บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาการใช้ไคโตซานบีดส์เพื่อบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน

ไคโตซานที่ใช้ในการศึกษานี้เตรียมอยู่ในรูปเม็ดบีดส์ เนื่องจากการศึกษาในเบื้องต้นพบว่าไคโตซานในรูปเม็ดบีดส์มีประสิทธิภาพในการดูดซับสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้ดีกว่าผงไคโตซาน การศึกษาการใช้ไคโตซานบีดส์เพื่อบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนกระทำภายใต้ 2 สภาวะ คือ สภาวะที่เติมไคโตซานบีดส์ลงในน้ำเสียจากแหล่งชุมชนและมีการเขย่า และสภาวะที่นำน้ำเสียจากแหล่งชุมชนมาผ่านคอลัมน์ที่บรรจุไคโตซานบีดส์ โดยในแต่ละสภาวะมีการศึกษาถึงปัจจัยบางประการที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการใช้ไคโตซานบีดส์ในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน สำหรับพารามิเตอร์ของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่วิเคราะห์ได้แก่ บีโอดี ปริมาณสารแขวนลอย และความขุ่นซึ่งรายละเอียดในการศึกษาแต่ละสภาวะมีดังต่อไปนี้

1. การศึกษาการใช้ไคโตซานบีดส์ในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนภายใต้ระบบการเขย่า

ในการใช้ไคโตซานบีดส์บำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนภายใต้ระบบการเขย่านี้ได้มีการศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ ขนาดของไคโตซานบีดส์ ปริมาณไคโตซานบีดส์ และค่าพีเอชของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนผลการศึกษามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ผลของขนาดไคโตซานบีดส์ต่อการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน

การศึกษาขนาดของไคโตซานบีดส์ต่อการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนกระทำโดยแปรผันขนาดของไคโตซานบีดส์ 3 ขนาด (วัดจากเส้นผ่าศูนย์กลาง) คือ 0.2, 0.5 และ 0.7 มม. นำไคโตซานบีดส์แต่ละขนาดเติมลงในฟลาสก์ที่บรรจุน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่มีค่าพีเอชประมาณ 5 (ไม่มีการปรับพีเอช) ปริมาตร 120 มล. ปริมาณไคโตซานบีดส์ในแต่ละฟลาสก์ 10% (w/v) ชุดควบคุมของการศึกษานี้คือ ฟลาสก์ที่บรรจุน้ำเสียจากแหล่งชุมชนปริมาตร 120 มล. โดยไม่มีการเติมไคโตซานบีดส์ นำชุดทดลองและชุดควบคุมทั้งหมดไปเขย่าที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้มีการแยกส่วนระหว่างน้ำเสียและไคโตซานบีดส์ นำส่วนของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนวิเคราะห์ค่าบีโอดี ปริมาณสารแขวนลอย และความขุ่น ได้ผลการศึกษาดังนี้

ก. บีโอดี

ไคโตซานบีดส์ทั้ง 3 ขนาดที่นำมาศึกษามีผลทำให้ค่าบีโอดีของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ไคโตซานบีดส์ขนาด 0.2 มม. สามารถลดค่าบีโอดีของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนได้ดีกว่าไคโตซานบีดส์ขนาด 0.5 และ 0.7 มม. โดยน้ำเสียจากแหล่งชุมชนในชุดควบคุมมีค่าบีโอดีเท่ากับ 121.00 ± 0.00 มก./ล. เมื่อผ่านการบำบัดโดยใช้ไคโตซานบีดส์ขนาด 0.2, 0.5 และ 0.7 มม. ตรวจวัดค่าบีโอดีได้ 27.00±4.24, 51.50±3.54 และ 63.50±7.78 มก./ล. ตามลำดับ ดังแสดงในภาพ 14ก. เมื่อคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การลดลง การใช้ไคโตซานบีดส์ขนาดดังกล่าวสามารถลดค่าบีโอดีได้ 77.69, 57.44 และ 47.52% ตามลำดับ

ข. ปริมาณสารแขวนลอย

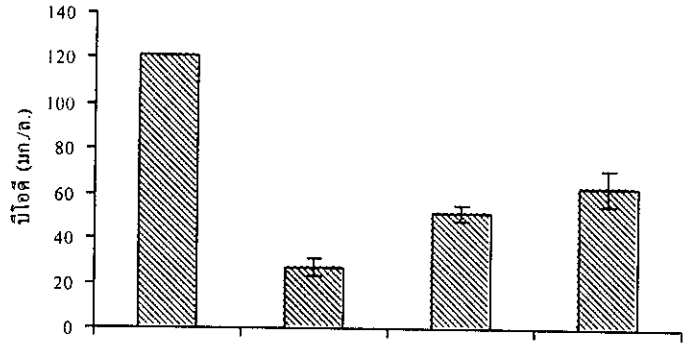
จากการวิเคราะห์ปริมาณสารแขวนลอย พบว่าไคโตซานบีดส์ทั้ง 3 ขนาดสามารถลดปริมาณสารแขวนลอยของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยน้ำเสียจากแหล่งชุมชนในชุดควบคุมมีปริมาณสารแขวนลอยเท่ากับ 100.00±7.07 ไมโครกรัม/ล. เมื่อผ่านการบำบัดโดยใช้ไคโตซานบีดส์ขนาด 0.2, 0.5 และ 0.7 มม. ตรวจวัดปริมาณสารแขวนลอยได้ 41.67±2.89, 43.33±15.28 และ 31.67±7.64 ไมโครกรัม/ล. ตามลำดับ ดังแสดงในภาพ 14ข. จะเห็นได้ว่าไคโตซานบีดส์ขนาด 0.7 มม. ลดปริมาณสารแขวนลอยได้ดีที่สุด (68.00%) ในขณะที่การใช้ไคโตซานบีดส์ขนาด 0.2 และ 0.5 มม. สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ประมาณ 57.00-58.00%

ค. ความขุ่น

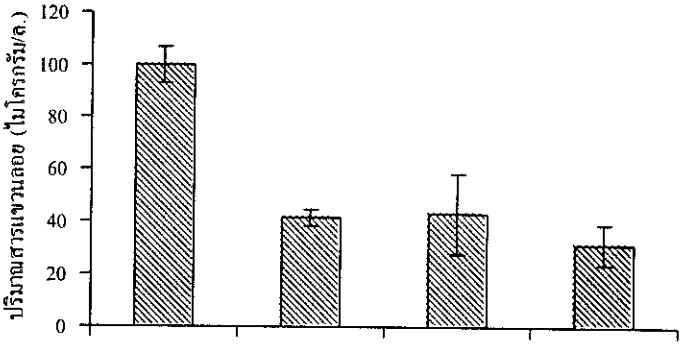
จากการทดสอบไคโตซานบีดส์ทั้ง 3 ขนาด ในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน พบว่ามีผลทำให้ค่าความขุ่นของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีค่าความขุ่นเท่ากับ 94.25 ± 0.35 NTU ภายหลังการบำบัดโดยใช้ไคโตซานบีดส์ขนาด 0.2, 0.5 และ 0.7 มม. ตรวจวัดค่าความขุ่นของน้ำเสียได้ 38.20±2.55, 27.67±0.32 และ 25.90±0.00 NTU ตามลำดับ ดังแสดงในภาพ 14ค. ซึ่งพบว่าไคโตซานบีดส์ขนาด 0.5 และ 0.7 มม.สามารถลดค่าความขุ่นได้ดีกว่าไคโตซานบีดส์ขนาด 0.2 มม.

จากผลการศึกษาในขั้นตอนนี้พบว่าไคโตซานบีดส์ขนาด 0.2มม. ลดค่าบีโอดีของน้ำเสียได้ดีที่สุด ส่วนการลดลงของปริมาณสารแขวนลอยและความขุ่นไม่แตกต่างกัน จึงได้คัดเลือกการใช้ไคโตซานบีดส์ขนาด 0.2 มม. มาใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

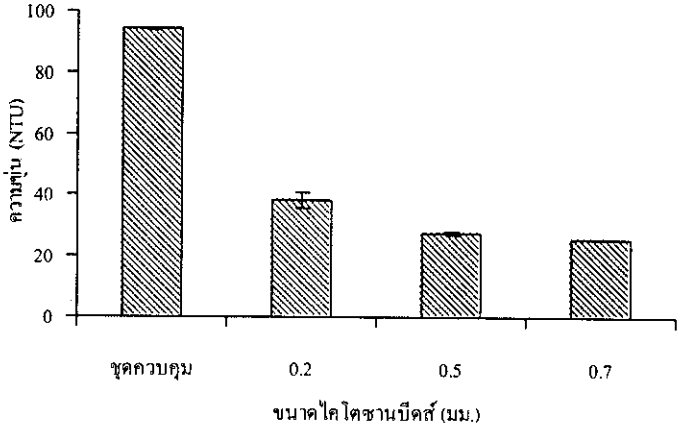
ก.



ข.



ค.



