

ประสิทธิภาพของการดูดซับโลหะหนัก โดยใช้ *Saccharomyces cerevisiae* ร่วมกับกากมะพร้าวในระบบเครื่องกรอง ไร้อากาศแบบไหลขึ้น

นางสาวผกาดี นารอง

อาจารย์

ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ

คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

นางสาวจิราภา เพชรสม

นางสาวกรรณิกา รัดนพงศ์เลขา

นักศึกษาชั้นปีที่ 4

ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ

คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

การบำบัดน้ำที่มีการปนเปื้อนสูงด้วยสังกะสี ซึ่งเป็นโลหะหนักชนิดหนึ่งที่สามารถกำจัดออกได้บางส่วน โดยอาศัยวิธีทางกายภาพเช่น การดูดซับบนวัสดุต่างๆ อาทิ กากมะพร้าว บนเปลือกถั่ว หรือ บนลานทราย เป็นต้น ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้วิธีทางชีวภาพเข้ามาช่วยด้วยคือ การเลี้ยงเซลล์ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ให้จับยึดไว้บนกากมะพร้าวอยู่ภายในระบบเครื่องกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นที่มีอัตราการไหลของน้ำ 10 ลิตร/วัน และเดินระบบเป็นเวลา 7 วัน โดยแบ่งการศึกษากออกเป็น 2 ชุด ชุดแรกและชุดที่สองมีความเข้มข้นของสังกะสีเริ่มต้นเป็น 20 และ 50 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าเมื่อใช้กากมะพร้าวเพียงอย่างเดียวระบบมีประสิทธิภาพในการดูดซับสังกะสีได้ 31.57% และ 24.11% ตามลำดับ และเมื่อใช้กากมะพร้าวร่วมกับเซลล์ยีสต์พบว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดสังกะสีของระบบเพิ่มขึ้นเป็น 38.14% และ 31.89% ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของระบบในการกำจัดสังกะสีจะดีขึ้นเป็น 49.33% เมื่อเติมอาหารเลี้ยงเชื้อลงในน้ำที่ปนเปื้อนสังกะสีนั้นด้วย

Efficiency of heavy metal adsorption by entrapped *Saccharomyces cerevisiae* on coconut fibers in upflow anaerobic filter system

Pakawadee Narong

Lecturer

Biotechnology Department

Faculty of Technology Khon kaen University

Jirapa Petsom

Kannika Rattanaponglayka

Senior Student

Biotechnology Department

Faculty of Technology Khon kaen University

Abstract

Treatment of water which is contaminated with high concentration of zinc, one of heavy metals, can be removed by physical methods eg. adsorbed on coconut fibers, peanut skins or sand beds etc. In this study *Saccharomyces cerevisiae* entrapped on coconut fibers were used for removing zinc in 2 sets of upflow anaerobic filters system. The flow rate were fixed at 10 l/day and operated for 7 days in each sets. The initial concentration of zinc in the first and second sets were 20 ppm and 50 ppm respectively. The results indicated that when only the coconut fibers were used, the efficiency of zinc adsorption in the first and second sets were 31.57% and 24.11% respectively. On the other hand, 38.14% and 31.89% of zinc were removed when entrapped *S. cerevisiae* on coconut fibers. The efficiency of system was improved by adding the medium for *S. cerevisiae* growth into contaminated water. It was found that 49.33% of zinc were removed by this system.

บทนำ

น้ำเสียที่ปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ มักมีปริมาณของโลหะหนักปนอยู่ถ้าไม่ได้รับการบำบัดก่อนที่จะปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ก็จะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตในน้ำรวมทั้งมนุษย์ด้วย

วิธีการกำจัดโลหะหนักในน้ำสามารถทำได้หลายวิธีเช่น วิธีทางเคมีโดยการเติมสารเคมีลงไปเพื่อให้เกิดปฏิกิริยากับโลหะหนักที่อยู่ในน้ำแล้วตกตะกอน (precipitation) ออกมาหรือจะใช้วิธีทางกายภาพโดยวิธีการกรอง (filtration) ด้วยวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเช่น กาบมะพร้าว ผักตบชวา เปลือกถั่วลิสง ถ่านไม้ ฯลฯ ก็สามารถที่จะลดปริมาณโลหะหนักในน้ำลงได้ระดับหนึ่ง (นิตยา, 2539)

