บทที่ 4

ผลการทดลอง และวิจารณ์

4.1 **การศึกษาเวลาที่มีผลต่อการกำจัดไอออนตะกั่ว และไอออนปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์ของขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าว**

ตารางที่ 1 ตารางที่ 2 รูปที่ 1 และ รูปที่ 2 แสดงประสิทธิภาพของการกำจัดไอออนตะกั่วและไอออนปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์เข้มข้น 100 ส่วนในล้านส่วน พีเอช 7 จำนวน 50 มิลลิลิตรของขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าวจำนวน 0.20 กรัม โดยการแปรเปลี่ยนเวลาต่าง ๆ ได้แก่ 0.5 , 2 , 3 , 4 , 12 , 24 , 48 , 72 และ 96 ชั่วโมง

จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองจะเห็นชัดเจนดังในตารางที่ 1 และรูปที่ 1 พบว่า ณ ที่สภาพและเงื่อนไขสำหรับการกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ ได้แก่ความเข้มข้นเริ่มต้นของน้ำเสียที่มีไอออนของตะกั่ว 4.8485 มิลลิกรัม/50 มิลลิลิตร(100 ส่วนในล้านส่วน) พีเอชของน้ำเสียเป็น 7 ปริมาณของขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าว 0.20 กรัม

4.1.1 ขุยมะพร้าวมีความสามารถในการกำจัดไอออนตะกั่วได้สูงสุด เมื่อเทียบกับขี้เลื่อย และฟางข้าว ที่น่าสังเกตจุดหนึ่งพบว่า ในช่วงเวลา 2 ชั่วโมงแรกประสิทธิภาพการกำจัดไอออนตะกั่วของขุยมะพร้าวเพิ่มขึ้นจนเพิ่มถึงประมาณ 76 % ซึ่งแตกต่างกับขี้เลื่อยและฟางข้าว คือ แนวโน้มของ 3 ชั่วโมงแรกวัสดุทั้ง 2 ชนิด มีความสามารถในการกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ลดลง

4.1.2 ทั้งขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าวต่อการกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์มีแนวโน้มจะคงที่ที่ 48 ชั่วโมง (2 วัน) คือ ประมาณ 52 % , 45-49 % และ 75-77 % ตามลำดับ

4.1.3 ช่วงเวลาที่ทำให้การกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ ด้วยขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าวมีประสิทธิภาพสูงสุด คือ 72-96 ชั่วโมง ซึ่งสามารถกำจัดได้ประมาณ 52 % 47-49 % และ 77 % ตามลำดับ

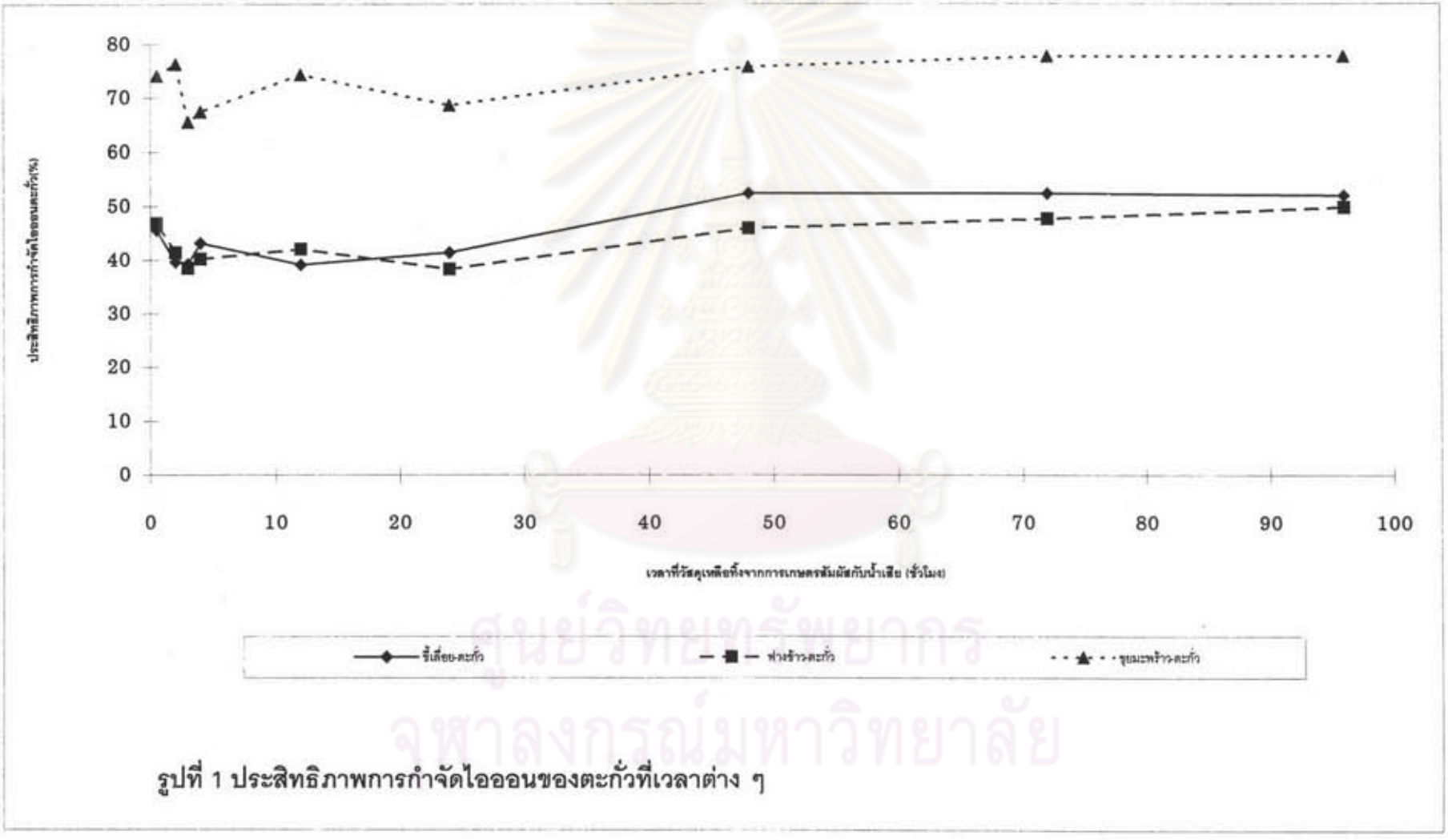
ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของการกำจัดไอออนของตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยการใช้ขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าวที่เวลาต่าง ๆ

เวลา(ชั่วโมง)	ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของตะกั่วที่เวลาต่าง ๆ		
	ขี้เลื่อย	ฟางข้าว	ขุยมะพร้าว
0.5	45.52	46.8	74.04
2	39.64	41.35	76.28
3	39.21	38.47	65.49
4	43.14	40.17	67.42
12	39.1	41.99	74.25
24	41.35	38.25	68.59
48	52.35	45.84	75.64
72	52.35	47.65	77.57
96	52.03	49.79	77.57

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยการใช้ขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าว

เวลา(ชั่วโมง)	ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของปรอทที่เวลาต่าง ๆ		
	ขี้เลื่อย	ฟางข้าว	ขุยมะพร้าว
0.5	44.02	37.91	59.86
2	47.59	42.77	62.27
3	49.48	47.17	64.15
4	50.11	46.54	66.25
12	49.9	49.79	67.61
24	63.52	66.15	80.93
48	58.49	59.12	78.09
72	65.41	62.37	79.67
96	61.9	68.55	87.11

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของตะกั่วที่เวลาต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.4 ถ้าจะเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสีย ของขี้เลื่อย ฟางข้าว พบว่า ขึ้นอยู่กับช่วงเวลา ซึ่งสังเกตได้จากรูปที่ 1 ส่วนเวลาที่เหมาะสมในการกำจัดไอออนดังกล่าวอยู่ที่ 48 ชั่วโมง พบว่า ขี้เลื่อยจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียได้ดีกว่าฟางข้าว

4.1.5 ทางเลือกที่เป็นไปได้สูงสุดสำหรับการกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสีย ของขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าว ณ เงื่อนไขดังกล่าวข้างต้น น่าจะอยู่ในช่วงเวลาครึ่งชั่วโมงแรก หมายความว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดไอออนตะกั่วออกจากน้ำเสียค่อนข้างสูง คือประมาณ 45 % ,46 % และ 74 % ตามลำดับ นั่นอาจหมายถึง ณ ที่ 0.5 ชั่วโมงประสิทธิภาพต่อการกำจัดไอออนตะกั่วของขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าวอาจจะไม่สูงสุดก็ตาม เมื่อเทียบกับที่ 48-96 ชั่วโมง ซึ่งเวลาดังกล่าวเป็นเวลาที่ประสิทธิภาพในการกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียสูงสุด แต่เมื่อพิจารณาแล้วมีความแตกต่างกันของเวลาที่สูงซึ่งอาจจะเป็นอุปสรรค์ต่อการกำจัดไอออนตะกั่วได้ ซึ่งเป็นจุดที่น่าจะพิจารณาต่อไป

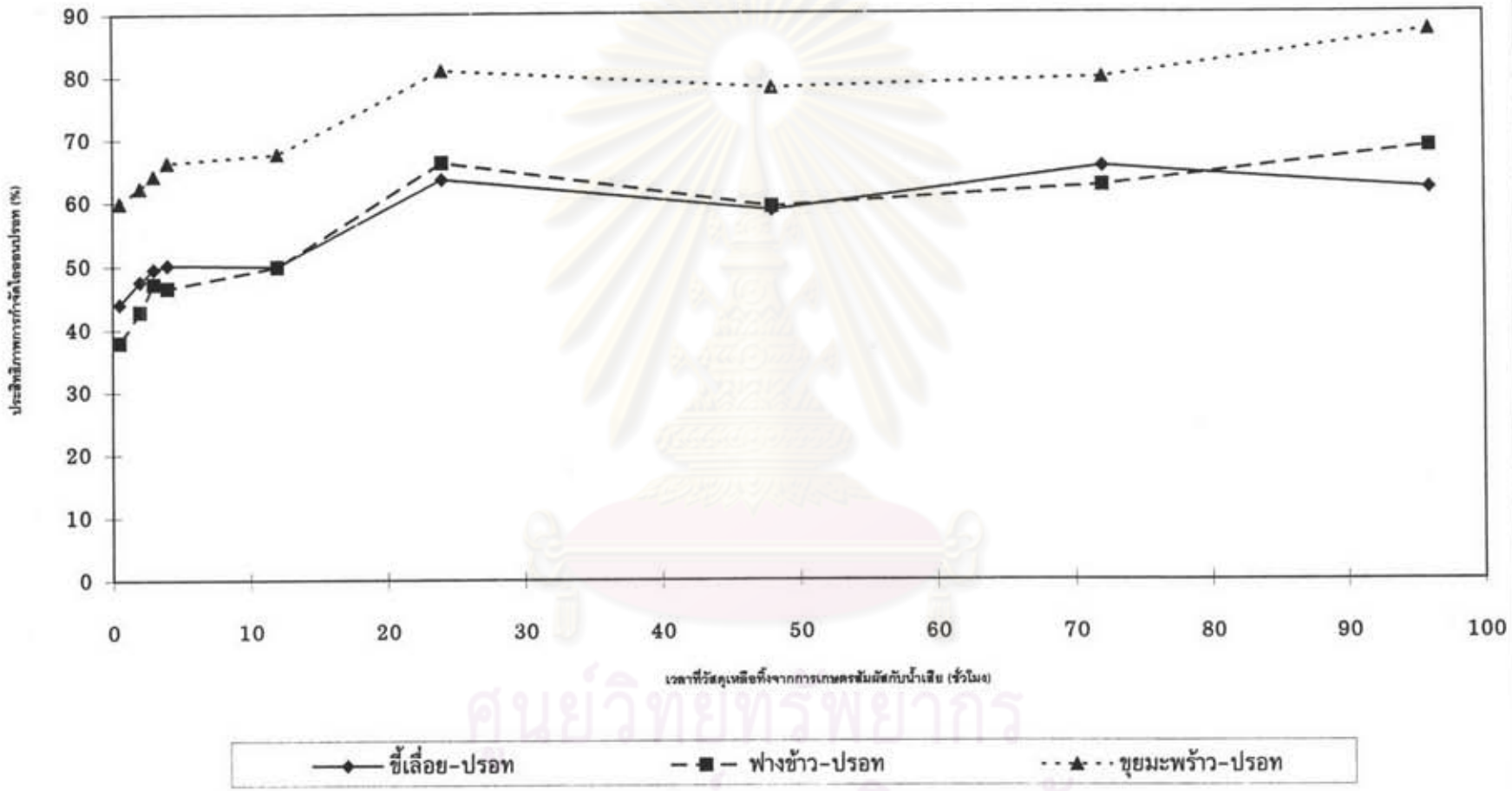
จากตารางที่ 2 และรูปที่ 2 พบว่า เงื่อนไขสำหรับการกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสีย คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของไอออนปรอทเป็น 4.7841 มิลลิกรัม/ 50 มิลลิลิตร (100 ส่วนในล้านส่วน) พีเอชของน้ำเสีย 7 ปริมาณของขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าว เป็น 0.20 กรัม ซึ่งเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับการศึกษาเวลาที่มีผลต่อการกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสีย ได้ผลดังนี้