ภาพที่ 14 ค่าบีโอดี (ก) ปริมาณสารแขวนลอย (ข) และความขุ่น (ค) ของน้ำเสียจากแหล่งชุมชน เมื่อผ่านการบำบัดด้วยไคโตซานบีดส์ขนาดต่าง ๆ ในระบบการเขย่าที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 15 นาที ปริมาณไคโตซานบีดส์บีดส์ที่ใช้คือ 10% (w/v) ชุดควบคุม คือ น้ำเสียที่นำไปเขย่าภายใต้สภาวะเดียวกับชุดทดลอง แต่ไม่ใส่ไคโตซานบีดส์

1.2 ผลของไคโตซานบีดส์ปริมาณต่าง ๆ ต่อการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน

ในการศึกษานี้ได้แปรผันปริมาณของไคโตซานบีดส์ (ขนาด 0.2 มม.) ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนเป็น 10, 20 และ 30% (w/v) โดยใส่ลงในฟลาสก์ที่บรรจุน้ำเสียปริมาตร 120 มล. ค่าพีเอชของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนประมาณ 5 (ไม่มีการปรับพีเอช) ชุดควบคุมเป็นน้ำเสียจากแหล่งชุมชน ปริมาตร 120 มล. และไม่มีการเติมไคโตซานบีดส์ นำชุดควบคุมและชุดทดลองทั้งหมดไปเขย่าที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดการแยกส่วนระหว่างน้ำเสียและไคโตซานบีดส์ จากนั้นนำส่วนของน้ำเสียวิเคราะห์ค่าบีโอดี ปริมาณสารแขวนลอยและความขุ่น ได้ผลการทดลองดังนี้

ก. บีโอดี

จากการศึกษาผลของไคโตซานบีดส์ที่ปริมาณต่าง ๆ ในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน พบว่าไคโตซานบีดส์ทั้ง 3 ปริมาณที่ทำการศึกษามีผลทำให้ค่าบีโอดีของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ค่าบีโอดีของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนในชุดควบคุมที่วิเคราะห์ได้คือ 126.00±21.21 มก./ล.เมื่อผ่านการบำบัดด้วยไคโตซานบีดส์ที่ปริมาณ 10, 20 และ 30 % (w/v) ค่าบีโอดีที่วิเคราะห์ได้ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) หรือมีค่าบีโอดีที่ใกล้เคียงกันประมาณ 16.50-29.00 มก./ล. ดังแสดงในภาพ 15ก. คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การลดลงได้ประมาณ 76.98-86.90%

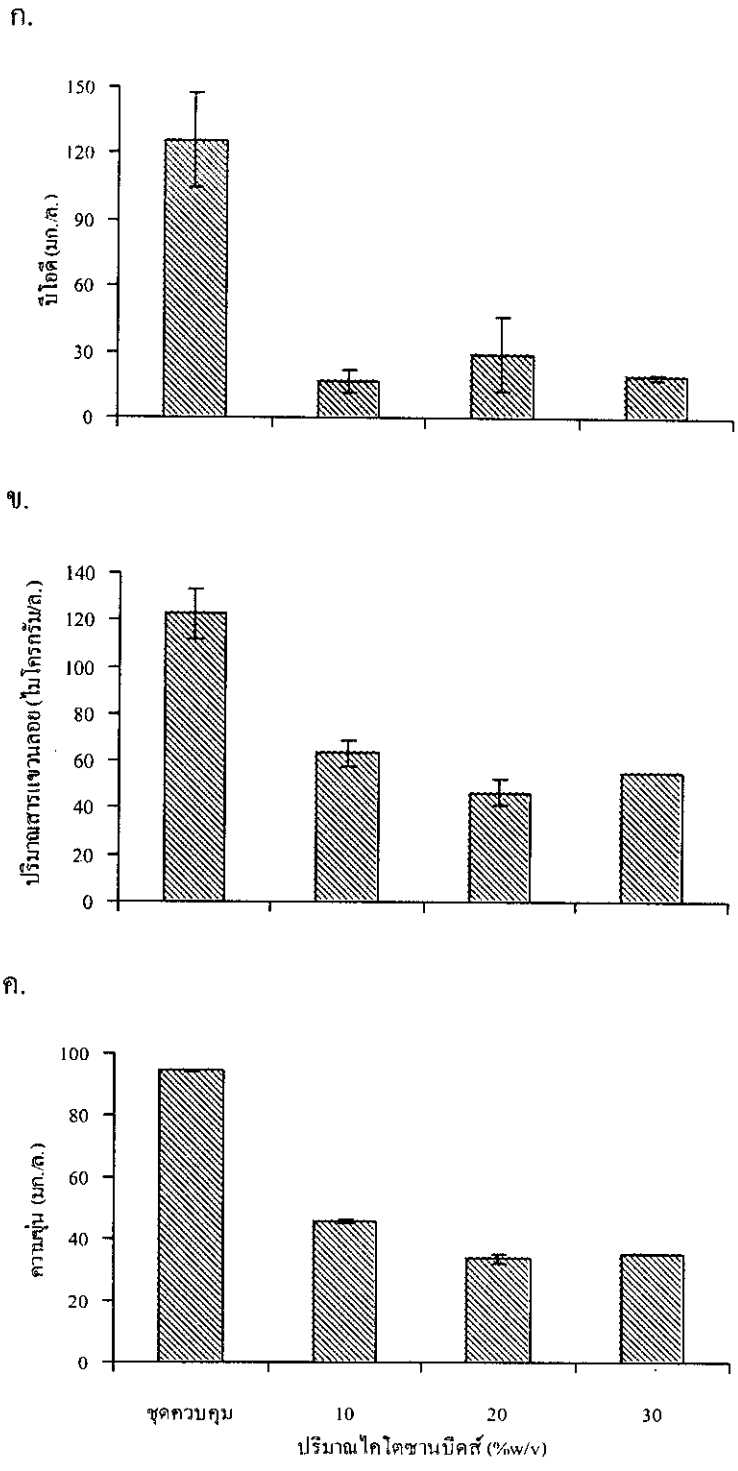
ข. ปริมาณสารแขวนลอย

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำเสียภายหลังการบำบัดโดยใช้ไคโตซานบีดส์ปริมาณต่าง ๆ พบว่ามีผลทำให้ปริมาณสารแขวนลอยของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และปริมาณสารแขวนลอยที่ลดลงในแต่ละชุดทดลองมีค่าที่ใกล้เคียงกัน โดยตรวจวัดได้ประมาณ 46.67-63.33 ไมโครกรัม/ล. ในขณะที่ชุดควบคุมวิเคราะห์ปริมาณสารแขวนลอยได้ 122.50±10.61 ไมโครกรัม/ล. ดังแสดงในภาพ 15ข.

ค. ความขุ่น

ไคโตซานบีดส์ที่ใช้ในการศึกษาปริมาณ 10, 20 และ 30% (w/v) สามารถลดค่าความขุ่นของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยในชุดควบคุมมีค่าความขุ่นเท่ากับ 94.30±0.14 NTU เมื่อผ่านการบำบัดด้วยไคโตซานบีดส์ในปริมาณต่าง ๆ ตรวจวัดค่าความขุ่นได้ใกล้เคียงกันคือ ประมาณ 33.85-45.70 NTU ดังแสดงในภาพ 15ค. ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การลดลงประมาณ 51.54-64.10%

จากผลการศึกษาพบว่า การลดลงของค่าบีโอดี ปริมาณสารแขวนลอยและความขุ่นของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดโดยใช้ไคโตซานบีดส์ขนาด 0.2 มม. ในปริมาณ 10, 20 และ 30% (w/v) นั้นไม่มีความแตกต่างกัน จึงได้คัดเลือกไคโตซานบีดส์ (ขนาด 0.2 มม.) ปริมาณ 10% (w/v) เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป



ภาพที่ 15 ค่าบีโอดี (ก) ปริมาณสารแขวนลอย (ข) และความขุ่น (ค) ของน้ำเสียจากแหล่งชุมชน เมื่อผ่านการบำบัดด้วยไคโตซานบีดส์ขนาด 0.2 มม. ในปริมาณต่าง ๆ ภายใต้ระบบการเขย่าที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 15 นาที ชุดควบคุม เป็น น้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่นำไปเขย่าภายใต้สภาวะเดียวกับชุดทดลอง แต่ไม่ใส่ไคโตซานบีดส์

1.3 ผลของพีเอชของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนต่อการบำบัดด้วยไคโตซานบีดส์

น้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่นำมาใช้มีค่าพีเอชประมาณ 5 ซึ่งอยู่ในช่วงที่เป็นกรด ซึ่งในการศึกษานี้ได้แปรผันค่าพีเอชของน้ำเสียเพิ่มอีกสองค่าคือ 7 และ 8 เติมไคโตซานบีดส์ (ขนาด 0.2 มม.) ปริมาณ 10% (w/v) ใส่ลงในฟลาสก์ที่บรรจุน้ำเสียที่มีค่าพีเอชต่าง ๆ กัน (ปริมาตร 120 มล.) ชุดควบคุมเป็นน้ำเสียจากแหล่งชุมชน (ปริมาตร 120 มล.) ไม่มีการเติมไคโตซานบีดส์ นำชุดทดลองและชุดควบคุมทั้งหมดไปเขย่าที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้มีการแยกส่วนระหว่างน้ำเสียและไคโตซานบีดส์ จากนั้นนำส่วนของน้ำเสียวิเคราะห์ค่าบีโอดี ปริมาณสารแขวนลอยและความขุ่น ได้ผลการทดลองดังนี้

ก. บีโอดี

จากการทดสอบประสิทธิภาพของไคโตซานบีดส์ในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่มีค่าพีเอชต่าง ๆ คือ ประมาณ 5 (ไม่มีการปรับค่าพีเอช) และน้ำเสียที่ปรับค่าพีเอชเป็น 7 และ 8 พบว่าไคโตซานบีดส์สามารถลดค่าบีโอดีของน้ำเสียได้ในทุกระดับพีเอชที่ทดสอบ โดยไคโตซานบีดส์สามารถลดค่าบีโอดีของน้ำเสียที่มีค่าพีเอชประมาณ 5 ได้ดีกว่าที่ระดับพีเอช 7 และ 8 ($p<0.05$) กล่าวคือเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมของน้ำเสียแต่ละค่าพีเอช ไคโตซานบีดส์สามารถลดค่าบีโอดีของน้ำเสียลงได้ประมาณ 112.00, 91.33 และ 79.50 มก./ล. ตามลำดับ ดังแสดงในภาพ 16ก.

