



ผลการทดลอง

ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของผักตบชวาในการกำจัดโลหะหนัก : แคลเซียม
ทองแดง และตะกั่ว แสดงไว้ในตารางที่ 3.1- 3.9 และรูปที่ 3.1-3.25

3.1 ผลของความเข้มข้นของโลหะหนักแต่ละชนิด : แคลเซียม ทองแดง และตะกั่ว
ต่อการเจริญเติบโตของผักตบชวากลุ่มต่าง ๆ ในช่วงเวลา 3 สัปดาห์

ตารางที่ 3.1 แสดงผลเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักตบชวา 4 กลุ่มที่
เลี้ยงในสารละลายที่มีปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักต่างกัน

ผลของการเลี้ยงผักตบชวาในอ่างทดลองที่มีปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียม
หรือทองแดง หรือตะกั่ว 0.50 ppm., 1.00 ppm., 3.00 ppm. และ 5.00 ppm. เป็นเวลา
3 สัปดาห์พบว่า ในสารละลายแคลเซียมผักตบชวากลุ่มสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนัก
ได้ในสารละลายที่มีปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียม 0.50 ppm. แต่ผักตบชวากลุ่มใดก็สามารถ
เจริญเติบโตและมีน้ำหนักลดลงเมื่อถูกเลี้ยงในสารละลายแคลเซียมที่มีปริมาณความเข้มข้น 1.00
ppm. และบางกลุ่มตายในปริมาณความเข้มข้น 3.00 ppm. และทุกกลุ่มตายในปริมาณความเข้มข้น
5.00 ppm.

ในสารละลายทองแดงพบว่า ผักตบชวากลุ่มสามารถเจริญเติบโตและเพิ่ม
น้ำหนักได้ในสารละลายที่มีปริมาณความเข้มข้นของทองแดง 0.50 ppm., 1.00 ppm. และ
3.00 ppm. แต่ผักตบชวากลุ่มไม่สามารถเจริญเติบโตและมีน้ำหนักลดลงเมื่อถูกเลี้ยงใน
สารละลายทองแดงที่มีปริมาณความเข้มข้น 5.00 ppm.

สำหรับสารละลายตะกั่ว พบว่า ผักตบชวากลุ่มสามารถเจริญเติบโตและเพิ่ม
น้ำหนักได้ทุกขนาดความเข้มข้นของสารละลายตะกั่ว

จากผลการทดลองนี้แสดงว่าความเข้มข้นสูงสุดของโลหะหนักแต่ละชนิด :
แคลเซียม ทองแดง และตะกั่วที่ผักตบชวากลุ่มสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้เมื่อครบ
เวลา 3 สัปดาห์ คือ 0.50 ppm., 3.00 ppm. และ > 5.00 ppm. ตามลำดับ

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบการเจริญเติบโต (การเพิ่มน้ำหนัก) ระหว่างกลุ่มสัตว์ทดลองเมื่อเลี้ยงในสารละลายโลหะหนักที่ความเข้มข้นต่างกัน

โลหะหนัก	น.น. เบื้องต้น (กรัม) (Biomass 300 กรัม)	การเพิ่ม น.น. สัตว์ทดลองในสารละลายโลหะหนัก											
		0.50 ppm.		1.00 ppm.		3.00 ppm.		5.00 ppm.		0.00 ppm.			
		การเพิ่ม น.น.	%การเพิ่ม น.น.	การเพิ่ม น.น.	%การเพิ่ม น.น.	การเพิ่ม น.น.	%การเพิ่ม น.น.	การเพิ่ม น.น.	%การเพิ่ม น.น.	การเพิ่ม น.น.	%การเพิ่ม น.น.		
ตะกั่ว (Pb)	5-15	78.85	26.28	66.53	22.18	77.41	25.80	75.43	25.14	171.11	57.04	0.00	0.00
	20-42	129.98	43.33	111.14	37.05	103.21	34.40	101.80	33.93	187.81	62.60	187.81	62.60
	48-65	142.23	47.41	131.18	43.73	120.98	40.33	116.86	39.62	201.01	67.00	201.01	67.00
	79-98	195.08	65.03	179.91	59.97	155.45	51.82	165.92	55.21	240.08	30.02	240.08	30.02
แคดเมียม (Cd)	5-15	43.21	14.40	-38.78	-12.93	-	-	-	-	168.20	56.07	168.20	56.07
	20-42	64.98	21.66	-1.61	-0.54	-	-	-	-	185.44	61.81	185.44	61.81
	48-65	83.23	27.74	3.05	1.02	-34.90	-11.63	-	-	200.10	66.70	200.10	66.70
	79-98	95.51	31.84	15.47	5.16	-1.69	-0.56	-	-	231.45	77.15	231.45	77.15
ทองแดง (Cu)	5-15	74.42	24.81	55.31	18.44	50.48	16.83	-34.36	-11.45	178.88	59.63	178.88	59.63
	20-42	108.86	36.29	73.39	24.46	67.41	22.47	-8.57	-2.86	194.44	64.81	194.44	64.81
	48-65	141.11	47.04	100.01	33.34	93.33	31.11	1.01	0.34	208.05	69.35	208.05	69.35
	79-98	198.85	66.28	130.02	43.34	128.82	42.94	15.82	5.27	242.21	80.74	242.21	80.74

หมายเหตุ - = ตาย

3.2 แสดงผลเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด อัตราการดูดซับโลหะหนักแต่ละชนิด แคลเซียม ทองแดง และตะกั่ว และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มีความหนาแน่นในรูปน้ำหนักต่อพื้นที่ (Biomass) เท่ากัน

จากตารางที่ 3.2 และรูปที่ 3.1, 3.2 และ 3.3 แสดงผลการเปรียบเทียบการกำจัดอัตราการดูดซับ แคลเซียมและการเพิ่มน้ำหนักระหว่างกลุ่มผักตบชวาโดยแต่ละกลุ่มมี Biomass เท่ากัน พบว่า สิ้นสปีดคาที่หนึ่งกลุ่มผักตบชวาที่มีน้ำหนักเปียกต่อต้น 5-15 กรัม, 20-42 กรัม, 48-65 กรัม และ 79-98 กรัม สามารถกำจัดปริมาณแคลเซียมได้ 50.00, 66.00, 66.00 และ 64.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับสามารถดูดซับปริมาณแคลเซียมได้ 0.21, 0.30, 0.31, และ 0.33 มิลลิกรัมของแคลเซียมต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง โดยสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ 3.59, 8.87, 11.07 และ 9.39 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

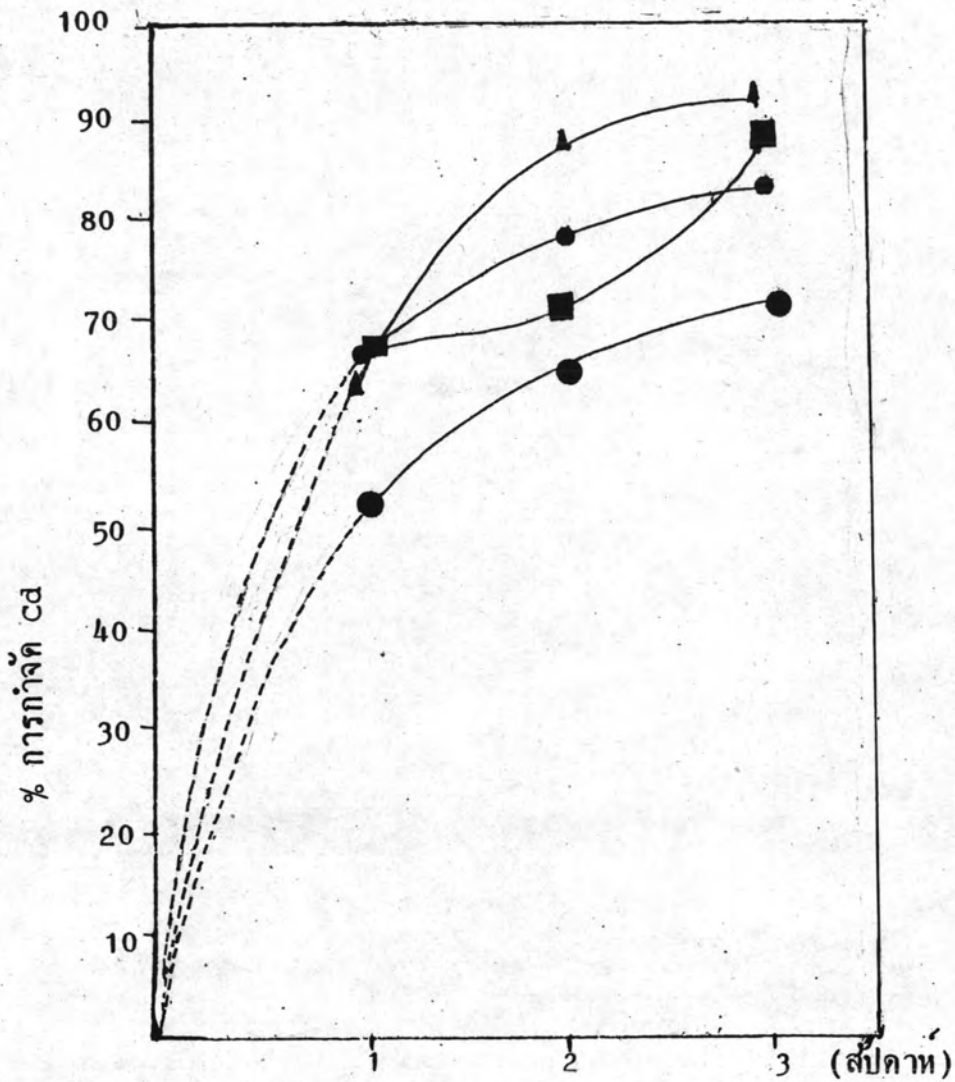
เมื่อสิ้นสปีดคาที่สองสามารถกำจัดปริมาณแคลเซียมได้ 62.00, 76.00, 70.00 และ 87.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับสามารถดูดซับปริมาณแคลเซียมได้ 0.27, 0.38, 0.34 และ 0.46 มิลลิกรัมของแคลเซียมต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง โดยสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ 11.88, 15.08, 14.57 และ 17.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผักตบชวาสามารถกำจัดปริมาณแคลเซียมเมื่อสิ้นสปีดคาที่สามได้ 70.00, 82.00, 85.00 และ 90.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถดูดซับปริมาณแคลเซียมได้ 0.34, 0.44, 0.46 และ 0.51 มิลลิกรัมของแคลเซียมต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง โดยสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ 19.63, 26.84, 33.96 และ 37.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากตารางที่ 3.3 และรูปที่ 3.4, 3.5 และ 3.6 แสดงผลการเปรียบเทียบการกำจัด อัตราการดูดซับปริมาณทองแดงและการเพิ่มน้ำหนักระหว่างกลุ่มผักตบชวาโดยแต่ละกลุ่มมี Biomass เท่ากัน พบว่า สิ้นสปีดคาที่หนึ่งกลุ่มผักตบชวาที่มีน้ำหนักเปียกต่อต้น 5-15 กรัม, 20-42 กรัม, 48-65 กรัม และ 79-98 กรัม สามารถกำจัดปริมาณทองแดงได้ 25.00, 43.33, และ 49.67 และ 77.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถดูดซับปริมาณทองแดงได้ 0.56, 0.86, 1.17 และ 1.94 มิลลิกรัมของทองแดงต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง โดยสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ 6.18, 11.14, 14.08 และ 13.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

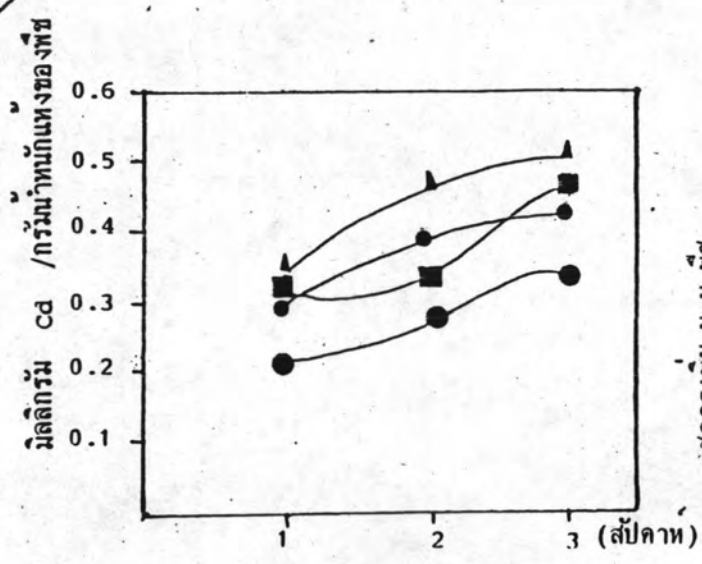
ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัดคาร์บอนการดูดซับ แคดเมียม (Cd) และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักของกลุ่ม
 ผักตบชวาที่มี Biomass เท่ากันในสารละลายแคดเมียม (Cd) ต่อกัน 0.50ppm. ระยะเวลา 1-3 สัปดาห์

