

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 พืชที่ใช้ในการทดลอง

ทำการคัดเลือกพืชน้ำที่เหมาะสมในบำบัดสารหนูในน้ำนั้นพิจารณาจากข้อเด่นต่างดังต่อไปนี้

- เป็นพืชพื้นถิ่น
- มีความสามารถในการครอบคลุมพื้นที่
- มีความยาวของรากที่เหมาะสม
- ความยาก-ง่ายในการเก็บกวาดออกจากแหล่งน้ำ

ซึ่งมีพืชน้ำที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกมีอยู่ 3 ชนิดด้วยกันได้แก่ จอกผักกาด แหนแดง และสาหร่ายหางกระรอก ซึ่งพืชแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.1.จอกผักกาด

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Pistia stratiotes* Linn. วงศ์ : ARACEE

ชื่อสามัญ: Water lettuce, Shell flower, Tropical duck weed

ชื่อพื้นบ้าน: จอกผักกาด จอก (ภาคกลาง) กากอก (ภาคเหนือ) ผักกอก (เชียงใหม่)

ลักษณะทั่วไป: จอกผักกาดเป็นพืชน้ำของประเทศไทยซึ่งอยู่ในวงศ์เผือกและบอน เป็นพืชล้มลุกหลายฤดู ลำต้นสั้น มีไหลขึ้นแทรกและแตกแขนงทอดยาวขนานกับผิวน้ำ ใบเดี่ยวเป็นแผ่นกว้าง เวียนเป็นเกลียวรอบต้น คล้ายผักกาดสีเขียว อยู่บนผิวน้ำมีรากเป็นฝอย มีการกระจายพันธุ์ทั่วไปในเขตร้อน ขยายพันธุ์โดยการแตกหน่อใหม่จากไหล เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและเพิ่มปริมาณมาก ซึ่งกลายเป็นปัญหาในแหล่งน้ำในปัจจุบัน แต่มีการนำจอกผักกาดมาใช้ประโยชน์โดยการนำมาเลี้ยงเตาเผาศูและอ่างบัว

4.2.2.แหนแดง

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Azolla* spp. วงศ์ : Azollaceae Wettst

ชื่อสามัญ: แหนแดง (*Azolla*, Water fern, Water velvet) ชื่อพื้นบ้าน: แหนแดง

ลักษณะทั่วไป : แหนแดงเป็นพืชน้ำขนาดเล็ก พวกเฟิร์น เจริญอยู่บนผิวน้ำในน้ำที่นิ่งในเขตร้อนและอบอุ่น อยู่ในกลุ่มพืชประเภทลอยน้ำ ประกอบด้วย ลำต้น ราก และใบ มีกิ่งแยกออกจากลำต้นใบเกิดออกตามกิ่งเรียงสลับกันไปแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ปน่อกบด้วย ใบบน(dorsal lobe) และใบล่าง (ventral lobe) มีขนาดที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งรากแขนงของแหนแดงจะหย่อนลงในแนวตั้ง เนื่องจากแหนแดงมีใบเป็นโพรงใบและมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินอาศัยอยู่แบบพึ่งพา สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศ

เปลี่ยนเป็นสารประกอบในรูปของแอมโมเนียที่เป็นประโยชน์ต่อแหนแดง ทำให้แหนแดงเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และมอดุประกอบของไนโตรเจนสูง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อพืชชนิดอื่นหรือจุลินทรีย์นำไปใช้ประโยชน์ และนำมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสดบำรุงดินในนาข้าวทดแทนการใช้ปุ๋ยสารเคมีไนโตรเจนได้

4.2.3. สาหร่ายหางกระรอก

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle วงศ์: HYDROCHARITACEAE

ชื่อสามัญ: Hydrilla ชื่อพื้นบ้าน : สาหร่ายหางกระรอก

ลักษณะทั่วไป: สาหร่ายหางกระรอกเป็นพืชใต้น้ำ ชอบขึ้นอยู่ตามคูน้ำ หนองบึง อ่างเก็บน้ำทั่วไป ขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว ลำต้นมีลักษณะเรียวยาว มีรากยึดติดกับพื้นดินซึ่งบางครั้งอาจลอยอยู่ในน้ำ ใบเป็นแผ่นบางเรียวยาวขนาดเล็ก แตกรอบข้อของลำต้นเป็นชั้นๆ ละ 3-8 ใบ ดอกออกตามข้อใบ ลักษณะดอกตัวผู้สั้น ส่วนดอกตัวเมียมีก้านดอกยาวช่วยส่งให้ดอกขึ้นมาบนเหนือน้ำ สาหร่ายหางกระรอกใช้ปลูกประดับในตู้ปลา และเป็นอาหารของปลา

4.2. การเปรียบเทียบคุณสมบัติของพืช และการเตรียมพืชน้ำ:

ดังที่กล่าวในข้อ 4.1 เกี่ยวกับคุณสมบัติที่ใช้ในการคัดเลือกพืชน้ำที่เหมาะสมในบำบัดสารหนูในน้ำโดยพิจารณาจาก

- เป็นพืชพื้นถิ่น - มีความสามารถในการครอบคลุมพื้นที่
- มีความยาวของรากที่เหมาะสม - ความยาก-ง่ายในการเก็บกวาดออกจากแหล่งน้ำ

ซึ่งพบว่าเมื่อเปรียบเทียบพืชน้ำที่มีอยู่ 3 ชนิดด้วยกันได้แก่ จอกผักกาด แหนแดง และสาหร่ายหางกระรอก แล้วพบว่าพืชน้ำทั้ง 3 ชนิดมีคุณสมบัติเด่นและด้อยต่างกันออกไปคือ

- จอกผักกาดมีคุณสมบัติที่ดีกว่าแหนแดง คือ จอกผักกาดมีรากยาว และมีขนาดใหญ่อาจส่งทำให้สามารถดูดซับโลหะหนักในแหล่งน้ำได้ดีกว่าแหนแดงที่มีรากสั้น และมีขนาดเล็ก (ดังแสดงในภาพที่ 4-1) แต่มี

