกูล ระบบต้องใช้น้ำในการขับเคลื่อน ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมดังกล่าวจะมีปริมาณเฉลี่ย 15.50 ลิตร ต่อคนต่อวัน ขึ้นอยู่กับชนิดโถส้วมที่ใช้และคุณลักษณะของน้ำเสียสอดคล้องกับองค์ประกอบของสิ่งปฏิกูล คือ มีความเข้มข้นของอินทรีย์สารค่อนข้างสูง ประกอบด้วย BOD (มก./ลิตร), COD (มก./ลิตร) และ pH มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 702 , 1,474 และ 7.3 ตามลำดับ ซึ่งถ้าสารอินทรีย์ต่าง ๆ ถูกปล่อยลงสู่น้ำลำคลองจะทำให้แหล่งน้ำสกปรกและเป็นเหตุให้เกิดการแพร่กระจายเชื้อโรคที่ติดมากับสิ่งปฏิกูลและเกิดปัญหามลพิษต่าง ๆ เช่น มลพิษทางน้ำ มลพิษทางดิน เหตุเดือดร้อนรำคาญ และ สภาพความไม่ปลอดภัยเกิดขึ้นด้วย แต่ยังมีปัญหาที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง คือ น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว ยังมีปริมาณสารอาหารเป็นจำนวนมาก เช่น แอมโมเนีย (NH₃) และไนไตรท์ (NO₂)

สามารถเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในน้ำ และแอมโมเนียสามารถทำปฏิกิริยากับคลอรีน ทำให้เกิดสารก่อมะเร็ง (Carcinogenic) ส่วนไนเตรท (NO₃⁻) สามารถปนเปื้อนในน้ำดื่ม น้ำใช้ ทำให้เกิดการเสี่ยงต่อการเกิดโรค Methanoglobinemia หรือ Blue baby syndrome ในเด็กทารกและเกิดความเสี่ยงในการก่อให้เกิดสารประกอบมะเร็ง Nitrosamine (พวงค์ศักดิ์ และคณะ, 2549 : 26) และ ฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นสารอาหารที่ทำให้จุลินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำเจริญเติบโตได้ดี จึงเกิดการขยายพันธุ์เพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณ มีการใช้ออกซิเจนในแหล่งน้ำเพิ่มขึ้นตามจำนวนจุลินทรีย์ที่มีอยู่ จนกระทั่งออกซิเจนที่มีอยู่ในแหล่งน้ำถูกใช้จนหมด เกิดปัญหาสภาพไร้อากาศ (Anaerobic condition) ทำให้ในแหล่งน้ำธรรมชาติจะไม่มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ส่งผลให้เกิดสภาพน้ำมีสีดำ มีกลิ่นเหม็น เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ เกิดการเน่าตายของสิ่งมีชีวิตที่ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิต นอกจากนั้นฟอสฟอรัสยังเป็นสารอาหารสำคัญที่ก่อให้เกิดสาหร่ายเซลล์เดียวในน้ำอย่างมากมาย ทั้งที่มองเห็นและมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า อย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำมีสีเขียวหรือเกิดการเน่าเสีย เรียกว่าเกิด

สภาพน้ำ ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) จากการศึกษาของ Shin and Lee (1977) พบว่า การกำจัดสารอาหารในน้ำเสียโดยใช้เกลือแอมโมเนียมต่าง ๆ เช่น ดีเกลือ น้ำทะเล และแอมโมเนียมคลอไรด์ เพื่อหาสภาวะเหมาะสมทำให้เกิดการตกตะกอน เช่น pH เวลาในการทำปฏิกิริยา อัตราส่วนไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส และปริมาณแอมโมเนียม โดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีไนโตรเจนแอมโมเนีย 100 มก./ล. และมีปริมาณโมลของฟอสฟอรัสและแอมโมเนียมเท่ากับปริมาณ โมลของแอมโมเนีย ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในการปรับ pH เปลือกหอยเชอรี่เมื่อเผาเป็นถ่านที่อุณหภูมิสูงกว่า 550 องศาเซลเซียสขึ้นไปจะทำให้เกิดเปลือกหอยเชอรี่ มีปริมาณของแอมโมเนียม 26.06 % และแคลเซียม 32.06 % ตามลำดับ (สมศักดิ์ เพ็ชรปานกัน, 2548) ถ้าเราสามารถนำเปลือกหอยเชอรี่มาใช้ประโยชน์ในการตกตะกอนไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โดยใช้เปลือกหอยเชอรี่ที่มีแอมโมเนียมไอออนมาทำปฏิกิริยาและเกิดการตกตะกอนในน้ำปฏิกูลที่ สืบจากบ้านเรือนก็จะมีประโยชน์อย่างมาก สามารถนำวัสดุจากธรรมชาติที่ไม่ใช้แล้วมาใช้ให้เกิดประโยชน์และเป็นทางเลือกใหม่ในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลได้อีกทางหนึ่ง

