

การบำบัดน้ำเสียชุมชนที่มีการปนเปื้อนของฟอสฟอรัสด้วยดินในสภาวะน้ำขัง

ณัฐกร อินทวิชะ^{1*} ภาณุชัย ประมวล²

Received : March 3, 2019

Revised : April 13, 2019

Accepted : May 31, 2019

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำเสียสังเคราะห์ต่อการบำบัดน้ำเสียชุมชน โดยทำการวางแผนการทดลองแบบ 3x4 แฟกทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยการทดลองประกอบด้วย ปัจจัยที่ 1 คือน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีน้ำตาลกลูโคส 200 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับฟอสฟอรัสที่ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 0 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ปัจจัยที่ 2 คือระยะเวลาในการขังน้ำเสียสังเคราะห์ 4 ระดับ ได้แก่ 0 1 3 และ 5 วันตามลำดับ ดินที่ใช้ในการศึกษาคือดินจากอำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการในการบำบัดน้ำเสียทางเคมี (COD) ลดลงตามระยะเวลาที่ขังน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) แต่ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในน้ำเสียสังเคราะห์กับการลดลงของค่า COD ในน้ำเสียสังเคราะห์ ($P < 0.05$) ในส่วนของปริมาณฟอสฟอรัส พบว่าปริมาณของฟอสฟอรัสในน้ำเสียสังเคราะห์สามารถบำบัดได้จนอยู่ในระดับไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ตั้งแต่ระยะเวลาขังน้ำเสียสังเคราะห์ที่เวลา 1 วัน

คำสำคัญ : การบำบัดน้ำเสียชุมชน ฟอสฟอรัส ดินในสภาวะน้ำขัง

¹ อาจารย์, สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเพื่อการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

² อาจารย์, สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน e-mail : phanuchai.p@gmail.com

*ผู้รับผิดชอบหลัก e-mail : kung32123@gmail.com

URBAN WASTEWATER TREATMENT WITH PHOSPHORUS CONTAMINATION BY SOIL FLOODING

Nuttakorn Intaravicha^{1*} Phauchai Pramual²

Abstract

The objective of this research was to study the effect of phosphorus concentration on urban wastewater treatment. The experimental design of this study was 3x4 Factorial in Completely Randomize Design with 3 replications and there were 2 experimental factors in this research; phosphorus concentration and flooding period. The first factor was phosphorus concentration, there were 4 levels of phosphorus concentration in synthetic wastewater with 200 mg/L glucose; 0, 5 and 10 mg/L, respectively. The second factor was flooding periods, there were 4 levels of flooding period; 0, 1, 3 and 5 days, respectively. The soil sample for this experiment was collected from Bang-Khonthi district, Samut-Songkhram province.

The result shown as, the chemical oxygen demand was quite decreased depended on flooding periods with highly significant ($P < 0.01$). There had not found the interaction between phosphorus concentration and decreasing of the chemical oxygen demand in synthetic wastewater ($P < 0.05$). Besides that, this experiment could reduce phosphorus concentration in synthetic urban wastewater, were not over 2 mg/l since the 1st flooding day.

Keywords : Urban Wastewater Treatment, Phosphorus, Soil Flooding

¹ Department of Environmental Technology for Agriculture, Faculty of Science and Technology, Phatumwan Institute of Technology.

² Department of Environmental Science and Technology, Faculty of Science and Technology, Phatumwan Institute of Technology. e-mail : phanuchai.p@gmail.com