ความสามารถในการกระจายตัวครอบคลุมพื้นที่น้อยกว่าแหนแดง



ภาพที่ 4-1: เปรียบเทียบขนาดและความยาวรากของจอกผักกาดและแห่นแดง

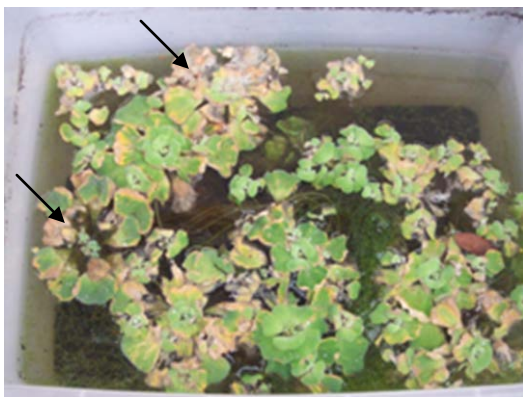
- แห่นแดงมีขนาดเล็ก รากสั้น แต่สามารถร่ายตัวได้ครอบคลุมบริเวณของน้ำได้ดีกว่าจอกผักกาด
- สาหร่ายหางกระรอกมีข้อเด่น คือ ทุกส่วนของพืชอยู่ในน้ำซึ่งอาจทำให้สามารถดูดซับโลหะหนักที่ปนเปื้อนในน้ำได้ แต่มีข้อเสียคือเมื่อใช้ในสภาวะแวดล้อมจริงอาจไม่สามารถเจริญแข่งกับพืชท้องถิ่นที่เจริญครอบคลุมส่วนบนของผิวน้ำได้

ดังนั้นจึงใช้พืชทั้ง 3 ชนิดมาใช้เป็นพืชทดสอบโดยเริ่มจากการนำพืชน้ำดังกล่าวมาเพาะเลี้ยงในบ่อเลี้ยง ก่อนคัดพืชที่มีขนาดเท่ากันไปปลูกในบ่อทดลองเพื่อใช้เป็นตัวกลางในการดูดซับสารหนูต่อไป

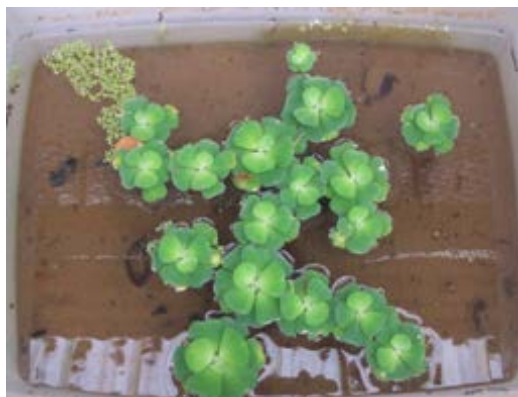
4.3 การเตรียมบ่อเพาะเลี้ยงและการเพาะเลี้ยงพืชทดสอบ

ใช้กล่องพลาสติก 23x29x19 เซนติเมตร เป็นภาชนะในการปลูกพืชน้ำทดสอบ โดยในบ่อเพาะเลี้ยงจะมี น้ำ ดิน และ พืชน้ำ จากนั้นจะปล่อยให้เพิ่มจำนวนจนได้จำนวนมากที่สุดเพื่อใช้เป็นพืชน้ำในการทดสอบการดูดซับสารหนูในน้ำ

ผลการเพาะขยายพันธุ์พืชน้ำ: พบว่าสามารถเพาะเลี้ยงพืชน้ำได้พบว่าพืชมีการเจริญ ยกเว้นจอกผักกาดสามารถเพิ่มจำนวนในบ่อเพาะเพาะเลี้ยงได้ระยะหนึ่งก่อนมีการเปลี่ยนสีของใบเป็นสีน้ำตาล และ ตาย ภายในเวลาต่อมา ซึ่งทำการตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่าจะต้องทำการทำการล้างดินก่อนนำมาปลูกโดยการแช่ดินด้วยน้ำเปล่า 1 อาทิตย์ จึงนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงซึ่งพบว่าสามารถแก้ไขปัญหาการตายของจอกผักกาดได้ (ดังแสดงในภาพที่ 4-2)



ก. ปลุกด้วยดินที่ไม่ได้ผ่านการแช่น้ำ



ข. ปลุกด้วยดินที่ผ่านการแช่น้ำ 1 อาทิตย์

ภาพที่ 4-2: การเพาะเลี้ยงจอกผักกาดในบ่อใส่ดินที่ผ่านการแช่น้ำและไม่ผ่านการแช่น้ำ

4.4. การออกแบบบ่อทดสอบ:

การทดลองเป็นแบบจำลองขนาดเล็ก โดยใช้กล่องพลาสติกขนาด 38 X 57 X 30 เซนติเมตร เป็นภาชนะในการทดสอบการดูดซับสารหนู โดยปลูกพืชน้ำ (จอกผักกาด) ในบ่อจำลองที่มีน้ำเสียสังเคราะห์ (โดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีสารหนูความเข้มข้น $100 \mu\text{g/L}$ ในการทดลอง) ที่มีความสูง 20-25 เซนติเมตรและมีน้ำท่วมขังได้ตลอดการทดลอง (21 วัน) ซึ่งจะมีการตรวจวัดปริมาณสารหนูในน้ำตามระยะเวลาที่กำหนด