วัตถุประสงค์การวิจัย

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลด้วยเปลือกหอยเชอรี่โดยวิธีการตกตะกอน

วัตถุประสงค์เฉพาะ

1. เพื่อศึกษาความเข้มข้นของเปลือกหอยเชอรี่ที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูล
2. เพื่อศึกษา pH และ ระยะเวลาการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลด้วย เปลือกหอยเชอรี่
3. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลด้วยเปลือกหอยเชอรี่

สมมติฐานการวิจัย

1. ระดับ pH เท่ากับ 9.5, 10.5 และ 11.5 มีประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลด้วยเปลือกหอยเชอรี่แตกต่างกัน
2. ระยะเวลาในการกวน 20, 30 และ 40 นาที มีประสิทธิภาพ

การกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลด้วยเปลือกหอยเชอรี่แตกต่างกัน

3. ความเข้มข้นของเปลือกหอยเชอรี่ 20g/100ml, 30g/100ml และ 40g/100ml มีประสิทธิภาพการกำจัดน้ำปฏิกูลด้วยเปลือกหอยเชอรี่แตกต่างกัน

4. ระดับ pH ระยะเวลาในการกวน ความเข้มข้นของเปลือกหอยเชอรี่ มีอิทธิพลร่วมกันต่อการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูล

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้ได้กำหนดขอบเขตการวิจัยดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. น้ำปฏิกูลเป็นน้ำที่ได้จากรถสูบน้ำปฏิกูลคันหนึ่งที่บ้านเรือน ในตำบลเม็กดำ อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม เก็บตัวอย่างเพียงครั้งเดียวในตอนเช้าของวันทำการทดลอง โดยวิธีการเปิดก๊อกจากบ่อปฏิกูล นำมาทดลองในห้องปฏิบัติการ
2. ระยะเวลาที่ศึกษาเดือนมีนาคม - สิงหาคม 2553
3. พื้นที่ศึกษาได้แก่ ตำบลเม็กดำ อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบ Experimental ชนิด Factorial design 3x3x3 วัดผลการทดลองเป็นค่าลดลงของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โดยวัดผลครั้งเดียว

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่อง Jartest รุ่น SC-D บริษัท Sugiyama - gen Environmental Science JAPAN
2. pH มิเตอร์ รุ่น Consort C833 Multi - Channel Analysek
3. ขวดพลาสติก HPDE (High density polyethylene)
4. กระดาษกรองใยแก้ว
5. กรวยบุคเนอร์ (Buchner funnel)
6. เครื่องดูดอากาศ (Suction pump)
7. ตู้อบความร้อน



8. โถทำแห้ง (Desiccator)

9. เครื่องชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด ยี่ห้อ Sartorius model

BL 2103S/N 12910188

10. นาฬิกาจับเวลา

11. บีกเกอร์ ขนาด 1 ลิตร

12. ปิเปต

13. ข้อนดักสาร

14. เตา Burner

15. ชามระเหย (Evaporating dish)

16. หลอดทดสอบ (Test tube)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติเชิงพรรณนาสำหรับข้อมูลประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสใช้ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. สถิติเชิงอนุมานสำหรับการทดสอบความแตกต่างของ pH ระยะเวลาและความเข้มข้นของ แอเปลือกหอยเชอรี่ ต่อการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสโดยใช้สถิติทดสอบ F-test (Three-way ANOVA) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ .05