น.น. เบี่ยงผักตบชวาตอน (กรัม) (Biomass 300 กรัม)	ระยะเวลา (สัปดาห์)	ผักตบชวา				สารละลาย		
		น.น. เบี่ยง (กรัม)	น.น.แห้ง (กรัม)	% การเพิ่ม น.น.	ปริมาณ Cd ที่ถูกดูดซับ (มิลลิกรัม Cd/กรัม น.น.ที่ขยแห้ง)	คพคุม	ตัวอย่าง	% การกำจัด
5-15	1	310.78	16.43	3.59	0.21	0.48	0.25	50.00
	2	335.65	17.78	11.88	0.27	0.44	0.19	62.00
	3	358.90	19.02	19.63	0.34	0.43	0.15	70.00
20-42	1	326.60	17.31	8.87	0.30	0.48	0.17	66.00
	2	345.25	18.29	15.08	0.38	0.44	0.12	76.00
	3	380.51	20.17	26.84	0.44	0.43	0.09	82.00
48-65	1	333.21	17.66	11.07	0.31	0.48	0.17	66.00
	2	343.71	18.22	14.57	0.34	0.44	0.15	70.00
	3	401.88	21.30	33.96	0.46	0.43	0.075	85.00
79-98	1	328.18	17.39	9.39	0.33	0.48	0.18	64.00
	2	351.19	18.61	17.06	0.46	0.44	0.065	87.00
	3	413.32	23.50	37.77	0.51	0.43	0.048	90.40

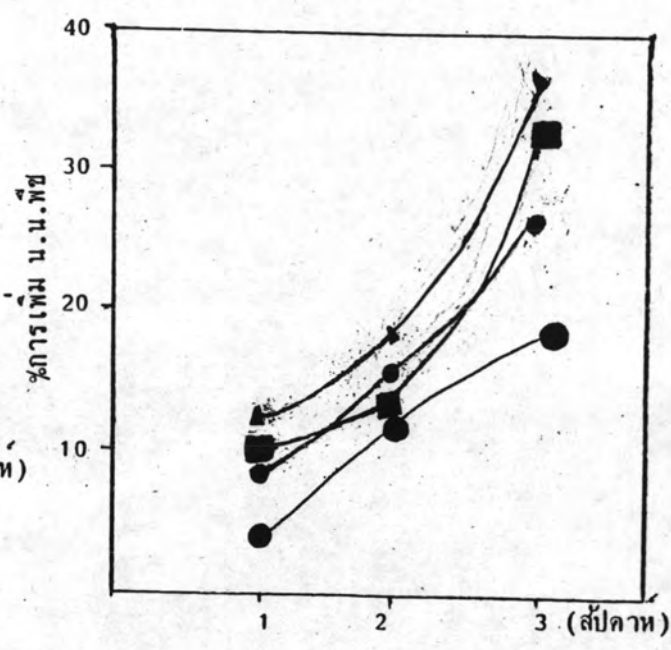


รูปที่ 3.1 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด Cd ระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มีขนาด น้ำหนักต่อ ต้นต่างกัน

- กลุ่มผักตบชวาที่มี น.น. ต่อต้นเท่ากับ 5-15 กรัม
- กลุ่มผักตบชวาที่มี น.น. ต่อต้นเท่ากับ 20-42 กรัม
- กลุ่มผักตบชวาที่มี น.น. ต่อต้นเท่ากับ 48-65 กรัม
- ▲—▲ กลุ่มผักตบชวาที่มี น.น. ต่อต้นเท่ากับ 79-98 กรัม



รูปที่ 3.2 เปรียบเทียบอัตราการดูดซับ Cd ระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มีขนาดน้ำหนัก: ตย. ต่างกัน

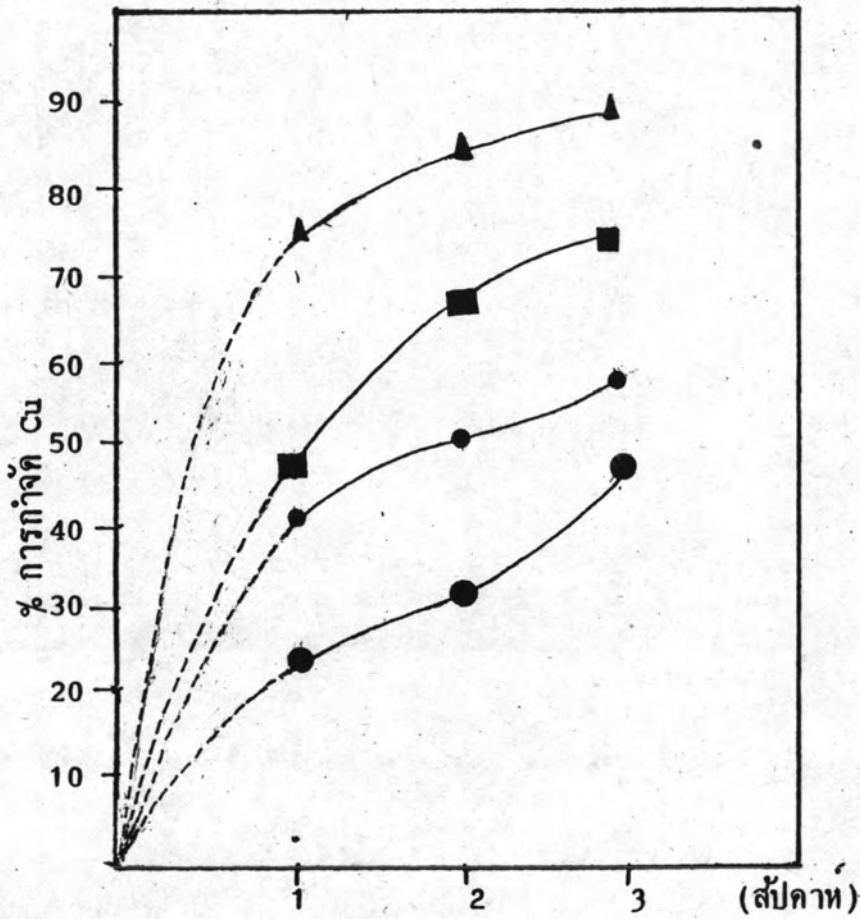


รูปที่ 3.3 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มีขนาดน้ำหนัก: ตย. ต่างกัน

- กลุ่มผักตบชวาที่มี น.บ. ตย. ตันเท่ากับ 5-15 กรัม
- กลุ่มผักตบชวาที่มี น.บ. ตย. ตันเท่ากับ 20-42 กรัม
- กลุ่มผักตบชวาที่มี น.บ. ตย. ตันเท่ากับ 48-65 กรัม
- ▲—▲ กลุ่มผักตบชวาที่มี น.บ. ตย. ตันเท่ากับ 79-98 กรัม

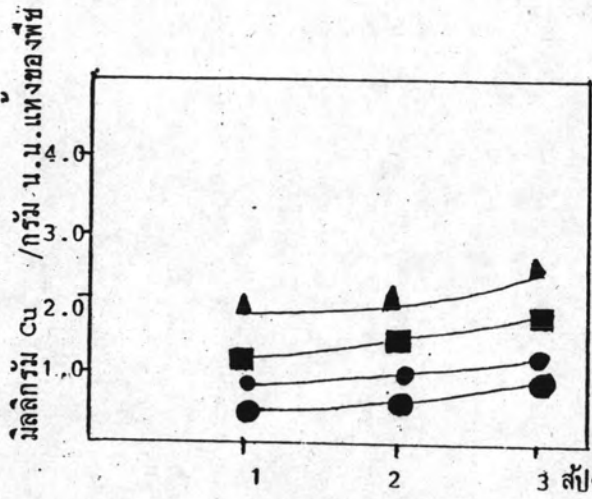
ตารางที่ 3.3. เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด อัตราการดูดซับของแคง (Cu) และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักของกลุ่มผักที่มี Biomass เท่ากันในสารละลายของแคง (Cu) ตั้งต้น 3.00 ppm. ระยะเวลา 1-3 สัปดาห์

น.บ. เบียคผัก ชาวตอน (กรัม) (Biomass 300 กรัม)	ระยะเวลา (สัปดาห์)	ผักชวา				ปริมาณ Cu ที่ดูดซับ ขึ้น (มิลลิกรัม Cu / กรัม น.บ. เบียคชวา)	สารละลาย		
		น.บ. เบียค (กรัม)	น.บ. แห้ง (กรัม)	% การเพิ่ม น.บ.	ปริมาณโลหะหนักในสารละลาย (ppm.)				
					คอปเปอร์		ตัวอย่าง	% การกำจัด	
5-15	1	318.53	16.88	6.18	0.56	2.72	2.25	25.00	
	2	344.25	18.25	14.75	0.67	2.43	2.04	32.00	
	3	362.11	19.20	20.70	0.95	2.31	1.56	48.00	
20-42	1	333.41	17.67	11.14	0.86	2.72	1.70	43.33	
	2	358.13	18.98	19.38	1.00	2.43	1.45	51.67	
	3	388.44	20.59	29.48	1.22	2.31	1.21	59.67	
48-65	1	342.25	18.14	14.08	1.17	2.72	1.51	49.67	
	2	365.82	19.39	21.94	1.53	2.43	0.95	68.33	
	3	411.12	21.79	37.04	1.83	2.31	0.73	75.67	
79-98	1	340.32	18.04	13.44	1.94	2.72	0.67	77.67	
	2	381.11	20.20	27.04	2.04	2.43	0.45	85.00	
	3	420.02	22.26	40.00	2.49	2.31	0.29	90.33	

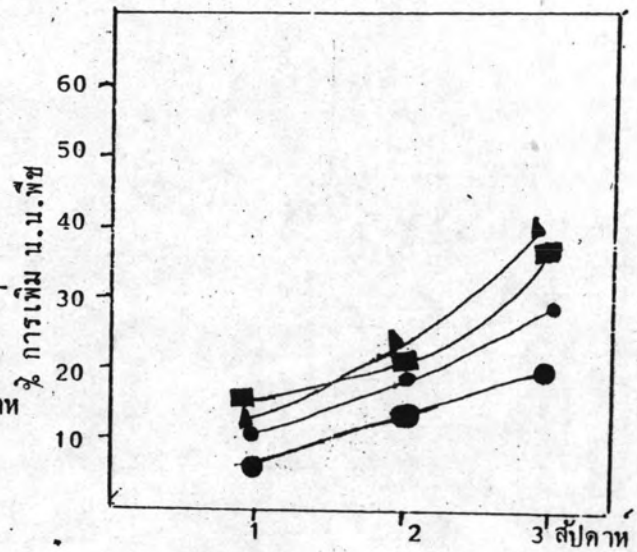


รูปที่ 3.4 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด Cu ระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มีขนาดน้ำหนัก ต่อ ต้นต่างกัน

- กลุ่มผักตบชวาที่มีขนาด น.น. ต่อ ต้นเท่ากับ 5-15 กรัม
- กลุ่มผักตบชวาที่มีขนาด น.น. ต่อ ต้นเท่ากับ 20-42 กรัม
- กลุ่มผักตบชวาที่มีขนาด น.น. ต่อ ต้นเท่ากับ 48-65 กรัม
- ▲—▲ กลุ่มผักตบชวาที่มีขนาด น.น. ต่อ ต้นเท่ากับ 79-98 กรัม



รูปที่ 3.5 เปรียบเทียบอัตราการดูดซับ Cu ระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มีขนาดน้ำหนัก ต่อกันต่างกัน



รูปที่ 3.6 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนัก ระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มีขนาดน้ำหนัก ต่อกันต่างกัน

- กลุ่มผักตบชวาที่มีขนาด น.บ. ต่อกัน 5-15 กรัม
- กลุ่มผักตบชวาที่มีขนาด น.บ. ต่อกัน 20-42 กรัม
- กลุ่มผักตบชวาที่มีขนาด น.บ. ต่อกัน 48-65 กรัม
- ▲—▲ กลุ่มผักตบชวาที่มีขนาด น.บ. ต่อกัน 79-98 กรัม

เมื่อสิ้นสัปดาห์ที่สองสามารถกำจัดปริมาณทองแดงได้ 32.00, 51.67, 68.33 และ 85.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถดูดซับปริมาณทองแดงได้ 0.67, 1.00, 1.53 และ 2.04 มิลลิกรัมของทองแดงต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง โดยสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ 14.75, 19.38, 21.94 และ 27.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผักตบชวาสามารถกำจัดปริมาณทองแดงเมื่อสิ้นสัปดาห์ที่สามได้ 48.00, 59.70, 75.70 และ 90.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสามารถดูดซับปริมาณทองแดงได้ 0.95, 1.22, 1.83 และ 2.49 มิลลิกรัมของทองแดงต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง โดยสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ 20.70, 29.48, 37.04 และ 40.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