ข. ปริมาณสารแขวนลอย

จากการศึกษาผลของพีเอชของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนต่อการลดปริมาณสารแขวนลอยในน้ำเสียโดยการบำบัดด้วยไคโตซานบีดส์ พบว่าการใช้ไคโตซานบีดส์สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยของน้ำเสียได้ที่ทุกระดับพีเอชที่ทดสอบ ($p<0.05$) กล่าวคือที่ระดับพีเอชประมาณ 5 (ไม่มีการปรับพีเอช) พีเอช 7 และ 8 ดังแสดงในภาพ 16ข. อย่างไรก็ตามการลดลงของปริมาณสารแขวนลอยของน้ำเสียในแต่ละชุดทดลองซึ่งมีค่าพีเอชต่าง ๆ นั้นมีค่าใกล้เคียงกัน กล่าวคือไคโตซานบีดส์สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยของน้ำเสียจาก 115.00-130.00 ไมโครกรัม/ล. เหลือประมาณ 22.50-35.00 ไมโครกรัม/ล.

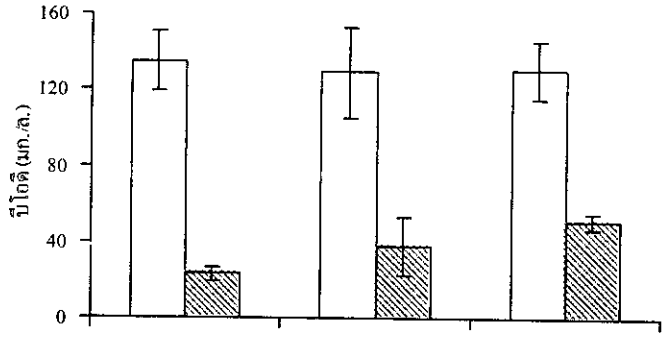
ค. ความขุ่น

จากการทดสอบประสิทธิภาพของไคโตซานบีดส์ในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่มีค่าพีเอชต่าง ๆ คือ ประมาณ 5 (ไม่มีการปรับพีเอช) และน้ำเสียที่ปรับพีเอชเป็น 7 และ 8 พบว่าไคโตซานบีดส์สามารถลดค่าความขุ่นของน้ำเสียได้ที่ทุกระดับพีเอชที่ทดสอบ ($p<0.05$) ดังแสดงในภาพ 16ค. อย่างไรก็ตามค่าความขุ่นของน้ำเสียที่ลดลงในแต่ละชุดทดลองซึ่งมีค่าพีเอช

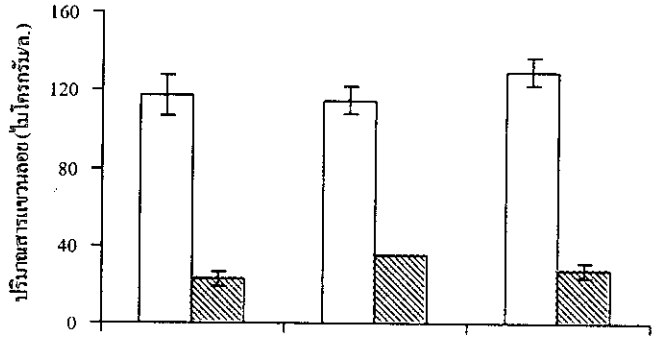
ต่าง ๆ นั้นมีค่าใกล้เคียงกัน กล่าวคือไคโตซานบีดส์สามารถลดความขุ่นของน้ำเสียจากประมาณ 70.00 -82.00 NTU เหลือประมาณ 17.00-20.00 NTU

จากผลการศึกษาการใช้ไคโตซานบีดส์ในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนภายใต้ระบบการเขย่าทั้งหมด ได้มีการเลือกสภาวะที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไปคือ มีการเลือกใช้ไคโตซานบีดส์ขนาด 0.2 มม. ปริมาณ 10% (w/v) และค่าพีเอชของน้ำเสียจากแหล่งชุมชน คือ ค่าพีเอชประมาณ 5 หรือค่าพีเอชของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่ไม่ได้ทำการปรับค่าพีเอช

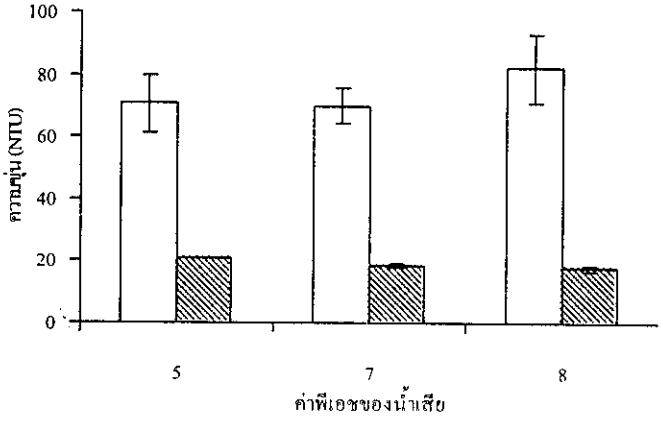
ก.



ข.



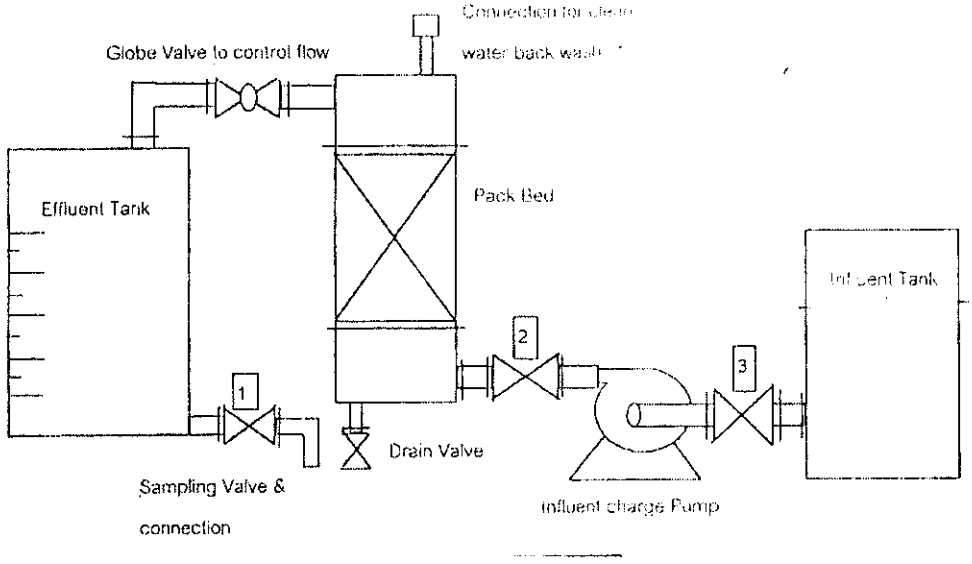
ค.



ภาพที่ 16 ค่าบีโอดี (ก) ปริมาณสารแขวนลอย (ข) และความขุ่น (ค) ของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่มีค่าพีเอชต่าง ๆ เมื่อผ่านการบำบัดด้วยไคโตซานบีดส์ขนาด 0.2 มม. ปริมาณ 10% (w/v) ภายใต้ระบบการเขย่าที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 15 นาที ชุดควบคุมเป็นน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่มีค่าพีเอชต่าง ๆ ที่นำไปเขย่าภายใต้สภาวะเดียวกับชุดทดลอง แต่ไม่ใส่ไคโตซานบีดส์ (☐ แทน ชุดควบคุม ▨ แทน ชุดทดลอง)

2. การศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนโดยใช้ระบบคอลัมน์ไคโตซาน

คอลัมน์ที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นคอลัมน์พีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว สูง 21 นิ้ว ดังแสดงในภาพ 12 (บทที่ 3) คอลัมน์ไคโตซานมีลักษณะตั้งตรง ภายในคอลัมน์มีท่อตาข่ายที่ใช้ในการบรรจุไคโตซานบีดส์เพื่อป้องกันการหลุดออกของเม็ดไคโตซานบีดส์ ภายนอกคอลัมน์มีสายยางต่อที่ปลายทั้ง 2 ข้างของคอลัมน์คือบริเวณด้านบนและด้านล่างของคอลัมน์ สายยางทางด้านล่างเป็นทางนำน้ำไหลเข้าสู่คอลัมน์โดยใช้ปั๊มพ์เป็นตัวดูดน้ำ ส่วนสายยางทางด้านบนเป็นทางนำน้ำออกจากคอลัมน์ อัตราการไหลของน้ำผ่านคอลัมน์ควบคุมโดยวาล์วเป็นตัวปรับความเร็วของน้ำที่ไหลผ่านคอลัมน์ น้ำที่ผ่านคอลัมน์มีทิศทางการไหลจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน (upflow) ดังแสดงในภาพที่ 17