จากการศึกษาจุลินทรีย์พวกแบคทีเรีย สาหร่าย ยีสต์ พบว่า จุลินทรีย์บางสายพันธุ์มีคุณสมบัติในการดูดซับโลหะหนักได้โดยการดูดซับไว้ที่ผนังเซลล์ (cell wall) เช่น เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* โดยการสะสมไว้ภายในเซลล์ (intracellular) เช่น เชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* (Stanberg และคณะ, 1981) หรือโดยการผลิตสารเมตาบอไลต์ (extracellular microbial metabolite) แล้วขับออกนอกเซลล์ เพื่อสร้างสารประกอบเชิงซ้อนกับโลหะหนักทำให้สามารถแยกโลหะหนักออกจากน้ำได้เช่น เชื้อ *Zoogloea ramigera* *Pseudomonas putida* เป็นต้น (Norberg, A.B. and Person, H., 1984)

ดังนั้น เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับโลหะหนัก ในการทดลองโครงการนี้จึงได้นำวิธีทางชีวภาพมาประยุกต์ร่วมกับวิธีทางกายภาพกล่าวคือ ศึกษาการใช้เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ร่วมกับกาบมะพร้าวในระบบการบำบัดแบบเครื่องแบบเครื่องกรองให้อากาศแบบไหลขึ้น (upflow anaerobic filter)

การดำเนินการทดลอง

การเตรียมขึ้นกาบมะพร้าว

ตัดกาบมะพร้าวให้เป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาด $2'' \times 2'' \times 1''$ อบที่อุณหภูมิ 120°C เป็นเวลา 30 นาที น้ำหนักของขึ้นกาบมะพร้าวที่ใส่ลงในเครื่องกรองทั้งหมด 235 กรัม ซึ่งจะทำให้ชั้นกรองมีความสูงประมาณ 80 ซม.

การเลี้ยงและถ่ายเชื้อลงในเครื่องกรอง

1. ถ่ายเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* จาก YM agar มา 1 loopfull ลงในพลาสติกที่บรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อ YM broth โดยควบคุมสภาวะการเลี้ยงบน shaker ด้วยความเร็วรอบ 20 รอบ/นาที อุณหภูมิ 28°C เป็นเวลา 18 ชั่วโมง
2. นำเชื้อมาถ่ายลงในเครื่องกรองที่มีก้ามปูพร้อมแล้วบรรจุอยู่

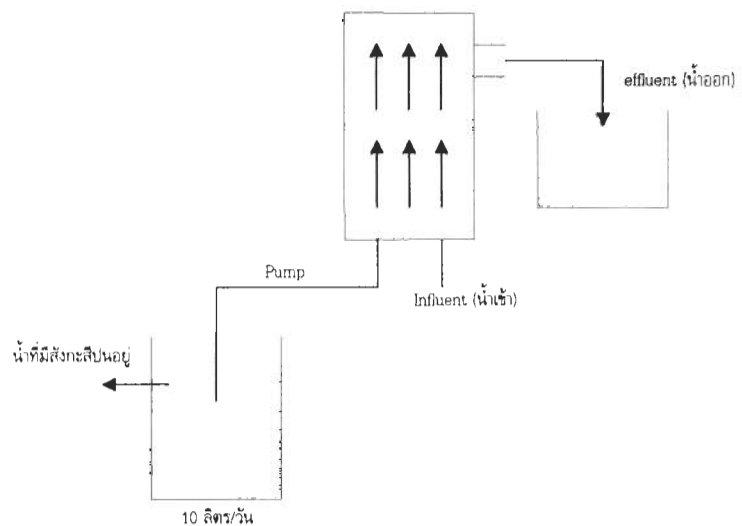
การเดินระบบภายในเครื่องกรอง

- ข้อมูลของระบบ :
- ความสูงของชั้นกรอง = 1.0 เมตร
 - ความสูงของชั้นกรอง = 0.8 เมตร
 - เส้นผ่าศูนย์กลางกลางของเครื่องกรอง = 4.0 นิ้ว

การเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์

1. เก็บตัวอย่างน้ำที่จุดน้ำเข้า-น้ำออก
2. นำตัวอย่างน้ำไปวัดหาปริมาณสังกะสีที่เหลืออยู่ด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (AAS)
3. คำนวณประสิทธิภาพของการกำจัดปริมาณสังกะสีของระบบจากสูตรดังต่อไปนี้