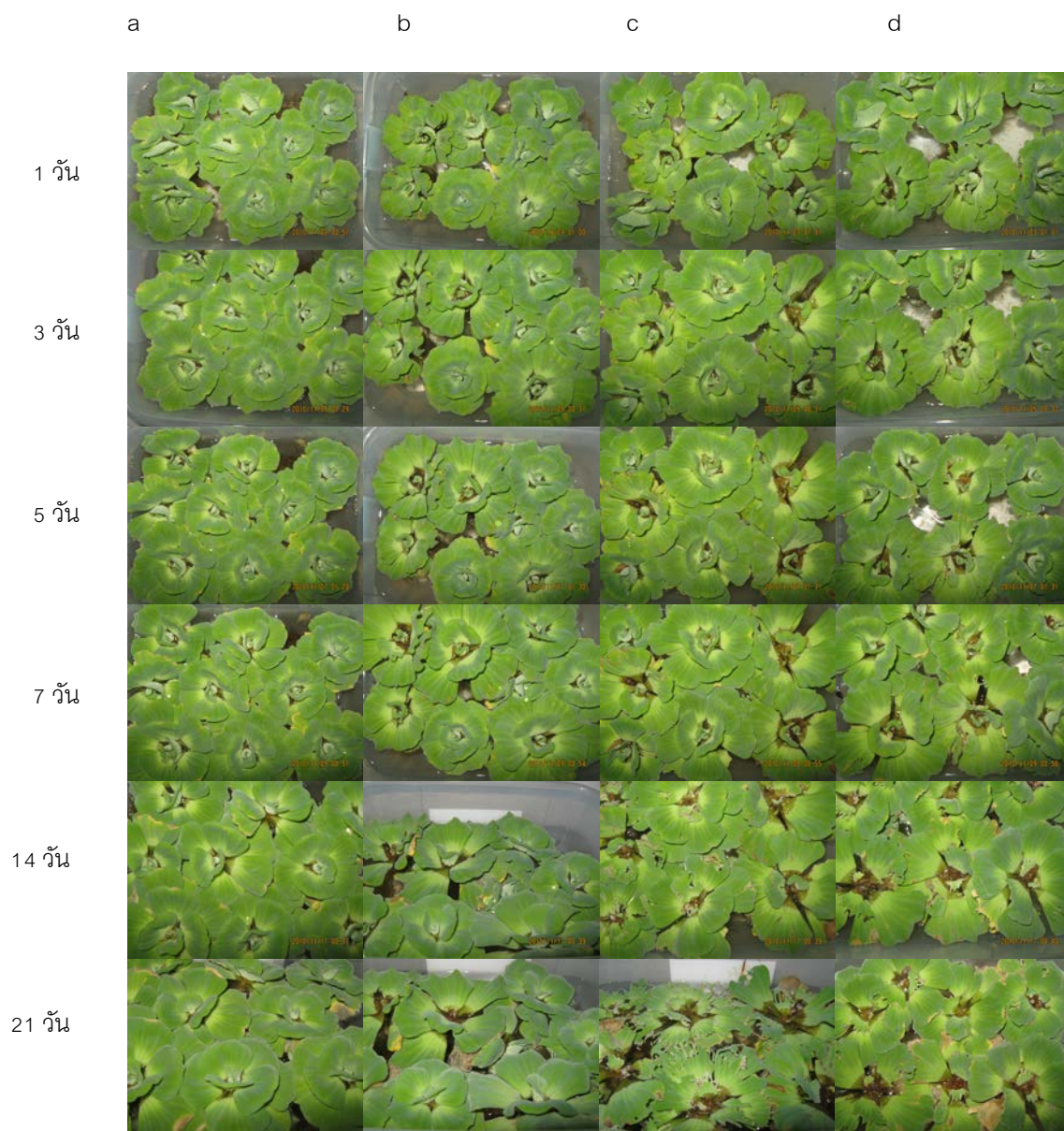
4.5. ศึกษาผลของสารหนูต่อการเจริญของพืชจอกผักกาด

4.5.1. การศึกษาระดับความเข้มข้นของสารหนูที่ส่งผลต่อการเจริญของพืชน้ำ (จอกผักกาด)

ทำการศึกษาระดับความเข้มข้นสารหนูในน้ำที่ส่งผลต่อการเจริญของพืชน้ำ ในการทดลองนี้จะใช้จอกผักกาดเป็นพืชตัวอย่างสำหรับการทดสอบเบื้องต้น โดยใช้ความเข้มข้นสารหนูที่ 10 เท่าของค่ามาตรฐานปริมาณสารหนูในน้ำ (ไม่เกิน $10 \mu\text{g/L}$) ซึ่งเท่ากับ $100 \mu\text{g/L}$ นั้นเอง วัดผลการทดลองโดยบันทึกภาพและเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชน้ำ และทำการคำนวณหามวลชีวภาพของพืชน้ำ โดย

$$\text{มวลชีวภาพของพืชน้ำ} = \text{มวลชีวภาพวันที่ 21} - \text{มวลชีวภาพวันที่ 1}$$

ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4-3 และ ตารางที่ 4-1



ภาพที่ 4-3: ลักษณะการเจริญเติบโตของจอกผักกาดในน้ำที่ปนเปื้อนสารหนูเป็นเวลา 21 วัน