ภาพที่ 17 ลักษณะการไหลของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนผ่านคอลัมน์ไคโตซาน

ในการศึกษานี้ได้ศึกษาปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการใช้คอลัมน์ไคโตซานบีดส์ในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน ได้แก่ ขนาดของไคโตซานบีดส์ อัตราการไหลของน้ำเสียผ่านคอลัมน์และค่าพีเอชของน้ำเสีย พารามิเตอร์ที่ตรวจวัดได้แก่ ค่าบีโอดี ปริมาณสารแขวนลอย และความขุ่น ผลการศึกษาเป็นดังต่อไปนี้

2.1 ผลของขนาดไคโตซานบีดส์ต่อการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน

การศึกษาขนาดของไคโตซานบีดส์ที่เหมาะสมต่อการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน กระทำโดยแปรผันขนาดบีดส์ของไคโตซาน 3 ขนาด (วัดจากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง) คือ 0.2, 0.5 และ 0.7 มม. นำไคโตซานบีดส์แต่ละขนาดเติมลงในท่อตาข่ายแล้วนำไปบรรจุใส่ในคอลัมน์ น้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่ใช้ในการศึกษานี้ปริมาตร 30 ล. พีเอชของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนเริ่มต้นมีค่าประมาณ 5 (ไม่มีการปรับค่าพีเอช) และอัตราการไหลของน้ำเสียผ่านคอลัมน์คือ 1ล./นาที ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ค่าบีโอดี ปริมาณสารแขวนลอย และความขุ่น ซึ่งได้ผลดังต่อไปนี้

ก. บีโอดี

จากการตรวจวัดค่าบีโอดีของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนเริ่มต้นก่อนนำไปผ่านคอลัมน์มีค่าเท่ากับ 243.33±29.74 มก./ล. หลังจากนำมาผ่านคอลัมน์ไคโตซานที่บรรจุไคโตซานบีดส์ขนาดต่าง ๆ ที่ทำการศึกษา พบว่าไคโตซานบีดส์ทุกขนาดที่ทำการศึกษาไม่สามารถลดค่าบีโอดีของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนได้ภายใต้สภาวะที่ศึกษา ($p>0.05$) โดยตรวจวัดค่าบีโอดีของน้ำที่ผ่านคอลัมน์แล้ว ได้ประมาณ 240.57±251.67 มก./ล. ดังแสดงในภาพ 18ก.

ข. ปริมาณสารแขวนลอย

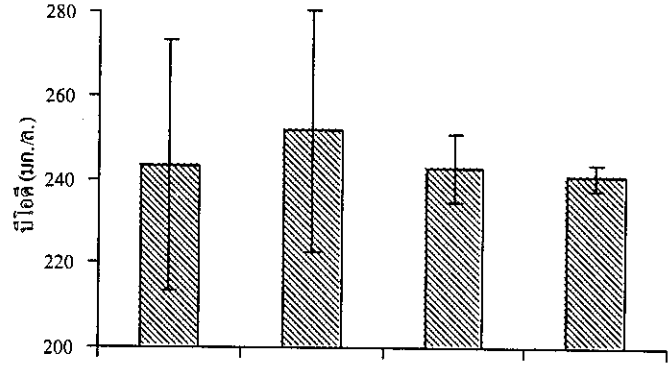
จากการศึกษาพบว่าน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่ผ่านคอลัมน์ซึ่งบรรจุไคโตซานบีดส์ขนาดต่าง ๆ มีปริมาณสารแขวนลอยไม่แตกต่างจากน้ำเสียเริ่มต้นซึ่งวิเคราะห์ปริมาณสารแขวนลอยได้เท่ากับ 347.50±43.37 ไมโครกรัม/ล. หลังจากผ่านการบำบัดด้วยคอลัมน์ไคโตซานบีดส์สามารถวิเคราะห์ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำเสียได้ประมาณ 326.29-345.83 ไมโครกรัม/ล. ดังแสดงในภาพ 18ข.

ค. ความขุ่น

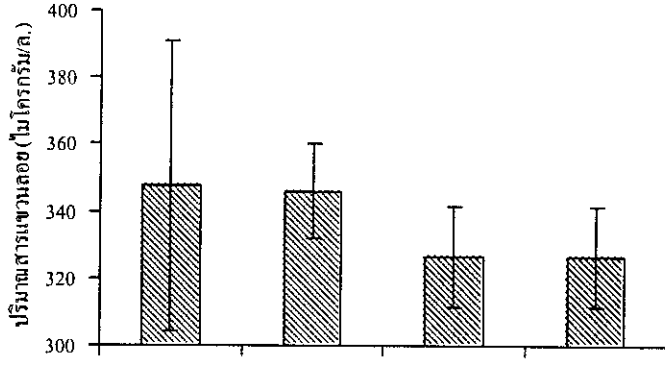
จากการศึกษาการใช้คอลัมน์ซึ่งบรรจุไคโตซานบีดส์ขนาดต่าง ๆ ในการลดความขุ่นของน้ำเสียจากแหล่งชุมชน พบว่าไคโตซานบีดส์ขนาด 0.2 และ 0.5 มม. ไม่สามารถลดความขุ่นได้ ส่วนไคโตซานบีดส์ขนาด 0.7 มม. สามารถลดค่าความขุ่นได้เพียงเล็กน้อยจาก 273.67± 2.52 NTU เหลือ 268.67±2.52 มก./ล. ดังแสดงในภาพ 18ค.

จากผลการศึกษาไคโตซานบีดส์ขนาดต่าง ๆ มีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดี และปริมาณสารแขวนลอยไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามไคโตซานบีดส์ขนาด 0.7 มม. สามารถลดความขุ่นของน้ำเสียได้ดีกว่าไคโตซานบีดส์ขนาดอื่น ๆ จึงได้คัดเลือกไคโตซานบีดส์ขนาด 0.7 มม.เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

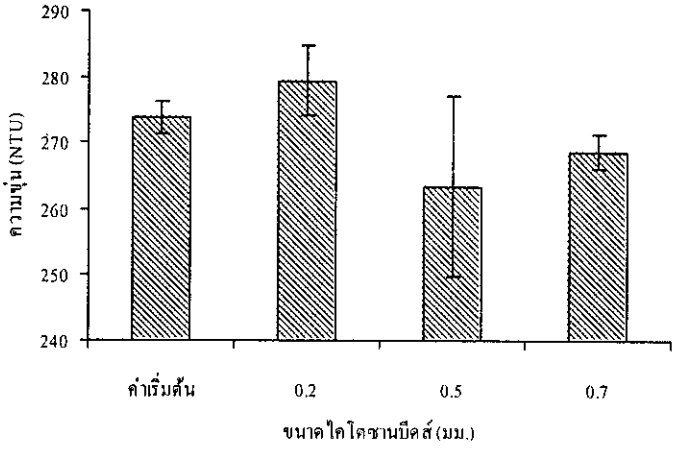
ก.



ข.



ค.



ภาพที่ 18 ค่าบีโอดี (ก) ปริมาณสารแขวนลอย (ข) และความขุ่น (ค) ของน้ำเสียจากแหล่งชุมชน เมื่อผ่านคอลัมน์ที่บรรจุไคโตซานบีดส์ขนาดต่าง ๆ ด้วยอัตราการไหล 1ล./นาที ค่าเริ่มต้น เป็นค่าพารามิเตอร์ของน้ำเสียที่ตรวจวัดได้ก่อนผ่านคอลัมน์ไคโตซาน

2.2 ผลของการวนน้ำผ่านคอลัมน์ต่อประสิทธิภาพของระบบคอลัมน์ไคโตซานในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน

จากผลการศึกษาที่ได้นำเสนอในข้อ 2.1 จะเห็นได้ว่าระบบคอลัมน์ไคโตซานที่ศึกษาไม่มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน โดยไม่สามารถลดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ (บีโอดี ปริมาณสารแขวนลอย และความขุ่น) ลงได้อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้อจำกัดบางประการของระบบคอลัมน์ซึ่งทำให้น้ำเสียอยู่ในคอลัมน์เป็นเวลาที่น้อยเกินไป (การสัมผัสกับไคโตซานเกิดขึ้นได้น้อย) ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการวนน้ำเสียผ่านคอลัมน์จำนวน 3 รอบ โดยในแต่ละรอบมีการนำน้ำที่ผ่านคอลัมน์มาวิเคราะห์บีโอดี ปริมาณสารแขวนลอย และความขุ่น ผลการศึกษาพบว่าระบบคอลัมน์ไคโตซานที่ใช้ศึกษาสามารถลดค่าความขุ่นของน้ำเสียได้เพียงเล็กน้อย แต่ไม่สามารถลดค่าบีโอดี และปริมาณสารแขวนลอยของน้ำเสียได้ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เหล่านี้ของน้ำเสียที่ผ่านคอลัมน์ในแต่ละรอบไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) ดังแสดงผลในตาราง 2

ตารางที่ 2 แสดงประสิทธิภาพของไคโตซานบีดส์ในการนำกลับมาใช้ใหม่ในระบบคอลัมน์ไคโตซาน

พารามิเตอร์	ค่าเริ่มต้น	น้ำเสียที่ผ่านคอลัมน์ไคโตซาน		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
บีโอดี (มก./ล.)	243.33±29.74	240.57 ±3.13	243.52±22.82	244.90±16.95
ปริมาณสารแขวนลอย (ไมโครกรัม/ล.)	347.5 ±43.37	326.29±15.09	327.18±53.47	325.95±51.96
ความขุ่น (NTU)	273.67±2.52	268.67±2.52	257±8.49	256.5±9.19