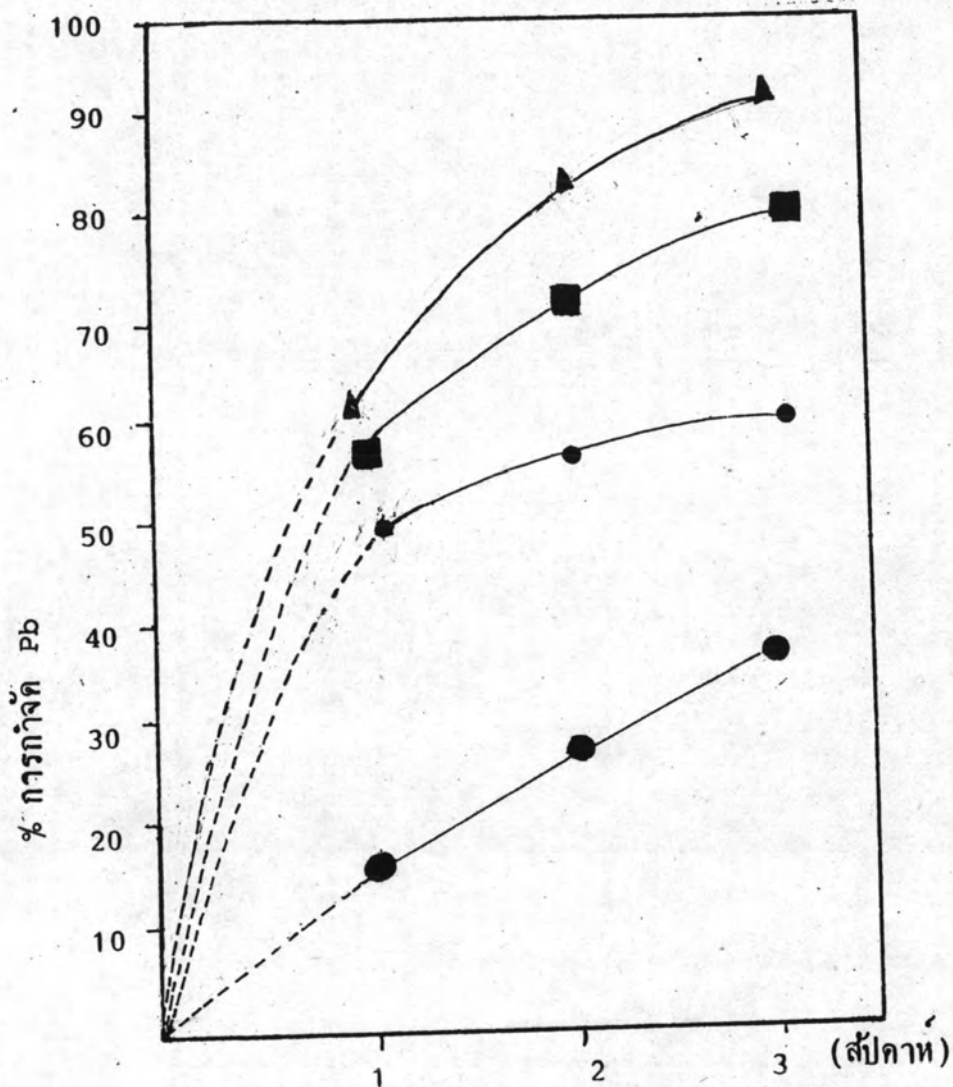
จากตารางที่ 3.4 และรูปที่ 3.7, 3.8 และ 3.9 แสดงผลการเปรียบเทียบการกำจัด อัตราการดูดซับปริมาณตะกั่วและการเพิ่มน้ำหนักระหว่างกลุ่มผักตบชวาโดยแต่ละกลุ่มมี (Biomass) เท่ากันพบว่า สิ้นสัปดาห์ที่หนึ่ง กลุ่มผักตบชวาที่มีน้ำหนักเปียกต่อต้น 5-15 กรัม, 20-42 กรัม, 48-65 กรัม และ 79-98 กรัม สามารถกำจัดปริมาณตะกั่ว ได้ 15.00, 49.20, 57.60 และ 59.60 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับสามารถดูดซับปริมาณตะกั่วได้ 0.29, 1.03, 1.50 และ 1.54 มิลลิกรัมของตะกั่วต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง โดยสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ 11.16, 18.07, 25.30 และ 26.74 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

เมื่อสิ้นสัปดาห์ที่สองสามารถกำจัดปริมาณตะกั่วได้ 27.80, 53.80, 71.60, และ 82.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถดูดซับปริมาณตะกั่วได้ 1.68, 1.45, 2.11 และ 2.76 มิลลิกรัมของตะกั่วต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้งโดยสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ 16.73, 27.91, 34.06 และ 42.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผักตบชวาสามารถกำจัดปริมาณตะกั่วเมื่อสิ้นสัปดาห์ที่สามได้ 36.00, 60.40, 80.40 และ 91.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสามารถดูดซับปริมาณตะกั่วได้ 0.91, 2.10, 2.34 และ 3.21 มิลลิกรัมของตะกั่วต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง โดยสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ 27.30, 34.31, 37.11 และ 51.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

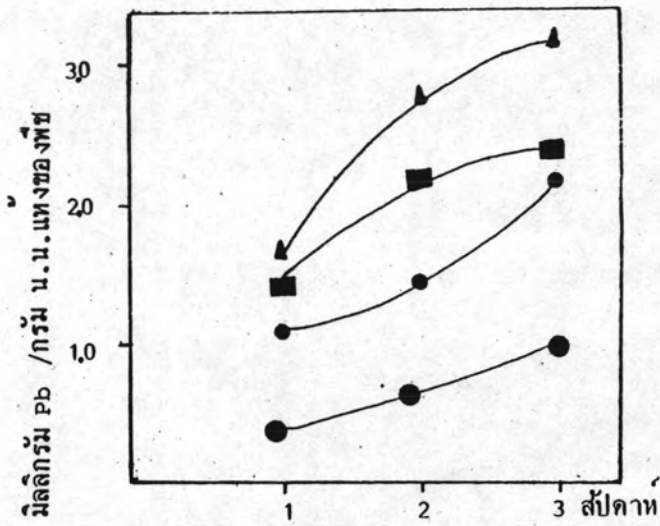
ตารางที่ 3.4 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด อัตราการดูดซับตะกั่ว (Pb) และเบรเซอร์เซียมการเพิ่มน้ำหนักของกล้ามเนื้อหมู่วัยหนุ่ม
Biomass เทกนัมในสารละลายตะกั่ว (Pb) ตั้งแต่ 5.00 ppm. ระยะเวลา 1-3 สัปดาห์

น.น. เบื้องต้น ชาวต่อต้น (กรัม) (Biomass 300 กรัม)	ระยะเวลา (สัปดาห์)	ผักตบชวา				สารละลาย		
		น.น. เบื้อง (กรัม)	น.น. แห้ง (กรัม)	% การเพิ่ม น.น.	ปริมาณ Pb ที่ถูกดูด ซับ (มิลลิกรัม Pb) กรัม น.น. ที่แห้ง	ปริมาณโลหะหนักในสารละลาย (ppm.)		% การกำจัด
						ความคุม	ตัวอย่าง	
5-15	1	333.49	17.67	11.16	0.29	4.70	4.25	15.00
	2	350.20	18.56	16.73	1.68	4.52	3.61	27.80
	3	381.11	20.20	27.30	0.91	4.28	3.20	36.00
20-42	1	354.22	18.77	18.07	1.03	4.70	2.54	49.20
	2	383.74	20.34	27.91	1.45	4.52	2.31	53.80
	3	402.93	21.36	34.31	2.10	4.28	1.98	60.40
48-65	1	357.90	19.92	25.30	1.50	4.70	2.12	57.60
	2	407.17	21.58	34.06	2.11	4.52	1.42	77.60
	3	411.32	21.80	37.11	2.34	4.28	0.98	80.40
79-98	1	380.21	19.92	26.74	1.54	4.70	2.02	59.60
	2	427.10	22.63	42.37	2.76	4.52	0.86	82.80
	3	453.26	24.02	51.08	3.21	4.28	0.44	91.20

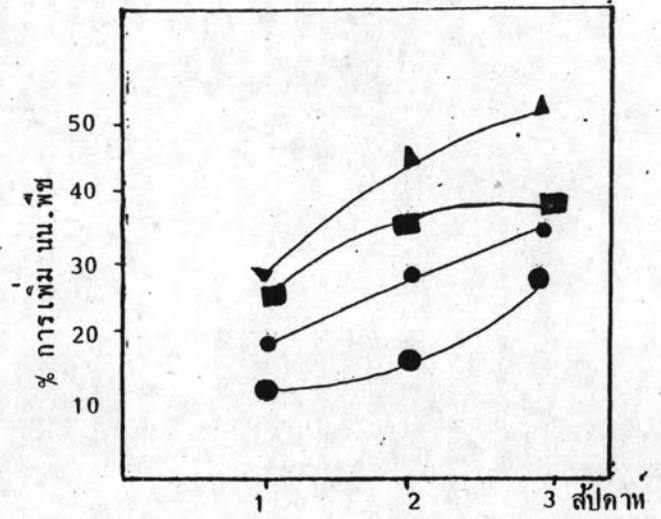


รูปที่ 3.7 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด Pb ระหว่างกลุ่มผักตบชวา ที่มีขนาดน้ำหนัก ต่อกันต่างกัน

- กลุ่มผักตบชวาที่มีขนาด น.น. ต่อกันเท่ากับ 5-15 กรัม
- กลุ่มผักตบชวาที่มีขนาด น.น. ต่อกันเท่ากับ 20-42 กรัม
- กลุ่มผักตบชวาที่มีขนาด น.น. ต่อกันเท่ากับ 48-65 กรัม
- ▲-▲ กลุ่มผักตบชวาที่มีขนาด น.น. ต่อกันเท่ากับ 79-98 กรัม



รูปที่ 3.8 เปรียบเทียบอัตราการดูดซับ Pb ระหว่างกลุ่ม ผักตบชวาที่มีขนาดน้ำหนัก ต่อกันต่างกัน



รูปที่ 3.9 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักแร่ธาตุ กลุ่มผักตบชวาที่มีขนาดน้ำหนัก ต่อกันต่างกัน

- กลุ่มผักตบชวาที่มีขนาด น.น. ต่อกัน 5-15 กรัม
- กลุ่มผักตบชวาที่มีขนาด น.น. ต่อกัน 20-42 กรัม
- กลุ่มผักตบชวาที่มีขนาด น.น. ต่อกัน 48-65 กรัม
- ▲—▲ กลุ่มผักตบชวาที่มีขนาด น.น. ต่อกัน 79-98 กรัม

3.3 ผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด อัตราการดูดซับโลหะหนักแต่ละชนิด: แคลเซียม ทองแดง และตะกั่ว และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มีความหนาแน่นในรูปน้ำหนักต่อพื้นที่ (Biomass) ต่างกัน

จากตารางที่ 3.5 และรูปที่ 3.10, 3.11 และ 3.12 แสดงผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด อัตราการดูดซับ และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass ต่างกัน พบว่า กลุ่มผักตบชวาที่มีความหนาแน่นในรูปน้ำหนักต่อพื้นที่ (Biomass) 300 กรัม, 400 กรัม และ 500 กรัม สามารถกำจัดปริมาณแคลเซียมเมื่อสิ้นสุดสัปดาห์แรกได้ 64.00, 72.00 และ 93.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสามารถดูดซับปริมาณแคลเซียมได้ 0.33, 0.33 และ 0.17 มิลลิกรัมของแคลเซียมต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง โดยสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ 9.39, 8.65 และ 9.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