a หมายถึง จอกผักกาดที่ใช้เป็นตัวควบคุมไม่ใส่สารหนูในน้ำ

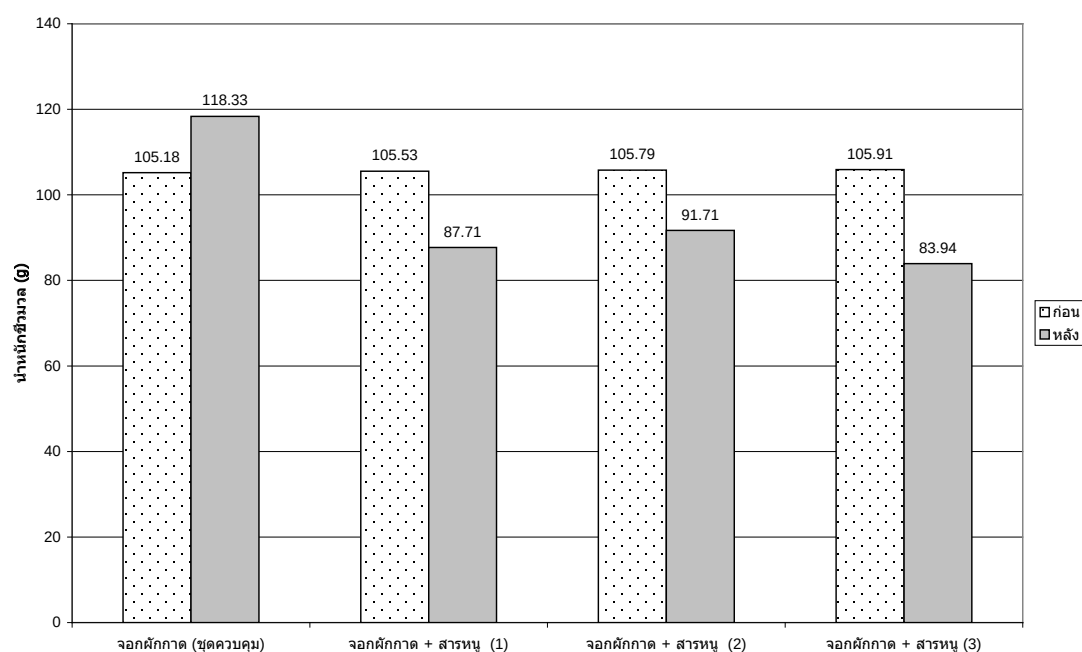
b หมายถึง จอกผักกาดที่มีสารหนูปนเปื้อนในน้ำในถังทดลองที่ 1

c หมายถึง จอกผักกาดที่มีสารหนูปนเปื้อนในน้ำในถังทดลองที่ 2

d หมายถึง จอกผักกาดที่มีสารหนูปนเปื้อนในน้ำในถังทดลองที่ 3

ตารางที่ 4-1: การเปรียบเทียบมวลชีวภาพของพืชน้ำก่อนและหลังการลดความเข้มข้นสารหนู

ชนิดตัวอย่าง	น้ำหนักพืชก่อนการบำบัด (กรัม)	น้ำหนักพืชหลังการบำบัด (กรัม)	มวลของพืชน้ำ
ถังควบคุม	105.18	118.33	13.15
น้ำ + สารหนูถึงที่ 1	105.53	87.71	-17.82
น้ำ + สารหนูถึงที่ 2	105.79	91.71	-14.08
น้ำ + สารหนูถึงที่ 3	105.91	83.94	-21.97



ภาพที่ 4-4: มวลชีวภาพของจอกผักกาดในน้ำ และน้ำที่มีสารหนูเข้มข้น 100 µg/L เป็นเวลา 0 - 21 วัน

จากการทดลองพบว่า ในเวลา 21 วันจอกผักกาดที่เลี้ยงในถังน้ำที่ไม่ได้เติมสารหนู (ถังควบคุม) มีมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นจากเดิม 13.15 กรัม โดยพบว่าจอกผักกาดมีใบที่ใหญ่ขึ้นและเขียวมากกว่าการทดลองเลี้ยงในน้ำระยะเริ่มต้นและบริเวณขอบใบมีสีเขียวเข้มอยู่เล็กน้อยบริเวณขอบใบ แต่ในขณะที่จอกผักกาดที่เลี้ยงในถังน้ำมีสารหนูเข้มข้นเท่ากับ 100 µg/L พบว่ามีการลดลงของมวลชีวภาพโดยมีค่าเฉลี่ยของการลดลงอยู่ที่ 17.956 กรัม (คำนวณจากค่า 17.82, 14.08 และ 21.97 กรัม. ดังแสดงในตารางที่ 4-1) ลักษณะภายนอกไม่มีการ

เปลี่ยนแปลง ใบยังคงมีสีเขียว สามารถพบการตายในบางส่วนของใบและต้น พบใบแก่ที่มีสีเหลือง และพบ
บางส่วนของใบที่ตายและเน่า

จากนั้นจึงเพิ่มความเข้มข้นของสารหนูเป็น 20 เท่า ของค่ามาตรฐานหรือ 200 $\mu\text{g/L}$ ผลการทดลอง
พบว่าใบของจอกผักกาดจะเหี่ยว รากและใบจะเริ่มเน่า ใบมีสีเหลืองซีด และตายจนหมดภายใน 7 วัน ดังแสดง
ในภาพที่ 4-5



ภาพที่ 4-5: จอกผักกาดตายเพราะสารหนูในน้ำเกินค่ามาตรฐาน 20 เท่าในระยะเวลา 5-7 วัน

ดังนั้นจึงใช้ค่าความเข้มข้นที่ 10 เท่าของค่ามาตรฐานหรือ 100 $\mu\text{g/L}$ เป็นค่าความเข้มข้นเริ่มต้นในการ
ทดสอบการดูดซับสารหนูโดยพืชน้ำ

4.3.2. ศึกษาผลของสารหนูต่อการเจริญของพืชน้ำ

นำพืชน้ำทดสอบแต่ละชนิดจากบ่อเพาะเลี้ยงมาชั่งน้ำหนักชนิดละ 105 กรัม แล้วนำพืชน้ำแต่ละชนิด
ใส่ในถังน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีสารหนูความเข้มข้นเริ่มต้น 100 $\mu\text{g/L}$ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ทำการชั่งน้ำหนักของพืช
น้ำเพื่อวัดการเจริญเติบโตของพืชน้ำ และถ่ายรูปการเปลี่ยนแปลงของพืชน้ำตามเวลาที่กำหนด ผลการทดลอง
แสดงดังภาพ 4-6 ถึง ภาพที่ 4-9