* Corresponding e-mail: kung32123@gmail.com

บทนำ

ปัญหาน้ำเสียจากที่พักอาศัยเป็นปัญหาที่มีสะสมมานาน เนื่องจากกิจกรรมการอยู่อาศัยของมนุษย์ย่อมมีการใช้น้ำในการดำรงชีวิต กิจกรรมการใช้น้ำของมนุษย์ โดยมีแหล่งที่มาจาก บ้านเรือน ที่อยู่อาศัย ซึ่งน้ำเสียเหล่านี้ เมื่อปนเปื้อนลงสู่สิ่งแวดล้อมจะทำให้แหล่งน้ำมีความสกปรก เชื้อโรคและ มีกลิ่น หากมีการปนเปื้อนของน้ำเสียในปริมาณมากแหล่งน้ำก็จะไม่สามารถนำไปใช้ในการอุปโภค บริโภคได้ โดยองค์ประกอบของน้ำเสียชุมชนที่ประกอบไปด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน กรดอินทรีย์ สารอินทรีย์ระเหยง่าย และธาตุอาหารพืช องค์ประกอบเหล่านี้ยังเอื้อประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และพืชในแหล่งน้ำอีกด้วย (สันทนต์ ศิริอนันต์ไพบูลย์, 2549 ; Eriksson E, et al., 2002) ในส่วนของฟอสฟอรัสที่ถือเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นของพืชและจุลินทรีย์ มีรายงานพบการปนเปื้อนของฟอสฟอรัสสูงสู่แหล่งน้ำชุมชน จากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร ปุ๋ยเคมีเพื่อการเกษตร การทำฟาร์มปศุสัตว์ (Firmansyah I, et al., 2017 ; Siziba N, 2017 ; Sanabria-León R, et al., 2007) โดยพบระดับการปนเปื้อนของฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชน อยู่ที่ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร (มันสิน และ มันรักษ์, 2545) เมื่อฟอสฟอรัสอยู่ในรูปของฟอสเฟต จะจัดเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมให้จุลินทรีย์ในน้ำเกิดการเจริญเติบโตได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งธาตุอาหารพืชที่ส่งเสริมให้พืชและสาหร่ายในน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เมื่อเป็นดังนี้พืชน้ำจะทำให้เกิดการบดบังการส่องผ่านของแสงอาทิตย์ลงสู่แหล่งน้ำ เมื่อผ่านไประยะเวลาหนึ่ง พืชที่เจริญเติบโตเต็มที่และเริ่มตายลงในแหล่งน้ำ เกิดการย่อยสลายพืช โดยจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำ ทำให้ปริมาณแก๊สออกซิเจนไม่สามารถละลายลงในน้ำทดแทนได้ทัน ส่งผลให้แหล่งน้ำมีปริมาณออกซิเจนลดลงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง จนไม่เพียงพอต่อการใช้ของจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำ ทำให้เกิดกิจกรรมการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้ก๊าซออกซิเจน เกิดกรดอินทรีย์ สารอินทรีย์ระเหยง่าย ปนเปื้อนในแหล่งน้ำ จนกระทั่งสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำไม่สามารถปรับตัวได้ทันเพราะขาดก๊าซออกซิเจนและมีสารปนเปื้อนในแหล่งน้ำที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ทำให้เกิดการล้มตายเป็นจำนวนมาก ระบบนิเวศของแหล่งน้ำเกิดผลกระทบอย่างรุนแรง (Zhang W and Zhang X, 2017) การบำบัดน้ำเสียที่มีฟอสฟอรัสปนเปื้อน พบว่ามีการบำบัดโดยใช้กระบวนการทางเคมี ทำปฏิกิริยาแล้วตกตะกอนแยกชั้นออกจากน้ำเสีย เป็นต้น (Kim JG, et al., 2003) แม้จะบำบัดฟอสเฟตที่ปนเปื้อนในน้ำเสียได้ แต่ต้องมีค่าใช้จ่ายสำหรับสารเคมีที่ใช้ในการบำบัด ในขณะที่การสร้างโรงงานในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ จะต้องรองรับต้นทุนในการก่อสร้าง บำรุงรักษา ระบบ และกำจัดตะกอน ซึ่งมีราคาและค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง (Sancho FH and Garrido RS, 2009) จึงมีการนำวิธีบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีธรรมชาติที่มีการใช้ดิน แล้วปล่อยให้น้ำเสียท่วมขัง เช่นระบบบำบัดน้ำเสียแบบดินเปียกสลับแห้งร่วมกับพืชมาช่วยในการบำบัดน้ำเสียชุมชนเหล่านี้ โดยพบว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบดินเปียกสลับแห้งร่วมกับพืช จะต้องมีการเติมของดินเหนียวมากกว่า 21 % จึงจะมีศักยภาพในการบำบัดน้ำเสียชุมชน จนสามารถผ่านมาตรฐานที่จะปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อมได้ (สุกัญญา สารณาคมนันกุล, 2548) ฟอสฟอรัสและธาตุอาหารพืชอื่นๆที่ปนเปื้อนในน้ำเสียสามารถถูกบำบัดได้จากกระบวนการตรึงธาตุอาหารพืชไว้ในดินและการที่ธาตุอาหารพืชถูกพืชน้ำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต (ดารีกาและสุดสาคร, 2548 ; Yodkaew S, et al., 2017) อีกทั้ง ชิชญพงค์ ประทุม (2560) ยังพบว่า หล้าแฝกหอมมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียในรูปของปริมาณของออกซิเจนที่ใช้ย่อยสลายทางเคมี (Chemical Oxygen Demand : COD) จากโรงงานขนมจีนได้ดีกว่าต้นกกกลม อย่างไรก็ตามระยะเวลาในการบำบัดมีผลต่อคุณภาพของน้ำเสียที่จะปลดปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อม