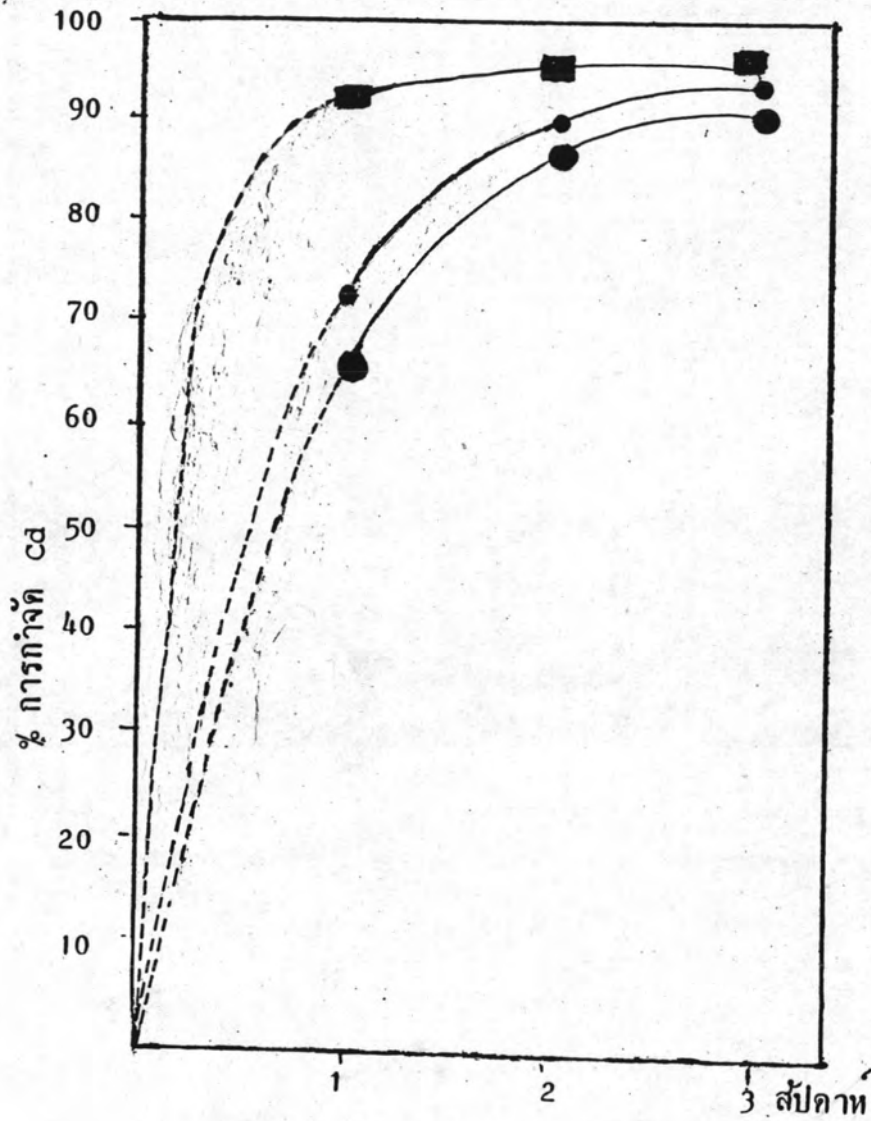
เมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่สองสามารถกำจัดปริมาณแคลเซียมได้ 87.00, 90.00 และ 93.80 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และสามารถดูดซับปริมาณแคลเซียมได้ 0.46, 0.39 และ 0.23 มิลลิกรัมของแคลเซียมต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง โดยสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ 17.06, 20.12 และ 39.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผักตบชวาสามารถกำจัดปริมาณแคลเซียมเมื่อครบเวลาสามสัปดาห์ได้ 90.40, 92.00 และ 95.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสามารถดูดซับปริมาณแคลเซียมได้ 0.51, 0.45 และ 0.27 มิลลิกรัมของแคลเซียมต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง โดยสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ 37.77, 47.20 และ 56.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากตารางที่ 3.6 และรูปที่ 3.13, 3.14 และ 3.15 แสดงผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด อัตราการดูดซับทองแดง 3.00 ppm. และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass ต่างกัน พบว่า กลุ่มผักตบชวาที่มีความหนาแน่นในรูปน้ำหนักต่อพื้นที่ (Biomass) 300 กรัม, 400 กรัม และ 500 กรัม สามารถกำจัดทองแดงเมื่อสิ้นสุดสัปดาห์แรกได้ 77.67, 82.67 และ 84.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสามารถดูดซับปริมาณทองแดงได้ 1.94, 1.77 และ 1.75 มิลลิกรัมของทองแดงต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง โดยสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ 16.31, 8.85 และ 11.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

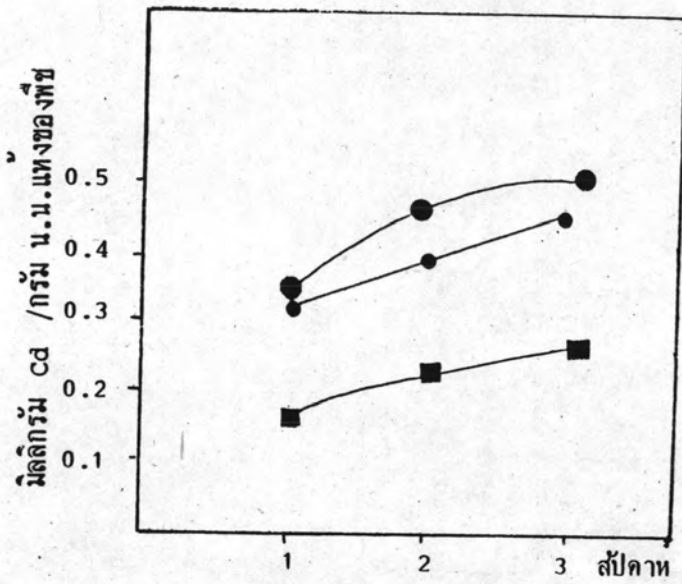
ตารางที่ 3-5 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด อัตราการดูดซับแคดเมียม (Cd) และเปอร์เซ็นต์การเริ่มนำหนักของกลุ่มพืชที่มี Biomass ต่างกันในสารละลายแคดเมียม (Cd) ต่อกัน 0.50 ppm. ระยะเวลา 1-3 สัปดาห์

ความหนาแน่น เริ่มต้น (Biomass) (กรัม)	ระยะเวลา (สัปดาห์)	สกัดพบ				สารละลาย		
		น.น. เบี่ยง (กรัม)	น.น. แห้ง (กรัม)	% การเพิ่ม น.น.	ปริมาณ Cd ที่ถูก ดูดซับ (มิลลิกรัม Cd/กรัม น.น.พืช แห้ง)	ปริมาณโลหะหนักในสารละลาย (ppm.)		
						ความคุม	ตัวอย่าง	% การกำจัด
300	1	328.18	17.39	9.39	0.33	0.48	0.18	64.00
	2	351.19	18.61	17.06	0.46	0.45	0.065	87.00
	3	413.32	21.90	37.77	0.51	0.42	0.048	90.40
400	1	430.58	22.82	8.65	0.33	0.48	0.14	72.00
	2	480.50	25.51	20.12	0.39	0.45	0.05	90.00
	3	588.81	31.20	47.20	0.45	0.42	0.040	92.00
500	1	548.52	29.07	9.70	0.17	0.48	0.035	93.00
	2	698.86	37.03	39.60	0.23	0.45	0.031	93.80
	3	780.01	41.34	56.00	0.27	0.42	0.025	95.00

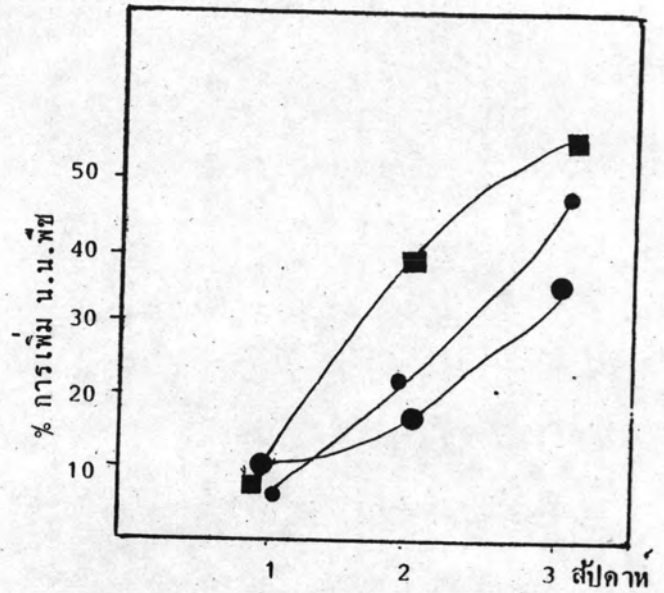


รูปที่ 3.10 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกัก Cd ระหว่างกลุ่มผักตบชวา
ที่มี Biomass ต่างกัน

- กลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass เท่ากับ 300 กรัม
- กลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass เท่ากับ 400 กรัม
- กลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass เท่ากับ 500 กรัม



รูปที่ 3.11 เปรียบเทียบอัตราการดูดซับ cd ระหว่างกลุ่ม ผักตบชวาที่มี Biomass ต่างกัน

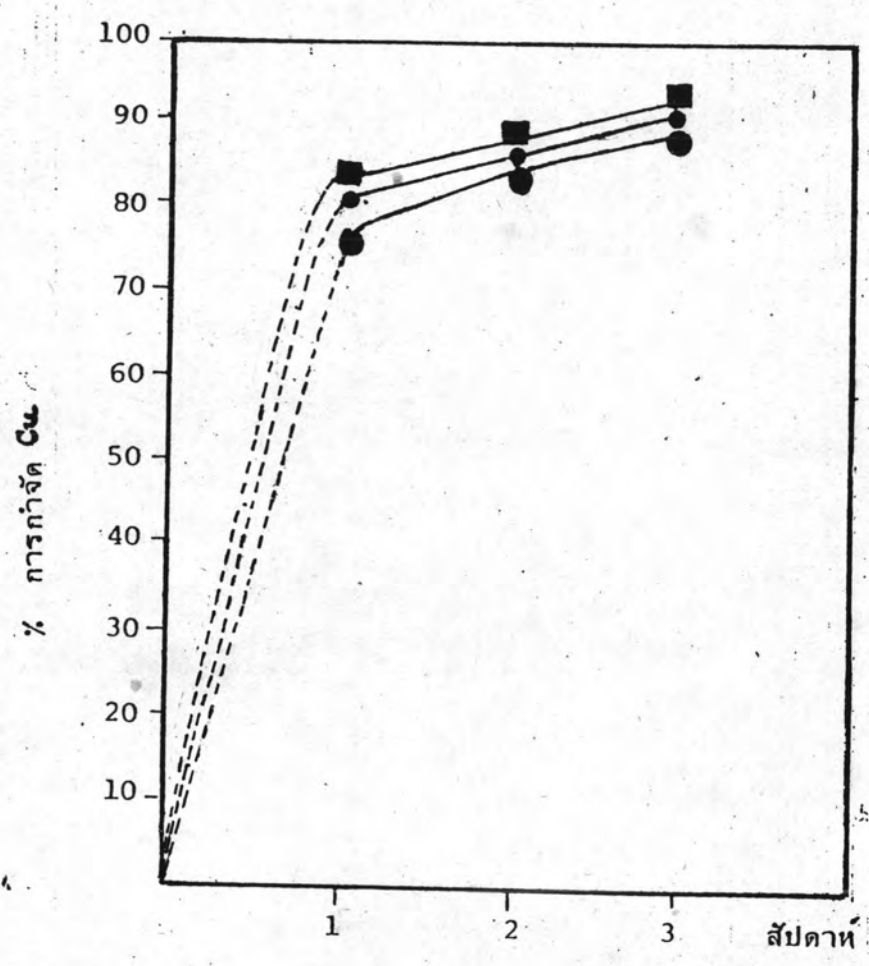


รูปที่ 3.12 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนัก ระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass ต่างกัน

- กลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass เท่ากับ 300 กรัม
- กลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass เท่ากับ 400 กรัม
- กลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass เท่ากับ 500 กรัม

ตารางที่ 3.6 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด อัตราการดูดซับของแดง (Cu) และเปอร์เซ็นต์การเริ่มน้ำหนักของกลุ่มสัตว์บกขาวที่มี Biomass ต่างกันในสารละลายของแดง (Cu) ตั้งต้น 3.00 ppm. ระยะเวลา 1-3 สัปดาห์

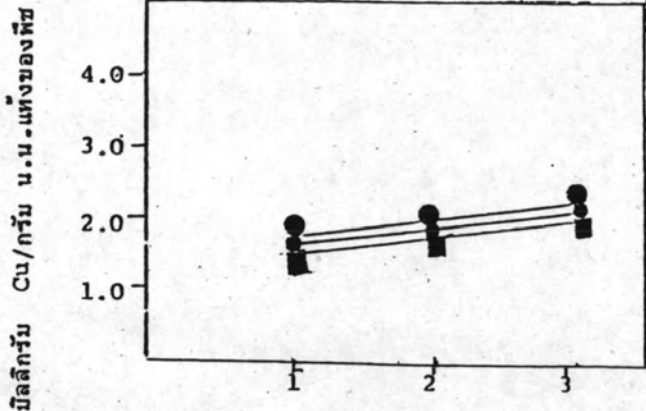
ความหนาแน่น เริ่มต้น (Biomass) (กรัม)	ระยะเวลา (สัปดาห์)	สัตว์บกขาว				สารละลาย		
		น.น. เบี่ยง (กรัม)	น.น. แฉง (กรัม)	% การเพิ่ม น.น.	ปริมาณ Cu ที่ถูกดูด ซับ (มิลลิกรัม Cu/ กรัม น.น. ที่แช่แห้ง)	ปริมาณโลหะหนักในสารละลาย (ppm.)		
						ควบคุม	ตัวอย่าง	% การกำจัด
300	1	348.39	18.46	16.31	1.94	2.67	0.67	77.67
	2	397.41	21.06	32.47	2.04	2.42	0.45	85.00
	3	433.25	23.40	44.46	2.49	2.22	0.29	90.33
400	1	435.43	23.07	8.85	1.77	2.67	0.52	82.67
	2	488.38	26.37	22.09	1.99	2.42	0.42	86.00
	3	595.03	31.27	48.76	2.38	2.22	0.24	92.00
500	1	557.21	29.53	11.44	1.75	2.67	0.48	84.00
	2	695.31	36.85	39.06	1.84	2.42	0.38	87.33
	3	788.36	41.78	57.67	2.29	2.22	0.21	93.00