จอกผักกาด

วันที่ 1



บ่อควบคุม



บ่อทดสอบที่ 1



บ่อทดสอบที่ 2



บ่อทดสอบที่ 3

วันที่ 7



บ่อควบคุม



บ่อทดสอบที่ 1

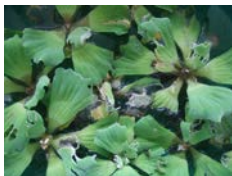


บ่อทดสอบที่ 2



บ่อทดสอบที่ 3

วันที่ 14



บ่อควบคุม



บ่อทดสอบที่ 1

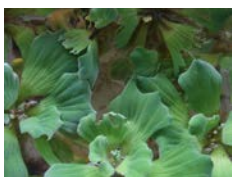


บ่อทดสอบที่ 2

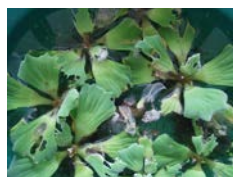


บ่อทดสอบที่ 3

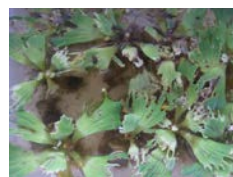
วันที่ 21



บ่อควบคุม



บ่อทดสอบที่ 1



บ่อทดสอบที่ 2



บ่อทดสอบที่ 3

ภาพที่ 4-6: การเจริญเติบโตของจอกผักกาดในน้ำที่มีสารหนูเข้มข้น 100 $\mu\text{g/ml}$ เป็นเวลา 0 - 21 วัน

ແໜແດງ

ວັນທີ 0



ບໍ່ອຸບຄຸມ



ບໍ່ອຸບຄຸມທີ່ 1



ບໍ່ອຸບຄຸມທີ່ 2

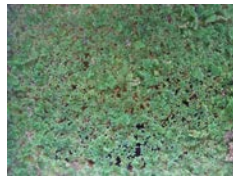


ບໍ່ອຸບຄຸມທີ່ 3

ວັນທີ 7



ບໍ່ອຸບຄຸມ



ບໍ່ອຸບຄຸມທີ່ 1



ບໍ່ອຸບຄຸມທີ່ 2



ບໍ່ອຸບຄຸມທີ່ 3

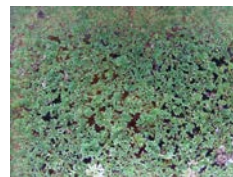
ວັນທີ 14



ບໍ່ອຸບຄຸມ



ບໍ່ອຸບຄຸມທີ່ 1

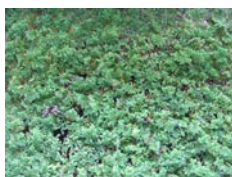


ບໍ່ອຸບຄຸມທີ່ 2



ບໍ່ອຸບຄຸມທີ່ 3

ວັນທີ 21



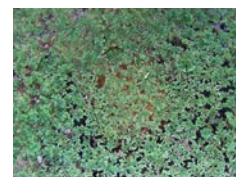
ບໍ່ອຸບຄຸມ



ບໍ່ອຸບຄຸມທີ່ 1



ບໍ່ອຸບຄຸມທີ່ 2

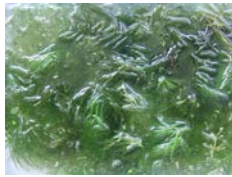


ບໍ່ອຸບຄຸມທີ່ 3

ຮູບຮ່າງ 4-7: ການເຈີຣຸບເຕີບໂຕຂອງແໜແດງໃນນ້ຳທີ່ມີສານຮຸກເຂັ້ມຂັ້ນ 100 µg/ml ເປັນເວລາ 0 - 21 ວັນ