หมายเหตุ คอลัมน์ไคโตซานบรรจุไคโตซานบีดส์ขนาด 0.7 มม. อัตราการไหลของน้ำเสียผ่านคอลัมน์เป็น 1ล./นาที

ดังนั้นในการศึกษาขั้นต่อไปเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการใช้คอลัมน์ไคโตซานในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน จึงได้ทำการศึกษาโดยมีการนำน้ำเสียผ่านคอลัมน์ไคโตซานเพียง 1 ครั้งเท่านั้น

2.3 ผลของอัตราการไหลของน้ำเสียผ่านคอลัมน์ต่อการบำบัดด้วยระบบคอลัมน์ไคโตซาน

การศึกษาอัตราการไหลของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนเมื่อผ่านคอลัมน์ไคโตซานได้ แปรผันอัตราการไหลของน้ำเสียเป็น 3 ระดับ คือ 1ล./นาที, 2ล./นาที และ 3ล./นาที ไคโตซานที่บรรจุในคอลัมน์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.7 มม. ค่าพีเอชของน้ำเสียประมาณ 5 (ไม่มีการปรับค่าพีเอช) นำน้ำเสียผ่านคอลัมน์ไคโตซานที่อัตราการไหลต่าง ๆ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ จากนั้นนำส่วนของน้ำเสียที่ผ่านคอลัมน์ไคโตซานตรวจวิเคราะห์ค่าบีโอดี ปริมาณสารแขวนลอย และความขุ่น ผลการทดลองเป็นดังต่อไปนี้

ก. บีโอดี

จากการศึกษาพบว่า ที่อัตราการไหล 1ล./นาที น้ำเสียที่ผ่านคอลัมน์ไคโตซานมีค่าบีโอดีลดลงเล็กน้อย ($p<0.05$) กล่าวคือ ลดจาก 224.33±1.53 มก./ล. (ค่าเริ่มต้น) เหลือ 212.33±2.08 มก./ล. ในขณะที่ค่าบีโอดีของน้ำเสียที่ผ่านคอลัมน์ไคโตซานด้วยอัตราการไหล 2ล./นาที และ 3ล./นาที ไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าบีโอดีเริ่มต้นของน้ำเสียก่อนผ่านคอลัมน์ ($p>0.05$) ดังแสดงในภาพที่ 19 ก.

ข. ปริมาณสารแขวนลอย

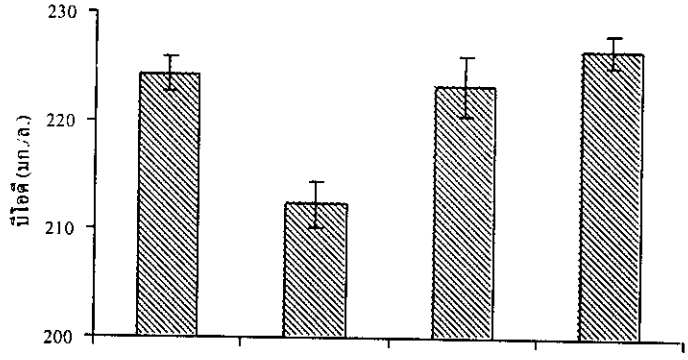
จากการวิเคราะห์ปริมาณสารแขวนลอยของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่ผ่านคอลัมน์ไคโตซานที่อัตราการไหล 1ล./นาที พบว่ามีปริมาณสารแขวนลอยลดลง ($p<0.05$) จาก 570.00± 7.07 ไมโครกรัม/ล. เหลือ 460.00±0.00 ไมโครกรัม/ล. ส่วนที่อัตราการไหล 2ล./นาที และ 3ล./นาที ไม่พบการลดลงของปริมาณสารแขวนลอยหรือลดลงเล็กน้อย คือประมาณ 527.00-738.50 ไมโครกรัม/ล. ดังแสดงในภาพที่ 19 ข.

ค. ความขุ่น

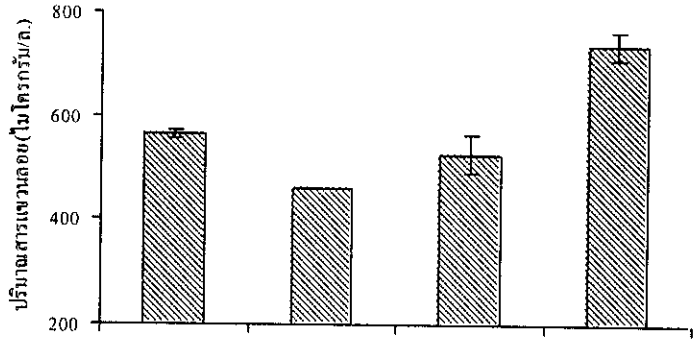
เมื่อเปรียบเทียบค่าความขุ่นของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่ผ่านคอลัมน์ไคโตซานที่อัตราการไหล 1ล./นาที, 2ล./นาที และ 3ล./นาที พบว่าที่อัตราการไหล 1ล./นาที ลดค่าความขุ่นของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนลงได้เล็กน้อย ($p<0.05$) จากน้ำเสียเริ่มต้นซึ่งมีค่าความขุ่นเท่ากับ 341.67 ±3.51 NTU เหลือ 325.67±8.08 NTU ในขณะที่น้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่ผ่านคอลัมน์ไคโตซานด้วยอัตราการไหลที่เร็วขึ้น (2ล./นาที และ 3ล./นาที) พบว่าค่าความขุ่นไม่ลดลง แต่กลับมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความขุ่นเริ่มต้นของน้ำเสีย ดังแสดงในภาพที่ 19 ค.

จากผลการศึกษาดังกล่าวจึงได้เลือกใช้อัตราการไหลของน้ำเสียจากแหล่งชุมชน 1ล./นาที ในการศึกษาขั้นต่อไป

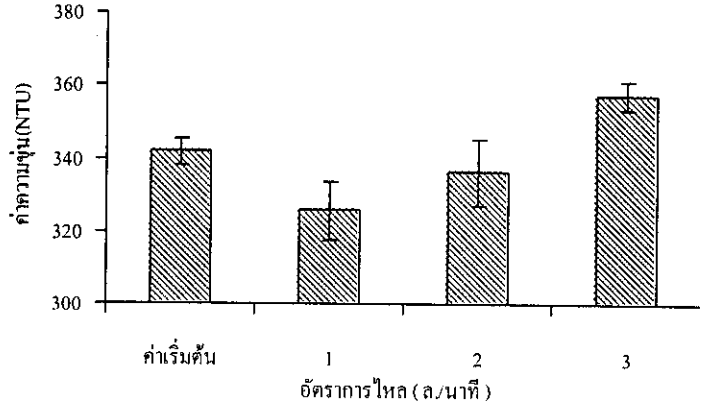
ก.



ข.



ค.



ภาพที่ 19 ค่าบีโอดี (ก) ปริมาณสารแขวนลอย (ข) และความขุ่น (ค) ของน้ำเสียจากแหล่งชุมชน เมื่อผ่านคอลัมน์ไคโตซานที่บรรจุไคโตซานบีดส์ขนาด 0.7 มม. ที่อัตราการไหลต่าง ๆ ค่าเริ่มต้น เป็นค่าพารามิเตอร์ของน้ำเสียที่ตรวจวัดได้ก่อนผ่านคอลัมน์ไคโตซาน

2.4 ผลของพีเอชของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนต่อการบำบัดด้วยระบบคอลัมน์ไคโตซาน

น้ำเสียจากแหล่งชุมชนก่อนการบำบัดตรวจวัดค่าพีเอชได้ประมาณ 5 ซึ่งอยู่ในช่วงที่เป็นกรด ในการศึกษาขั้นตอนนี้จึงได้มีการแปรผันค่าพีเอชของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนเพิ่มอีก 2 ช่วง คือช่วงที่เป็นกลาง (ค่าพีเอช 7) และช่วงที่เป็นด่าง (ค่าพีเอช 8) มีการใช้ไคโตซานบีดส์ขนาด 0.7 มม. บรรจุลงในคอลัมน์ไคโตซาน ปรับอัตราการไหลของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนเป็น 1ล./นาที ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ก่อนผ่านคอลัมน์เป็นค่าเริ่มต้น หลังจากนำน้ำเสียผ่านคอลัมน์ไคโตซานทำการตรวจวิเคราะห์ค่าบีโอดี ปริมาณสารแขวนลอย และความขุ่นของน้ำเสียที่มีค่าพีเอชต่าง ๆ เป็นดังนี้

ก. บีโอดี

จากการศึกษาค่าบีโอดีของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่ค่าพีเอชต่าง ๆ หลังจากผ่านคอลัมน์ไคโตซาน พบว่าค่าบีโอดีของน้ำเสียที่มีค่าพีเอชประมาณ 5 (ไม่มีการปรับค่าพีเอช) ลดลงเล็กน้อย ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าบีโอดีเริ่มต้น กล่าวคือ ค่าบีโอดีเริ่มต้นเท่ากับ 273.00± 4.24 มก./ล. น้ำเสียที่ผ่านคอลัมน์ไคโตซานวิเคราะห์ค่าบีโอดีได้ 255.50±0.71 มก./ล. ส่วนค่าบีโอดีของน้ำเสียที่มีค่าพีเอช 7 และ 8 พบว่าไม่มีการลดลงภายหลังการผ่านคอลัมน์ไคโตซาน ดังแสดงในภาพที่ 20 ก.