การศึกษาวิธีบำบัดน้ำเสียชุมชนที่มีฟอสฟอรัสปนเปื้อนโดยดินในสภาวะน้ำขังนี้ จะทำการศึกษากับดินตัวอย่างที่ได้จาก ตำบลบางนกแขวก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม เนื่องจากเป็นดินที่อยู่ใกล้กับแหล่งน้ำ มีเปอร์เซ็นต์ของดินเหนียวมากกว่า 21 % และเป็นพื้นที่ที่มีการทำการเกษตร จึงมีโอกาสที่น้ำเสียจากที่อยู่อาศัยที่มีกิจกรรมทางการเกษตรจะมีการปนเปื้อนของฟอสฟอรัสลงสู่แหล่งน้ำได้ (ศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำตำบลบางนกแขวก, 2559) จึงเป็นที่มาของการศึกษาในครั้งนี้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาถึงการบำบัดน้ำเสียชุมชนที่มีฟอสฟอรัสปนเปื้อนโดยใช้ดินตัวอย่างที่อยู่ในสภาวะน้ำขังต่อความสามารถบำบัดฟอสฟอรัส และ ปริมาณความต้องการของออกซิเจนทางเคมี ของน้ำเสียชุมชนที่สังเคราะห์ขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. คุณสมบัติของดินเบื้องต้น

ทำการเก็บตัวอย่างดินจากตำบลบางนกแขวก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ความลึกของดินไม่เกิน 30 เซนติเมตร นำดินที่ได้มาตากให้แห้งในห้องปฏิบัติการ นำไปบดและร่อนด้วยตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร เก็บตัวอย่างดินที่ได้ใส่ถุง นำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณดินทราย ดินทรายแป้ง ดินเหนียว เนื้อดิน และนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้าของดิน อินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (USDA, 2009)

2. การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำเสีย

โดยทำการวางแผนการทดลองแบบ 3x4 Factorial in Completely Randomize Design จำนวน 3 ซ้ำ โดยมีปัจจัยของฟอสฟอรัสในน้ำเสีย 3 ระดับ ได้แก่ 0 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยในทุกปัจจัยของความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมีการสังเคราะห์น้ำเสียสังเคราะห์จากน้ำตาลกลูโคส 200 มิลลิกรัมต่อลิตรลงในทุกปัจจัยการทดลอง โดยได้สารละลายฟอสฟอรัสตั้งต้นความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตรเตรียมจาก ซิง KH_2PO_4 0.4394 กรัมละลายในน้ำ 1 ลิตรจากนั้นนำไปผสมกับกลูโคส ตามตำรับการทดลองดังนี้

ตำรับการทดลองที่มีน้ำเสียสังเคราะห์ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัสที่ความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อลิตร เตรียมได้จากซิงน้ำตาลกลูโคส 200 มิลลิกรัมละลายในน้ำปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

ตำรับการทดลองที่มีน้ำเสียสังเคราะห์ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัสที่ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร เตรียมได้จากซิงน้ำตาลกลูโคส 200 มิลลิกรัมร่วมกับสารละลายฟอสฟอรัสตั้งต้น จำนวน 50 มิลลิตร ละลายละลายในน้ำปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