สาหร่ายหางกระรอก

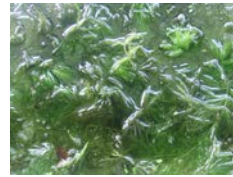
วันที่ 1



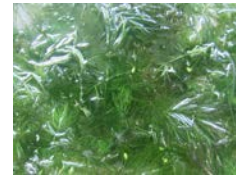
บ่อควบคุม



บ่อทดสอบที่ 1

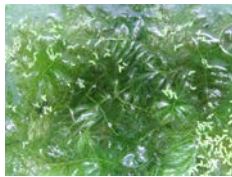


บ่อทดสอบที่ 2



บ่อทดสอบที่ 3

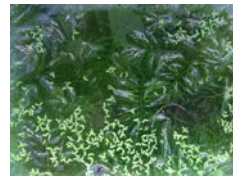
วันที่ 7



บ่อควบคุม



บ่อทดสอบที่ 1



บ่อทดสอบที่ 2



บ่อทดสอบที่ 3

วันที่ 14



บ่อควบคุม



บ่อทดสอบที่ 1



บ่อทดสอบที่ 2



บ่อทดสอบที่ 3

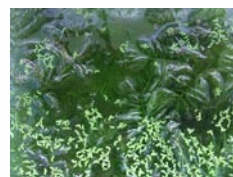
วันที่ 21



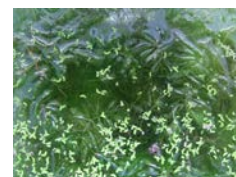
บ่อควบคุม



บ่อทดสอบที่ 1



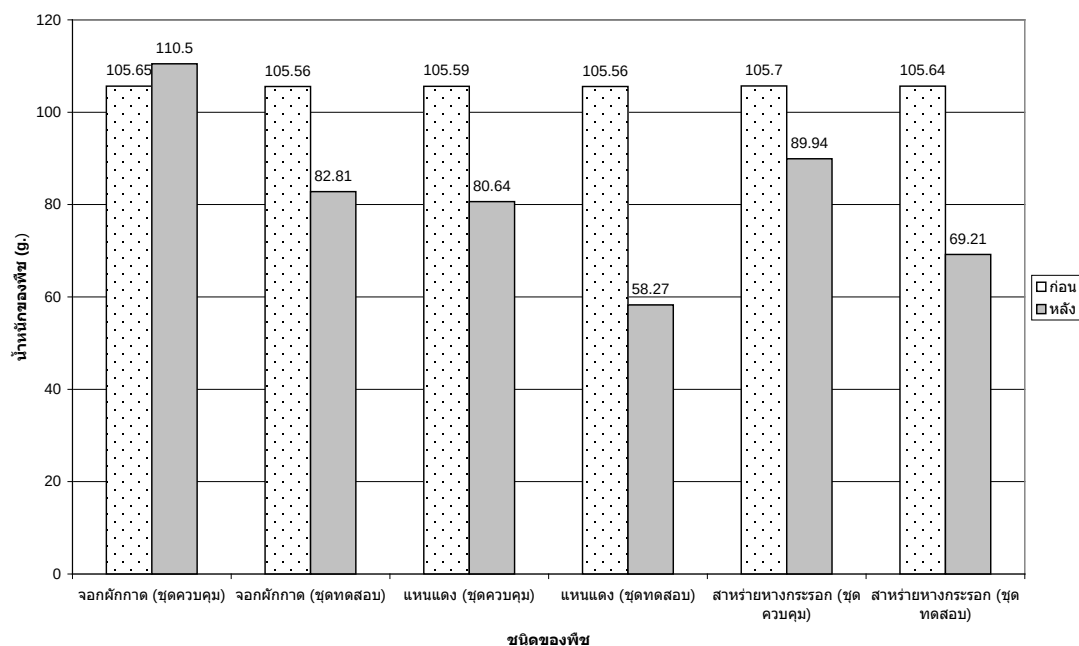
บ่อทดสอบที่ 2



บ่อทดสอบที่ 3

ภาพที่ 4-8: การเจริญเติบโตของสาหร่ายหางกระรอกในน้ำที่มีสารหนูเข้มข้น 100 µg/ml เป็นเวลา 0 - 21 วัน

เมื่อทำการชั่งน้ำหนักเพื่อวัดการเจริญเติบโตของพืชน้ำ ซึ่งผลการทดลองแสดงดังภาพที่



ภาพที่ 4-9: การเจริญเติบโตของพืชน้ำทั้ง 3 ชนิดในน้ำที่มีสารหนูเข้มข้น 100 µg/L เป็นเวลา 0 - 21 วัน

จากภาพที่ 4-9 : พบว่าของพืชน้ำทั้ง 3 ชนิด คือ จอกผักกาด แหนแดง และสาหร่ายหางกระรอก ทั้งชุดควบคุมและชุดทดสอบมีการเจริญที่เปลี่ยนแปลงและแตกต่างกันออกไป โดยพบว่าในพืชทั้ง 3 ชนิดในชุดควบคุมนั้นจอกผักกาดมีการเจริญที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่แหนแดง และสาหร่ายหางกระรอกมีการลดลงของน้ำหนักมวลชีวภาพบางส่วน โดยแหนแดง และสาหร่ายหางกระรอกมีน้ำหนักมวลชีวภาพลดลงเท่ากับ 80.64 และ 89.94 กรัม ตามลำดับ

สำหรับในชุดทดสอบการดูดซับสารหนูพบว่าพบของพืชน้ำทั้ง 3 ชนิด มีการเจริญที่ลดลงอย่างชัดเจนโดยที่แหนแดงมีการลดลงของน้ำหนักมวลชีวภาพมากที่สุดเท่ากับ 47.29 กรัมในขณะที่สาหร่ายหางกระรอกและจอกหูหนูมีการลดลงของน้ำหนักมวลชีวภาพที่สุดเท่ากับ 36.43 และ 22.75 กรัม ตามลำดับ

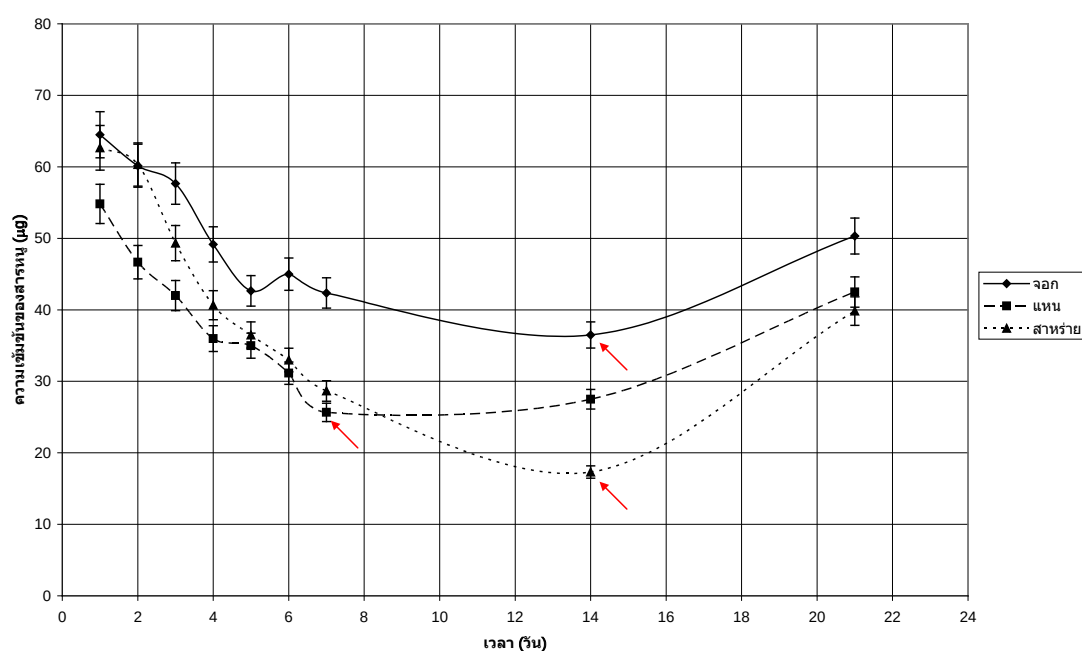
4.6 ศึกษาการลดความเข้มข้นของสารหนูโดยพืชน้ำ