4.1.6 ขุยมะพร้าวมีความสามารถในการกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์ได้สูงสุด ในทุก ๆ ช่วงเวลา เมื่อเปรียบเทียบกับขี้เลื่อย และฟางข้าว โดยขุยมะพร้าว และฟางข้าวสามารถกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสียได้สูงสุด คือ สามารถกำจัดไอออนปรอทได้ 87 % และ 68 % ตามลำดับ ส่วนขี้เลื่อยประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับการกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสียอยู่ที่ 72 ชั่วโมง คือ สามารถกำจัดได้ประมาณ 65 %

4.1.7 แนวโน้มในการกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสียของฟางข้าว และขุยมะพร้าวมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอีกในช่วงเวลาที่มากกว่า 96 ชั่วโมง ยกเว้นขี้เลื่อยจะมีแนวโน้มที่จะลดลง

4.1.8 เวลาที่ค่อนข้างคงที่ต่อการกำจั ดไอออนปรอทในน้ำเสียของขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าวอยู่ในช่วง 2 - 12 ชั่วโมงคือประมาณ 47 - 50 % ,42 - 49 %และ 62 - 69 % ตามลำดับ

4.1.9 แนวโน้มในการเพิ่มเวลาให้ขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าวสัมผัสกับน้ำเสียที่มีไอออนปรอทอยู่มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดไอออนปรอทสูงขึ้น ยกเว้นช่วงเวลา 24-48 ชั่วโมง ทั้งขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าวประสิทธิภาพในการกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสีย



รูปที่ 2 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนปรอทที่เวลาต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลดลงทั้งนี้อาจจะเป็นไปได้ว่าช่วงเวลาดังกล่าวทำให้ไอออนของปรอทที่ยึดติดอยู่บางส่วนในวัสดุทั้ง 3 ชนิดหลุดออกมาอยู่ในสารละลายทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดลดลงในเวลานั้น

4.1.10 ประสิทธิภาพในการกำจัดไอออนตะกั่ว และไอออนปรอทในน้ำเสีย ของขุยมะพร้าว พบว่าในเวลาประมาณ 12 ชั่วโมงแรก ขุยมะพร้าวสามารถกำจัดไอออนตะกั่วได้ดีกว่าไอออนปรอท แต่หลังจากมากกว่า 12 ชั่วโมงขุยมะพร้าวกลับมีความสามารถในการกำจัดไอออนปรอทได้ดีกว่าไอออนตะกั่วในน้ำเสีย

4.1.11 ประมาณ 2 ชั่วโมงแรก ฟางข้าวสามารถกำจัดไอออนตะกั่วได้ดีกว่าไอออนปรอท แต่หลังจาก 2 ชั่วโมงเป็นต้นไปฟางข้าวก็มีความสามารถในการกำจัดไอออนปรอทได้ดีมากกว่าการกำจัดไอออนตะกั่ว

4.1.12 เกือบทุกช่วงเวลาขี้เลื่อยมีความสามารถกำจัดปรอทได้อย่างมีประสิทธิภาพดีกว่าไอออนตะกั่ว

4.1.13 จากผลการทดลองดังกล่าวสามารถสรุปได้คร่าว ๆ ว่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรทั้ง 3 ชนิด มีความสามารถในการกำจัดไอออนตะกั่ว และไอออนปรอทในน้ำเสียได้แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากขึ้นอยู่กับเวลาที่วัสดุทั้ง 3 นั้นสัมผัสกับน้ำเสีย

4.1.14 พบว่าขุยมะพร้าวมีความสามารถสูงสุดในการกำจัดไอออนโลหะหนักทั้งสองในน้ำเสีย

4.2 การศึกษาปริมาณของขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าวที่มีผลต่อการกำจัดไอออนตะกั่ว และไอออนปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์

ตารางที่ 3 ตารางที่ 4 รูปที่ 3 และ รูปที่ 4 แสดงประสิทธิภาพในการกำจัดไอออนตะกั่วและไอออนปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์เข้มข้น 100 ส่วนในล้านส่วน พีเอช 7 จำนวน 50 มิลลิลิตร ของขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าวด้วยปริมาณต่าง ๆ ดังนี้ 0.1 , 0.4 , 0.8 , 1.2 , 1.8 และ 2.0 กรัม และเวลาที่วัสดุทั้ง 3 ชนิด สัมผัสกับน้ำเสียที่มีไอออนโลหะทั้งสองเป็น 2 ชั่วโมง

ณ สภาพและเงื่อนไขดังกล่าวข้างต้น สำหรับการกำจัดไอออนตะกั่วซึ่งมีความเข้มข้นเริ่มต้นของการกำจัดไอออนตะกั่วเป็น 4.8485 มิลลิกรัม/ 50 มิลลิลิตร (100 ส่วนในล้านส่วน) ซึ่งผลการทดลองจะแสดงดังในตารางที่ 3 และรูปที่ 3

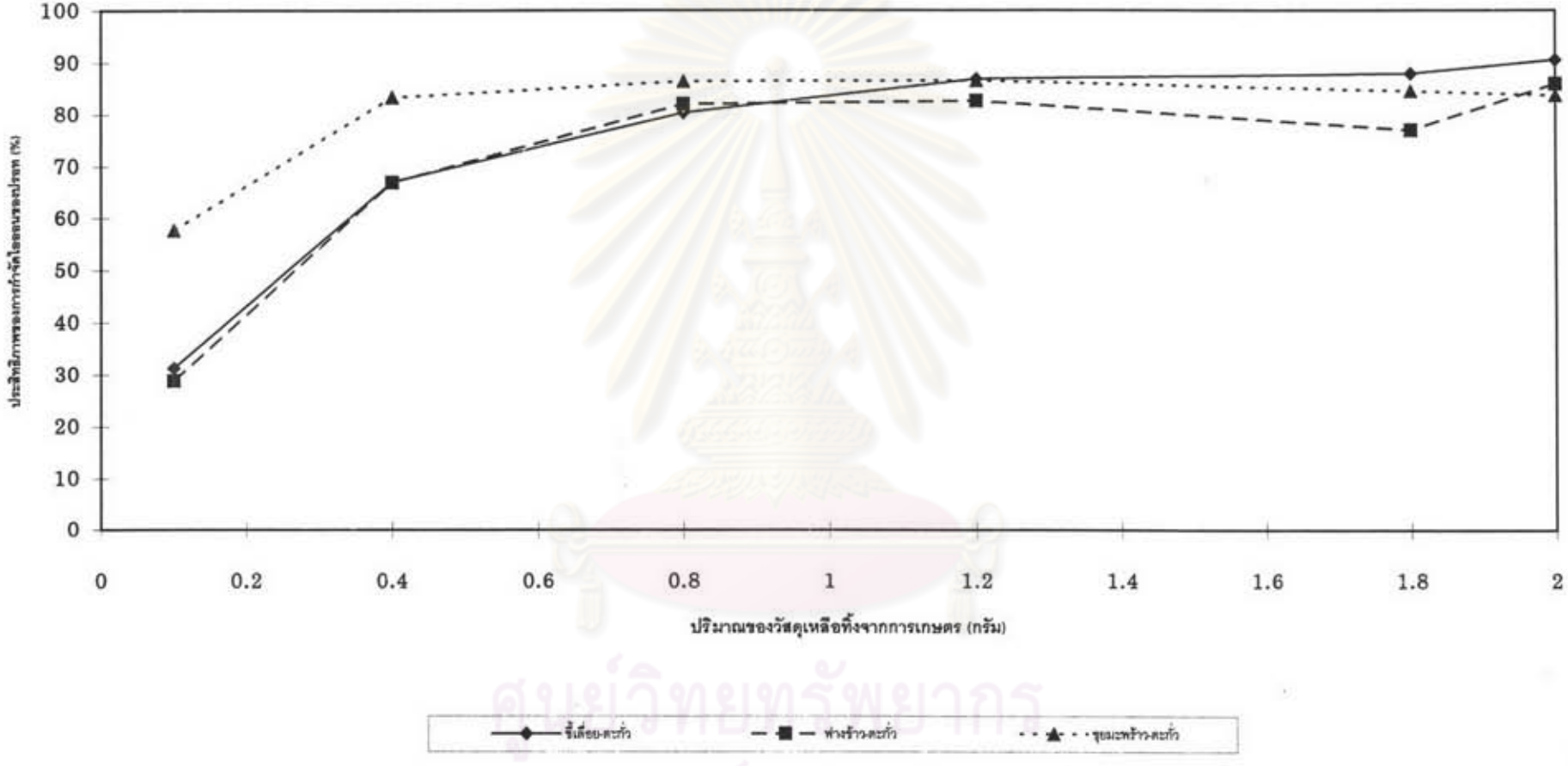
4.2.1 ที่ปริมาณน้อย ๆ ของขุยมะพร้าวประมาณ 0.1 กรัม - 1.2 กรัม ต่อน้ำเสียปริมาตร 50 มิลลิลิตร ในการกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสีย พบว่าขุยมะพร้าวจำนวนดังกล่าว

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยการใช้ขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าว ที่ปริมาณต่าง ๆ

ปริมาณ(กรัม)	ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของตะกั่วของวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรที่ปริมาณต่าง ๆ		
	ขี้เลื่อย	ฟางข้าว	ขุยมะพร้าว
0.1	31.3	28.85	57.64
0.4	66.99	66.88	83.33
0.8	80.33	82.03	86.43
1.2	86.88	82.59	86.54
1.8	87.91	76.93	84.51
2	90.54	85.9	83.66