ข. ปริมาณสารแขวนลอย

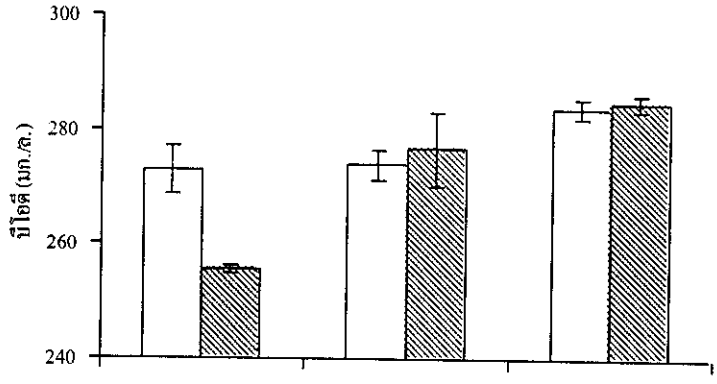
เมื่อนำน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่มีค่าพีเอชต่าง ๆ คือ 5, 7 และ 8 ผ่านคอลัมน์ไคโตซาน พบว่าปริมาณสารแขวนลอยของน้ำเสียลดลงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเริ่มต้น ($p< 0.05$) กล่าวคือปริมาณสารแขวนลอยเริ่มต้นที่ค่าพีเอช 5, 7 และ 8 ตรวจวัดได้ 126.50±2.12, 135.00 ±7.07 และ 146.67±2.08 ไมโครกรัม/ล. ตามลำดับ เมื่อผ่านคอลัมน์ไคโตซานตรวจวัดปริมาณสารแขวนลอยของน้ำเสียได้ 106.00±4.24, 120.5±2.12 และ 126.67±9.02 ไมโครกรัม/ล. ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 20 ข. ประสิทธิภาพของคอลัมน์ไคโตซานในการลดปริมาณสารแขวนลอยของน้ำเสียที่มีค่าพีเอชต่าง ๆ ที่ทดสอบไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$)

ค. ความขุ่น

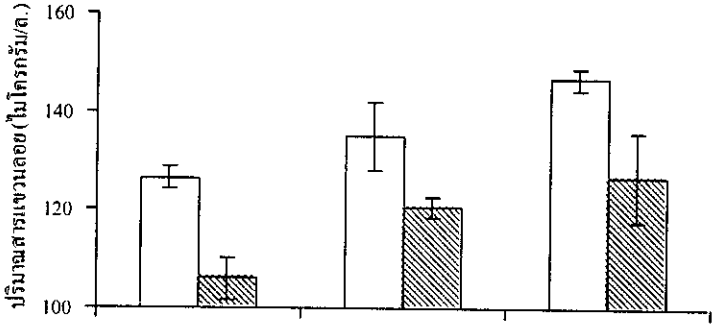
น้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่มีค่าพีเอช 5 เมื่อนำไปผ่านคอลัมน์ไคโตซาน พบว่าความขุ่นของน้ำเสียมีค่าลดลงเล็กน้อย ($p<0.05$) โดยตรวจวัดได้ 205.00±2.83 NTU เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเริ่มต้นคือ 214.00±3.61 NTU ส่วนน้ำเสียที่ปรับค่าพีเอชเป็น 7 และ 8 พบว่าความขุ่นไม่ลดลงหลังจากผ่านคอลัมน์ไคโตซาน ดังแสดงในภาพที่ 20 ค.

จากผลการศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนด้วยระบบคอลัมน์ไคโตซาน ได้คัดเลือกไคโตซานบีดส์ขนาด 0.7 มม. อัตราการไหล 1ล./นาที โดยไม่มีการปรับค่าพีเอชของน้ำเสียเพื่อนำไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

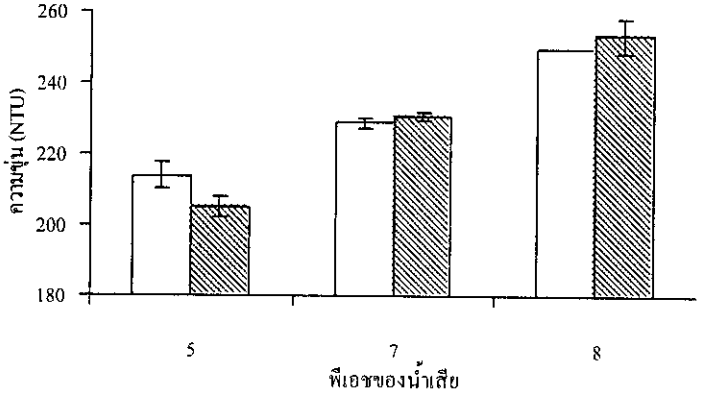
ก.



ข.



ค.



ภาพที่ 20 ค่าบีโอดี (ก) ปริมาณสารแขวนลอย (ข) และความขุ่น (ค) ของน้ำเสียจากแหล่งชุมชน ที่มีค่าพีเอช ต่าง ๆ เมื่อผ่านคอลัมน์ไคโตซานที่บรรจุไคโตซานบีดส์ขนาด 0.7 มม. ที่อัตราการไหล 1ล./นาที (☐ คือค่าเริ่มต้น, ▨ คือ ชุดทดลอง) ค่าเริ่มต้น เป็นค่าพารามิเตอร์ของน้ำเสียที่ค่าพีเอชต่าง ๆ ที่ตรวจวัดได้ก่อนผ่านคอลัมน์

การศึกษาการใช้ตะกอนเร่งและไคโตซานบีดส์ต่อการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน

ในการศึกษามีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบตะกอนเร่งและการใช้ไคโตซานในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน โดยแบ่งการศึกษาออกเป็นการใช้ตะกอนเร่ง การใช้ไคโตซานบีดส์ในระบบการเขย่า และการใช้ตะกอนเร่งร่วมกับไคโตซานบีดส์ ในขั้นตอนนี้ได้ตรวจวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ ได้แก่ บีโอดี ปริมาณสารแขวนลอย ความขุ่นและพีเอช ผลการศึกษาดังนี้

1. ผลการศึกษาการใช้ตะกอนเร่งในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน

ในการศึกษาได้ใช้ตะกอนเร่งในปริมาณ 10% (w/v) เติมลงในน้ำเสียจากแหล่งชุมชนปริมาตร 30 ล. ค่าพีเอชของน้ำเสียเริ่มต้นประมาณ 5 (ไม่มีการปรับค่าพีเอช) เติมอากาศอย่างต่อเนื่องโดยใช้หัวเติมอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว จำนวน 2 หัวต่อเข้ากับเครื่องเติมอากาศ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ เก็บตัวอย่างทุกวันเป็นเวลา 7 วัน นำตัวอย่างที่เก็บมาตั้งทิ้งไว้ให้เกิดการแยกส่วนระหว่างน้ำเสียกับตะกอนเร่ง จากนั้นนำส่วนของน้ำเสียวิเคราะห์ค่าบีโอดี ปริมาณสารแขวนลอย ความขุ่น และพีเอช ได้ผลการทดลองดังนี้

ก. บีโอดี

จากการศึกษาค่าบีโอดีของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่มีการเติมตะกอนเร่งเป็นเวลา 7 วัน พบว่าในวันแรกที่ทำการศึกษาค่าบีโอดีของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่ตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 292.00±2.65 มก./ล. หลังจากนั้นค่าบีโอดีจะลดลงอย่างต่อเนื่องจนวันที่ 6 และ 7 ของการศึกษาไม่สามารถตรวจวิเคราะห์หาค่าบีโอดีของน้ำเสียได้ ดังแสดงในภาพที่ 21 ก. และตาราง 3

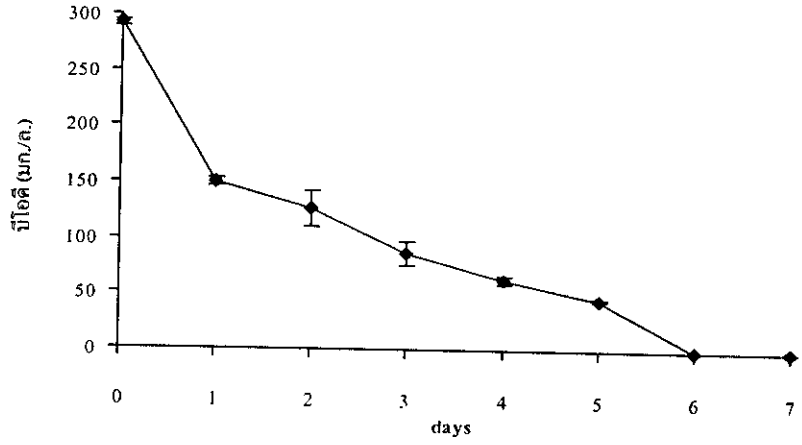
ข. ปริมาณสารแขวนลอย

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารแขวนลอยของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนในวันแรกของการทดลอง พบว่ามีปริมาณน้อยมาก (2.60±0.265 ไมโครกรัม/ล.) ซึ่งในระหว่างการบำบัดด้วยตะกอนเร่ง ปริมาณสารแขวนลอยมีค่าลดลงเรื่อย ๆ จนตรวจไม่พบในวันที่ 3 หลังจากนั้นปริมาณสารแขวนลอยจะมีการเปลี่ยนแปลงในปริมาณเพียงเล็กน้อยจนถึงวันที่ 7 ของการศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 21 ข. และ ตาราง 3