ตำรับการทดลองที่มีน้ำเสียสังเคราะห์ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัสที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร เตรียมได้จากซิงน้ำตาลกลูโคส 200 มิลลิกรัมร่วมกับสารละลายฟอสฟอรัสตั้งต้น จำนวน 100 มิลลิตร ละลายละลายในน้ำปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

ปัจจัยการชั่งน้ำเสียแบ่งเป็นตามเวลาในการชั่งน้ำเสีย 4 ระดับ ได้แก่ 0 1 3 และ 5 วัน โดยทำการชั่งตัวอย่างดิน 10 กรัม ลงในขวดพลาสติกขนาด 180 มิลลิลิตรที่มีฝาปิด ชั่งน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีน้ำตาลกลูโคส 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ผสมกับฟอสฟอรัสที่มีความเข้มข้นตามตำรับการทดลองน้ำเสียสังเคราะห์ ปริมาตร 20 มิลลิลิตร จากนั้นปิดฝาขวดและเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องตามระยะเวลาในตำรับการทดลอง

ในส่วนของวิธีการชั่งน้ำเสียสังเคราะห์ ทำในห้องปฏิบัติการสถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน ในช่วงวันที่ 2 - 6 สิงหาคม พ.ศ. 2560 ทำการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำเสียทางเคมีโดยการวิเคราะห์ปริมาณของออกซิเจนที่ใช้ออกสลายทางเคมี (Chemical Oxygen Demand : COD) ด้วยวิธีฟลักซ์ปิด และปริมาณของฟอสฟอรัสในน้ำเสียด้วยวิธีแวนาโดโมลิบโดฟอสฟอริก แอซิด (อรรถัย ขวาลภาฤทธิ์, 2545)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. คุณสมบัติน้ำของดินเบื้องต้น

จากที่ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินตัวอย่างที่ ตำบลบางนกแขวก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงครามพบว่าคุณสมบัติของดินเป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดินตัวอย่างที่ ตำบลบางนกแขวก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม

คุณสมบัติของดิน (Soil properties)	
เนื้อดิน (Soil texture)	Silty Clay Loam (SiCL)
ทราย (Sand) : %	16
ทรายแป้ง (Silt) : %	45
ดินเหนียว (Clay) : %	39
ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH)	7.6
ค่าการนำไฟฟ้า (EC) : mS/cm	0.23
ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) : %	2.39
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) : mg/kg	87
ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) : mg/kg	10
ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Ca) : mg/kg	417
ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Mg) : mg/kg	29

2. อิทธิพลของความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในน้ำเสียสังเคราะห์ ต่อการบำบัดน้ำเสียในรูปแบบของ COD

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณของ COD ที่ตรวจวัดได้พบว่าการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้นที่มีส่วนผสมของน้ำตาลกลูโคส 200 มิลลิกรัมต่อลิตรเมื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณของค่า COD พบว่า ค่า COD ที่ตรวจวัดได้เริ่มต้นอยู่ในช่วง 187 – 198 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเมื่อคิดค่าเฉลี่ยของปริมาณ COD ที่ตรวจวัดได้เริ่มต้นการทดลองอยู่ที่ 187 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อพิจารณาจากการทดลองแล้วพบว่าปริมาณของฟอสฟอรัสในน้ำเสียมีอิทธิพลร่วมกับจำนวนวันในการบำบัดน้ำเสียที่ตรวจวัดในรูปแบบของ COD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในขณะที่เมื่อพิจารณาจำนวนวันพบว่าจำนวนวันที่ซึ่งน้ำมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) กล่าวคือจำนวนวันที่เพิ่มมากขึ้นจะสามารถบำบัดน้ำเสียในรูปแบบของ COD ได้มากขึ้นดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อิทธิพลของจำนวนวันที่ขังน้ำต่อการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ในรูปของการวิเคราะห์ปริมาณของออกซิเจนที่ใช้อยู่สลายทางเคมี (COD : mg/l)