วิธีดำเนินการวิจัย

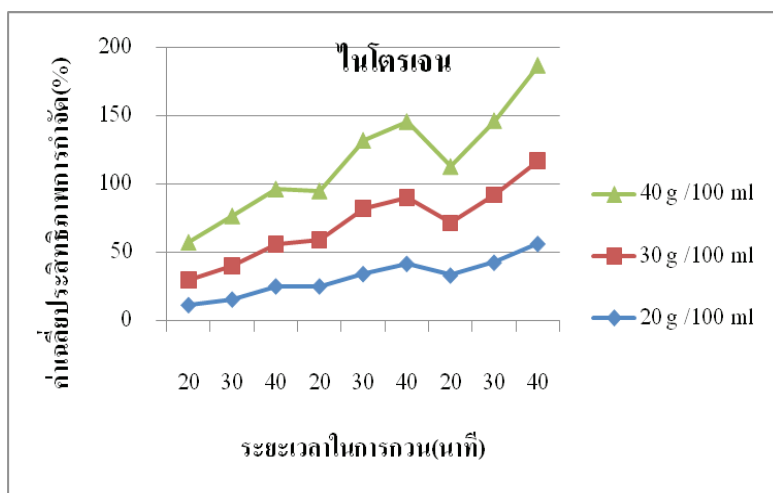
นำน้ำปฏิกูลจากการดูดซับปฏิกูล วิเคราะห์ค่า pH, BOD, COD ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทั้งหมด ในการทดลองใช้น้ำปฏิกูล 500 ml ปรับระดับ pH ของ น้ำปฏิกูลด้วย NaOH ให้มีค่าเท่ากับ 9.5, 10.5 และ 11.5 เติมแอเปลือกหอยเชอรี่ 20g/100ml, 30g/100ml และ 40g/100ml แล้วนำเข้าเครื่อง Jar Test กวนด้วยอัตราเร็ว 100 รอบต่อนาที ระยะเวลา 20 , 30 และ 40 นาที รูปแบบการทดลองแบ่งเป็น 3 ชุดการทดลอง ในแต่ละการทดลองใช้ 3 ซ้ำ วัดค่าไนโตรเจนโดยวิธีไทเทรตและฟอสฟอรัสโดยวิธี Ascorbic acid method วัดก่อนและหลังการทดลอง

ผลการวิจัย

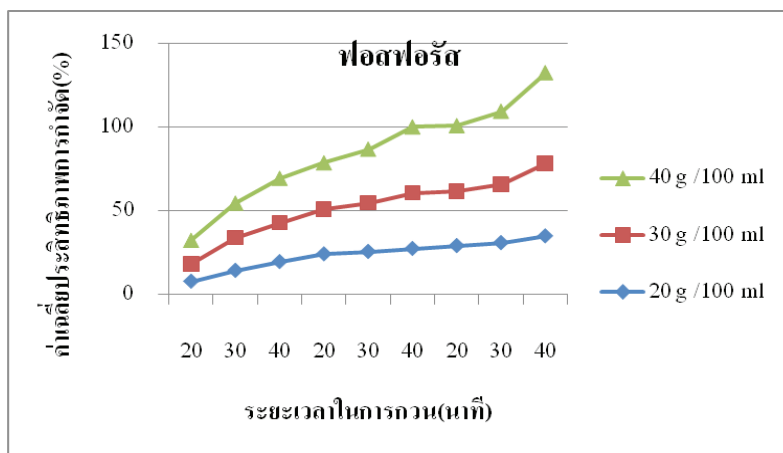
ผลการวิจัยมีดังนี้

1. ลักษณะทางเคมีของน้ำปฏิกูลจากการดูดซับปฏิกูลที่ใช้ในการทดลอง มี pH เท่ากับ 7.73, BOD 525 mg/l, COD 958 mg/l, 1.26 mg/l, 6.47 mg/l, ค่าไนโตรเจนก่อนการทดลอง 3 ซ้ำ มีค่า 0.86 mg/l, 1.09 mg/l และ 1.83 mg/l ตามลำดับ และค่าฟอสฟอรัสก่อนการทดลอง 3 ซ้ำ มีค่า 5.45 mg/l, 7.4 mg/l และ 6.48 mg/l ตามลำดับ

2. ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลโดยวิธีการตกตะกอนที่ระดับ pH ระยะเวลาในการกวนและความเข้มข้นของแอเปลือกหอยเชอรี่ที่แตกต่างกัน