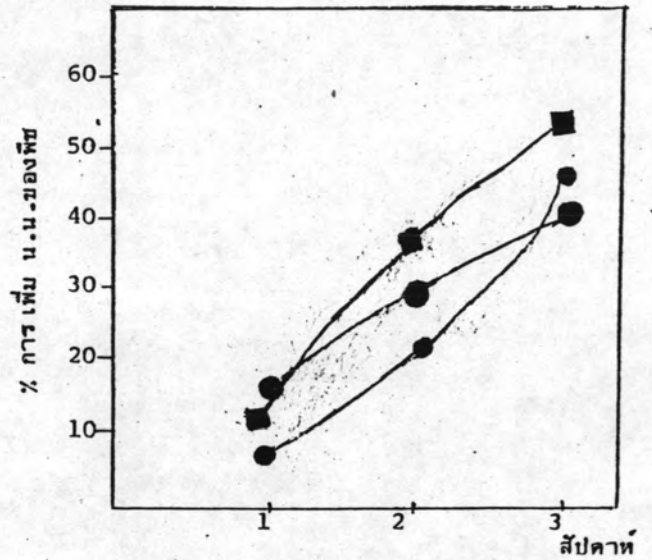
รูปที่ 3.13 เปรียบเทียบ เปอร์เซนต์การกำจัด Cu ระหว่าง

กลุ่มฝักคชชวามี Biomass ต่างกัน

- กลุ่มฝักคชชวามี Biomass เท่ากับ 300 กรัม
- กลุ่มฝักคชชวามี Biomass เท่ากับ 400 กรัม
- กลุ่มฝักคชชวามี Biomass เท่ากับ 500 กรัม



รูปที่ 3.14 เปรียบเทียบอัตราการดูดซับ Cu ระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass ต่างกัน



รูปที่ 3.15 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นน้ำหนักระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass ต่างกัน

- กลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass เท่ากับ 300 กรัม
- กลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass เท่ากับ 400 กรัม
- กลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass เท่ากับ 500 กรัม

เมื่อสิ้นสัปดาห์ที่สองสามารถกำจัดปริมาณทองแดงได้ 85.00, 86.00 และ 87.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสามารถดูดซับปริมาณทองแดงได้ 2.04, 1.99 และ 1.84 มิลลิกรัมของทองแดงต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง โดยสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ 32.47, 22.09 และ 39.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผักตบชวาสามารถกำจัดปริมาณทองแดงเมื่อครบเวลาสามสัปดาห์ได้ 90.33, 92.00 และ 93.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสามารถดูดซับปริมาณทองแดงได้ 2.49, 2.38 และ 2.29 มิลลิกรัมของทองแดงต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้งและมีการเพิ่มน้ำหนักได้ 44.46, 48.76 และ 57.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากตารางที่ 3.7 และรูปที่ 3.16, 3.17 และ 3.18 แสดงผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัดอัตราการดูดซับตะกั่ว 5.00 ppm. และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass ต่างกันพบว่า กลุ่มผักตบชวาที่มีความหนาแน่นในรูปน้ำหนักต่อพื้นที่ (Biomass) 300 กรัม, 400 กรัม และ 500 กรัม สามารถกำจัดปริมาณตะกั่วเมื่อสิ้นสัปดาห์แรกได้ 59.60, 69.90 และ 74.20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และสามารถดูดซับปริมาณตะกั่วได้ 1.54, 1.52 และ 1.56 มิลลิกรัมของตะกั่วต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้งโดยสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ 26.73, 19.86 และ 15.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

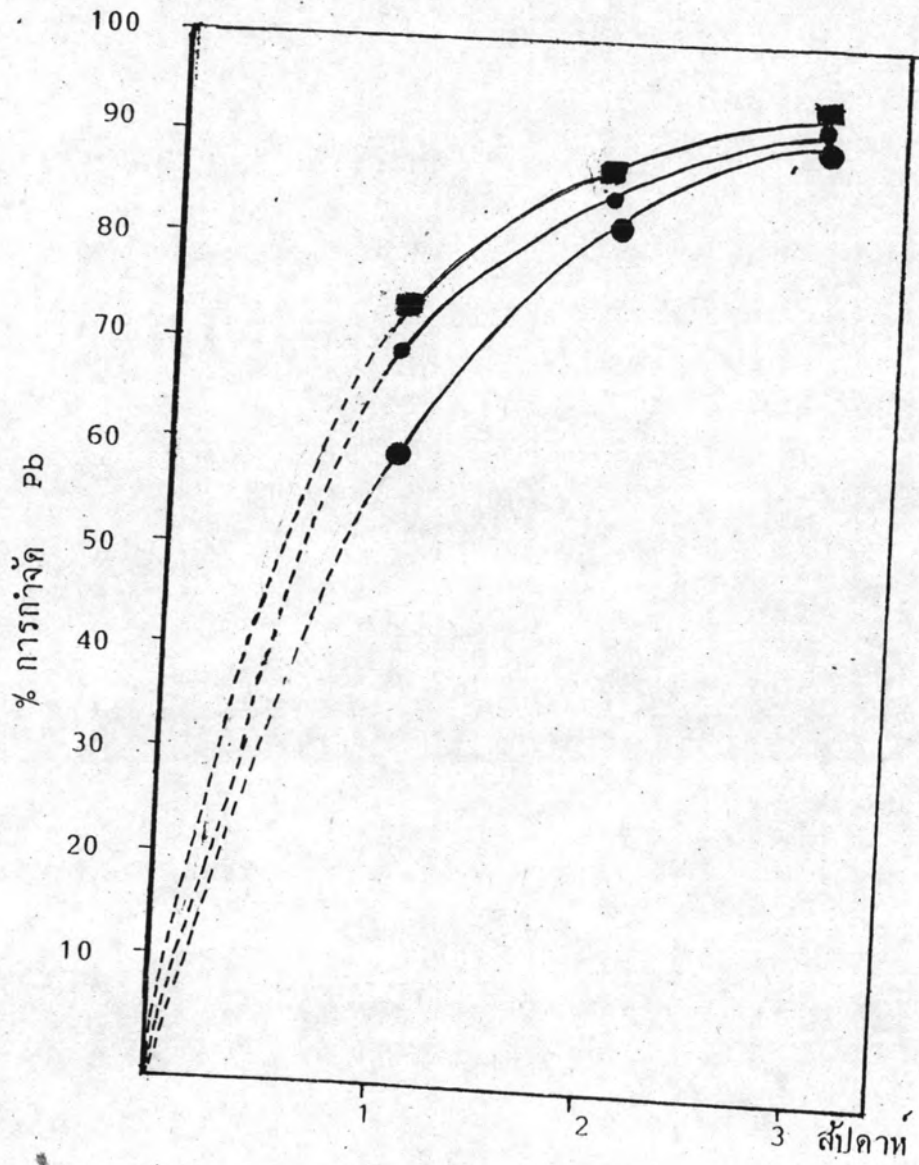
เมื่อสิ้นสัปดาห์ที่สองสามารถกำจัดปริมาณตะกั่วได้ 82.80, 85.00 และ 87.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสามารถดูดซับปริมาณตะกั่วได้ 2.76, 1.70 และ 1.69 มิลลิกรัมของตะกั่วต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้งโดยสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ 42.37, 44.85 และ 44.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผักตบชวาสามารถกำจัดปริมาณตะกั่วเมื่อครบเวลาสามสัปดาห์ได้ 91.20, 92.40 และ 93.60 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และสามารถดูดซับปริมาณตะกั่วได้ 3.21, 2.14 และ 2.17 มิลลิกรัม ของตะกั่วต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง โดยสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ 51.08, 54.39 และ 73.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



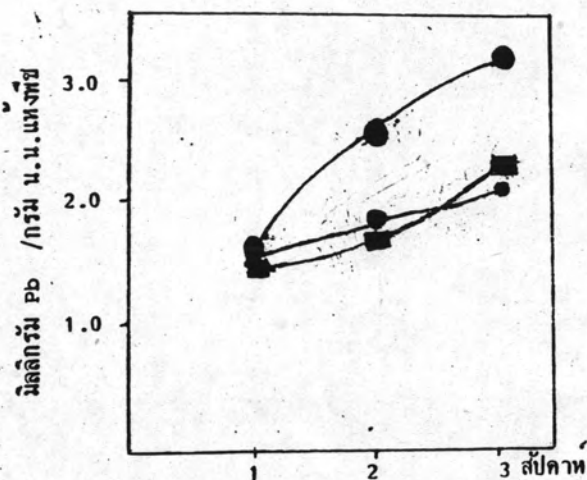
ตารางที่ 3.7 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด อัตราการดูดซับตะกั่ว (Pb) และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักของกล้ามเนื้อหมูเพศชายที่มี Biomass ต่างกันในสารละลายตะกั่ว (Pb) ตั้งแต่ 5.00 ppm. ระยะเวลา 1-3 สัปดาห์

ความหนาแน่น เริ่มต้น (Biomass) (กรัม)	ระยะเวลา (สัปดาห์)	หมักศพขาว				สารละลาย		
		น.น.เปียก (กรัม)	น.น.แห้ง (กรัม)	% การเพิ่ม น.น.	ปริมาณ Pb ที่ดูดซับ ขึ้น (มิลลิกรัม Pb) กรัม น.น.แห้ง	ปริมาณโลหะหนักในสารละลาย (ppm.)		% การกำจัด
						ควบคุม	ตัวอย่าง	
300	1	380.21	19.92	26.73	1.54	4.71	2.02	59.60
	2	427.10	22.63	42.37	2.76	4.53	0.86	82.80
	3	453.26	24.02	51.08	3.21	4.20	0.44	91.20
400	1	479.45	26.37	19.86	1.52	4.71	1.52	69.60
	2	579.43	30.71	44.85	1.70	4.53	0.75	85.00
	3	617.58	32.73	54.39	2.14	4.20	0.38	92.40
500	1	577.40	31.18	15.48	1.56	4.71	1.29	74.20
	2	678.84	35.30	44.71	1.69	4.53	0.64	87.20
	3	794.20	39.71	73.55	2.17	4.20	0.32	93.60

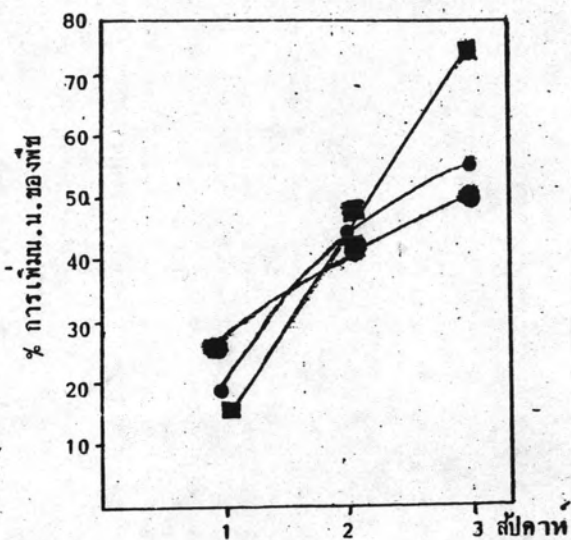


รูปที่ 3.16 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด Pb ระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass ต่างกัน

- กลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass เท่ากับ 300 กรัม
- กลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass เท่ากับ 400 กรัม
- กลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass เท่ากับ 500 กรัม



รูปที่ 3.17 เปรียบเทียบอัตราการดูดซับ Pb ระหว่างกลุ่ม
หัตถศบชวาทิม Biomass ต่างกัน



รูปที่ 3.18 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักระหว่าง
กลุ่มหัตถศบชวาทิม Biomass ต่างกัน

- ● กลุ่มหัตถศบชวาทิม Biomass เท่ากับ 300 กรัม
- ● กลุ่มหัตถศบชวาทิม Biomass เท่ากับ 400 กรัม
- ■ กลุ่มหัตถศบชวาทิม Biomass เท่ากับ 500 กรัม

3.4 ผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด อัตราการดูดซับโลหะหนัก และ
เปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักในผักตบชวาเมื่อมีโลหะหนัก : แคดเมียม ทองแดง และตะกั่วอยู่ร่วมกัน

จากตารางที่ 3.8 แสดงเปอร์เซ็นต์การกำจัดโลหะหนักแต่ละชนิด : แคดเมียม
ทองแดง และตะกั่ว เมื่อมีโลหะหนักทั้งสามชนิดอยู่ร่วมกันพบว่า ผักตบชวาที่เลี้ยงในอ่างทดลอง
ที่มีส่วนผสมของโลหะหนักแต่ละชนิดที่ขนาดความเข้มข้นสูงสุดซึ่งผักตบชวาสามารถเจริญเติบโตและ
เพิ่มน้ำหนักได้คือ 0.50 ppm.Cd + 3.00 ppm.Cu + 5.00 ppm.Pb นั้น พบว่า ผักตบชวา
ไม่สามารถเจริญเติบโตเพิ่มน้ำหนัก (น้ำหนักลดลงต่ำกว่า 300 กรัม) เมื่อสิ้นสัปดาห์ที่หนึ่งและ
ตายหมดเมื่อสิ้นสัปดาห์ที่สอง