จากนั้นเก็บตัวอย่างน้ำตัวอย่างในวันที่ 0 1 2 3 4 5 6 7 14 และ 21 วัน ตามลำดับ โดยใช้ปิเปตดูดน้ำมาปริมาณ 100 มิลลิลิตรใส่ขวดพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ 520 nm และนำการดูดกลืนแสงมาคำนวณหาความเข้มข้นของสารหนูที่มีในน้ำ สำหรับผลการทดลองทั้งหมดแสดงดังตารางที่ 4-2 และภาพที่ 4-10

ตารางที่ 4-2: ความเข้มข้นของสารหนู. ($\mu\text{g/ml}$) ในน้ำหลังจากบำบัดด้วยพีชน้ำเป็นระยะเวลา 21 วัน

ชนิดพืช/	ความเข้มข้นของสารหนูในน้ำ ($\mu\text{g/ml}$)								
	1	2	3	4	5	6	7	14	21
จอกผักกาด	64.481	60.147	57.647	49.147	42.647	44.981	42.347	36.481	50.314
แห่นาง	54.814	46.647	41.981	35.964	34.981	31.131	25.647	27.481	42.481
สาหร่ายหางกระรอก	62.647	60.314	49.314	40.647	36.481	32.981	28.647	17.314	39.814

เมื่อปริมาณของสารหนูในตารางที่ มา plot กราฟแสดงได้ดังภาพที่ 4-10



ภาพที่ 4-10: ปริมาณของสารหนูคงเหลือในน้ำเมื่อบำบัดด้วยพีชน้ำ 3 ชนิด ภายในเวลา 21 วัน

จากผลการทดลองในตารางที่ และ ภาพที่ พบว่าพีชน้ำจอกผักกาดและแห่นาง ชนิดสามารถลดความเข้มข้นของสารหนูได้อย่างรวดเร็วในช่วง 1-7 วันของการทดลอง และสามารถลดความเข้มข้นของสารหนูได้มากที่สุดในวันที่ 7 ของการทดลอง (ตำแหน่งที่ลูกศรชี้) ก่อนที่จะมีความสามารถลดลงในช่วง 7-14 วันของการทดลอง ในขณะที่สาหร่ายหางกระรอกสามารถลดความเข้มข้นของสารหนูในน้ำได้อย่างต่อเนื่องตั้งแต่วันที่ 1-14 ของการทดลอง และสามารถลดความเข้มข้นของสารหนูได้มากที่สุดในวันที่ 14 ของการทดลอง (ตำแหน่งที่ลูกศรชี้)

หลังจากวันที่ 14 ของการทดลองพบว่าความสามารถในการลดความเข้มข้นของสารหนูของพีชน้ำทั้ง 3 ชนิดลดลงจนไม่สามารถลดค่าความเข้มข้นของสารหนูแต่ได้ และได้ปล่อยสารหนูให้ละลายกลับสู่น้ำอีกครั้งหนึ่ง

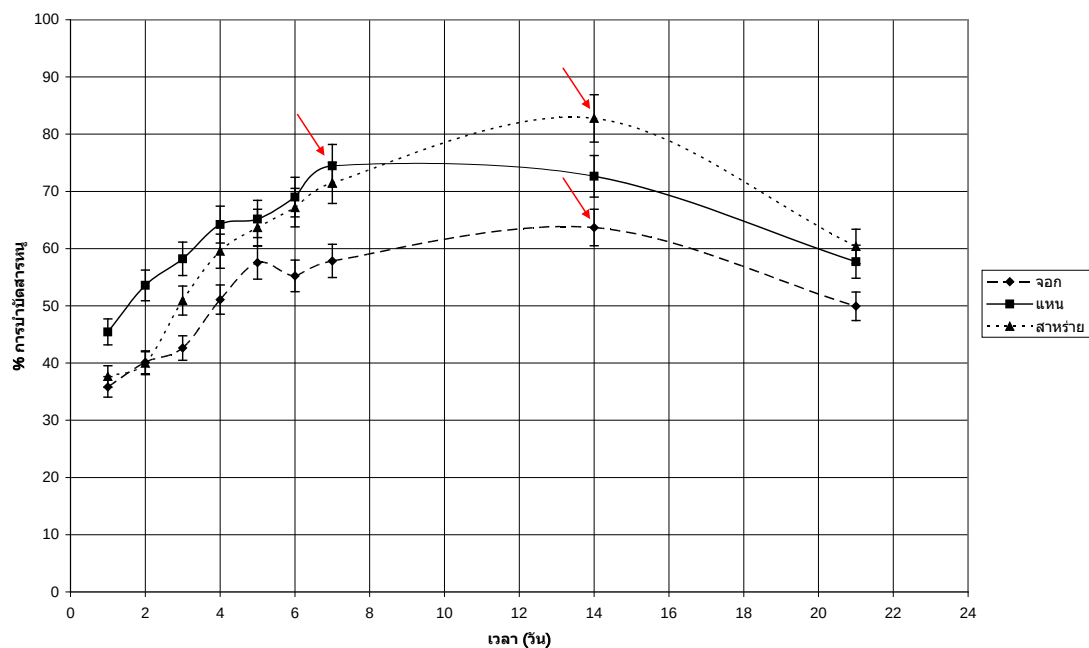
จึงทำให้ค่าความเข้มข้นของสารหนูมีค่าสูงขึ้นโดยดังแสดงในตาราง 4-2 และภาพที่ 4-10 ซึ่งการลดลงของความสามารถในการลดความเข้มข้นสารหนูของพีชน้ำนั้นอาจเกิดขึ้นจากการที่ผิวชีวมวลของพีชน้ำอิ่มตัวทำให้ไม่สามารถดูดซับสารหนูได้อีก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gong, et.al 2005 ที่การลดความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำด้วยสาหร่าย *Spirulina munima* และการเพิ่มขึ้นของสารหนูในช่วงหลังของการทดลองอาจเกิดจากการตายของพีชน้ำหลังจากทำการดูดซับสารหนูเข้าสู่เซลล์ในปริมาณมากเกินไป ซึ่งเมื่อพีชน้ำตายจึงเกิดการปล่อยสารหนูกลับมาสู่น้ำจึงทำให้มีค่าความเข้มข้นของสารหนูเพิ่มขึ้นในช่วงท้ายของการทดลอง