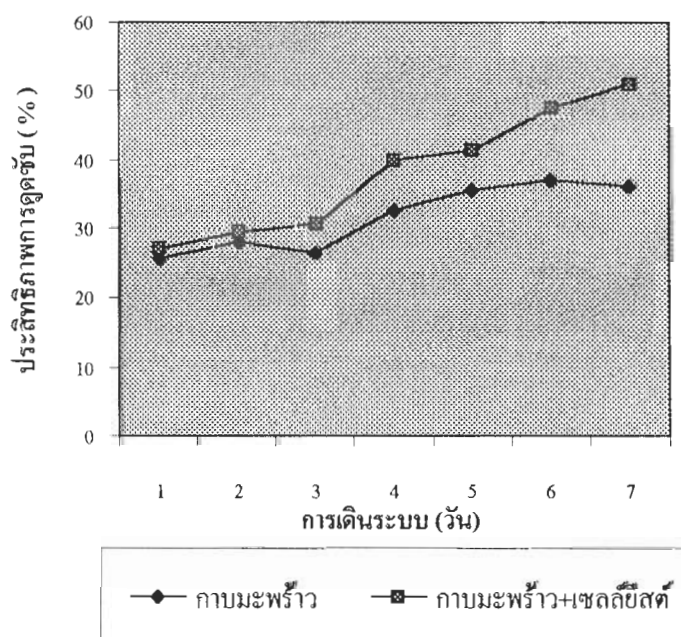
$$\text{ปริมาณสังกะสีออก} \times 100 / \text{ปริมาณสังกะสีเข้า}$$



รูปที่ 1 แสดงทิศทางการไหลของน้ำในระบบเครื่องกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น

สรุปผลการทดลอง

1. ในการทดลองชุดที่ 1 และ 2 ที่ให้ความเข้มข้น Zn^{2+} เริ่มต้นเป็น 20 และ 50 ppm ตามลำดับ เมื่อใช้กากมะพร้าวเพียงอย่างเดียวจะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพกำจัด Zn^{2+} ได้ 31.57% และ 24.11% (ดังกราฟที่ 1) ในทำนองเดียวกันเมื่อเลี้ยงเซลล์ยีสต์ร่วมกับกากมะพร้าวระบบกำจัด Zn^{2+} ได้ 38.14% และ 31.89% ตามลำดับ (ดังกราฟที่ 2)
2. ในการทดลองชุดที่ 2 ที่ระดับความเข้มข้น Zn^{2+} เริ่มต้น 50 ppm ได้ทดลองผสมอาหารเลี้ยงเชื้อ (medium) ที่จำเป็นต่อการเจริญของเซลล์ยีสต์ลงในน้ำที่ปนเปื้อนด้วย Zn^{2+} ด้วยอัตราส่วน 1:10 และสูบลำไยระบบใช้กากมะพร้าวกับเซลล์ยีสต์ที่เป็นตัวดูดซับ ทำให้ประสิทธิภาพของระบบเพิ่มขึ้นเป็น 49.33% (ดังกราฟที่ 2)



กราฟที่ 1 แสดงประสิทธิภาพในการดูดซับสังกะสีของการทดลองชุดที่ 1

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการศึกษาปัจจัยดังต่อไปนี้ซึ่งคาดว่าจะเพิ่มประสิทธิภาพของระบบได้

- 1. การศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของกาบมะพร้าวกับจำนวนเซลล์ยีสต์ในระบบ
- 2. การศึกษาขนาดของชั้นกาบมะพร้าวที่แตกต่างกันเพราะพื้นที่ผลจะมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการดูดซับโลหะหนักใดๆ
- 3. การศึกษารูปแบบของการใช้วิธีทางกายภาพร่วมกับวิธีทางชีวภาพแบบอื่นๆ เช่น เปลี่ยนจากการจับยึดของเซลล์ (entrapped cells) มาเป็นการตรึงเซลล์ (immobilized cells) เพื่อป้องกันการหลุดลอกได้ง่ายของเซลล์ เป็นต้น

ตารางที่ 1
แสดงผลการทดลองชุดที่ 1 ที่ความเข้มข้นของ Zn^{2+} เริ่มต้น 20 มิลลิกรัม/ลิตร (ppm)

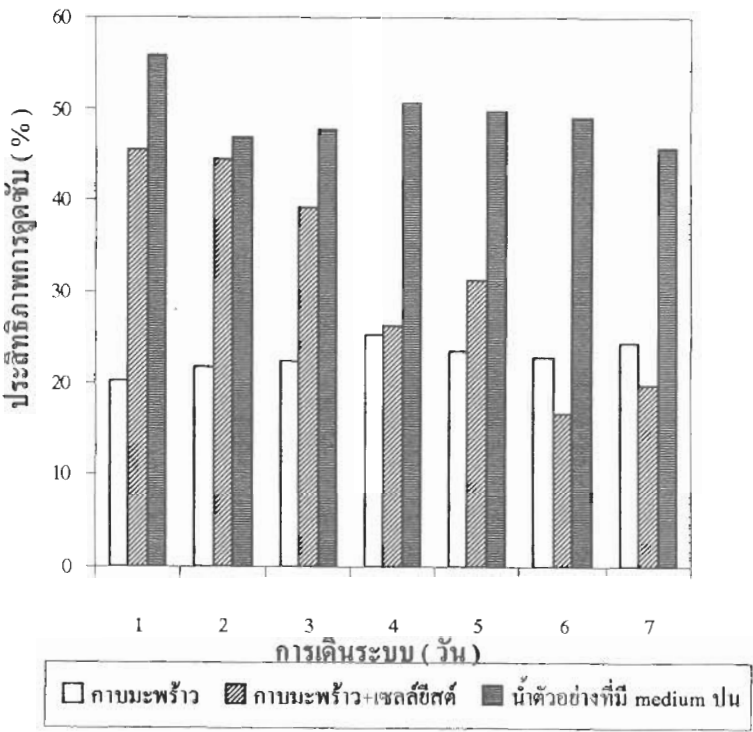
วันที่	Zn^{2+} ที่ถูกดูดซับไว้ (ppm)		ประสิทธิภาพในการดูดซับ Zn^{2+} (%)	
	บนกาบมะพร้าว	บนมะพร้าว+เซลล์ยีสต์	บนกาบมะพร้าว	บนกาบมะพร้าว+เซลล์ยีสต์
1	5.1	5.4	25.5	27.0
2	5.6	5.9	28.0	29.5
3	5.3	6.1	26.5	30.5
4	6.5	8.0	32.5	40.0
5	7.1	8.3	35.5	41.5
6	7.4	9.5	37.0	47.5
7	7.2	10.2	36.0	51.0
ประสิทธิภาพในการดูดซับ Zn^{2+} ของระบบโดยเฉลี่ย(%)			31.17	38.14

ตารางที่ 2

แสดงผลการทดลองชุดที่ 2 ที่ความเข้มข้นของ Zn^{2+} เริ่มต้น 50 มิลลิกรัม/ลิตร (ppm)

วันที่	Zn^{2+} ที่ถูกดูดซับได้ (ppm)			ประสิทธิภาพในการดูดซับ Zn^{2+} (%)		
	บนกาบมะพร้าว		บนมะพร้าว+เซลล์ยีสต์	บนกาบมะพร้าว		บนมะพร้าว+เซลล์ยีสต์
	น้ำที่มี Zn^{2+}	น้ำที่มี Zn^{2+} +M		น้ำที่มี Zn^{2+}	น้ำที่มี Zn^{2+} +M	
1	10.7	22.8	27.9	20.2	45.6	55.8
2	11.2	22.2	23.4	21.6	44.4	46.8
3	11.8	19.6	23.7	22.3	39.2	47.7
4	13.3	13.1	25.3	25.1	26.2	50.6
5	12.4	15.7	24.8	23.4	31.4	49.6
6	12.1	8.3	24.5	22.8	16.6	49.0
7	12.9	9.9	22.9	24.3	19.8	45.8
ประสิทธิภาพในการดูดซับ Zn^{2+} ของระบบโดยเฉลี่ย (%)				25.26	31.89	49.33

หมายเหตุ: M หมายถึงอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมให้เซลล์ยีสต์ที่เติมลงไปในน้ำที่ปนด้วยสังกะสี



กราฟที่ 2 แสดงประสิทธิภาพการดูดซับสังกะสีของการทดลองชุดที่ 2

เอกสารอ้างอิง

1. กัลยา วงภาพสินธุ์ และ กาญจนา กุ์โรจนวงศ์ "การดูดซับโลหะหนักด้วยเซลล์ยีสต์
โครงการพิเศษทางเทคโนโลยีชีวภาพ" ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2536.
2. นิตยา เกตุแก้ว "การศึกษาการใช้วัสดุธรรมชาติในการบำบัดน้ำใต้ดินที่ปนเปื้อนด้วยสาร
หนู" ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2539.
3. Brady, D. "**Biosorption of Heavy metal cat-ion by Nonviable Yeast Biomass.**"
Environmental Technology 15(55) : 429-438, 1994.
4. Holanm, Z.R. "**Biosorption of Lead and Nickle by Biomass of marine aglae.**"
Biotechnol. Bioeng. 43(11) : 1001-1009, 1994.
5. Norbegr, A.B. and Person, H. "**Accumation of Heavy metal ion by Zoogloea
Ramigera**" Biotechnol. Bioeng. (26) : 239-246, 1984.
6. Strandberg et.al., "**Microbial Cells as Biosorbents for Heavy Metal :
Accumulation of Uranium by Saccharomyces cerevisiae and Pseudomonas
aeroginosa**". Appl. Environ. Microbiol. Appl. Environ. Microbiol.(41) 237-245,
1981.