จำนวนวันที่ขังน้ำ			
0 วัน	1 วัน	3 วัน	5 วัน
187 d	78 c	62 b	49 a

R square=0.99, %CV = 7.1, Mean square error = 49.78

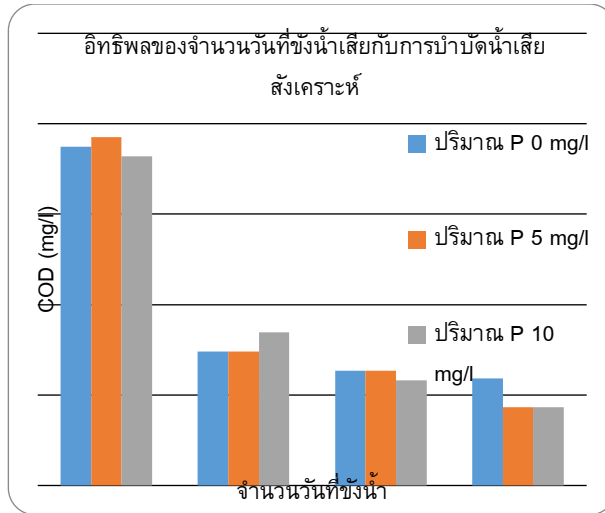
แต่กลับพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่ใส่ลงไปใต้น้ำเสียสังเคราะห์ที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) กับความสามารถในการบำบัดน้ำเสียในรูปแบบของ COD ดังรูปที่ 1 และ ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 อิทธิพลของปริมาณฟอสฟอรัสต่อการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ของการวิเคราะห์ปริมาณของออกซิเจนที่ใช้อยู่สลายทางเคมี (COD : mg/l)

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในน้ำเสีย		
0 mg/l	5 mg/l	10 mg/l
96 ns	93 ns	92 ns

R square=0.99, %CV = 7.1, Mean square error = 49.78

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะเวลาขังน้ำกับปริมาณฟอสฟอรัสทั้ง 3 ระดับพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 อิทธิพลของจำนวนวันที่ขังน้ำเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ในรูปของการวิเคราะห์ปริมาณของออกซิเจนที่ใช้อยู่สลายทางเคมี (COD : mg/L)

เนื่องจากพบว่าภายหลังการขังน้ำเสีย 1 วันเป็นต้นไป ไม่สามารถตรวจวัดปริมาณของฟอสฟอรัสในน้ำเสียด้วยวิธีแวนาโดมอลิบโดฟอสฟอริก แอซิดได้ จึงทำการทดลองตรวจสอบปริมาณของฟอสฟอรัสในน้ำเสียสังเคราะห์ที่ปัจจัย 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วง 2 และ 4 ชม. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณของฟอสฟอรัสในน้ำเสียพบว่า น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่ระดับ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายหลังขังน้ำเสียกับดินตัวอย่างเป็นเวลา 2 และ 4 ชั่วโมง จำนวนอย่างละ 6 ข้ำ พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.67 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในขณะที่น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่ระดับ 10 มิลลิกรัมต่อลิตรภายหลังขังน้ำเสียกับดินตัวอย่างเป็นเวลา 2 และ 4 ชั่วโมง พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.48 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนที่ระบุว่าคุณภาพฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำเสียต้องไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เหลืออยู่ในน้ำเสียสังเคราะห์ (mg/L)

ระยะเวลาขังน้ำ	ปริมาณฟอสฟอรัสเริ่มต้นในน้ำเสียสังเคราะห์	
	5 mg/l	10 mg/l
2 ชั่วโมง	1.67±0.02	6.48±0.02
4 ชั่วโมง	0	0.5±0.03