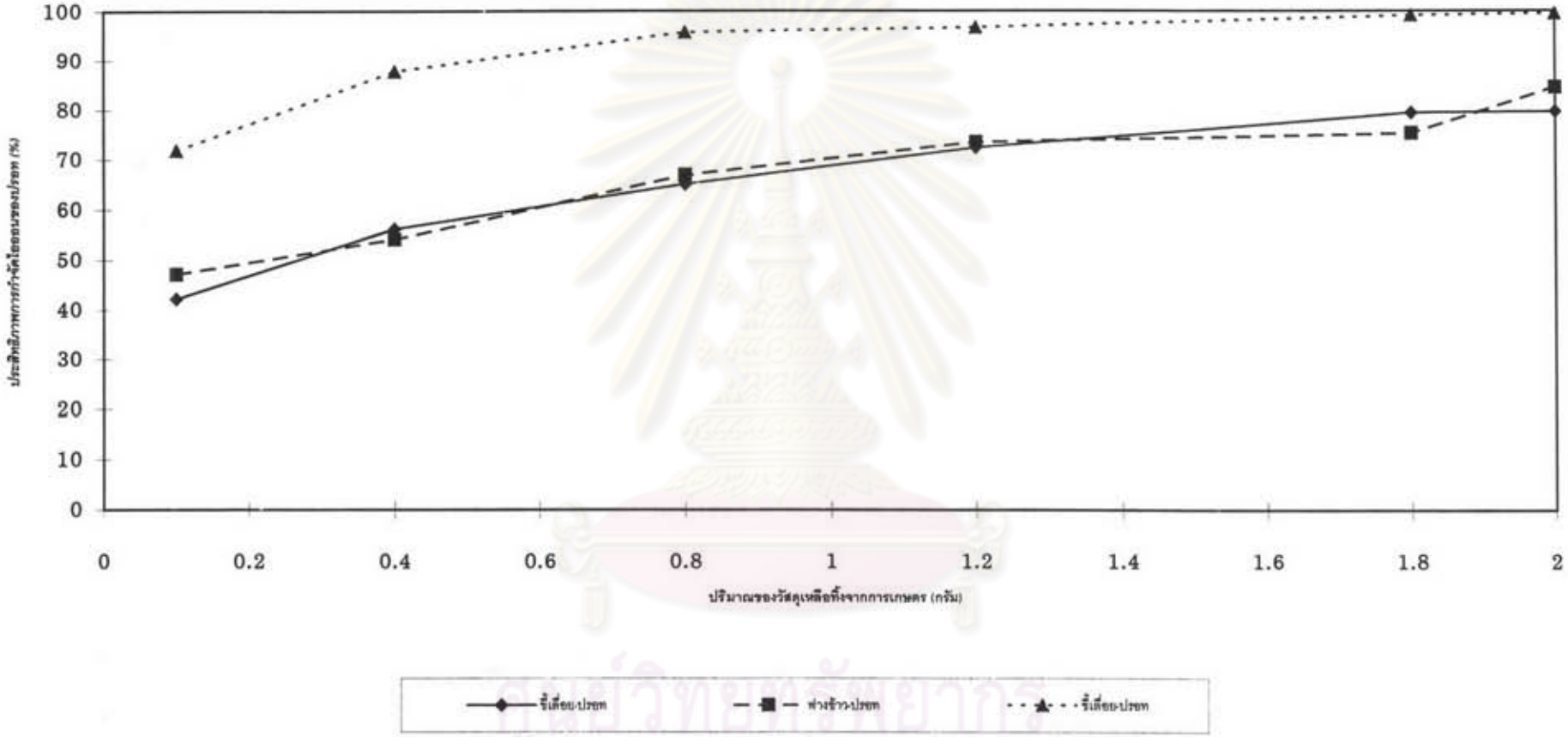
ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยการใช้ขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าว ที่ปริมาณต่าง ๆ

ปริมาณ (กรัม)	ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของปรอทของวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรที่ปริมาณต่าง ๆ		
	ขี้เลื่อย	ฟางข้าว	ขุยมะพร้าว
0.1	42.14	47.07	71.8
0.4	56.19	54.09	87.74
0.8	65.1	66.88	95.7
1.2	72.33	73.49	96.65
1.8	79.46	75.26	99.16
2	79.67	84.49	99.48



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของตะกั่วของวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรที่ปริมาณต่าง ๆ (กรัม)



I 17380675

รูปที่ 4 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนปรอทของวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรที่ปริมาณต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สามารถที่จะกำจัดไอออนตะกั่วได้ดีที่สุดคือสามารถกำจัดได้ประมาณ 86 % และเริ่มคงที่ที่น้ำหนักดังกล่าว

4.2.2 ที่ปริมาณ 2.0 กรัม ขี้เลื่อยสามารถที่จะกำจัดขุยตะกั่วได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดคือมากกว่า 90 % รองมาคือขุยมะพร้าวที่ปริมาณ 0.80 กรัม - 1.2 กรัม กำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียได้สูงสุดประมาณ 86 % และฟางข้าวปริมาณ 2.0 กรัมสามารถกำจัดไอออนตะกั่วได้สูงสุดประมาณ 85 % และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอีกด้วย ในขณะที่ทั้งขี้เลื่อย และขุยมะพร้าวมีแนวโน้มของการกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียที่คงที่

4.2.3 การเพิ่มปริมาณของขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าว มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดไอออนตะกั่วมีแนวโน้มสูงขึ้น

จากตารางที่ 4 และรูปที่ 4 เงื่อนไขสำหรับการกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสีย ความเข้มข้นเริ่มต้นของไอออนปรอทเป็น 4.7841 มิลลิกรัม/ 50 มิลลิลิตร (ประมาณ100 ส่วนในล้านส่วน) พบว่า

4.2.4 ณ ที่ปริมาณต่าง ๆ ขุยมะพร้าวให้ประสิทธิภาพในการกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสียได้สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับขี้เลื่อยและฟางข้าว คือที่ปริมาณ 2.0 กรัม ขุยมะพร้าวสามารถกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสียได้เกือบ 100 % รองมาคือฟางข้าว และขี้เลื่อยซึ่งสามารถกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสียได้ประมาณ 84 % และ 79 % ตามลำดับ

4.2.5 การเพิ่มน้ำหนักหรือปริมาณของขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าวต่อเงื่อนไขที่ให้ไว้จะมีผลทำให้แนวโน้มของการกำจัดไอออนตะกั่ว และไอออนปรอทมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

4.2.6 ที่ปริมาณ 0.10 - 0.20 กรัม ฟางข้าวสามารถที่จะกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสียได้ดีกว่าการกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสีย แต่ถ้าเพิ่มปริมาณฟางข้าวสูงกว่า 0.20 กรัมจะทำให้แนวโน้มในการกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียได้ดีกว่าการกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสีย

4.2.7 ที่ปริมาณ 0.10 -0.20 กรัม ขี้เลื่อยสามารถกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสียได้ดีกว่าไอออนตะกั่ว แต่ถ้าเพิ่มปริมาณขี้เลื่อยให้สูงกว่า 0.20 กรัมขี้เลื่อยสามารถกำจัดไอออนตะกั่วได้ดีกว่าไอออนปรอทในน้ำเสียอย่างชัดเจน

4.3 <u>การศึกษาความเข้มข้นของน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีไอออนตะกั่ว และไอออนปรอทเป็นองค์ประกอบต่อการกำจัดไอออนดังกล่าวด้วย ขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าว</u>

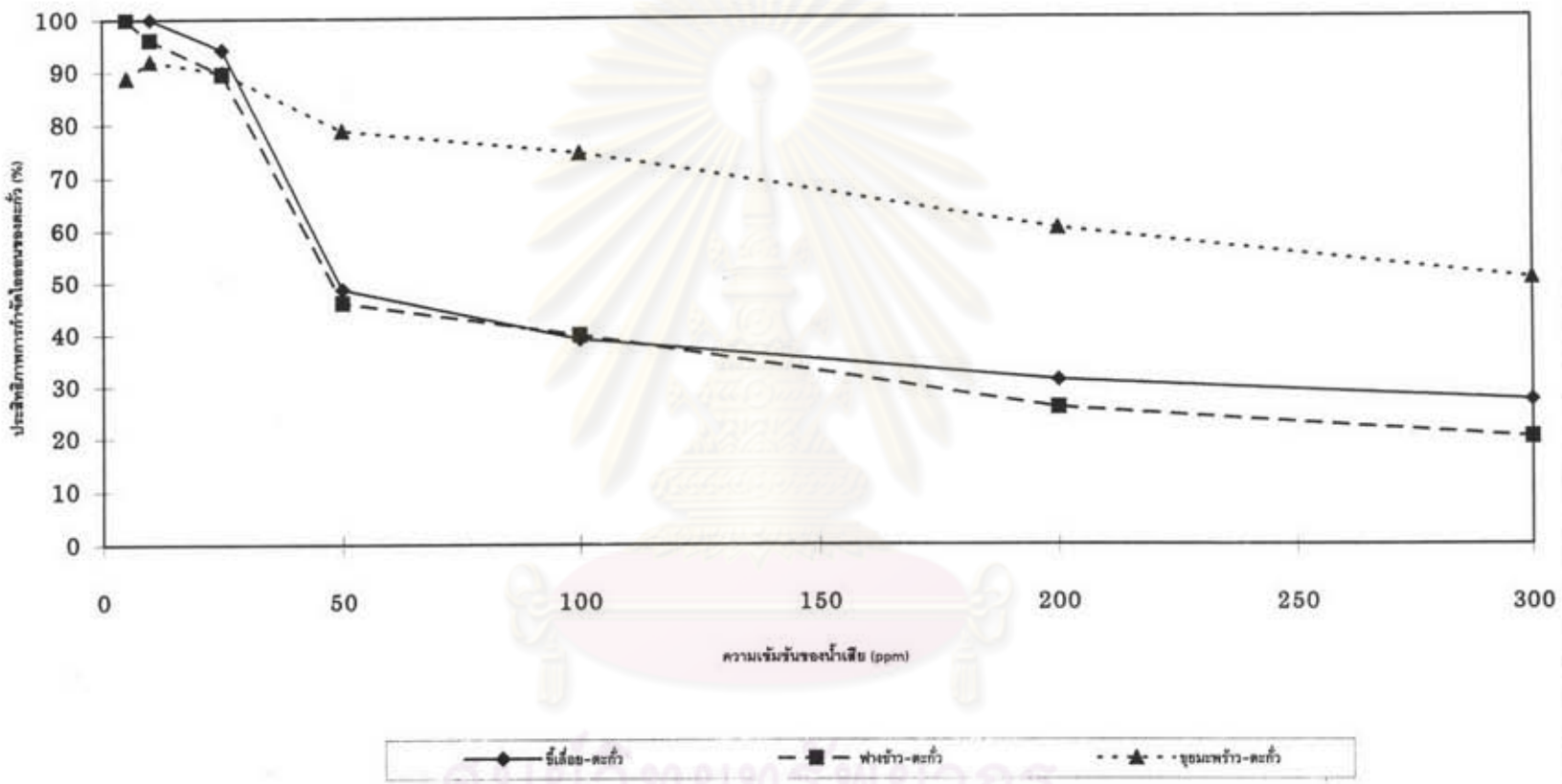
ตารางที่ 5 ตารางที่6 รูปที่ 5 และ รูปที่ 6 แสดงประสิทธิภาพของการกำจัดไอออนตะกั่ว และไอออนปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์ที่พีเอช 7 ปริมาณขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าว

ตารางที่ 5 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ด้วยการใช้ขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าว