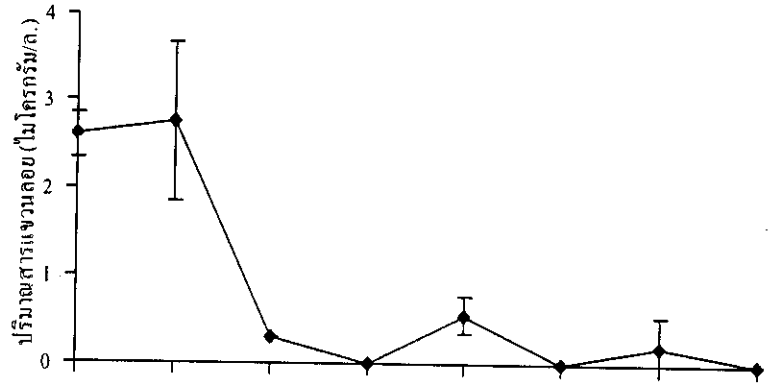
ค. ความขุ่น

จากการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนด้วยตะกอนเร่ง พบว่าค่าความขุ่นของน้ำเสียมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องจากวันแรกจนถึงวันที่ 2 ที่ทำการศึกษา นั่นคือค่าความขุ่นลดลงจาก 36.77±0.84 มก./ล. เหลือ 3.31±0.35 มก./ล. หลังจากนั้นไม่พบการเปลี่ยนแปลงของค่าความขุ่นของน้ำเสียจนถึงวันที่ 7 ของการศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 21 ค. และตาราง 3

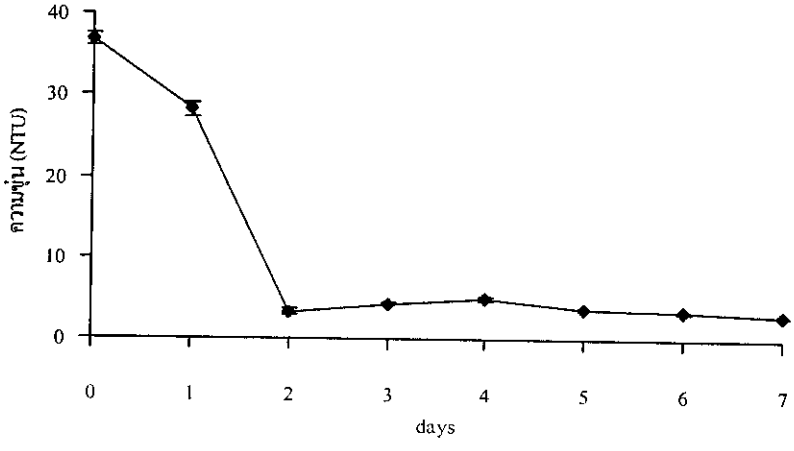
ก.



ข.



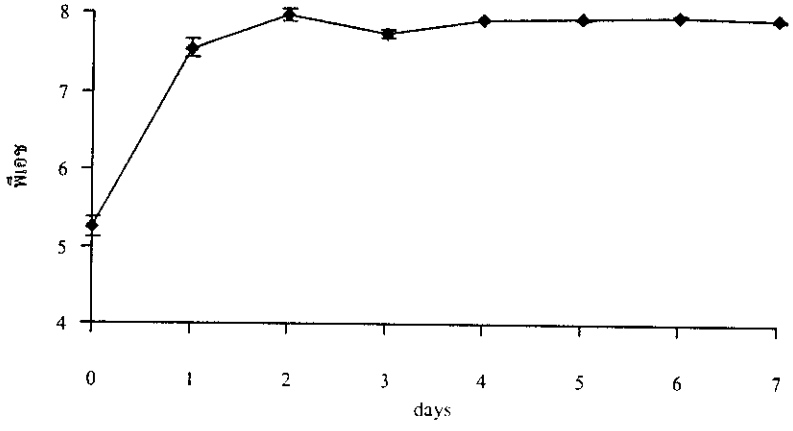
ค.



ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงของค่าบีโอดี (ก) ปริมาณสารแขวนลอย (ข) และความขุ่น (ค) ในน้ำเสียจากแหล่งชุมชนระหว่างการบำบัดด้วยตะกอนเร่ง

ค่าพีเอช

เมื่อตรวจวัดค่าพีเอชของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่มีการเติมตะกอนเร่งเป็นเวลา 7 วัน พบว่าน้ำเสียจากแหล่งชุมชนในวันแรกที่ทำการศึกษามีค่าพีเอชประมาณ 5 และค่าพีเอชจะเพิ่มขึ้นเท่ากับ 7.54±0.12 ในวันที่ 1 หลังจากนั้นค่าพีเอชของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนจะมีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อเวลาผ่านไปจนวันที่ 7 ที่ทำการศึกษาตรวจวัดค่าพีเอชได้เท่ากับ 7.94 ±0.02 ดังแสดงในภาพ 22



ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในน้ำเสียจากแหล่งชุมชนระหว่างการบำบัดด้วยตะกอนเร่ง

2. การใช้ไคโตซานบีดส์ในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน

จากการนำไคโตซานบีดส์มาใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน กระทำในลักษณะของระบบการเขย่า และระบบคอลัมน์ไคโตซาน โดยได้มีการเลือกใช้สภาวะที่เหมาะสมของแต่ละลักษณะ นั่นคือ ในระบบการเขย่าได้เลือกใช้ไคโตซานบีดส์ขนาด 0.2 มม. ปริมาณ 10 % (w/v) เติมลงในฟลาสก์ขนาด 500 มล. ที่บรรจุน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่มีค่าพีเอชประมาณ 5 ปริมาตร 300 มล. โดยมีชุดควบคุมคือ ฟลาสก์ที่บรรจุน้ำเสียจากแหล่งชุมชนปริมาตร 300 มล. โดยไม่มีการเติมไคโตซานบีดส์ นำชุดทดลองและชุดควบคุมไปเขย่าที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 15 นาที ส่วนระบบคอลัมน์ไคโตซาน ได้เลือกใช้ไคโตซานบีดส์ขนาด 0.7 มม.บรรจุลงในคอลัมน์ไคโตซาน น้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่ผ่านคอลัมน์ไคโตซานมีค่าพีเอชประมาณ 5 โดยมีอัตราการไหลของน้ำเสียผ่านคอลัมน์ไคโตซานที่ความเร็ว 1ล./นาที (จากผลการศึกษาที่ได้ในข้อ 2) หลังจากนั้นนำส่วนของน้ำเสียที่ได้จากการศึกษาทั้งหมดตรวจวิเคราะห์ค่าบีโอดี ปริมาณสารแขวนลอย และความขุ่น ได้ผลการทดลองดังนี้

ก. บีโอดี

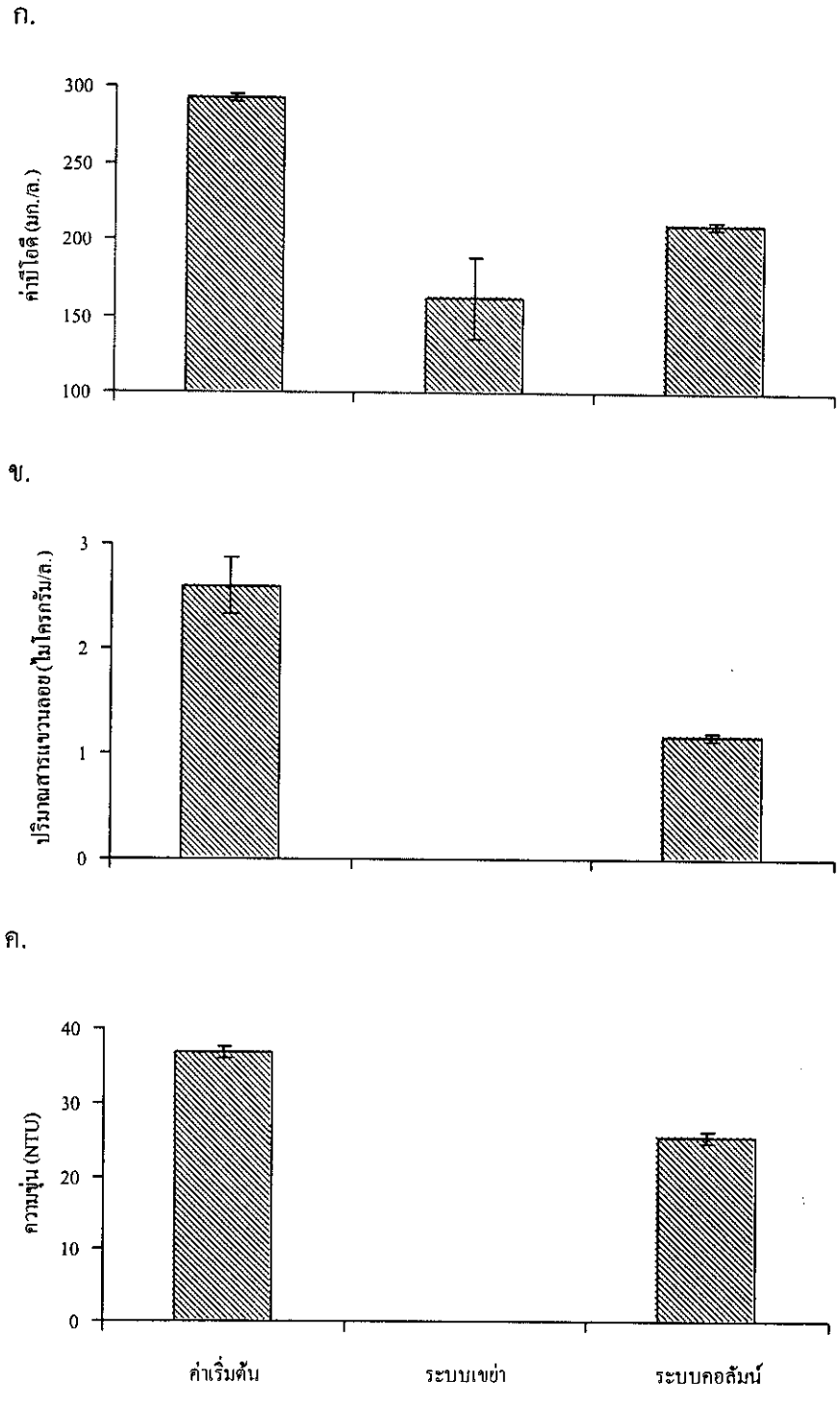
จากการวิเคราะห์ค่าบีโอดีของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่ผ่านการบำบัดด้วยไคโตซานบีดส์ในระบบการเขย่า และระบบคอลัมน์ไคโตซาน พบว่าค่าบีโอดีของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนมีค่าลดลงจาก 292 ± 2.65 มก./ล. เหลือ 162±26.87 มก./ล. และ 210±2.65 มก./ล. ตามลำดับ ดังแสดงในภาพ 23ก. และตาราง 3