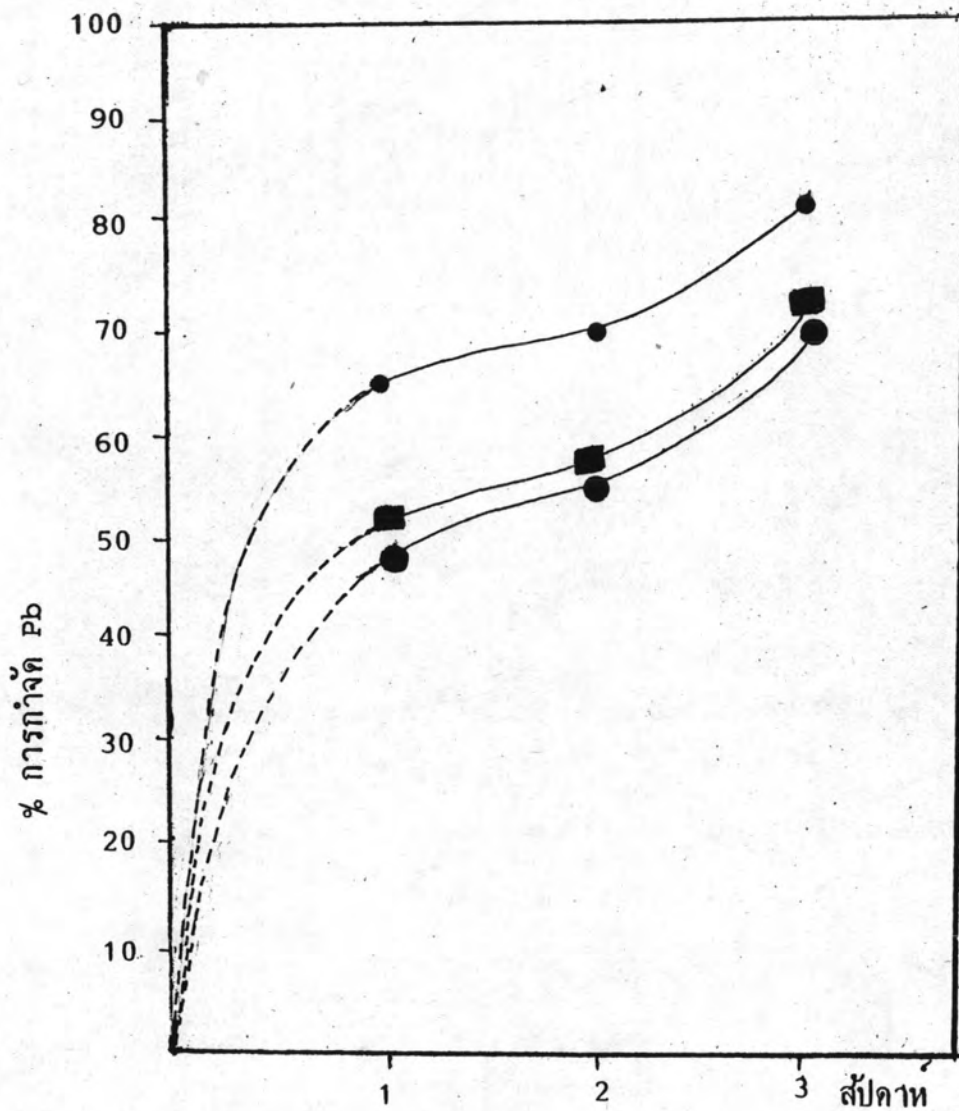
แต่ผักตบชวาสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้มากกว่า 300 กรัมเมื่อถูก
เลี้ยงในปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนัก แต่ละชนิดที่ขนาดความเข้มข้น 0.50 ppm.Cd+1.50
ppm.Cu + 5.00 ppm.Pb, 0.25 ppm.Cd + 3.00 ppm.Cu + 5.00 ppm.Pb และ 0.25
ppm.Cd + 1.50 ppm.Cu + 5.00ppmPbและพบว่าผักตบชวาที่ถูกเลี้ยงในสารละลายที่มีปริมาณ
โลหะหนัก 0.25 ppm.Cd +1.50 ppm.Cu+5.00 ppm.Pb จะมีอัตราการเจริญเติบโตและ
เพิ่มน้ำหนักได้มากกว่าสารละลายที่มีปริมาณโลหะหนัก 0.25 ppm.Cd+3.00ppm.Cu +5.00
ppm. Pb และมากกว่าสารละลายที่มีปริมาณโลหะหนัก 0.50 ppm.Cd+1.50 ppm.Cu +
5.00 ppm. Pb ตามลำดับ เมื่อครบเวลา 3 สัปดาห์

จากตารางที่ 3.8 และรูปที่ 3.19 และ 3.20 แสดงเปอร์เซ็นต์การกำจัด
อัตราการดูดซับโลหะหนักและเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักของกลุ่มผักตบชวา เมื่อเลี้ยงในอ่างทดลอง
ที่มีส่วนผสมปริมาณโลหะหนักที่ 2 ซึ่งมี 0.50 ppm.Cd+1.50 ppm.Cu +5.00 ppm.Pb ส่วนผสม
ปริมาณโลหะหนักที่ 3 ซึ่งมี 0.25 ppm.Cd+3.00 ppm.Cu + 5.00 ppm.Pb และส่วนผสม
ปริมาณโลหะหนักที่ 4 ซึ่งมี 0.25 ppm.Cd + 1.50 ppm.Cu + 5.00 ppm.Pb พบว่า
ผักตบชวาสามารถกำจัดปริมาณตะกั่วเมื่อสิ้นสัปดาห์แรกได้ 49.60, 49.00 และ 60.40
เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถดูดซับปริมาณตะกั่วได้ 0.88, 0.79 และ 1.58 มิลลิกรัมของตะกั่ว
ต่อกรมน้ำหนักที่ชั่งแห้ง

ตารางที่ 3.8 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด อัตราการดูดซับโลหะหนักแต่ละชนิด แคดเมียม (Cd), ทองแดง (Cu) และตะกั่ว (Pb) และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ Biomass เทียบในสารละลายที่มีโลหะหนักทั้งสามชนิดอยู่รวมกันคือ (1) Cd+Cu+Pb (2) $\frac{Cd+Cu+Pb}{2}$ (3) $\frac{Cd+Cu+Pb}{2}$ (4) $\frac{Cd+Cu+Pb}{2}$ ระยะเวลา 1-3 สัปดาห์

ปริมาณโลหะหนัก เริ่มต้น (ppm.)	ระยะเวลา (สัปดาห์)	ผลิตภัณฑ์				ปริมาณโลหะหนักในสารละลาย												
		น.น. เบี่ยง (กรัม)	น.น. แห้ง (กรัม)	% การเพิ่ม น.น.	ผลรวมของโลหะ หนัก/กรัม น.น. ที่แห้ง	ความคุม			ตัวอย่าง			% การกำจัด						
						Cd	Cu	Pb	Cd	Cu	Pb	Cd	Cu	Pb				
1 0.50 Cd + 3.00 Cu + 5.00 Pb	1	-	-	-	-	0.50	2.98	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	0.50	2.95	4.73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	0.48	2.90	4.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 0.50 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb	1	315.90	16.74	5.3	0.29	1.39	0.88	0.44	1.50	5.00	0.25	0.37	2.52	50.00	75.33	49.60	-	-
	2	327.21	17.34	9.07	0.35	1.53	1.23	0.48	1.48	4.78	0.13	0.27	2.22	74.00	82.00	55.60	-	-
	3	368.53	19.61	22.84	0.48	1.85	2.16	0.45	1.47	4.65	0.08	0.20	1.38	84.00	86.57	72.40	-	-
3 0.25 Cd + 3.00 Cu + 5.00 Pb	1	335.05	17.76	11.68	0.13	1.67	0.79	0.25	2.95	4.95	0.16	0.88	2.55	36.00	70.67	49.00	-	-
	2	374.79	19.86	24.93	0.17	2.02	1.19	0.22	2.91	4.88	0.08	0.49	2.26	68.00	83.67	54.80	-	-
	3	417.51	22.12	39.17	0.21	2.23	2.05	0.20	2.87	4.88	0.05	0.38	1.51	80.00	87.33	59.80	-	-
4 0.25 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb	1	343.84	18.22	14.61	0.20	1.43	1.58	0.25	1.50	4.98	0.12	0.35	1.98	52.00	76.67	50.40	-	-
	2	418.81	22.20	39.60	0.24	1.51	1.80	0.22	1.48	4.87	0.03	0.19	1.53	88.00	87.33	59.40	-	-
	3	445.70	23.62	48.57	0.25	2.10	2.35	0.21	1.45	4.65	0.02	0.08	0.94	90.00	94.67	81.20	-	-

หมายเหตุ - = ค่า



รูปที่ 3.19 เปรียบเทียบ เปอร์เซนต์การกัก Pb ของกลุ่มผักตบชวาเมื่อถูกเลี้ยง

ในปริมาณโลหะหนัก 1. 0.25 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.

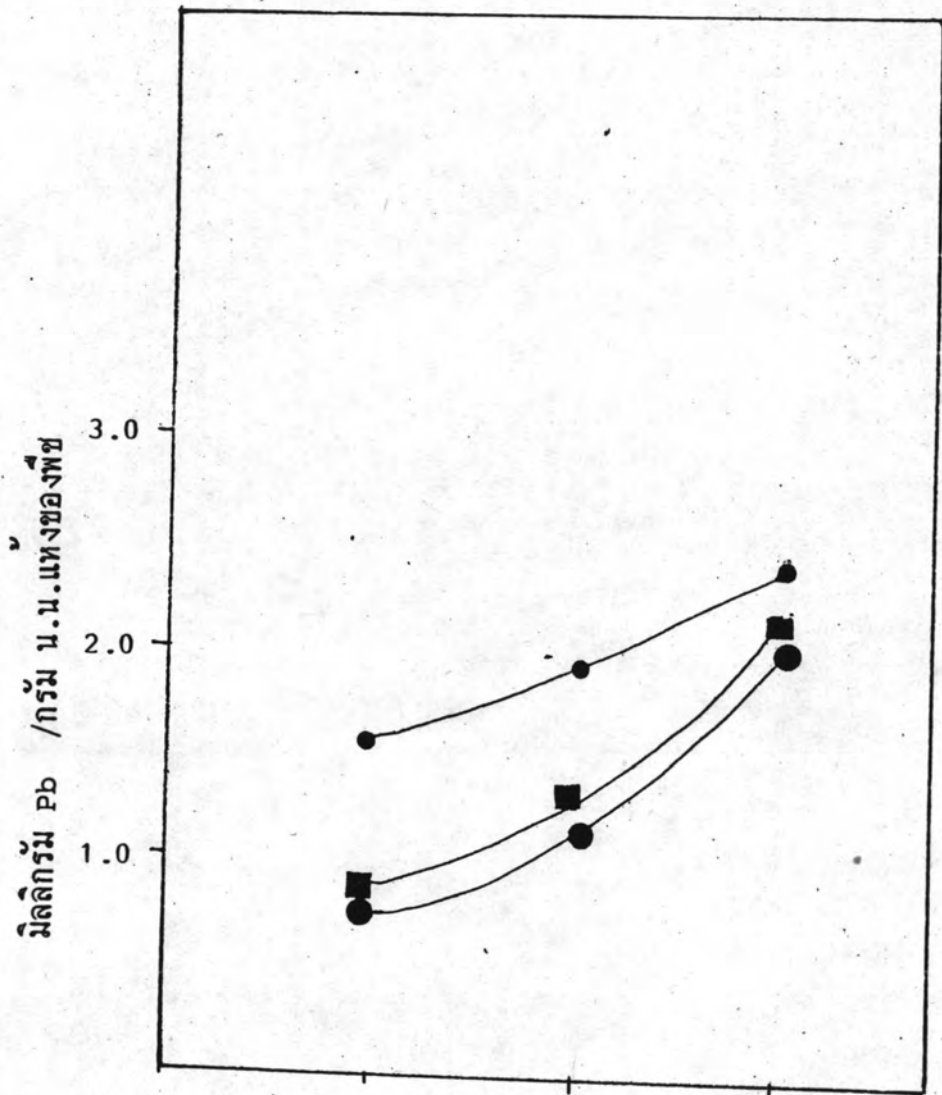
2. 0.25 Cd + 3.00 Cu + 5.00 Pb ppm.

3. 0.50 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.

●—● ปริมาณโลหะหนัก 0.25 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.

●—● ปริมาณโลหะหนัก 0.25 Cd + 3.00 Cu + 5.00 Pb ppm.

■—■ ปริมาณโลหะหนัก 0.50 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.



รูปที่ 3.20 เปรียบเทียบอัตราการดูดซับ Pb ของกลุ่มผักตบชวาเมื่อถูกเลี้ยงใน

1. ปริมาณโลหะหนัก 0.25 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.

2. ปริมาณโลหะหนัก 0.25 Cd + 3.00 Cu + 5.00 Pb ppm.

3. ปริมาณโลหะหนัก 0.50 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.

●—● ปริมาณโลหะหนัก 0.25 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.

●—● ปริมาณโลหะหนัก 0.25 Cd + 3.00 Cu + 5.00 Pb ppm.

■—■ ปริมาณโลหะหนัก 0.50 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.