สรุป

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณของฟอสฟอรัสในน้ำเสียช่วง 0 – 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามที่มันลินและมันรักซ์ (2545) รายงานไว้ การบำบัดน้ำเสียในดินที่มีการขังน้ำ สามารถบำบัดปริมาณฟอสฟอรัสเหล่านี้ได้จากสภาวะการตรึงฟอสฟอรัสในดิน โดยพบว่าดินที่ทำการทดลองมีสภาวะเป็นด่างอีกทั้งยังมีปริมาณของ แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ถึง 417 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม เป็นปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดการตรึงฟอสฟอรัสในดิน ปริมาณของฟอสฟอรัสที่ปนเปื้อนในน้ำเสียในรูปของสารอนินทรีย์ฟอสเฟตจะสามารถถูกดินตรึงเอาไว้ในรูปที่ละลายน้ำได้ยาก ซึ่งคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2544) กล่าวว่ากระบวนการตรึงฟอสฟอรัสในดิน จะขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ไอออนบวก เช่น เหล็ก แมงกานีส แคลเซียมและแมกนีเซียม ปริมาณไฮดรอกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียม และแร่ดินเหนียวในดิน ในส่วนของการบำบัดของเสียอินทรีย์ในน้ำเสียชุมชน สุกัญญา สารណาคมน์กุล (2548) และ อรทัย เชื้อวงศ์ (2550) พบว่าความสามารถในการบำบัดน้ำเสียชุมชนจากจังหวัดเพชรบุรี ที่มีสารอินทรีย์ปนเปื้อนมีความจำเป็นที่ดินที่ใช้ในการทำการทดลองต้องแห้งสนิทและมีปริมาณของแร่ดินเหนียวมากกว่า 21 เปอร์เซ็นต์ จึงจะสามารถสร้างระบบบำบัดน้ำเสียในระบบดินเปียกสลับแห้งร่วมกับพืช ให้มีค่าที่สามารถปลดปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อมได้ ซึ่งจากงานทดลองนี้พบว่าเปอร์เซ็นต์ของแร่ดินเหนียวในดินตัวอย่างสูงถึง 39 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาการบำบัดน้ำเสียภายใน 5 วัน พบว่าค่า COD ในวันที่ 5 อยู่ในช่วง 43 - 59 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งผ่านตามค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาดที่กำหนดไว้ไม่เกิน 120 มิลลิกรัมต่อลิตร (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2535)

อย่างไรก็ดีการทำการทดลองนี้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ในสภาพพื้นที่การใช้ประโยชน์จริงต้องมีการควบคุมปัจจัยของดินที่ทำการทดลองให้แห้งสนิทก่อนเพราะปัจจัยของความชื้นในดินจะมีผลต่อการมีตัวรับบิโเลคตรอนที่เพียงพอต่อกิจกรรมการหายใจและการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ในสภาวะน้ำขังส่งผลให้หากดินไม่แห้งสนิทจะมีประสิทธิภาพในการบำบัดของเสียอินทรีย์ลดลง (Intaravicha N, et al., 2013) อีกทั้ง Martin M, et al., (2013) พบว่าการบำบัดน้ำเสียที่มีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสปนเปื้อนด้วยวิธี vertical flow constructed wetland สามารถลดปริมาณของธาตุอาหารเช่นไนโตรเจน ฟอสเฟตในน้ำเสียลงได้ อีกทั้งยังส่งเสริมให้เกิดการบำบัดน้ำเสียในรูปของ COD ให้ดีขึ้นได้เล็กน้อย ทั้งนี้หากมีปริมาณ organic carbon ในรูปของอินทรีย์วัตถุเพิ่มมากขึ้นจะสามารถในการบำบัด COD ได้ดียิ่งขึ้นด้วย