ข. ปริมาณสารแขวนลอย

ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำเสียที่ศึกษามีค่อนข้างต่ำ (2.60±0.265 ไมโครกรัม/ล.) เมื่อผ่านการบำบัดด้วยไคโตซานบีดส์ในระบบการเขย่าไม่สามารถตรวจพบสารแขวนลอยในน้ำเสีย แต่เมื่อผ่านการบำบัดด้วยไคโตซานบีดส์ในระบบคอลัมน์ไคโตซานมีค่าเหลือ 1.17±0.04 ไมโครกรัม/ล. ดังแสดงในภาพที่ 23 ข. และตาราง 3

ค. ความขุ่น

ในระบบการเขย่า ไคโตซานบีดส์สามารถลดค่าความขุ่นของน้ำเสียที่นำมาศึกษาจาก 36.77±0.84 NTU จนอยู่ในระดับที่ไม่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ ส่วนในระบบคอลัมน์ไคโตซานความขุ่นของน้ำเสียมีค่าลดลงเหลือ 25.51±0.78 NTU ดังแสดงในภาพที่ 23 ค. และตาราง 3



ภาพที่ 23 ค่าบีโอดี (ก) ปริมาณสารแขวนลอย (ข) และความขุ่น (ค) ของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่ผ่านการบำบัดด้วยไคโตซานบีดส์ในระบบการเขย่าและระบบคอลัมน์ไคโตซาน ค่าเริ่มต้น เป็นค่าพารามิเตอร์ของน้ำเสียที่ตรวจวัดได้ก่อนการบำบัดน้ำเสีย

3. ผลการศึกษาการใช้ตะกอนเร่งร่วมกับไคโตซานบีดส์ในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน

การศึกษาขั้นตอนนี้กระทำโดยนำน้ำเสียจากแหล่งชุมชนผ่านการบำบัดด้วยตะกอนเร่งเป็นเวลา 3 วัน เนื่องจากการตรวจวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในขั้นต้นพบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 3 วันค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ศึกษามีค่าลดลงในระดับหนึ่งจากนั้นค่าต่าง ๆ จะเริ่มคงที่ จึงได้นำน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่ผ่านการบำบัดด้วยตะกอนเร่งเป็นเวลา 3 วัน ทำการศึกษาต่อด้วยการใช้ไคโตซานบีดส์ระบบการเขย่า โดยตั้งทิ้งไว้ให้เกิดการแยกส่วนระหว่างน้ำเสียจากแหล่งชุมชนกับตะกอนเร่ง นำส่วนที่เป็นน้ำเสียจากแหล่งชุมชนปริมาตร 300 มล. ปรับค่าพีเอชให้ได้ประมาณ 5 เติมไคโตซานบีดส์ปริมาณ 10% (w/v) ไปเขย่าที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดการแยกส่วนระหว่างน้ำเสียจากแหล่งชุมชนกับไคโตซานบีดส์ หลังจากนั้นนำส่วนที่เป็นน้ำเสียไปตรวจวิเคราะห์ค่าบีโอดี ส่วนปริมาณสารแขวนลอยและความขุ่นไม่ได้ตรวจวิเคราะห์เนื่องจากน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยตะกอนเร่งมาแล้ว 3 วัน มีค่าดังกล่าวในปริมาณน้อยมากหรือไม่สามารถตรวจพบได้

ในการวิเคราะห์ค่าบีโอดีของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่ผ่านการบำบัดด้วยตะกอนเร่งเป็นเวลา 3 วัน พบว่าค่าบีโอดีมีค่าลดลงจากวันแรกที่ทำการศึกษา 292±2.65 มก./ล. เหลือ 86.67±10.50 มก./ล. และเมื่อนำมาบำบัดต่อด้วยไคโตซานบีดส์ในระบบการเขย่า พบว่าค่าบีโอดีมีค่าลดลงเหลือ 29.00±0.00 มก./ล. นั่นคือการใช้ตะกอนเร่งร่วมกับไคโตซานบีดส์สามารถลดค่าบีโอดีได้ประมาณ 90.07% ดังแสดงในตาราง 3

จากการศึกษาทั้งระบบตะกอนเร่งและการใช้ไคโตซานบีดส์ในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน พบว่าตะกอนเร่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน ส่วนการใช้ไคโตซานบีดส์ภายใต้ระบบการเขย่าสามารถบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนได้ดีกว่าการใช้ระบบคอลัมน์ไคโตซาน อย่างไรก็ตามหากนำตะกอนเร่งมาใช้ร่วมกับไคโตซานบีดส์ในระบบการเขย่าจะช่วยให้คุณภาพของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดดีขึ้นและเป็นการประหยัดเวลาในการบำบัด ดังสรุปได้ตามตาราง 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนโดยระบบต่าง ๆ

พารามิเตอร์	ค่าเริ่มต้น	ค่าที่ตรวจวัดได้ในน้ำเสียหลังการบำบัด				เกณฑ์มาตรฐาน**
		ตะกอนเร่ง	ไคโตซานบีดส์ (ระบบคอลัมน์)	ไคโตซานบีดส์ (ระบบเขย่า)	ตะกอนเร่ง + ไคโตซานบีดส์*	
บีโอดี (มก./ล.)	292.00±2.65	86.67±10.50 (-70.32%)	210±2.65 (-28.08%)	162.00±26.87 (-44.52%)	29.00±0.00 (-90.07%)	ไม่เกิน 20.00
สารแขวนลอย (ไมโครกรัม/ล.)	2.60 ±0.27	-	1.17±0.04 (-55%)	-	(-)	ไม่เกิน 500 มก./ล.
ความขุ่น (NTU)	36.77±0.84	4.31±0.06 (-88.28%)	25.51±0.78 (30.62%)	-	(-)	ND
ระยะเวลาการบำบัด		3 วัน	10 นาที	15 นาที	3 วัน	

- ไม่สามารถตรวจพบได้ไม่ได้ทำการวิเคราะห์
(-) ไม่ได้ทำการวิเคราะห์
* น้ำทิ้งผ่านระบบตะกอนเร่ง 3 วัน จากนั้นนำมาผ่านการบำบัดด้วยไคโตซานบีดส์ในระบบเขย่า
** อ้างอิงจากกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2537)
ND ไม่พบ

จากระบบบำบัดทั้งหมดที่ศึกษา พบว่าการใช้คอลัมน์ไคโตซานไม่สามารถบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามเมื่อนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณประสิทธิภาพของการบำบัดต่อ 1 หน่วยเวลา โดยในที่นี้เลือกพิจารณาที่ค่าบีโอดีของน้ำเสีย (ปริมาณสารแขวนลอย และความขุ่นมีค่าน้อยมาก และไม่สามารถนำมาคำนวณเพื่อเปรียบเทียบกันได้) พบว่าการใช้คอลัมน์ไคโตซานภายใต้สภาวะที่ทดลอง สามารถลดค่าบีโอดีของน้ำเสียได้ 8.20±0.26 มก./ล./นาที ซึ่งใกล้เคียงกับการใช้ไคโตซานบีดส์ในระบบเขย่าคือ 8.67±1.79 มก./ล./นาที ในขณะที่ระบบตะกอนเร่งสามารถลดค่าบีโอดีของน้ำเสียได้ 0.04±0.00 มก./ล./นาที ดังแสดงในตาราง 4 ดังนั้นหากมีการปรับระบบการใช้คอลัมน์ไคโตซานบีดส์ที่เหมาะสม คาดว่าน่าจะมีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นกัน

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดแบบต่าง ๆ ในการลดค่าบีโอดีของน้ำเสียจากแหล่งชุมชน

ระบบบำบัด	ประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดีของน้ำเสีย (มก./ล./นาที
ตะกอนเร่ง	0.04±0.00
ไคโตซานบีดส์ (ระบบเขย่า)	8.67 ±1.79
ไคโตซานบีดส์ (ระบบคอลัมน์)	8.20 ±0.26