เมื่อสิ้นสัปดาห์ที่สองสามารถกำจัดปริมาณตะกั่วได้ 55.60, 54.80 และ 69.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถดูดซับปริมาณตะกั่วได้ 1.23, 1.19 และ 1.80 มิลลิกรัมของตะกั่วต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง

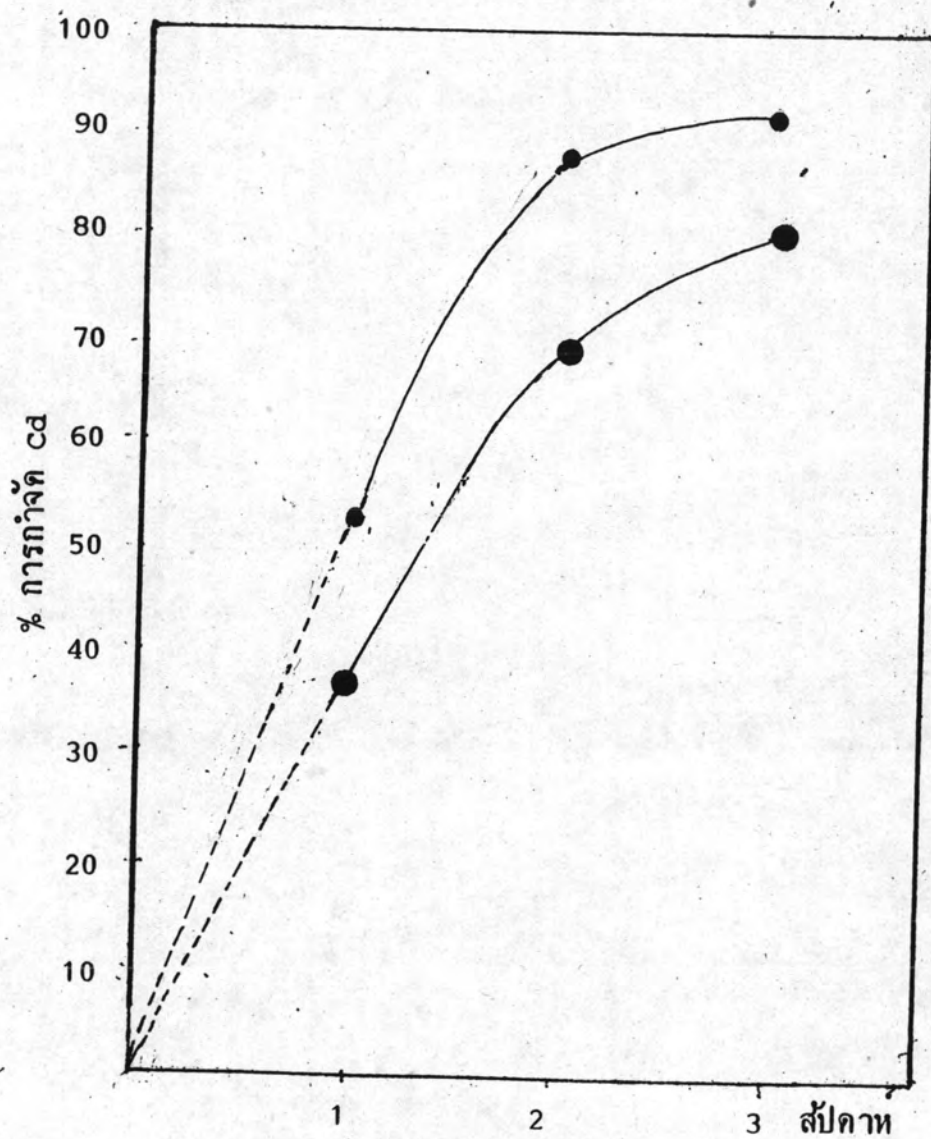
ผักตบชวาสามารถกำจัดปริมาณตะกั่วเมื่อครบเวลาสามสัปดาห์ได้ 72.40, 69.80 และ 81.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถดูดซับปริมาณตะกั่วได้ 2.16, 2.05 และ 2.35 มิลลิกรัมของตะกั่วต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง

จากตารางที่ 3.8 และรูปที่ 3.21 และ 3.22 แสดงเปอร์เซ็นต์การกำจัดและอัตราการดูดซับปริมาณแคดเมียมของกลุ่มผักตบชวาเมื่อเลี้ยงในอ่างทดลองที่มีส่วนผสมของปริมาณโลหะหนักที่ 3 ซึ่งมี 0.25 ppm.Cd + 3.00 ppm. Cu + 5.00 ppm.Pb และส่วนผสมของปริมาณโลหะหนักที่ 4 ซึ่งมี 0.25 ppm.Cd + 1.50 ppm.Cu + 5.00 ppm.Pb พบว่า ผักตบชวาสามารถกำจัดปริมาณแคดเมียม เมื่อสิ้นสัปดาห์แรกได้ 36.00 และ 52.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สามารถดูดซับปริมาณแคดเมียมได้ 0.13 และ 0.20 มิลลิกรัมของแคดเมียมต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง

เมื่อสิ้นสัปดาห์ที่สองสามารถกำจัดปริมาณแคดเมียมได้ 68.00 และ 88.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถดูดซับปริมาณแคดเมียมได้ 0.17 และ 0.24 มิลลิกรัมของแคดเมียมต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง

ผักตบชวาสามารถกำจัดปริมาณแคดเมียมเมื่อครบเวลาสามสัปดาห์ได้ 80.00 และ 92.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถดูดซับปริมาณแคดเมียมได้ 0.21 และ 0.25 มิลลิกรัมของแคดเมียมต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้งตามลำดับ

จากตารางที่ 3.8 และรูปที่ 3.23 และ 3.24 แสดงเปอร์เซ็นต์การกำจัดและอัตราการดูดซับปริมาณทองแดงของกลุ่มผักตบชวาเมื่อเลี้ยงในอ่างทดลองที่มีส่วนผสมของปริมาณโลหะหนักที่ 2 ซึ่งมี 0.50 ppm.Cd + 1.50 ppm.Cu + 5.00 ppm. Pb และส่วนผสมของปริมาณโลหะหนักที่ 4 ซึ่งมี 0.25 ppm.Cd + 1.50 ppm. Cu + 5.00 ppm. Pb พบว่า



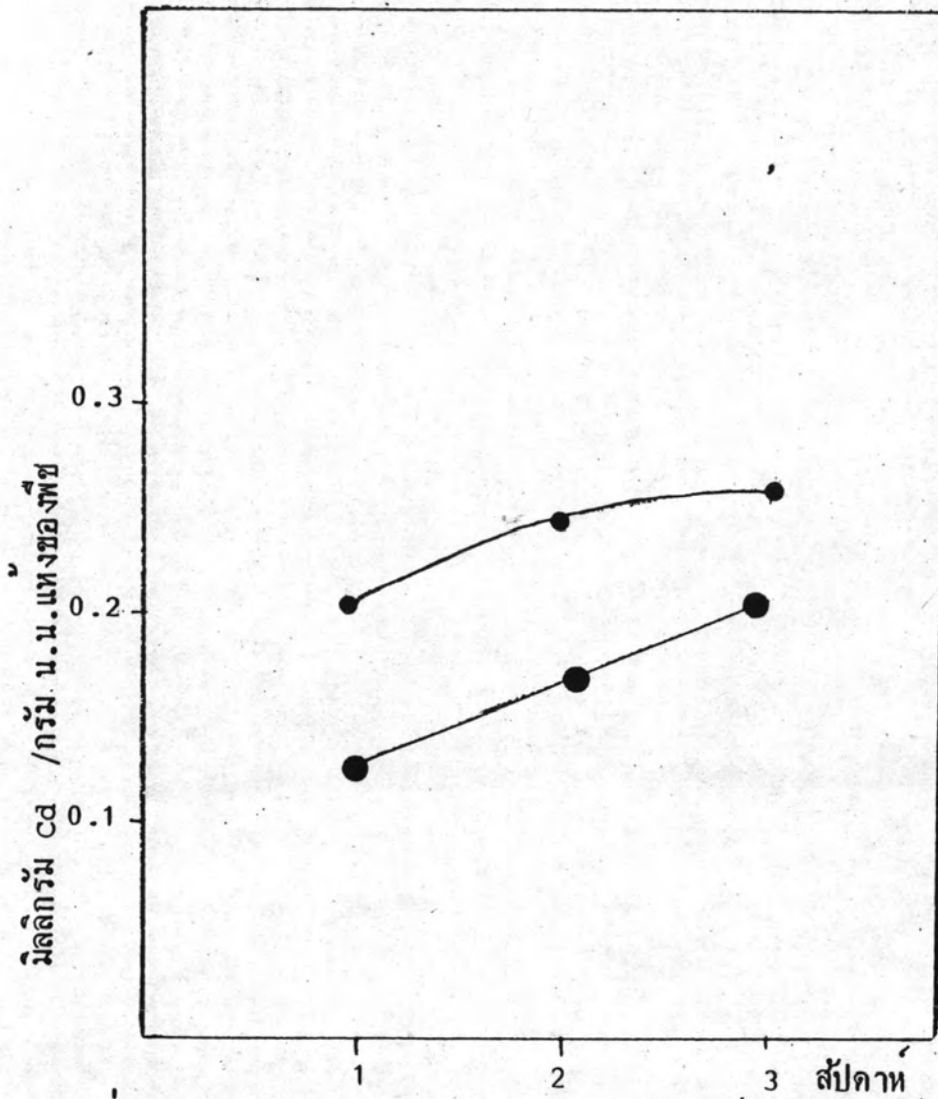
รูปที่ 3.21 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกัก Cd ของกลุ่มผักตบชวาเมื่อถูกเลี้ยงในปริมาณโลหะหนัก

1. 0.25 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.

2. 0.25 Cd + 3.00 Cu + 5.00 Pb ppm.

●—● ปริมาณโลหะหนัก 0.25 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.

●—● ปริมาณโลหะหนัก 0.25 Cd + 3.00 Cu + 5.00 Pb ppm.



รูปที่ 3.22 เปรียบเทียบอัตราการดูดซับ Cd ของกลุ่มผักตบชวาเมื่อถูกเลี้ยงในปริมาณโลหะหนัก

1. 0.25 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.

2. 0.25 Cd + 3.00 Cu + 5.00 Pb ppm.

○—○ ปริมาณโลหะหนัก 0.25 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.

●—● ปริมาณโลหะหนัก 0.25 Cd + 3.00 Cu + 5.00 Pb ppm.

ผักตบชวาสามารถกำจัดปริมาณทองแดงเมื่อสิ้นสัปดาห์แรกได้ 75.33 และ 76.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถดูดซับปริมาณทองแดง ได้ 1.39 และ 1.43 มิลลิกรัมของทองแดงต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง

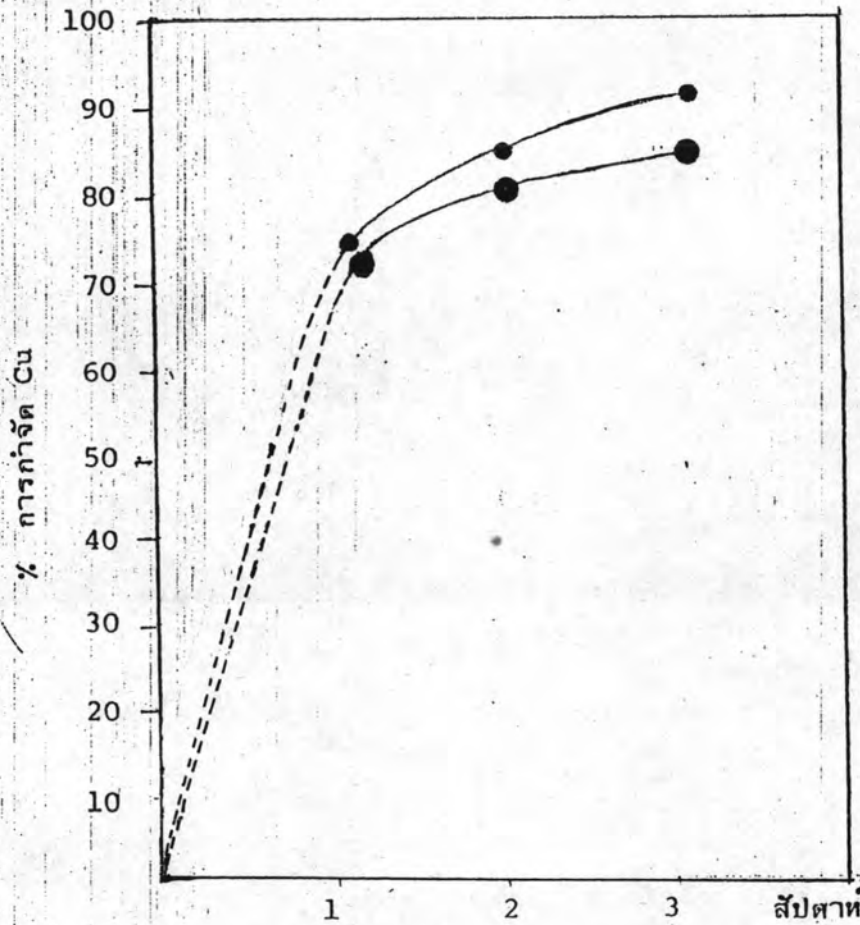
เมื่อสิ้นสัปดาห์ที่สองสามารถกำจัดปริมาณทองแดงได้ 82.00 และ 87.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถดูดซับปริมาณทองแดงได้ 1.53 และ 1.51 มิลลิกรัมของทองแดงต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง

ผักตบชวาสามารถกำจัดปริมาณทองแดงเมื่อครบเวลาสามสัปดาห์ได้ 86.67 และ 94.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถดูดซับปริมาณทองแดงได้ 1.85 และ 2.10 มิลลิกรัมของทองแดงต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง

จากตารางที่ 3.8 และรูปที่ 3.25 แสดงการเพิ่มน้ำหนักของกลุ่มผักตบชวาเมื่อเลี้ยงในอ่างทดลอง ที่มีส่วนผสมของปริมาณโลหะหนักที่ 2 ซึ่งมี 0.50 ppm.Cd + 1.50 ppm.Cu + 5.00 ppm.Pb ส่วนผสมปริมาณโลหะหนักที่ 3 ซึ่งมี 0.25 ppm.Cd + 3.00 ppm.Cu + 5.00 ppm.Pb และส่วนผสมปริมาณโลหะหนักที่ 4 ซึ่งมี 0.25 ppm.Cd + 1.50 ppm.Cu + 5.00 ppm.Pb พบว่า ผักตบชวาสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักเมื่อสิ้นสัปดาห์แรกได้ 5.30, 11.68 และ 14.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อสิ้นสัปดาห์ที่สองผักตบชวาสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ 9.07, 24.93 และ 39.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และผักตบชวาสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ 22.84, 39.17 และ 48.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับเมื่อสิ้นสัปดาห์ที่สาม

3.5 ประสิทธิภาพของผักตบชวาในการประยุกต์สำหรับกำจัดโลหะหนักในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

คุณลักษณะของน้ำทิ้งจากโรงงานชุบโลหะประเภทสังกะสีและทองเหลืองซึ่งรวบรวม น้ำทิ้งที่ออกมาจากรอบและน้ำจากการล้าง ซึ่งจะถูเก็บกักไว้ในบ่อพักก่อนที่จะค่อย ๆ ปล่อยลงสู่ ลำคลอง ดังนี้



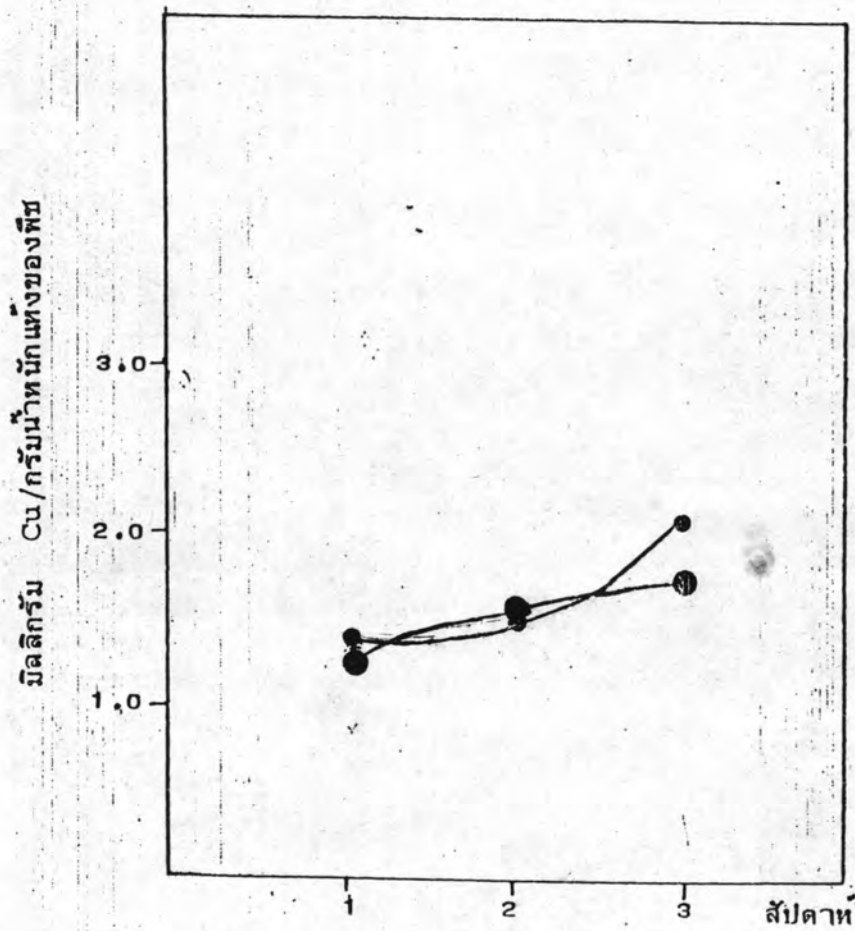
รูปที่ 3.23 เปรียบเทียบ เปอร์เซนต์การกำจัด Cu ของกลุ่มผักตบชวา
เมื่อถูกเลี้ยงในปริมาณโลหะหนัก

1. 0.25 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.

2. 0.50 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.

●—● ปริมาณโลหะหนัก 0.25 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.

●—● ปริมาณโลหะหนัก 0.50 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.



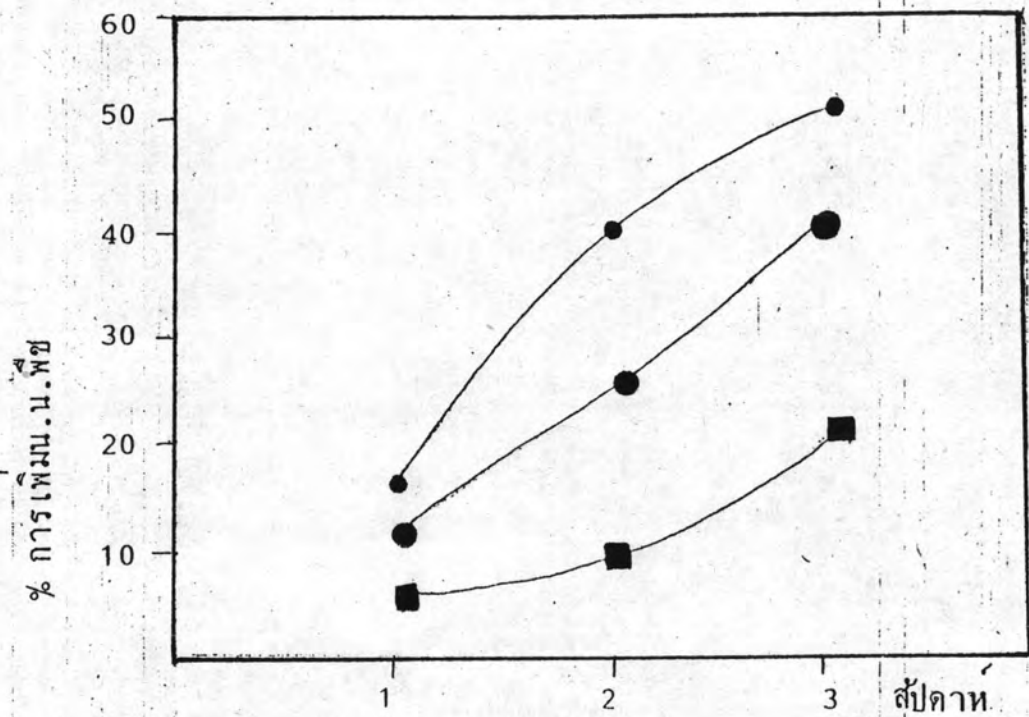
รูปที่ 3.24 เปรียบเทียบอัตราการดูดซับ Cu ของกลุ่มผักคตชวา เมื่อถูกเลี้ยงในปริมาณโลหะหนัก

1. 0.25 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.

2. 0.50 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.

○—○ ปริมาณโลหะหนัก 0.25 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.

●—● ปริมาณโลหะหนัก 0.50 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.



รูปที่ 3.25 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักของกลุ่มผักตบชวาเมื่อถูกเลี้ยงในปริมาณโลหะ

1. 0.25 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.
2. 0.25 Cd + 3.00 Cu + 5.00 Pb ppm.
3. 0.50 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.

- ปริมาณโลหะหนัก 0.25 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.
- ปริมาณโลหะหนัก 0.25 Cd + 3.00 Cu + 5.00 Pb ppm.
- ปริมาณโลหะหนัก 0.50 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.

ออกซิเจนในน้ำ (DO), มิลลิกรัมต่อลิตร	2
อุณหภูมิในน้ำ, ° เซลเซียส	30.1
สี	น้ำตาลอ่อน
กรด-ด่าง (pH)	10.67
โลหะหนัก ppm.	
แคดเมียม (Cd)	1.25
ทองแดง (Cu)	10.05
ตะกั่ว (Pb)	4.31
ไซยาไนด์ (CN)	1.05
สังกะสี (Zn)	15.21

เมื่อทดลองเลี้ยงผักตบชวาในอ่างทดลองซึ่งมีระดับความเข้มข้นของน้ำทิ้งต่าง ๆ คือ 100, 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ผลปรากฏว่าผักตบชวาที่เลี้ยงในระดับความเข้มข้นของน้ำทิ้ง 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ตายภายในหนึ่งสัปดาห์ ส่วนที่เลี้ยงในระดับความเข้มข้นของน้ำทิ้ง 50 เปอร์เซ็นต์ ตายภายในสองสัปดาห์ กลุ่มที่สามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ครบเวลา 3 สัปดาห์คือ กลุ่มที่เลี้ยงในน้ำทิ้งที่มีระดับความเข้มข้นของน้ำทิ้ง 25 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 3.9 แสดงประสิทธิภาพของผักตบชวาในการกำจัดแคดเมียม ทองแดง และตะกั่ว ในน้ำทิ้งจากโรงงานขุดโลหะเมื่อเจือจางให้มีปริมาณความเข้มข้นของน้ำทิ้ง 25 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ผักตบชวาสามารถกำจัดแคดเมียม ทองแดง และตะกั่ว เมื่อสิ้นสัปดาห์แรกได้ 24.42, 17.39 และ 25.00 เปอร์เซ็นต์ สามารถดูดซับได้ 0.04, 0.29 และ 0.13 มิลลิกรัมของโลหะหนักต่อกรัม น้ำหนักพืชแห้งตามลำดับ

เมื่อสิ้นสัปดาห์ที่สองสามารถกำจัดแคดเมียม ทองแดง และตะกั่วได้ 36.36, 39.13 และ 43.75 เปอร์เซ็นต์ สามารถดูดซับได้ 0.09, 0.71, 0.27 มิลลิกรัมของโลหะหนักต่อกรัม น้ำหนักพืชแห้งตามลำดับ

ตารางที่ 3.9 ประสิทธิภาพของผักตบชวาในการกำจัดแคดเมียม (Cd), ทองแดง (Cu) และตะกั่ว (Pb) ในน้ำทิ้งจากโรงงานชุบโลหะ
เมื่อเจือจางใหม่มีความเข้มข้นของน้ำทิ้ง 25%

ระยะเวลา (สัปดาห์)	นน. เบื้องต้น สุดการทดลอง (กรัม)	นน. แห่งเมื่อสิ้น สุดการทดลอง (กรัม)	%การเพิ่มขึ้นของ นน. ผักตบชวา	ปริมาณโลหะหนักในสารละลาย เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง (ppm.)						มิลลิกรัมของโลหะหนัก ตกค้างใน นน. ผักตบชวา		
				ควบคุม			ตัวอย่าง			Cd	Cu	Pb
				Cd	Cu	Pb	Cd	Cu	Pb			
0	300	15.90	0.00	0.33	2.53	1.12	0.33	2.53	1.12	-	-	-
1	309.10	16.38	2.93	0.32	2.51	1.11	0.25	2.09	0.84	0.04	0.29	0.13
2	321.42	17.03	3.83	0.30	2.50	1.09	0.21	1.54	0.63	0.09	0.71	0.27
3	352.77	18.70	8.86	0.28	2.50	1.07	0.19	1.41	0.58	0.12	0.99	0.43

ผักตบชวาสามารถกำจัดแคดเมียม ทองแดง และตะกั่ว เมื่อครบเวลาสามสัปดาห์ได้ 42.42, 44.27 และ 48.21 เปอร์เซ็นต์ สามารถดูดซับได้ 0.21, 0.99 และ 0.43 มิลลิกรัมของโลหะหนักต่อกรัมน้ำหนักพืชแห้ง

3.6 ผลการวัดอุณหภูมิ

อุณหภูมิของอากาศบริเวณที่ทำการทดลอง เดือนพฤษภาคมมีค่าเฉลี่ย

มิถุนายน	มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ	33.00°C
กรกฎาคม	มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ	32.6°C
สิงหาคม	มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ	33.1°C
กันยายน	มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ	31.7°C
ตุลาคม	มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ	29.8°C
พฤศจิกายน	มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ	26.2°C
ธันวาคม	มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ	24.3°C
มกราคม	มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ	25.5°C