ความเข้มข้น (ppm)	ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของตะกั่วที่ความเข้มข้นต่าง ๆ		
	ขี้เลื่อย	ฟางข้าว	ขุยมะพร้าว
5	100	100	88.75
10	100	95.99	91.9
25	94.1	89.41	89.73
50	48.59	45.99	78.69
100	38.99	39.73	74.41
200	30.99	25.65	60.16
300	27.09	19.89	50.54

ตารางที่ 6 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ด้วยการใช้ขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าว

ความเข้มข้น (ppm)	ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของตะกั่วที่ความเข้มข้นต่าง ๆ		
	ขี้เลื่อย	ฟางข้าว	ขุยมะพร้าว
5	99.15	96.97	100
10	99.07	97.25	100
25	90.79	83.02	100
50	57.93	55.99	73.24
100	41.41	39.46	57.23
200	32.56	29.86	46.47
300	24.75	24.23	37.39



รูปที่ 5 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ของวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จำนวน 0.20 กรัม เวลาที่วัสดุทั้ง 3 ชนิดสัมผัสกับน้ำเสียที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และความเข้มข้นที่ใช้ศึกษาได้แก่ 5 , 10 , 25 , 50 , 100 , 200 และ 300 ส่วนในล้านส่วน ปริมาตรที่ใช้เท่ากับ 50 มิลลิลิตร

ภายใต้เงื่อนไขดังกล่าวข้างต้นการกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสีย ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ สามารถแสดงในตารางที่ 5 และ รูปที่ 5 พบว่า

4.3.1 น้ำเสียที่มีไอออนตะกั่วเป็นองค์ประกอบที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ ไอออนตะกั่วจะถูกกำจัดออกด้วยขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพดีกว่าน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของไอออนตะกั่วสูง ๆ

4.3.2 น้ำเสียที่มีความเข้มข้นของไอออนตะกั่วน้อยกว่า 25 ส่วนในล้านส่วน (หรือ 5-25 ส่วนในล้านส่วน) พบว่า ขี้เลื่อยสามารถที่จะกำจัดไอออนตะกั่วออกจากน้ำเสียได้ตั้งแต่ 94-100 % รองมาได้แก่ฟางข้าว และขุยมะพร้าว โดยสามารถกำจัดไอออนตะกั่วได้เป็น 89-100 % และ 88-91 % ตามลำดับ

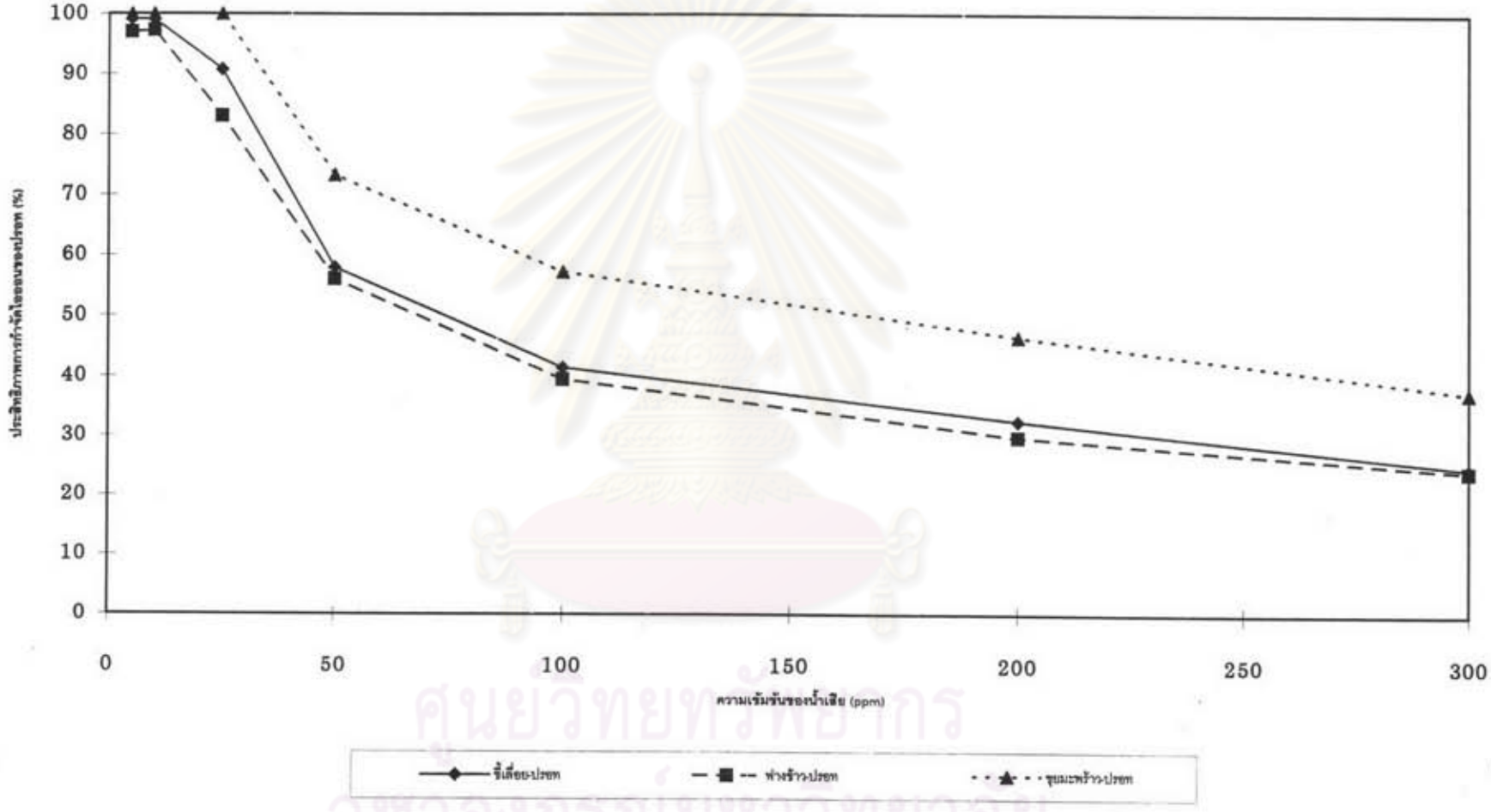
4.3.3 น้ำเสียที่มีไอออนตะกั่วที่มีความเข้มข้น มากกว่า 25 ส่วนในล้านส่วน พบว่า ขุยมะพร้าวสามารถกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียได้สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับขี้เลื่อย และฟางข้าว ตามลำดับ

จากตารางที่ 6 และรูปที่ 6 เป็นการแสดงประสิทธิภาพของการกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสียของขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าว ต่อน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นในลักษณะเดียวกันกับการศึกษาประสิทธิภาพของการกำจัดไอออนตะกั่วที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ซึ่งอาจแสดงผลได้ดังนี้

4.3.4 น้ำเสียที่ความเข้มข้นของไอออนปรอทต่ำ ๆ ขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าวจะมีความสามารถในการกำจัดไอออนปรอทออกจากน้ำเสียดังกล่าวได้ดีกว่าน้ำเสียที่ความเข้มข้นของไอออนปรอทสูง ๆ

4.3.5 น้ำเสียที่ทุก ๆ ความเข้มข้น ขุยมะพร้าวสามารถที่จะกำจัดไอออนปรอทออกจากน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อเทียบกับขี้เลื่อย และฟางข้าว และขี้เลื่อยสามารถที่จะกำจัดไอออนปรอทออกจากน้ำเสียได้ดีกว่าฟางข้าว ตามลำดับ

4.3.6 น้ำเสียที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ประมาณ 5 - 40 ส่วนในล้านส่วน ขุยมะพร้าวมีความสามารถจะกำจัดไอออนปรอทออกได้ดีกว่าการกำจัดไอออนตะกั่ว และตั้งแต่ความเข้มข้นมากกว่า 40 ส่วนในล้านส่วนขึ้นไป ขุยมะพร้าวมีแนวโน้มในการกำจัดไอออนตะกั่วได้ดีกว่าการกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสีย



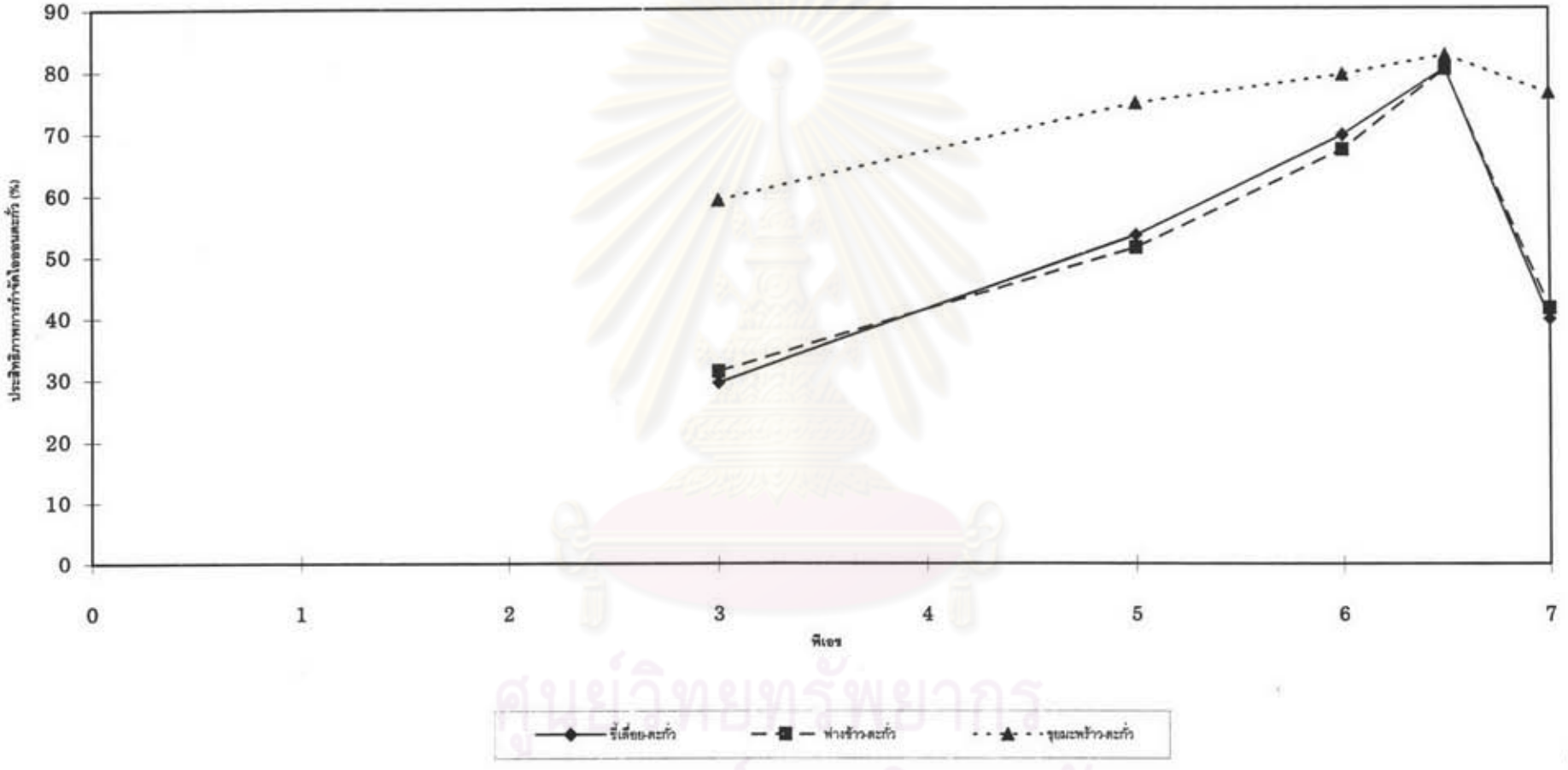
รูปที่ 6 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ของวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร

ตารางที่ 7 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ที่พีเอชต่าง ๆ ด้วยการใช้ขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าว

พีเอช	ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของตะกั่วที่พีเอชต่าง ๆ		
	ขี้เลื่อย	ฟางข้าว	ขุยมะพร้าว
3	29.43	31.25	59.07
5	53.3	51.29	74.68
6	69.51	67.14	79.31
6.5	80.25	80.17	82.39
7	39.64	41.35	76.28

ตารางที่ 8 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์ที่พีเอชต่าง ๆ ด้วยการใช้ขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าว

พีเอช	ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของตะกั่วที่พีเอชต่าง ๆ		
	ขี้เลื่อย	ฟางข้าว	ขุยมะพร้าว
3	32.64	35.05	17.52
5	25.93	25.59	46.63
6	33.4	34.93	57.89
6.5	37.14	35.39	58.16
7	47.23	46.77	62.27



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 7 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ที่พีเอชต่าง ๆ

4.3.7 ที่ความเข้มข้นของน้ำเสียตั้งแต่ประมาณ 5 - 25 ส่วนในล้านส่วน ขี้เลื่อยมีความสามารถในการกำจัดไอออนตะกั่วได้ดีกว่าการกำจัดไอออนปรอทและถ้าความเข้มข้นที่สูงกว่า 25 ส่วนในล้านส่วน ขี้เลื่อยมีความสามารถที่จะกำจัดไอออนปรอทออกจากน้ำเสียได้ดีกว่าไอออนตะกั่ว

4.3.8 ที่ความเข้มข้นของน้ำเสียที่มากกว่าประมาณ 37 ส่วนในล้านส่วน ฟางข้าวมีความสามารถที่จะกำจัดไอออนปรอทออกจากน้ำเสียได้ดีกว่าการกำจัดไอออนตะกั่ว

4.4 การศึกษาเปรียบเทียบพีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีผลต่อการกำจัดไอออนตะกั่ว และไอออนปรอท ด้วยการใช้ขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าว

ตารางที่ 7 ตารางที่7 รูปที่ 7 และ รูปที่ 8 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดไอออน และไอออนน้ำเสียสังเคราะห์เข้มข้นประมาณ 100 ส่วนในล้านส่วน โดยความเข้มข้นเริ่มต้นของน้ำเสียที่มีไอออนตะกั่ว และไอออนปรอทเป็น 4.8485 มิลลิกรัม/50 มิลลิลิตร และ 4.7841มิลลิกรัม /50 มิลลิลิตร ตามลำดับ ปริมาณของขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าวเท่ากับ 0.20 กรัม และเวลาที่ขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าวสัมผัสอยู่กับน้ำเสียในสภาพดังกล่าวเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ส่วนพีเอชที่ใช้ศึกษาได้แก่ พีเอชที่ 3 , 5 , 6 , 6.5 และ 7

สำหรับเงื่อนไขดังกล่าวข้างต้น การกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียด้วยขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าวจะแสดงในตารางที่ 7 และรูปที่ 7 สามารถให้ผลดังนี้

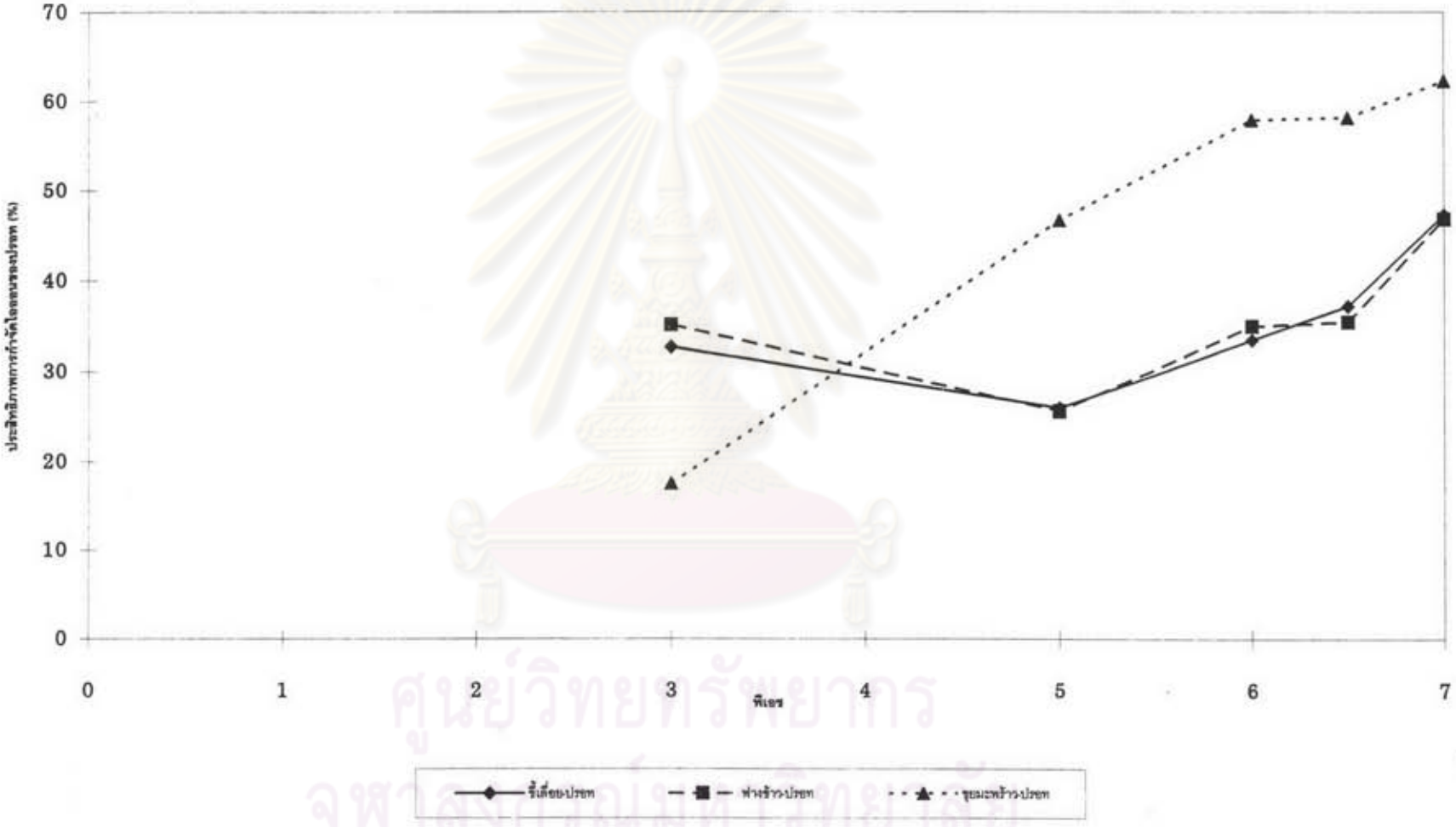
4.4.1 เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดไอออนตะกั่วออกจากน้ำเสียของวัสดุทั้ง 3 ชนิด พบว่า ขุยมะพร้าวมีความสามารถสูงสุดในการกำจัดไอออนตะกั่วออกจากน้ำเสียในทุก ๆ พีเอช ส่วนขี้เลื่อยมีแนวโน้มที่จะกำจัดไอออนตะกั่วได้ดีกว่าฟางข้าวในเกือบทุก ๆ พีเอช

4.4.2 ที่พีเอชต่ำกว่า 6.5 ประสิทธิภาพในการกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียของขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าวให้ผลในลักษณะเดียวกัน คือ ประสิทธิภาพมีแนวโน้มที่จะลดต่ำลง

4.4.3 พีเอชของน้ำเสียในเงื่อนไขดังกล่าวที่มีความเหมาะสมในการกำจัดไอออนตะกั่วออกจากน้ำเสียของขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าวอยู่ที่พีเอชประมาณ 6.5

4.4.4 เมื่อเพิ่มระดับพีเอชของน้ำเสียให้มากกว่า 6.5 พบว่า ค่าพีเอชที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดไอออนตะกั่วของขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าวในน้ำเสียมีแนวโน้มลดต่ำลง

จากตารางที่ 8 และรูปที่ 8 ภายใต้เงื่อนไขเดียวกับการศึกษาพีเอชของน้ำเสียที่มีไอออนตะกั่วเป็นองค์ประกอบ แต่เปลี่ยนชนิดของไอออนตะกั่วเป็นไอออนปรอท ให้ผลดังนี้



รูปที่ 8 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์ที่พีเอชต่าง ๆ ของวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4.5 น้ำเสียที่มีพีเอชสูงกว่าประมาณ 4.5 ขึ้นไปการกำจัดไอออนปรอทด้วยการใช้ขุยมะพร้าวจะให้ประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อเทียบกับการกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสียด้วยการใช้ขี้เลื่อย และฟางข้าว และที่พีเอชของน้ำเสียที่มีไอออนของปรอทต่ำกว่าประมาณ 4.5 ลงมาพบว่าฟางข้าวมีความสามารถในการกำจัดไอออนปรอทได้ดีที่สุด เมื่อเทียบกับขี้เลื่อย และขุยมะพร้าวตามลำดับ

4.4.6 การเพิ่มค่าพีเอชของน้ำเสียให้มากขึ้น ทำให้แนวโน้มการกำจัดไอออนปรอทของขุยมะพร้าวมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงที่พีเอชที่ประมาณ 7 ขุยมะพร้าวสามารถที่จะกำจัดไอออนปรอทได้สูงสุดประมาณ 62 % ในขณะที่ขี้เลื่อยและฟางข้าวจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดไอออนปรอทออกจากน้ำเสียลดลง เมื่อเพิ่มพีเอชของน้ำเสียจนกระทั่งพีเอชมากกว่าประมาณ 5.0 ขึ้นไป ประสิทธิภาพในการกำจัดไอออนดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ จนถึงประมาณพีเอชของน้ำเสียเป็น 7.0 การกำจัดไอออนปรอทจะมีประสิทธิภาพสูงสุดโดยกำจัดออกได้เป็น 47 % และ 46 % ตามลำดับ

นอกเหนือจากนี้พบว่าการเพิ่มค่าพีเอชให้กับน้ำเสียจะทำให้แนวโน้มในการกำจัดไอออนทั้งสองมีประสิทธิภาพสูงขึ้น จนกระทั่งพีเอชสูงสุดของความสามารถในการกำจัด (สำหรับไอออนตะกั่วเป็น 6.5 และสำหรับไอออนปรอทเป็น 7.0) ยกเว้นที่พีเอชต่ำ ๆ ประมาณ 3.0-5.0 ขี้เลื่อย และฟางข้าวจะกำจัดไอออนปรอทได้ลดต่ำลงเมื่อเพิ่มพีเอชในช่วงดังกล่าว แต่หลังจากการเพิ่มพีเอชมากกว่า 5.0 ขึ้นไป แนวโน้มของการกำจัดไอออนปรอทของวัสดุทั้งสองจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ

หลังจากการศึกษาเปรียบเทียบเวลาของขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าวที่สัมผัสกับน้ำเสียที่มีไอออนตะกั่ว และไอออนปรอท การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณของขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าวต่อการกำจัดไอออนโลหะหนักทั้งสอง การศึกษาเปรียบเทียบความเข้มข้นของน้ำเสียที่มีผลต่อการกำจัดไอออนทั้งสอง และการศึกษาเปรียบเทียบพีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีผลต่อการกำจัดไอออนตะกั่วและไอออนปรอทของวัสดุทั้งสามคือ ขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้ าว ภายใต้สภาพและเงื่อนไขต่าง ๆ ทั้งนี้การศึกษาดังกล่าวเป็นการศึกษาเบื้องต้นที่จะนำไปสู่การเลือกสภาพและเงื่อนไขที่เหมาะสมต่อการกำจัดไอออนโลหะหนักทั้งสอง ซึ่งพิจารณาจากเวลาในการสัมผัสน้ำเสียของวัสดุทั้งสาม ปริมาณของวัสดุที่ใช้ ความเข้มข้นของน้ำเสีย รวมถึงพีเอชของน้ำเสีย นอกเหนือจากนั้นสิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ วิธีการวัดและการทดลองต้องสอดคล้องชัดเจนและมีความเป็นไปได้สูงในทางปฏิบัติ ซึ่งพบว่า

เวลาที่เลือกใช้สำหรับการศึกษาการกำจัดไอออนตะกั่ว และไอออนปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์ ของขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าว ซึ่งพบว่า เวลาที่เหมาะสมอยู่ในช่วงเวลาประมาณ 0.5 ชั่วโมง-6 ชั่วโมง โดยจะตัดช่วงเวลาหลังจาก 6 ชั่วโมงออกถึงแม้ในบางช่วง เช่น ช่วงเวลาที่ 72 ชั่วโมง-96 ชั่วโมง ซึ่งขี้เลื่อยสามารถกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียได้ประมาณ 52 % ฟางข้าวสามารถกำจัดไอออนตะกั่วได้ประมาณ 47-49 % และขุยมะพร้าวสามารถกำจัดได้ประมาณ 77 % และสามารถกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสีย ด้วยประสิทธิภาพที่ค่อนข้างสูงก็ตาม แต่เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านเวลาที่ค่อนข้างมาก (ประมาณ 2-4 วัน) ทำให้เกิดความยุ่งยากต่อกระบวนการกำจัดไอออนโลหะหนักทั้งสอง ซึ่งจากการทดลองพบว่าช่วงเวลา 6 ชั่วโมงแรกประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่พอใช้ เหมาะสมต่อสภาพที่จะใช้จริงได้

ปริมาณของขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าวต่อการกำจัดน้ำเสียที่มีไอออนตะกั่วและไอออนปรอทที่มีปริมาตร 50 มิลลิลิตร ข้อเท็จจริงอยู่ที่ว่าการใช้วัสดุดังกล่าวยิ่งมีปริมาณมาก ๆ เพื่อใช้ในการกำจัดไอออนตะกั่ว และไอออนปรอทออกจากน้ำเสียนั้นยิ่งทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดไอออนโลหะหนักทั้งสองเพิ่มตามด้วย แต่ปัญหาจากการใช้วัสดุดังกล่าวในปริมาณสูง ๆ ต่อปริมาตรน้ำเพียง 50 มิลลิลิตร คือ ระหว่างที่น้ำเสียกับขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าวสัมผัสกันด้วยการใช้เครื่องเขย่า (shaker) ทำให้วัสดุดังกล่าวจับเป็นก้อนซึ่งจะเป็นอุปสรรค์ต่อการเขย่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจากการทดลองเบื้องต้น ได้เลือกปริมาณของวัสดุดังกล่าวเป็นปริมาณ 0.20 กรัม ต่อน้ำเสีย 50 มิลลิลิตร ซึ่งเป็นน้ำหนักที่ให้ผลและประสิทธิภาพเป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง และไม่เกิดปัญหาทางด้านการจับตัวเป็นก้อนขณะเขย่า ปริมาณดังกล่าวจึงถูกนำมาใช้ในการทดสอบหาความเหมาะสมต่อไป

ความเข้มข้นของน้ำเสียที่มีไอออนตะกั่ว และไอออนปรอทเป็นองค์ประกอบ พบว่า ที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ เช่น จากการทดสอบเบื้องต้นคือที่ความเข้มข้น 5 - 25 ส่วนในล้านส่วน ทั้งไอออนตะกั่ว และไอออนปรอทสามารถถูกกำจัดออกจากน้ำเสียด้วยการใช้วัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรทั้ง 3 ชนิด ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถกำจัดกำจัดไอออนตะกั่วได้ประมาณ 88-100 % และสามารถกำจัดไอออนปรอทได้ประมาณ 83-100 % ส่วนถ้าความเข้มข้นสูงขึ้นประสิทธิภาพในการกำจัดไอออนทั้งสองจะลดต่ำลงไม่ว่าจะเป็นขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าว ดังนั้นจากการทดลองเบื้องต้นพบว่าความเข้มข้นที่ความเหมาะสมที่จะเลือกใช้ คือ ความเข้มข้นของน้ำเสียที่มีไอออนตะกั่ว และไอออนปรอทเป็น 50 ส่วนในล้านส่วน โดยใช้น้ำเสียเป็นปริมาตร 50 มิลลิลิตร ทั้งนี้ด้วยเหตุผลที่ว่าความเข้มข้นที่ต่ำกว่า 50 ส่วนในล้านส่วน วัสดุจากการเกษตรทั้งสามสามารถที่จะดูดซับหรือกำจัดไอออนทั้งสองออกจากน้ำเสียได้เกือบ 100 % ดังนั้นจึงไม่มี

ความจำเป็นที่จะต้องเลือกความเข้มข้นต่ำ ๆ สำหรับการศึกษาดังกล่าว แต่ถ้าจะเลือกที่ความเข้มข้นสูงเกินไปก็จะเกิดปัญหาการสังเกตุที่จุดยุติ (end point) สำหรับการหาปริมาณหรือวิธีอีดีทีเอจะไม่ชัดเจน และปริมาณที่ใช้สำหรับวิธีดังกล่าวมีข้อจำกัดว่าจะต้องมีความเข้มข้นไม่เกิน 300 ส่วนในล้านส่วน และยิ่งถ้ามีความเข้มข้นสูง ๆ ความผิดพลาดจากการหาปริมาณด้วยวิธีดังกล่าวจะมีเพิ่มขึ้นด้วย

พีเอชของน้ำเสียที่มีไอออนตะกั่ว และส่วนไอออนปรอทเป็นองค์ประกอบ พบว่าน้ำเสียที่มีไอออนตะกั่วเป็นองค์ประกอบ พีเอชที่เหมาะสมต่อการกำจัดไอออนตะกั่วด้วยขี้เลื่อยฟางข้าวและขุยมะพร้าวอยู่ที่พีเอชประมาณ 6.5 ส่วนน้ำเสียที่มีไอออนปรอทเป็นองค์ประกอบพีเอชที่มีความเป็นไปได้สูงสำหรับการกำจัดไอออนปรอทด้วยวัสดุจากการเกษตรทั้งสาม คือ ที่พีเอชประมาณ 7.0 ถึงแม้ว่าน้ำเสียที่พีเอชประมาณ 3.0 ฟางข้าวสามารถที่จะกำจัดไอออนปรอทได้สูงถึง 52 % ในขณะที่น้ำเสียที่มีพีเอชประมาณ 7.0 ฟางข้าวสามารถที่จะกำจัดไอออนปรอทได้ต่ำกว่าน้ำเสียที่พีเอช 3.0 คือสามารถกำจัดได้เพียงประมาณ 46 % ก็ตาม พบว่าที่พีเอชต่ำ ๆ ความเป็นกรดของน้ำเสียมีแนวโน้มในการทำลายสภาพของวัสดุที่ใช้ในการกำจัดไอออนทั้งสองซึ่งสังเกตุได้จากเมื่อลดพีเอชให้ต่ำกว่า 3.0 มีผลทำให้น้ำเสียหลังจากที่เขย่าวัสดุดังกล่าวเกิดเป็นสี ซึ่งสีดังกล่าวเกิดจากสีที่มีอยู่ตามธรรมชาติของวัสดุจากการเกษตรที่ใช้นั้น ๆ ซึ่งจุดนี้เองจึงเกิดเป็นอุปสรรค์อย่างยิ่งต่อการสังเกตุจุดยุติเมื่อหาปริมาณไอออนที่เหลือ นอกเหนือจากนั้นการปรับพีเอชของน้ำเสียให้ลงต่ำลงถึงประมาณ 1 - 3 จะใช้ปริมาตรกรดจำนวนมากเมื่อเทียบกับการปรับน้ำเสียให้มีพีเอชประมาณ 7.0 จะใช้กรดหรือด่างในปริมาณที่น้อยกว่ามาก ส่วนการเพิ่มให้มากกว่า 7.5 พบว่า การปรับน้ำเสียให้มีพีเอชดังกล่าวจะทำให้เกิดการตกตะกอนสีขาวขุ่น ดังนั้นการออกแบบการทดลองจึงหลีกเลี่ยงที่พีเอชสูง ๆ

4.5 <u>การศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมของการกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์</u>