4.7 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นของสารหนูโดยพีชน้ำ

นำค่าที่ได้จากตารางที่ มาทำการหาประสิทธิภาพการดูดซับสารหนูจากสูตร

ร้อยละการลดปริมาณสารหนูเริ่มต้น = $(\text{ความเข้มข้นของปริมาณสารหนูเริ่มต้น} - \text{ความเข้มข้นของปริมาณสารหนูที่เหลือ}) / \text{ความเข้มข้นของปริมาณสารหนูเริ่มต้น} \times 100$

ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4-11



ภาพที่ 4-11: ปริมาณของสารหนูคงเหลือในน้ำเมื่อบำบัดด้วยพีชน้ำ 3 ชนิด ภายในเวลา 21 วัน

จากภาพที่ 4-11 พบว่าประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นสารหนูของพีชทั้ง 3 ชนิดเพิ่มขึ้นในช่วงแรกของการทดลอง โดยที่แพนแดงเป็นพีชน้ำชนิดแรกที่ทำให้ประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นของสารหนูได้ดีกว่า

พืชน้ำชนิดอื่นในระยะเวลา 7 วันแรก โดยให้ประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นสูงสุดเท่ากับ 74.47% (ตำแหน่งที่ ลูกศรชี้)

ในขณะที่สาหร่ายหางกระรอกและจอกผักกาดมีประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นสาหร่ายเท่ากับ 71.48% และ 51.85 % ตามลำดับ แต่เมื่อระยะเวลาการทดลองเพิ่มขึ้นพบว่าแหนแดงมีประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นของสาหร่ายค่อนข้างคงที่ (72.64%) ในขณะที่สาหร่ายหางกระรอก และจอกผักกาดมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดที่ 82.76% และ 63.89 % ในวันที่ 14 (ตำแหน่งที่ลูกศรชี้) ก่อนที่ประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นของสาหร่ายพืชน้ำทั้ง 3 ชนิดจะลดลงตามลำดับจนถึงวันที่ 21 ดังแสดงในภาพที่ 4-11

จากผลการทดลองพบว่าพืชน้ำทั้ง 3 ชนิด มีความสามารถในการลดความเข้มข้นของสาหร่ายในน้ำได้ตั้งแต่ 60 – 80 % โดยพืชน้ำแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพและช่วงเวลาในการลดความเข้มข้นของสาหร่ายในน้ำที่แตกต่างกันออกไป แหนแดงเป็นพืชน้ำชนิดแรกที่ให้ประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นของสาหร่ายได้ดีที่สุดในช่วงเวลา 7 วันแรก โดยมีประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นสูงถึง 74.47% ในขณะที่สาหร่ายหางกระรอกและจอกผักกาดมีประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นเท่ากับ 71.48 และ 51.85 % ตามลำดับ แต่เมื่อระยะเวลาการทดลองเพิ่มขึ้น (14-21 วัน) พบว่าแหนแดงมีประสิทธิภาพลดลง ในขณะที่สาหร่ายหางกระรอกและจอกผักกาดมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดที่ 82.76 และ 63.89 % ในวันที่ 14 ซึ่งเมื่อนำค่าความสามารถมาเรียงลำดับก็จะสามารถเรียงได้ดังนี้

ในเวลา 7 วัน ประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นสาหร่าย: แหนแดง > สาหร่ายหางกระรอก > จอกผักกาด

ในเวลา 14 วัน ประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นสาหร่าย: สาหร่ายหางกระรอก > แหนแดง > จอกผักกาด

แต่อย่างไรก็ตามพบว่าเมื่อระยะเวลาช่วงที่พืชน้ำมีประสิทธิภาพสูงสุดแล้ว พบว่าความเข้มข้นของสาหร่ายในน้ำเพิ่มขึ้นซึ่งอาจเกิดจาก 4 สาเหตุด้วยกันคือ

- ผิวเซลล์ของพืชน้ำอ้อมตัวด้วยสาหร่าย เซลล์จึงไม่สามารถดูดซับเพิ่มได้อีกแต่เกิดการย้อนกลับของ

ปฏิกิริยาจึงทำให้เกิดการละลายกลับของสาหร่าย

- เนื่องจากความเป็นพิษของสาหร่ายเพื่อเข้าสู่เซลล์ของพืชน้ำ ดังนั้นพืชน้ำพยายามกำจัดสาหร่ายที่มี

ความเข้มข้นสูงออกจากเซลล์ จึงส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของสาหร่ายในน้ำ

- การสูญเสียความสามารถในการดูดซับของผิวชีวมวลเนื่องจากพิษของสารหนู ทำให้ผิวชีวมวลไม่สามารถดูดซับสารหนูจึงปล่อยให้สารหนูละลายกลับในน้ำ

- พิษน้ำทั้ง 3 ชนิดตายด้วยความเป็นพิษของสารหนู ทำให้เกิดการปล่อยสารหนูที่เก็บกักภายในส่วนต่างๆของพืชกลับสู่น้ำอีกครั้งซึ่งสอดคล้องกับการลดลงของมวลชีวภาพพืชหลังการทดลอง (ซึ่งน่าจะเกิดจากตายหรือแตกสลายของเซลล์พืช)

สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับภาพรวม การสรุป-วิจารณ์ผลการทดลอง รวมทั้งข้อเสนอแนะ ของงานวิจัย แสดงดังบทที่ 5