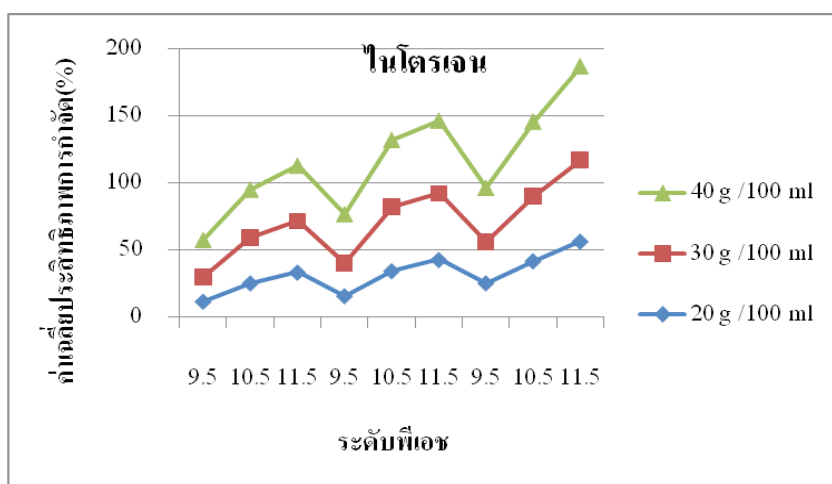
ภาพที่ 1 ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนตามระยะเวลาในการกวน ความเข้มข้นของแอเปลือกหอยเชอรี่และที่ระดับ pH ที่แตกต่างกัน



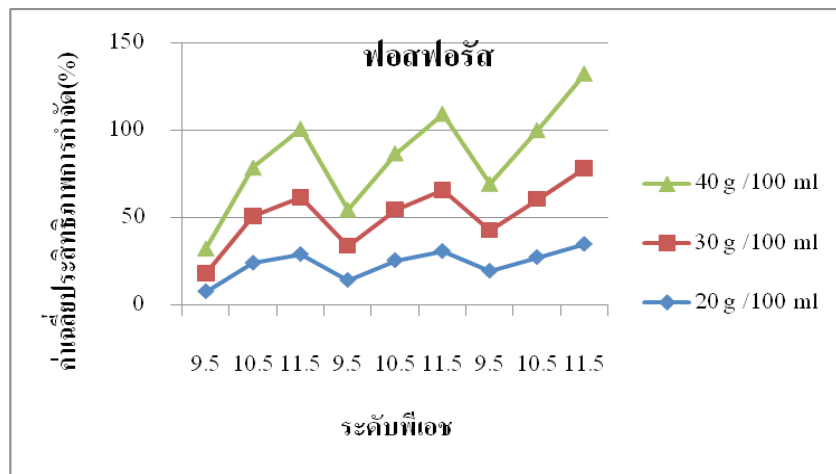
ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสตามระยะเวลาในการกวน ความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่และที่ระดับ pH ที่แตกต่างกัน

จากภาพที่ 1 และ 2 ระยะเวลาการกวน ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้ดีที่สุด คือ ระยะเวลาในการกวน 40 นาที ความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ 40g/100ml และ pH 11.5 กำจัดได้ร้อยละ 70.19 และร้อยละ 54.55 รองลงมาคือระยะเวลาในการกวน 30 นาที ความเข้มข้น

ของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ 30g/100ml และ pH 10.5 กำจัดได้ร้อยละ 56.11 และร้อยละ 39.60 และที่ระยะเวลาในการกวน 20 นาที ความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ 20g/100ml และ pH 9.5 กำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้น้อยที่สุดคือร้อยละ 11.42 และร้อยละ 7.54 ตามลำดับ



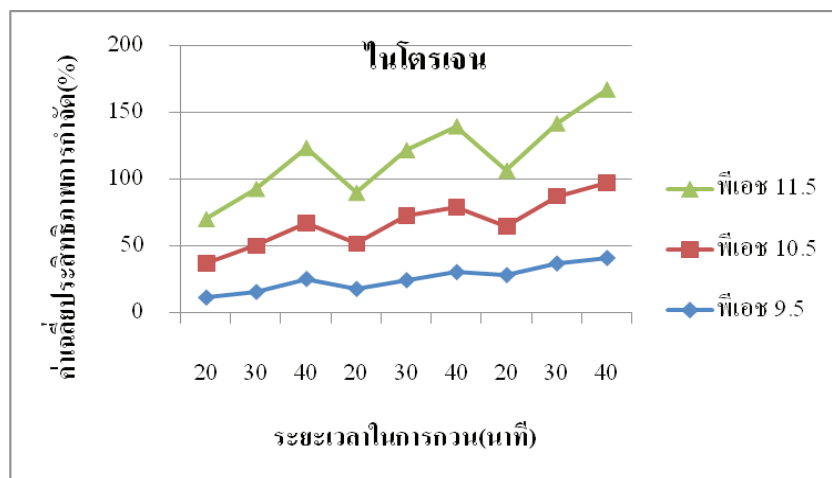
ภาพที่ 3 ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนตามระดับ pH ความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ และที่ระยะเวลาในการกวนที่แตกต่างกัน



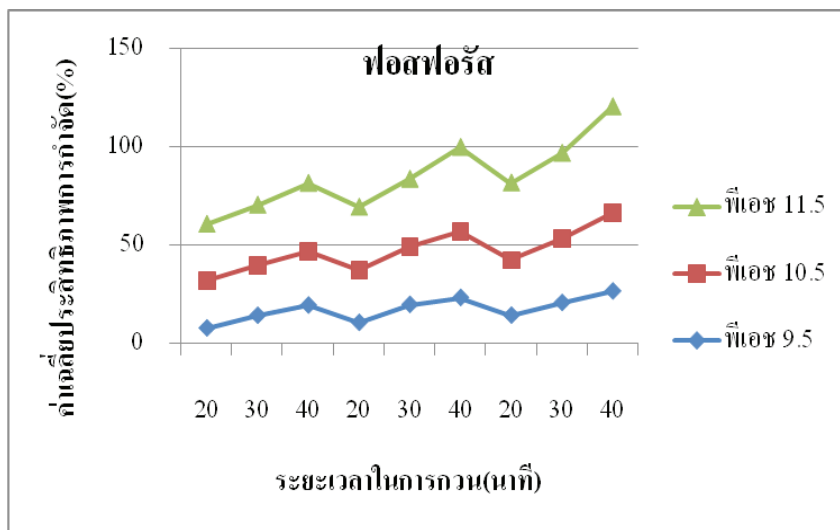
ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสตามระดับ pH ความเข้มข้นของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ และที่ระยะเวลาในการกวนที่แตกต่างกัน

จากภาพที่ 3 และ 4 ระดับ pH ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้ดีที่สุด คือ ระดับ pH 11.5 ระยะเวลายในการกวน 40 นาที และความเข้มข้นของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 40g/100ml กำจัดได้ร้อยละ 70.19 และร้อยละ 54.55 รองลงมาคือระดับ pH 10.5 ระยะเวลายในการกวน 30 นาที

และความเข้มข้นของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 30g/100ml กำจัดได้ร้อยละ 56.11 และร้อยละ 39.60 และระดับ pH 9.5 ระยะเวลายในการกวน 20 นาที และความเข้มข้นของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 20g/100ml กำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ได้น้อยที่สุดคือร้อยละ 11.42 และร้อยละ 7.54 ตามลำดับ



ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนตามระยะเวลาในการกวน ระดับ pH และความเข้มข้นของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสตามระยะเวลาในการกวน ระดับ pH และ ความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ที่แตกต่างกัน

จากภาพที่ 5 และ 6 ความเข้มข้นของ เถ้าเปลือกหอยเชอรี่ ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้ดีที่สุด คือ ความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ 40g/100ml ระยะเวลาดำเนินการกวน 40 นาที และระดับ pH 11.5 กำจัดได้ร้อยละ 70.19 และร้อยละ 54.55 รองลงมาคือความเข้มข้นของเถ้าเปลือก

หอยเชอรี่ 30g/100ml ระยะเวลาดำเนินการกวน 30 นาที และระดับ pH 10.5 กำจัดได้ร้อยละ 56.11 และร้อยละ 39.60 และ ความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ 20g/100ml ระยะเวลาดำเนินการกวน 20 นาที และระดับ pH 9.5 กำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้น้อยที่สุด คือ ร้อยละ 11.42 และร้อยละ 7.54 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนที่ระดับ pH ระยะเวลา และความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ที่แตกต่างกัน

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ระดับ pH	8093.55	2	4046.78	20.25	<.001*
ระยะเวลา	4527.09	2	2265.55	11.33	<.001*
ความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่	2790.17	2	1395.08	6.98	.002*
pH * เวลา	407.63	4	101.91	0.51	0.73
pH * ความเข้มข้น	164.65	4	41.16	0.21	0.93
เวลา * ความเข้มข้น	78.94	4	19.73	0.10	0.98
pH * เวลา * ความเข้มข้น	40.66	8	5.08	0.02	1.00
ความคลาดเคลื่อน	10788.88	54	199.79		
รวม	149735.60	81			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



จากตารางที่ 1 พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่าง pH ระยะเวลา และความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ ($p>0.05$) แต่พบว่าระดับ pH ระยะเวลา และความเข้มข้นที่แตกต่างกัน มีอิทธิพลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่ระดับ pH เท่ากับ 11.5 สามารถกำจัดไนโตรเจนได้ดีกว่าที่ระดับ

pH 10.5 และ 9.5 และระยะเวลาในการกวน 40 นาที สามารถกำจัดไนโตรเจนได้ดีกว่าระยะเวลาในการกวน 30 และ 20 นาที และความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ 40 g./100 ml. สามารถกำจัดไนโตรเจนได้ดีกว่าความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ 30 g./100 ml. และ 30 g./100 ml.

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสที่ระดับ pH ระยะเวลา และความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ที่แตกต่างกัน

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ระดับ pH	7736.04	2	3868.02	8.20	.001*
ระยะเวลา	1238.06	2	619.03	1.31	0.28
ความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่	1732.25	2	866.12	1.84	0.17
pH * เวลา	535.05	4	133.76	0.28	0.89
pH * ความเข้มข้น	124.28	4	31.07	0.07	0.99
เวลา * ความเข้มข้น	200.67	4	50.17	0.11	0.98
pH * เวลา * ความเข้มข้น	69.04	8	8.63	0.02	1.00
ความคลาดเคลื่อน	25465.79	54	471.59		
รวม	119349.05	81			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะเวลา และความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ ($p>0.05$) แต่พบว่าระดับ pH ที่แตกต่างกัน มีอิทธิพลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่ระดับ pH เท่ากับ 11.5 สามารถกำจัดฟอสฟอรัสได้ดีกว่าที่ระดับ pH 10.5 และ 9.5

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยมีประเด็นสำคัญนำมาอภิปรายผลดังนี้

ที่ระดับ pH เท่ากับ 9.5, 10.5 และ 11.5 มีประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ว่าระดับ pH เท่ากับ 9.5, 10.5 และ 11.5 มีประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลแตกต่างกัน ได้ศึกษาการกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียโดยเถ้าลอยด้วยกระบวนการ

ดูดติดผิวในห้องปฏิบัติการ โดยเถ้าลอยในการทดลองครั้งนี้ นำมาจากโรงผลิตกระแสไฟฟ้า อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง และใช้น้ำเสียสังเคราะห์ซึ่งเตรียมโดยการละลายไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (Na_2HPO_4) ในน้ำกลั่น และการทดลองทั้งหมดในการศึกษาครั้งนี้จะเป็นการทดลองแบบเบตช์ (Batch) ประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสฟอรัสเพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบต่อไป จากผลของการทดลองแสดงให้เห็นว่าค่า pH ที่เหมาะสมในการกำจัดฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 11 ถึง 12 พบว่าเมื่อค่า pH สูงขึ้นทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระยะเวลาในการกวน 20 30 และ 40 นาที มีประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ว่า ระยะเวลาในการกวน 20, 30 และ 40 นาที มีประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจาก

น้ำปฏิกูลแตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Shin and Lee (1997) ได้ทำการศึกษากำจัดสารอาหารในน้ำเสียโดยใช้เกลือแมกนีเซียมต่าง ๆ เช่น ดีเกลือ น้ำทะเล และแมกนีเซียมคลอไรด์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมทำให้เกิดการตกตะกอนเป็นสตรูไวต์ เช่น pH ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา อัตราส่วนไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส และปริมาณแมกนีเซียม โดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีแอมโมเนียไนโตรเจน 100 มก./ล. และมีปริมาณโมลของฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมเท่ากับปริมาณโมลของแอมโมเนีย ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในการปรับ pH พบว่าที่ pH 10.5 สามารถกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนได้ 82.6 % และฟอสฟอรัสได้ 97 % เวลาในการทำปฏิกิริยาอย่างน้อย 10 นาทีแต่ใช้เวลา 30 นาทีสามารถกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้ดีที่สุด คือ 67% และ 98 % ตามลำดับ

ที่ความเข้มข้นของเถาเปลือกหอยเชอรี่ 20g , 30g และ 40g มีประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ว่า ความเข้มข้นของเถาเปลือกหอยเชอรี่ 20g, 30g และ 40g มีประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลแตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Shin and Lee (1997) ได้ทำการศึกษากำจัดสารอาหารในน้ำเสียโดยใช้เกลือแมกนีเซียมต่าง ๆ เช่น ดีเกลือ น้ำทะเล และแมกนีเซียมคลอไรด์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมทำให้เกิดการตกตะกอนเป็นสตรูไวต์ เช่น pH ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา อัตราส่วนไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส และปริมาณแมกนีเซียม โดยใช้ น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีแอมโมเนียไนโตรเจน 100 มก./ล. และมีปริมาณโมล ของฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมเท่ากับปริมาณโมลของแอมโมเนีย ทำการทดลองโดยเปลี่ยนปริมาณโมลของแมกนีเซียมและอัตราส่วนโมลของไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสพบว่า ที่ค่าอัตราส่วนโมลของไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสมากกว่า 2 : 1 จะทำให้ตะกอนผลึกสตรูไวต์รวมตัวและตกตะกอนได้ดี สำหรับปริมาณแมกนีเซียมที่ 1.0 - 2.0 โมล จะสามารถกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้ดี ในขณะที่แมกนีเซียม 1.5 โมลเป็นปริมาณที่กำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้ดีที่สุด

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

จากการศึกษา พบว่า ที่ระดับ pH 11.5 ระยะเวลาการกวน 40 นาที และความเข้มข้นของเถาเปลือกหอยเชอรี่ 40 g/100 ml ซึ่งเป็นค่าสูงสุดในการทดลอง มีประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลด้วยมากที่สุด ดังนั้นควรมีการศึกษาที่ระดับ pH ระยะเวลาการกวนและความเข้มข้นของเถาเปลือกหอยเชอรี่ที่เพิ่มมากขึ้น

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

ควรมีการศึกษาความแตกต่างระหว่าง pH ระยะเวลาและความเข้มข้นของเถาเปลือกหอยเชอรี่ ที่มีค่าสูงกว่าการวิจัยนี้ ควรมีการศึกษากลไกการแตกตัวขององค์ประกอบของเถาเปลือกหอยเชอรี่ ควรมีการศึกษาลำดับที่เลือกใช้ทางธรรมชาติชนิดอื่นที่มีลักษณะโครงสร้างของปูนเคลือบและแมกนีเซียมมาทำการทดลองกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูล เช่นเปลือกหอยแครง กระดุกสัตว์ในโรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น ควรมีการศึกษาขนาดและอายุของหอยเชอรี่ที่นำมาผลิตเถาเปลือกหอยเชอรี่ควรมีการศึกษาประสิทธิภาพของเถาเปลือกหอยเชอรี่ต่อการบำบัดน้ำเสียแหล่งอื่นและควรมีการศึกษาตะกอนที่เกิดขึ้นว่ามีลักษณะโครงสร้างเป็นอย่างไรเพื่อจะได้นำเอาตะกอนที่เกิดขึ้นไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ สืบเสาะ ดร.ชาญชัยณรงค์ ทรงคำศรี รองศาสตราจารย์ ดร.นิตยา แซ่ซิ้ม ห้องปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และการประสานงานจังหวัดมหาสารคาม

เอกสารอ้างอิง

- พงศ์ศักดิ์ หนูพันธ์.(2549).“การกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสโดยระบบคลองหมุนเวียน,” **สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย**ปีที่ 20 ฉบับที่ 3 : หน้า 6- 9.
- สมศักดิ์ เพ็ชรปานกัน. (2548). **การศึกษาการใช้หอยเชอรี่บำบัดกากแห้งแทนปลาป่นในสูตรอาหารไก่ไข่** ช่วงอายุ 36 - 45 สัปดาห์. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล.



Shin H.S. and Lee S. (1997). "Removal of nutrients
in wastewater by using magnesium salt". **Env.
Tech.** Vol. 19, pp. 283-290.