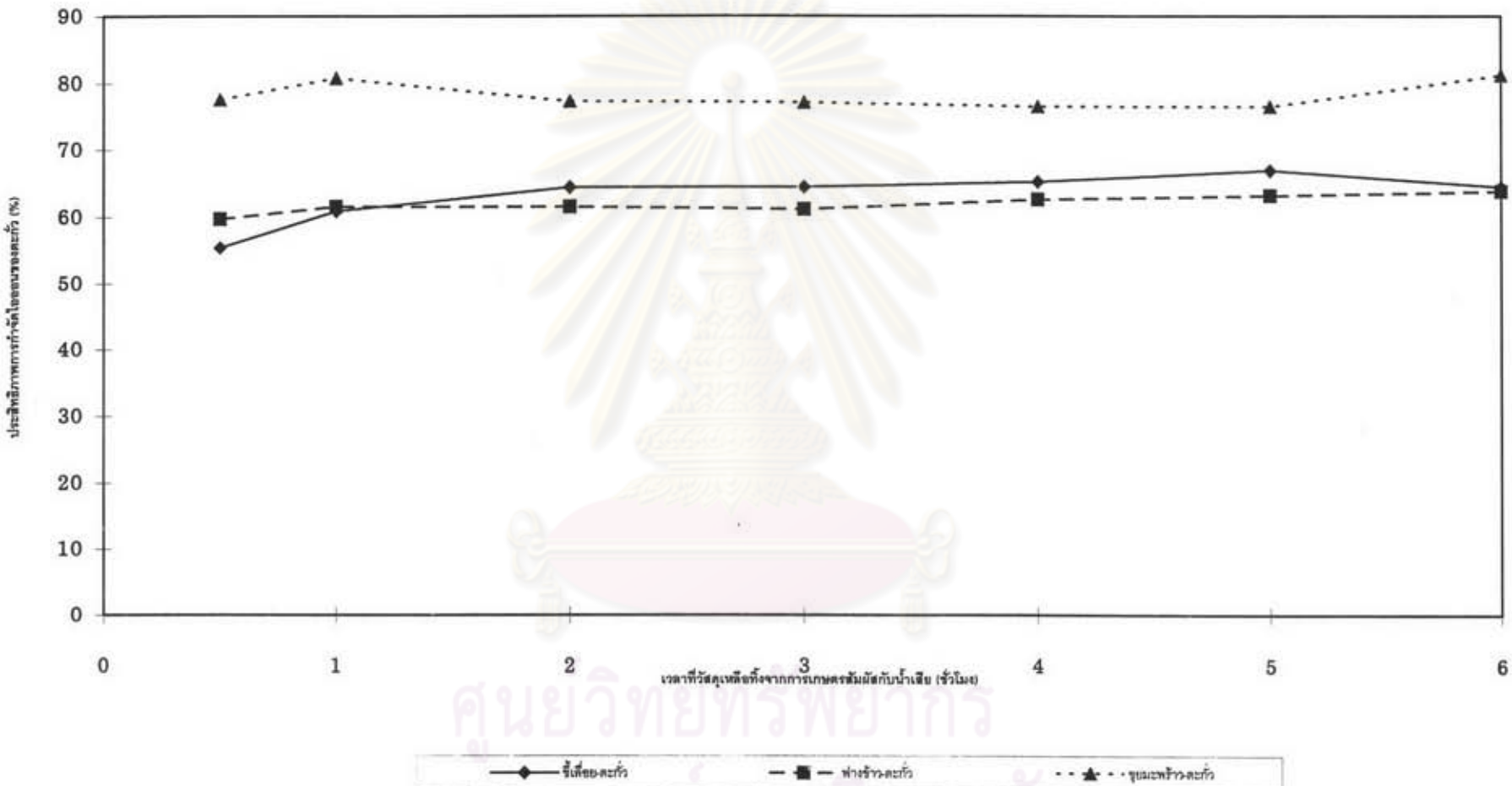
จากตารางที่ 9 และรูปที่ 9 แสดงประสิทธิภาพในการกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ภายใต้เงื่อนไขที่ศึกษาในเบื้องต้น คือ น้ำเสียที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของไอออนตะกั่วเป็น 2.5330 มิลลิกรัม/50 มิลลิลิตร (50 ส่วนในล้านส่วน) พีเอชของน้ำเสีย 6.5 ปริมาณของขี้เลื่อยฟางข้าวและขุยมะพร้าวเป็น 0.20 กรัม และเวลาที่วัสดุทั้ง 3 ชนิดสัมผัสอยู่กับน้ำเสียที่มีไอออนตะกั่วเป็นองค์ประกอบดังกล่าวเป็นเวลาตั้งแต่ 0.5 ชั่วโมง-6.0 ชั่วโมง พบว่า

ตารางที่ 9 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ที่ความเข้มข้น 50 ส่วนในล้านส่วน พีเอช 6.5 ด้วยการใช้ขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าว ปริมาณ 0.20 กรัม ที่เวลาต่าง ๆ

เวลา (ชั่วโมง)	ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของตะกั่วด้วยวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร		
	ขี้เลื่อย	ฟางข้าว	ขุยมะพร้าว
0.5	55.42	59.72	77.55
1	60.88	61.56	80.78
2	64.42	61.55	77.3
3	64.42	61.14	77.1
4	65.23	62.58	76.49
5	66.87	63.19	76.49
6	64.42	63.81	81.19

ตารางที่ 10 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์ที่ความเข้มข้น 50 ส่วนในล้านส่วน พีเอช 7.0 ด้วยการใช้ขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าว ปริมาณ 0.20 กรัม ที่เวลาต่าง ๆ

เวลา (ชั่วโมง)	ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของตะกั่วด้วยวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร		
	ขี้เลื่อย	ฟางข้าว	ขุยมะพร้าว
0.5	48.84	49.81	65.37
1	59.34	54.09	78.99
2	60.51	54.48	78.6
3	62.63	61.48	80.93
4	64.01	58.57	81.91
5	63.04	65.37	82.69
6	65.37	70.34	81.91



รูปที่ 9 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ที่ความเข้มข้น 50 ส่วนในล้านส่วน พีเอช 6.5 และปริมาณวัสดุของวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร 0.20 กรัมที่เวลาต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.5.1 ขุยมะพร้าวมีความสามารถในการกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียได้สูงสุดคือประมาณ 76-81 % เมื่อเปรียบเทียบกับขี้เลื่อยและฟางข้าว โดยที่ขี้เลื่อยสามารถที่จะกำจัดได้ประมาณ 55-66 % และฟางข้าวสามารถที่จะกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียดังกล่าวได้ประมาณ 59-63 %

4.5.2 เวลาที่ทำให้การกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียได้สูงสุดของขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าว คือ ที่เวลา 5 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง และ 6 ชั่วโมง โดยกำจัดได้ประมาณ 66 % 63 % และ 81 % ตามลำดับ

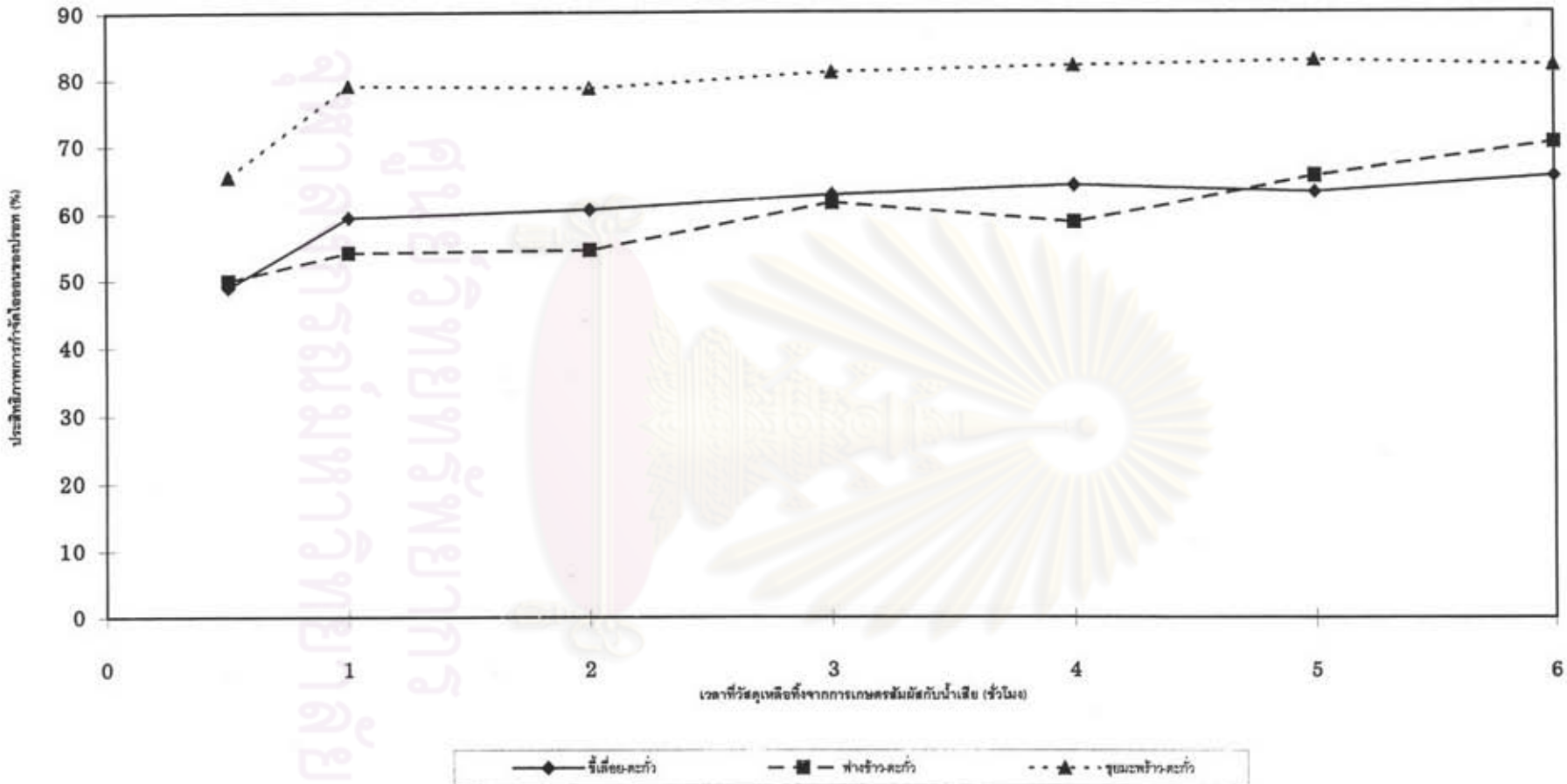
4.5.3 ช่วงเวลา 1 ชั่วโมงแรกฟางข้าวมีความสามารถกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียได้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าขี้เลื่อย แต่ที่เวลาที่มากกว่า 1 ชั่วโมง ขี้เลื่อยกลับมีความสามารถในการกำจัดไอออนตะกั่วได้ดีกว่าฟางข้าว

4.5.4 เวลาที่สัมผัสกับน้ำเสียที่มีความเหมาะสมสำหรับการกำจัดไอออนตะกั่วของขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าวอยู่ที่ประมาณ 1 ชั่วโมง ซึ่งสามารถกำจัดไอออนตะกั่วได้เกิน 50 % คือประมาณ 60 % 61 % และ 80 % สำหรับขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าวตามลำดับถึงแม้เวลาที่ทำให้การกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำดังกล่าวประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่ 5 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง และ 6 ชั่วโมงตามลำดับก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาเวลาซึ่งมีความแตกต่างกันถึง 4-5 ชั่วโมง ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบที่เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าวมีความสามารถในการกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพถึงแม้ประสิทธิภาพในการกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียได้ต่ำกว่าที่เวลา 5 ชั่วโมง-6 ชั่วโมงก็ตาม

4.6 การศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมของการกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์

จากตารางที่ 10 และรูปที่ 10 แสดงประสิทธิภาพในการกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์ ภายใต้เงื่อนไขของการศึกษาเบื้องต้น คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของน้ำเสียที่มีไอออนปรอทเป็นองค์ประกอบเป็น 2.5776 มิลลิกรัม/50 มิลลิลิตร (50 ส่วนในล้านส่วน) พีเอชของน้ำเสียดังกล่าวเป็น 7.0 และเวลาที่วัสดุทั้งสามสัมผัสอยู่กับน้ำเสียที่มีไอออนดังกล่าวเป็นเวลาต่าง ๆ และเปรียบเทียบเวลาต่าง ๆ เหล่านั้นกับประสิทธิภาพการกำจัดไอออนปรอท พบว่า

4.6.1 ขุยมะพร้าวมีความสามารถสูงสุดในการกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสีย โดยสามารถกำจัดไอออนดังกล่าวได้ประมาณ 65-82 % เมื่อเปรียบเทียบกับขี้เลื่อย และฟางข้าว โดย



รูปที่ 10 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์ที่ความเข้มข้น 50 ส่วนในล้านส่วน พีเอช 7.0 และปริมาณวัสดุของวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร 0.20 กรัม ที่เวลาต่าง ๆ

ขี้เลื่อยมีความสามารถในการกำจัดไอออนปรอทได้ประมาณ 48-65 % ส่วนฟางข้าวมีความสามารถในการกำจัดไอออนปรอทได้ประมาณ 49-70 %

4.6.2 เวลาที่ทำให้ขี้เลื่อยและฟางข้าวสัมผัสกับน้ำเสียและสามารถที่กำจัดไอออนปรอทได้สูงสุดอยู่ที่ 6 ชั่วโมง ส่วนเวลาที่ขุยมะพร้าวสัมผัสกับน้ำเสียที่มีไอออนปรอทและให้ประสิทธิภาพสูงสุดคืออยู่ที่เวลา 5 ชั่วโมง โดยสามารถกำจัดได้เป็น 65 % 70 % และ82 % ตามลำดับ