ดังนั้นจากการศึกษานี้ทำให้ทราบว่าความสามารถของการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำขังของดินที่มีสภาพเป็นด่างเล็กน้อยว่า สามารถบำบัดน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์และฟอสฟอรัสปนเปื้อนที่ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร และสามารถบำบัดน้ำเสียชุมชนที่มีค่า COD เริ่มต้นที่ 187 มิลลิกรัมต่อลิตร ในห้องปฏิบัติการให้ผ่านตามค่ามาตรฐานที่กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2553) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปปรับใช้ในการบำบัดน้ำเสียแบบดินเปียกสลับแห้งร่วมกับพืช ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนที่มีการปนเปื้อนของฟอสฟอรัสในน้ำเสียได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2535). **กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด**, พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535.
- กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2553). **กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน**. ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป, 127 (69ง).
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, (2544). **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิษณุพงศ์ ประทุม. (2560). ผลของสารอินทรีย์ปริมาณสูงในน้ำเสียโรงงานขนมจีนต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของหญ้าแฝกหอมและกกกลมจันทบูร. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**; 36 (3), 324-332.
- ดาริกา วสุนธรากุล และ สุตสาคร พุกงาม. (2548). การใช้พืชน้ำใน กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ. **วารสารวิทยาศาสตร์ทักษิณ**. 2(2), 44-55.
- มันสิน ตัณฑุลเวศม์ และ มันรัชช์ ตัณฑุลเวศม์. (2545). **เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย**. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำตำบลบางนกแขวก. (2559). **แผนพัฒนาการเกษตรระดับตำบลบางนกแขวก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม**, สำนักงานเกษตรจังหวัดสมุทรสงคราม, กรมส่งเสริมการเกษตร.
- สุกัญญา สารณาคมน์กุล. (2548). **การศึกษาคุณสมบัติบางประการของน้ำเสียชุมชนเทศบาล เมืองเพชรบุรีและประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งชุมชนของพุทธรักษา ธรรมรักษา และ ชิงแดงในสภาพน้ำขังสลับแห้งของดินร่วมกับพีช**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สันหัตต์ ศิริอนันต์ไพบูลย์. (2549). **ระบบบำบัดน้ำเสีย : การเลือกใช้ การออกแบบ การควบคุม และการแก้ไขปัญหา**. กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์ ท้อป.
- อรทัย ขวาลภาฤทธิ์. (2545). **คู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย**. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์ จุดทอง จำกัด.
- อรทัย เชื้อวงศ์. (2550). **การศึกษาการบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรีด้วยพุทธรักษา 3 พันธุ์ ในระบบดินน้ำขังสลับแห้งร่วมกับพีช**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Eriksson, E., Auffarth, K., Henze, M. and Ledin, A. (2002). **Characteristics of grey wastewater**. *Urban Water*, (4), 85–104.
- Firmansyah, I., Spiller, M., Ruijter, FJD., Carsjens, GJ. and Zeeman, G. (2017). **Assessment of nitrogen and phosphorus flows in agricultural and urban systems in a small island under limited data availability**. *Science of the Total Environment*, (574), 1521 – 1532.

- Intaravicha, N., Prabuddham, P. and Popan, A. (2013). **Potential of Thai Soil on the Anaerobic Treatment of Urban Wastewater in the Alternate Flooding and Drying of the Soil with Plant System.** *Modern Applied Science*, 7(5), 1-10.
- Kim, JG., Kin, JH., Moon, HS., Chon, CM. and Ahn, JS. (2003). **Removal capacity of water plant alum sludge for phosphorus in aqueous solutions.** *Chemical Speciation and Bioavailability*, (14), 67-73.
- Martin, M., Gargallo, S., Hernández-Crespo, C. and Oliver, N. (2013). **Phosphorus and nitrogen removal from tertiary treated urban wastewaters by a vertical flow constructed wetland.** *Ecological Engineering*, (61), 34-42.
- Sanabria-Leoń, R., Cruz-Arroyo, LA., Rodríguez, AA. and Alameda, M. (2007). **Chemical and biological characterization of slaughterhouse wastes compost.** *Waste Management*, (27), 1800-1807.
- Sancho, FH. and Garrido, RS. (2009). **Technical efficiency and cost analysis in wastewater treatment processes : A DEA approach.** *Desalination*, (249), 230-234.
- Siziba, N., (2017). **Effects of damming on the ecological condition of urban wastewater polluted rivers.** *Ecological Engineering*, (102), 234-239.
- United States Department Agricultural : USDA. (2009). **Soil Survey field and laboratory methods manual.** Soil Survey field and laboratory methods manual. Soil Survey Investigations Report. 51 Lincoln, Nebraska USA.
- Yodkaew, S., Intaravicha, N., Rakthai, S., Srigobur, P., Soponsatian, S., Kongson, C., Potcanakunakorn, R., Hiroshi, T. and Naoko, I. (2017). **The Treatment of High Concentration Nitrogen by Phytoremediation Process Using Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes Mart.Solms.*) and Coontail (*Ceratophyllum demersum L.*).** *Journal of Vocational Institute of Agricultural*, (1), 30-37.
- Zhang, W., Zhang, X. (2017). **Phase behavior and stabilization of phosphorus in sub- and supercritical water gasification of cyanobacteria.** *The Journal of Supercritical Fluids*, (130), 40-46.