4.6.3 ช่วงเวลาประมาณ 0.5 ชั่วโมง-5 ชั่วโมง ขี้เลื่อยมีความสามารถในการกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพดีกว่าฟางข้าว แต่หลังจากเพิ่มเวลาที่สัมผัสกับน้ำเสียที่มีไอออนปรอทอยู่อยู่มากกว่า 5 ชั่วโมง พบว่าฟางข้าวกลับมีความสามารถในการกำจัดไอออนปรอทได้ดีกว่าขี้เลื่อย

4.6.4 เวลาที่ขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าว สัมผัสกับน้ำเสียในสภาวะและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่มีความเหมาะสมสำหรับการกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสียอยู่ที่เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง พบว่าขี้เลื่อยสามารถกำจัดไอออนปรอทได้ถึง 62 % ฟางข้าวกำจัดได้ 61 % และขุยมะพร้าวสามารถที่จะกำจัดไอออนปรอทในน้ำเสียได้ถึงประมาณ 80 % ซึ่งแตกต่างจากเวลาที่ประมาณ 5-6 ชั่วโมง แต่ความเหมาะสมทางด้านเวลาที่ 3 ชั่วโมงของการสัมผัสน้ำเสียของขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าวมีความเหมาะสมกว่าช่วงเวลา 5 - 6 ชั่วโมง เนื่องจากเวลาที่ยาวนานเกินสำหรับการบำบัด

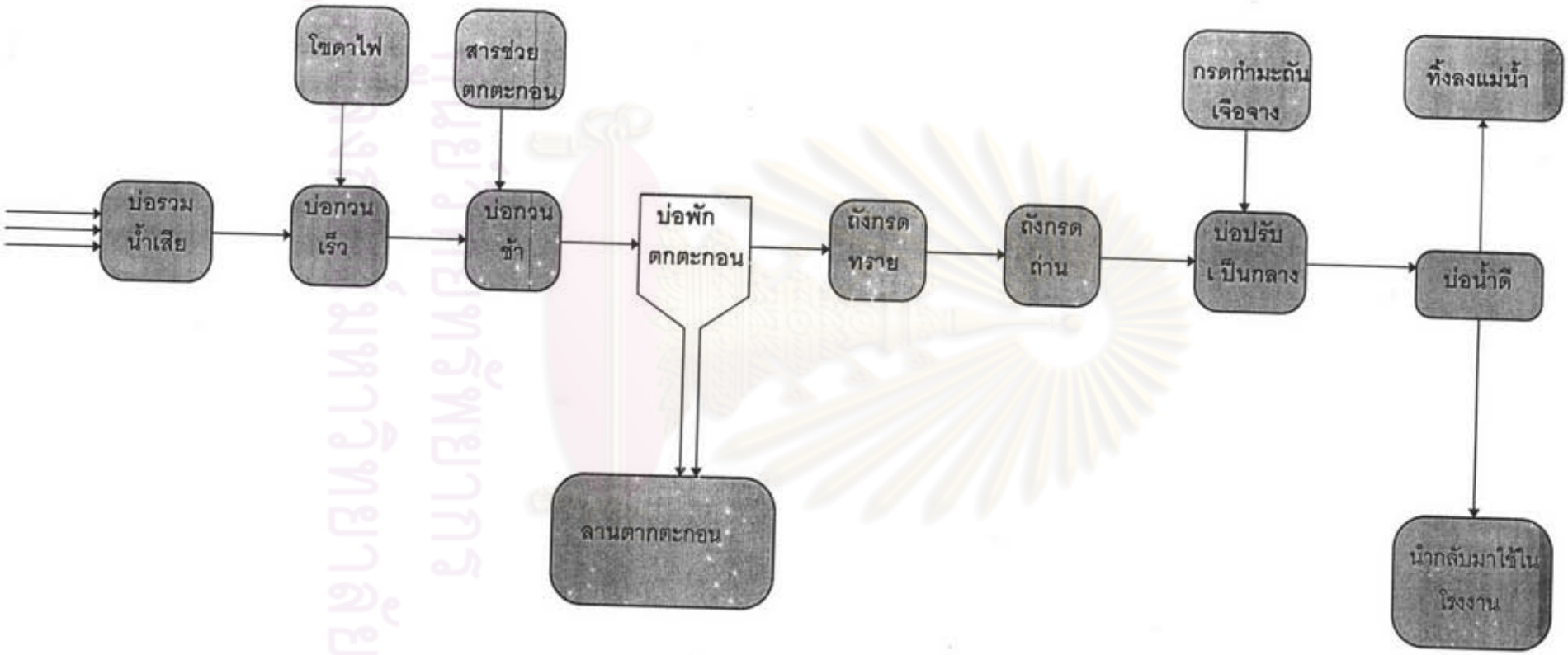
4.7การศึกษาการกำจัดไอออนของตะกั่วจากการโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร

จากรูปที่ 11 เป็นแผนผังการบำบัดน้ำเสียในโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร พบว่าน้ำเสียที่ถูกปล่อยเพื่อการบำบัดมีอยู่ 3 ตำแหน่ง ได้แก่

1.ตำแหน่งที่เรียกว่า ละเลง เป็นตำแหน่งที่มีความเข้มข้นของไอออนของตะกั่วสูงสุดของโรงงาน ซึ่งมีความเข้มข้นประมาณ 2.5 ส่วนในล้านส่วน

2.ตำแหน่งที่เป็นบ่อพักรวม เป็นตำแหน่งที่มีการรวมน้ำทิ้งที่มาจากตำแหน่งละเลง รวมกับน้ำที่มาจากกิจกรรมอื่น ๆ ภายในโรงงาน ซึ่งมีความเข้มข้นประมาณ 0.73 ส่วนในล้านส่วน

3.ตำแหน่งที่มีการบำบัดไอออนของตะกั่วออกแล้วและเป็นตำแหน่งที่รอการปรับสภาพให้เป็นกลางก่อนปล่อยออกสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ



รูปที่ 11 แผนผังแสดงบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตแบตเตอรี่

ตารางที่ 11 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนตะกั่วในน้ำเสียจากหน้าโรงงานผลิตแบตเตอรี่ในตำแหน่งละเลงเข้มข้น 184 ส่วนในล้านส่วน พีเอช 6.5 ด้วยของเหลือจากการเกษตร 0.80 กรัม ที่เวลา 1 3 และ 6 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของตะกั่วที่เวลาต่าง ๆ		
	ขี้เลื่อย	ฟางข้าว	ขุยมะพร้าว
1	10.31	12.48	28.07
3	12.38	14.51	25.2
6	14.74	15.98	27.45

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของตะกั่วจากบ่อพักรวมของโรงงานผลิตแบตเตอรี่ มีความเข้มข้น 0.73 ส่วนในล้านส่วน พีเอช 6.5 ปริมาณวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร 0.8 กรัม และ 0.20 กรัม ที่เวลา 1 ชั่วโมง

น้ำหนัก(กรัม)	ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของตะกั่วที่น้ำหนัก 0.8 และ 0.20 กรัม								
	ขี้เลื่อย			ฟางข้าว			ขุยมะพร้าว		
	ตะกั่ว 1	ตะกั่ว 2	เฉลี่ย	ตะกั่ว 1	ตะกั่ว 2	เฉลี่ย	ตะกั่ว 1	ตะกั่ว 2	เฉลี่ย
0.8	0.197	0.203	0.2	0.235	0.242	0.239	0.118	0.101	0.11
0.2	0.132	0.138	0.135	0.077	0.072	0.075	0.174	0.183	0.178

ตารางที่ 13 ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของตะกั่วจากบ่อที่มีการบำบัดด้วยด่างแล้ว ซึ่งมีความเข้มข้น 0.35 ส่วนในล้านส่วน พีเอช 6.5 ปริมาณวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร 0.80 กรัม และ 0.2 กรัม ที่เวลา 1 ชั่วโมง

น้ำหนัก(กรัม)	ประสิทธิภาพการกำจัดไอออนของปรอทที่น้ำหนัก 0.80 และ 0.2 กรัม								
	ขี้เลื่อย			ฟางข้าว			ขุยมะพร้าว		
	ตะกั่ว 1	ตะกั่ว 2	เฉลี่ย	ตะกั่ว 1	ตะกั่ว 2	เฉลี่ย	ตะกั่ว 1	ตะกั่ว 2	เฉลี่ย
0.8	0.054	0.011	0.033	0.052	0.049	0.051	0.205	0.246	0.226
0.2	0.019	0.075	0.047	0.037	0.02	0.029	0.065	0.09	0.078

ผลจากการศึกษาการกำจัดไอออนของตะกั่วในน้ำเสียที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแบตเตอรี่ ด้วยการใช้ขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าว พบว่า

4.7.1 ในตำแหน่งที่มีความเข้มข้นของไอออนของตะกั่วสูง ๆ (ตำแหน่งละเลง) ความเข้มข้นเริ่มต้นประมาณ 2.5 ส่วนในล้านส่วน โดยศึกษาเปรียบเทียบวัสดุเหลือทิ้งจากกการเกษตรทั้ง 3 ชนิด และเลือกศึกษาที่เวลา 1 3 และ 6 ชั่วโมง วิเคราะห์หาปริมาณด้วยการใช้ AA แต่จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการไตเตรตแบบย้อนกลับด้วยอีดีทีเอ ซึ่งแสดงผลจากการตารางที่ 11 พบว่า ความเข้มข้นเริ่มต้นของไอออนของตะกั่วเป็น 184 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งแตกต่างกับวิธีการวิเคราะห์ด้วยวิธี AA มาก ดังตารางที่ 6 พบว่า ขุยมะพร้าวมีความสามารถในการกำจัดไอออนของตะกั่วได้ดีกว่าขี้เลื่อย และฟางข้าว โดยประสิทธิภาพในการกำจัดอยู่ที่ร้อยละ 28 ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ว่าในน้ำเสียจากการโรงงานผลิตแบตเตอรี่อาจจะมีการปนเปื้อนของโลหะชนิดอื่น ๆ จึงมีผลทำให้การกำจัดไอออนของตะกั่วมีค่าต่ำกว่าเป็นจริง เนื่องจากโลหะชนิดดังกล่าวอาจจะมีความสามารถที่จะถูกกำจัดออกได้ดีกว่าไอออนของตะกั่ว

4.7.2 ส่วนการกำจัดไอออนของตะกั่วออกจากน้ำเสียก่อนที่มีการบำบัดด้วยสารเคมีและหลังการบำบัด ด้วยการใช้ขี้เลื่อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าว ที่ปริมาณ 0.20 กรัม และ 0.80 กรัม ซึ่งแสดงดังตารางที่ 12 และตารางที่ 13 พบว่า วัสดุทั้ง 3 ชนิดมีความสามารถที่จะกำจัดไอออนของตะกั่วได้อย่างมีประสิทธิภาพดีมาก โดยสามารถที่จะกำจัดไอออนดังกล่าวออกจากน้ำเสียได้ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือต่ำกว่า 0.02 ส่วนในล้านส่วน

ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรจึงมีความเป็นไปได้สูงในการกำจัดไอออนของตะกั่วในน้ำเสียจากการโรงงานผลิตแบตเตอรี่ เนื่องจากวัสดุดังกล่าวมีความเหมาะสมที่จะบำบัดไอออนของตะกั่วได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย