





ภาคผนวก 1

กราฟมาตรฐาน

กราฟมาตรฐาน

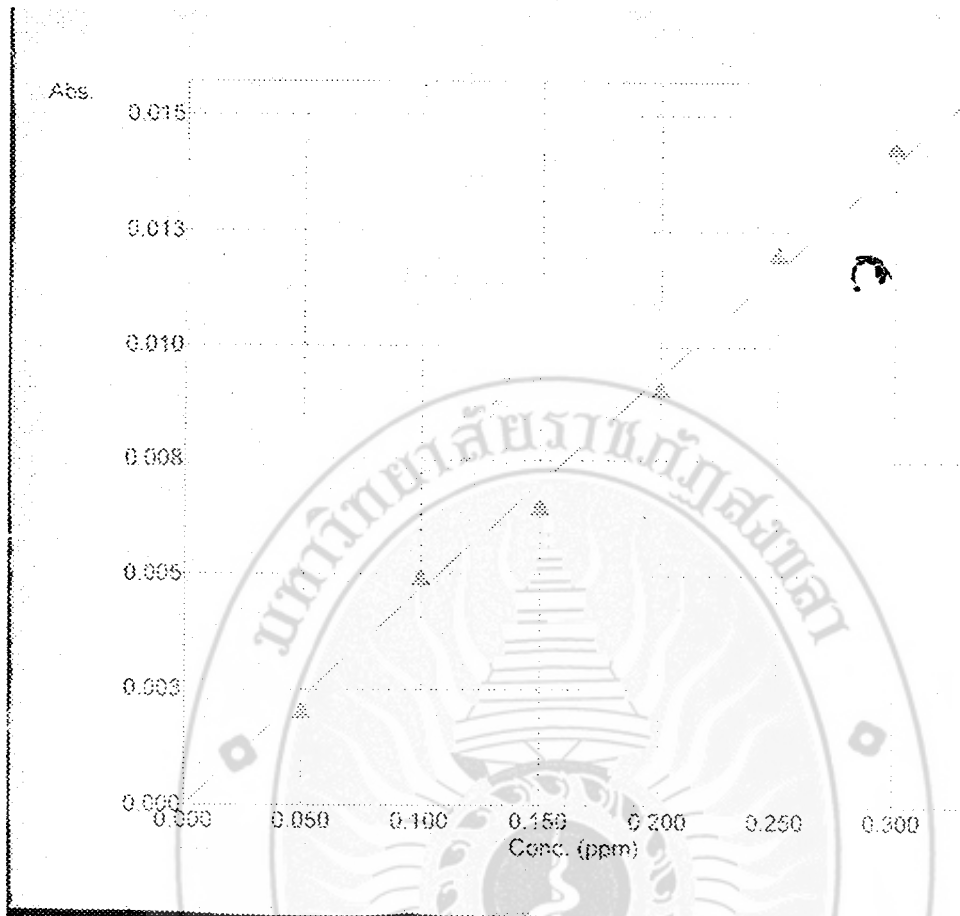
ในการวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในปลาจากทะเลสาบสงขลาตอนล่าง โดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรสโคปี ในการหาปริมาณของตะกั่ว ซึ่งจะได้ผลการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่างๆ ของโลหะตะกั่วแต่ละตัวโดยจะมีการเตรียมที่ 7 ความเข้มข้น ซึ่งมีวิธีการเตรียมแต่ละความเข้มข้นต่าง ๆ ดังนี้

ขั้นตอนแรกปิเปตสารละลายมาตรฐานตะกั่ว 1 ml ปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยน้ำ Dionize Water ในการเตรียมความเข้มข้น 0.0500 กปิเปตสารละลายตะกั่วที่เตรียมไว้ 5 ml ปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วย Dionize Water ถ้าเตรียมที่ 0.1000 กปิเปตสารละลายตะกั่วมา 10 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วย Dionize Water แล้วเตรียมจนครบทุกความเข้มข้นตามลำดับ ซึ่งสามารถนำมาเขียนกราฟมาตรฐานโดยแสดงผลตามตารางดังต่อไปนี้

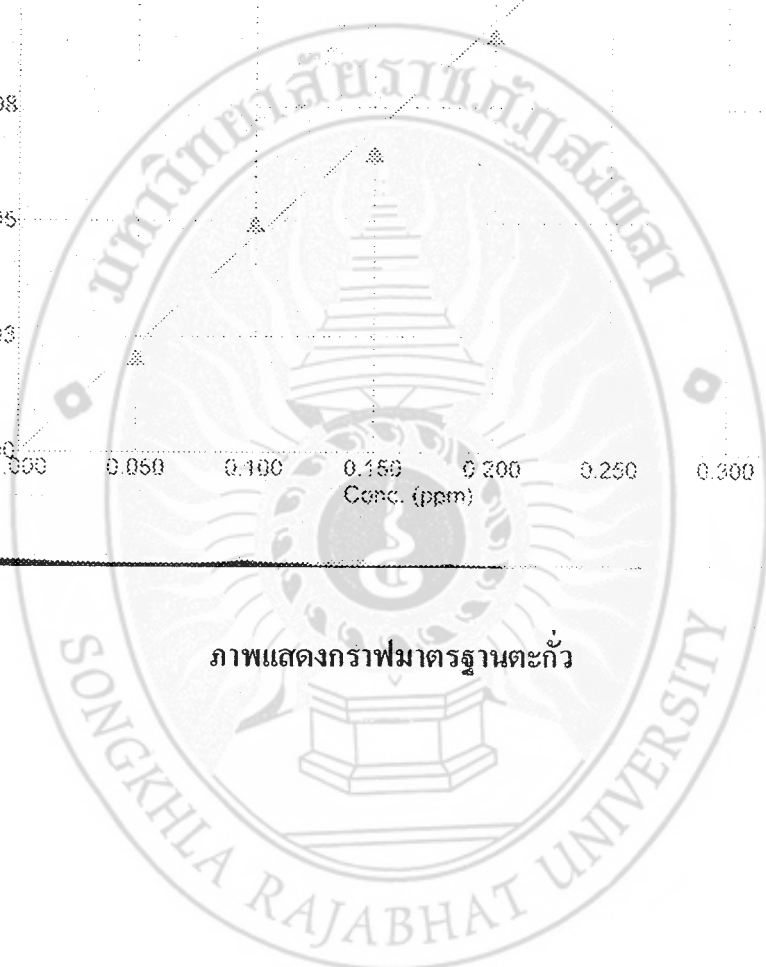
ตารางแสดงค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ของสารละลายมาตรฐานตะกั่วที่ความเข้มข้นต่างๆ

Standard	Conc.	Abs.
0	0.0000	0.0004
1	0.0500	0.0020
2	0.1000	0.0049
3	0.1500	0.0064
4	0.2000	0.0090
5	0.2500	0.0120
6	0.3000	0.0143

จากการดูดกลืนแสง (Absorbance) ของโลหะหนักแต่ละความเข้มข้นที่วัดได้สามารถนำไปสร้างกราฟมาตรฐาน (Standard curve) ของมาตรฐานตะกั่วดังนี้



ภาพแสดงกราฟมาตรฐานตะกั่ว





ภาคผนวก 2
ภาพตัวอย่างปลาทั้ง 5 ชนิด

ภาพตัวอย่างปลา

ภาพตัวอย่างปลาทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ ปลากะพงขาว ปลากะบอก ปลากคทะเล ปลาแดง และปลาทู โดยในการเก็บตัวอย่างจะคัดเลือกตามชนิดและขนาดโดยถือหลัก ดังนี้ปลากะพงจะคัดเลือกปลาที่มีความยาวตั้งแต่ 25 - 30 เซนติเมตร ส่วนปลากะบอก ปลาแดง ปลากคทะเล และปลาทูจะคัดเลือกปลาที่มีความยาวตั้งแต่ 15-20 เซนติเมตร



ปลากะพงขาว



ปลากะบอก



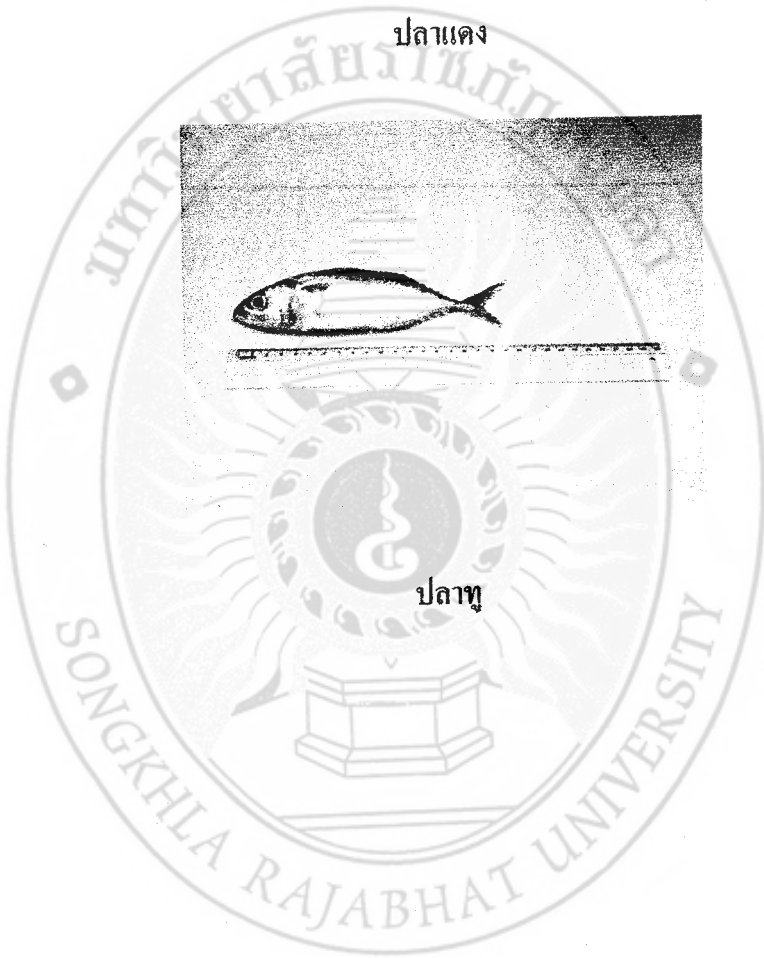
ปลากคทะเล



ปลาดัง



ปลาทุ





ภาคผนวก 3
ภาพขั้นตอนการทดลองต่างๆ

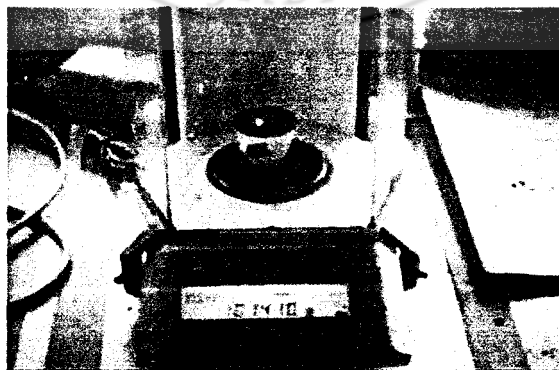
ภาพขั้นตอนการทดลองต่างๆ



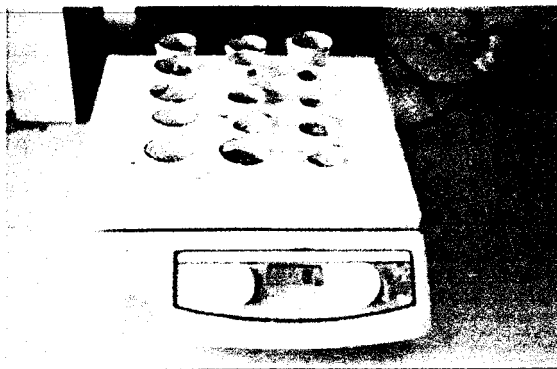
การเตรียมสารเคมี



ปั้นตัวอย่างปลาให้ละเอียด



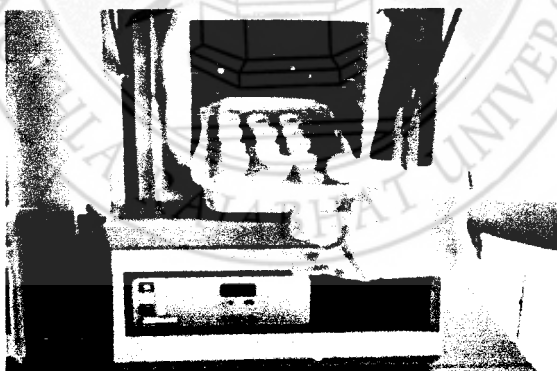
ชั่งตัวอย่างปลาหนัก 10 กรัม



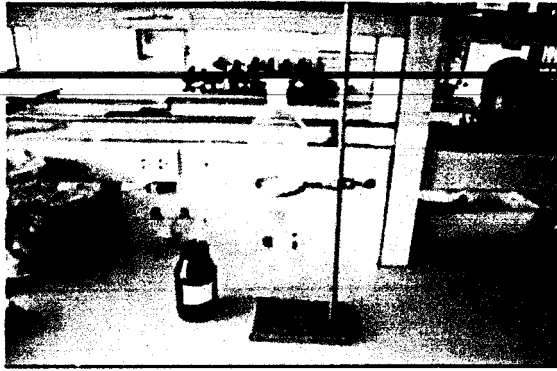
ระเหยบนแผ่นร้อนจนแห้ง



นำตัวอย่างปลาไปอบที่อุณหภูมิ 220 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง



เผาต่อที่อุณหภูมิ 450°C เป็นเวลา 3-4 ชม.จน ได้เถ้าสีขาว



สกัดสารรบกวน



วิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์





ภาคผนวก 4

เกณฑ์กำหนดตะกั่วในอาหารตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข (2532)

เกณฑ์กำหนดตะกั่วในอาหารตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข (2532)

การวิเคราะห์หาปริมาณการตกค้างของตะกั่วในปลาทั้ง 5 ชนิด เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์กำหนดตะกั่วในอาหารตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย ว่ามีปริมาณตะกั่วเกินมาตรฐานดังตารางนี้ (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2532)

ตารางแสดงเกณฑ์กำหนดตะกั่วในอาหารตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข

ประเภทอาหาร	เกณฑ์กำหนด (ppm)
ผลไม้	0.1
ผัก	0.1
ธัญพืช	0.2
เนื้อสัตว์ (หมู วัว ไก่)	0.1
เครื่องใน (หมู วัว ไก่)	0.5
ปลา	0.2
กุ้ง	0.5
หอย	1.0
น้ำผลไม้	0.05
ไวน์	0.2
อาหารเด็ก	0.02

ที่มา : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2532



ภาคผนวก 5
ปริมาณตะกั่วที่สะสมในปลา

ปริมาณตะกั่วที่สะสมในปลา

ตารางที่ 4.1 ปริมาณตะกั่วที่สะสมในปลาครั้งที่ 1

ชนิดของปลา	ตัวอย่างที่	ปริมาณตะกั่วที่วัดได้ (ppm)	ค่าเฉลี่ย
ปลากระพงขาว	1	0.2045	0.1706
	2	0.1098	
	3	0.1975	
ปลากระบอก	1	0.0919	0.0584
	2	0.0414	
	3	0.0421	
ปลากดทะเล	1	0.1034	0.0759
	2	0.1081	
	3	0.0164	
ปลาแดง	1	0.0042	0.0069
	2	0.0083	
	3	0.0082	
ปลาทู	1	0.0123	0.0109
	2	0.0078	

ตารางที่ 4.2 ปริมาณตะกั่วที่สะสมในปลาครั้งที่ 2

ชนิดของปลา	ตัวอย่างที่	ปริมาณตะกั่วที่วัดได้ (ppm)	ค่าเฉลี่ย
ปลากระพงขาว	1	0.2574	0.2332
	2	0.2289	
	3	0.2133	
ปลากระบอก	1	0.0676	0.0604
	2	0.0559	
	3	0.0578	
ปลากดทะเล	1	0.1195	0.0969
	2	0.1230	
	3	0.0484	
ปลาแดง	1	0.0235	0.0178
	2	0.0138	
	3	0.0162	
ปลาทู	1	0.0177	0.0118
	2	0.0103	
	3	0.0075	

ตารางที่ 4.3 ปริมาณตะกั่วที่สะสมในปลาครั้งที่ 3

ชนิดของปลา	ตัวอย่างที่	ปริมาณตะกั่วที่วัดได้ (ppm)	ค่าเฉลี่ย
ปลากระพงขาว	1	0.2079	0.2173
	2	0.2502	
	3	0.1940	
ปลากระบอก	1	0.1222	0.1001
	2	0.0843	
	3	0.0940	
ปลากดทะเล	1	0.1239	0.0879
	2	0.0957	
	3	0.0441	
ปลาแดง	1	0.0235	0.0171
	2	0.0148	
	3	0.0130	
ปลาทู	1	0.0202	0.0141
	2	0.0104	
	3	0.0119	

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยปริมาณตะกั่วที่สะสมในปลาทั้ง 3 ครั้ง

ชนิดของปลา	ค่าเฉลี่ยครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ยครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ยครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ยรวม
ปลากระพงขาว	0.1706	0.2332	0.2173	0.2070
ปลากระบอก	0.0584	0.0604	0.1001	0.0729
ปลากดทะเล	0.0759	0.0969	0.0879	0.0869
ปลาแดง	0.0069	0.0178	0.0171	0.0139
ปลาทู	0.0109	0.0118	0.0141	0.0122



ภาคผนวก 6

แบบเสนอโครงการวิจัยสิ่งแวดล้อม

แหล่งน้ำจืดต่าง ๆ ที่มีอยู่มากมายหลายสาย ปากทะเลติดต่อกับอ่าวไทยในเขตอำเภอเมืองสงขลา ทะเลสาบแห่งนี้ นับว่าเป็นทะเลสาบที่ค่อนข้างตื้นมาก ลักษณะตอนกลางเป็นที่ลุ่มคล้ายกระทะ ทะเลสาบสงขลามีลักษณะที่เฉพาะประบางและความสมดุลเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ เนื่องจากเป็นทะเลสาบที่มีทั้งน้ำจืดและน้ำเค็มปนกันอยู่ในแหล่งเดียวกัน

ทะเลสาบสงขลา มีความเสื่อมโทรมลงเรื่อย ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง (บุญถ อิศรางกูร, 2536) ทั้งนี้เนื่องจากทะเลสาบสงขลาตอนล่างเป็นแหล่งรองรับน้ำเสียและมลพิษต่างๆ จากทะเลสาบสงขลาตอนบนและจากจังหวัดสงขลาเกือบทั้งหมด (บุญถ อิศรางกูร, 2541)

โดยรอบทะเลสาบสงขลาจะมีการขยายตัวของเมืองหลัก การสร้างท่าเรือน้ำลึกและการขยายตัวของอุตสาหกรรม เช่น โรงงานผลิตภัณฑฺ์ยางพาราในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เช่น โรงงานทำน้ำยางชั้น โรงงานผลิตถุงมือยาง ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในเขตอำเภอหาดใหญ่ อำเภอสะเดา และอำเภอบางกล่ำ โดยคลองสาขาของทะเลสาบสงขลาซึ่งเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมยางพารานี้คือ คลองอู่ตะเภาซึ่งเป็นแหล่งน้ำดิบที่สำคัญในการผลิตน้ำประปา แต่ขณะเดียวกันก็ต้องรองรับน้ำทิ้งในปริมาณที่มากขึ้นในทุกปี รวมทั้งโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ ส่วนใหญ่เป็นโรงงานผลิตอาหารทะเลแช่แข็ง อาหารทะเลบรรจุกระป๋อง ห้องเย็น น้ำเสียที่เกิดจากโรงงานเหล่านี้จะเกิดขึ้นในระหว่างการแปรรูปผลิตภัณฑ์ คือ การฟอก การล้างสัตว์ทะเล รวมทั้งการใช้น้ำในกระบวนการผลิตและโดยทั่วไปพบว่าไม่มีการนำน้ำมาหมุนเวียนหรือกลับมาใช้ใหม่อีก ดังนั้นในแต่ละวันโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำจึงก่อให้เกิดน้ำเสียปริมาณมาก โดยคลองสาขาของทะเลสาบสงขลาจะรองรับน้ำทิ้งจากโรงงานเหล่านี้ได้แก่ คลองวง คลองหะ คลองลำโรง และคลองน้ำน้อยและโรงงานต่าง ๆ ที่ใช้ผลผลิตจากทะเลสาบจะตั้งอยู่ใกล้ ๆ ลุ่มน้ำเพื่อความสะดวกในการขนส่งวัตถุดิบและของเสียจากโรงงานเหล่านี้จะปล่อยสู่ลุ่มน้ำทะเลสาบ และมีคู่อีกร้อยหลายแห่งด้วยกัน หรือเบตเตอร์จากเรือประมงหาปลา สารต้านการเน่าคือน้ำมันเชื้อเพลิง รวมทั้งน้ำทิ้งจากชุมชนรอบทะเลสาบสงขลา ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ เพราะมีประชากรอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก และมีการขยายตัวของเมืองอย่างรวดเร็ว โดยน้ำเสียจากชุมชนจะถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งเป็นคลองสาขาของทะเลสาบสงขลา ก่อนจะไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่างในที่สุด ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการปนเปื้อนของสารพิษต่าง ๆ

จากสาเหตุดังกล่าวข้างต้นจะทำให้มีการปนเปื้อนของโลหะหนัก และมีแวนไน้มเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะตะกั่ว ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำที่อาศัยในแหล่งน้ำ ที่สำคัญ คือปลาซึ่งนับได้ว่าปลาเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญของประชากรในลุ่มแม่น้ำทะเลสาบสงขลาและเมืองใกล้เคียง และปลาเป็นผลิตภัณฑ์จากทะเลสาบสงขลาและเป็นอาหารที่นิยมบริโภคมากที่สุด สามารถหาซื้อได้ราคาไม่แพงนัก ดังนั้นควรมีการศึกษาค้นคว้าหาปริมาณตะกั่วในปลาที่อาศัยทะเลสาบสงขลาตอนล่างว่ามีปริมาณตะกั่วตกค้างในปลาว่าเกินมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่และอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคหรือไม่ จะได้ทำการแก้ไขและระมัดระวังในการบริโภคอาหารจากปลาดังกล่าว อันเป็นการป้องกันการเกิดโรคพิษจากตะกั่วที่เกิดจากตะกั่วที่เกิดจากผู้บริโภคต่อไป

6.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วที่ตกค้างในปลาบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ได้แก่ ปลากระพงขาว ปลาแดง ปลากระบอก ปลากดทะเล และปลาทุ ่วตกค้างเกินมาตรฐานปริมาณตะกั่วที่ยอมให้มีการปนเปื้อนในอาหารตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขว่ามีตะกั่วสะสมอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค
2. เพื่อเปรียบเทียบการตกค้างของตะกั่วในปลาที่อาศัยบริเวณเดียวกันแต่ต่างชนิดกันว่ามีผลต่อการสะสมของตะกั่ว

6.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบปริมาณของตะกั่วที่ตกค้างในปลาที่อาศัยอยู่ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ได้แก่ ปลากระพงขาว ปลาแดง ปลากระบอก ปลากดทะเล และปลาทุ ่วเป็นข้อมูลอ้างอิงต่อไป
2. ทราบปริมาณตะกั่วที่ตกค้างในปลาบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างเกินมาตรฐานปริมาณตะกั่วที่ยอมให้มีการปนเปื้อนในอาหารตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค
3. เป็นการเปรียบเทียบปริมาณตะกั่วในปลาที่อาศัยในบริเวณเดียวกัน แต่ต่างชนิดกันจะมีผลต่อการสะสมของปริมาณตะกั่วแตกต่างกัน
4. เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการป้องกัน และควบคุมแหล่งกำเนิดสารพิษ และการวางแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมด้านสารพิษในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

6.4 สมมุติฐาน

ปริมาณตะกั่วที่สะสมในปลา ได้แก่ ปลากระพงขาว ปลาแดง ปลากระบอก ปลากดทะเล และปลาทุ ในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างมีปริมาณเกินมาตรฐาน

6.5 ขอบเขตของการวิจัย

1. วิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วที่สะสมในปลา 5 ชนิด ที่อาศัยในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ได้แก่ ปลากระพงขาว ปลาแดง ปลากระบอก ปลากดทะเล และปลาทุ
2. การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วใช้เทคนิควิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชัน แบบพ่นโดยตรง
3. ตัวอย่างจะซึ่จากเรือประมงหาปลาในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

6.6 ตัวแปรและนิยามปฏิบัติการ

ตัวแปรอิสระ คือปลา 5 ชนิด ได้แก่ ปลากระพงขาว ปลาแดง ปลากระบอก ปลากดทะเล และ ปลาทุ

ตัวแปรตาม คือ ปริมาณตะกั่ว

ตัวแปรควบคุม คือ ขนาดของปลา

นิยามปฏิบัติการที่ใช้ในการวิจัย

1. ตะกั่ว หมายถึง ธาตุชนิดหนึ่ง จัดเป็นพวกโลหะหนัก ในสภาวะปกติมีสถานะเป็นของแข็งสีเทาเข้ม หากนำมาตัดจะมีสีขาวอมน้ำเงินหรือที่ชาวบ้านเรียกว่า “สีตะกั่วตัด” เป็นโลหะที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ อ่อน สามารถ ทบ ริด ดึง นำไปหลอม หล่อ หรือตัดแปลงให้มีรูปร่างต่างๆ ได้ง่ายและมีคุณสมบัติสามารถ ผสมกับโลหะต่างๆ เป็นโลหะผสมได้หลายชนิด (สุรภี โรจน์อารยานนท์, 2530)

2. ทะเลสาบสงขลา หมายถึง ทะเลสาบที่ใหญ่ที่สุดแห่งหนึ่งในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ทะเลสาบสงขลานั้นตั้งอยู่ในทางภาคใต้ของประเทศไทย มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดสงขลา พัทลุงและ นครศรีธรรมราช อยู่ในแผนที่ตำแหน่ง 100 องศา 4 ลิปดาตะวันออก และทาง 7 องศา 5 ลิปดาเหนือ ทะเลสาบสงขลามีลักษณะเป็นที่ราบต่ำลาดเอียงจากทางตะวันตก ซึ่งทะเลสาบน้ำได้รับน้ำจากในลำคลอง แหล่งน้ำจืดต่างๆ ที่มีอยู่มากมายหลายสาย ปากทะเลติดต่อกับอ่าวไทยในเขตอำเภอเมืองสงขลา ทะเลสาบ แห่งนี้นับว่าเป็นทะเลสาบที่ค่อนข้างตื้นมาก ลักษณะตอนกลางเป็นที่ลุ่มคล้ายกระทะ ทะเลสาบสงขลามี ลักษณะที่เฉพาะประาะบางและความสมดุลเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ เนื่องจากเป็นทะเลสาบที่มีทั้งน้ำจืดและ น้ำเค็มปนกันอยู่ในแหล่งเดียวกัน (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12, 2543)

3. ปลา หมายถึง สัตว์น้ำชนิดหนึ่ง หายใจด้วยเหงือก มีครีบช่วยในการเคลื่อนไหว ลักษณะ โดยทั่วไปจะเหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันไปบ้างตามแต่นชนิดของสายพันธุ์ ปลาเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่ สำคัญอีกชนิดหนึ่งและมีคนนิยมบริโภคเป็นอันดับหนึ่งของโลก

ตารางที่ 1 ปริมาณโลหะหนักที่ร่างกายทนได้โดยไม่เกิดอันตราย ปริมาณที่ได้รับต่อวันและปริมาณที่มีบนผิวโลก

ธาตุ	ปริมาณที่ร่างกายทนได้โดยไม่เกิดอันตราย (mg/70kg)	ปริมาณที่ได้รับต่อวัน (mg)	ปริมาณที่มีบนโลก (ppm)
Boron	<10	0.01-1.02	16
Cadmium	30	0.018-0.20	0.2
Calcium	1,050,000	-	1
Chromium	<6	0.06	200
Cobalt	1	0.3	23
Copper	100	3.2	45
Germanium	Trace	1.5	1
Gold	<1	-	0.005
Iron	4,100	15	50,000
Lead	120	0.3	15
Lithium	Trace	2	30
Magnesium	20,000	500	20,900
Manganese	20	5	1,000
Mercury	Trace	0.02	0.5
Molybdenum	9	0.35	1
Nickel	<10	0.45	80
Niobium	100	0.60	24
Potassium	140,000	-	25,900
Rubidium	1,200	10	120
Selenium	15	0.06-0.15	0.09
Silver	<1	-	0.1
Sodium	105,000	-	28,300
Strontium	140	2	450
Tellurium	600	0.6	0.002

ตารางที่ 2 เกณฑ์กำหนดตะกั่วในอาหารตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข

ประเภทอาหาร	เกณฑ์กำหนด(ppm)
ผลไม้	0.1
ผัก	0.1
ธัญพืช	0.2
เนื้อสัตว์ (หมู วัว ไก่)	0.1
เครื่องใน (หมู วัว ไก่)	0.5
ปลา	0.2
กุ้ง	0.5
หอย	1.0
น้ำผลไม้	0.05
ไวน์	0.2
อาหารเด็ก	0.02

ที่มา: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2532

7. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี พ.ศ. 2521 ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์ อำไพ อธิธิเกษม และรวีวรรณ วัชรพงศ์กุล ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำทะเลในอ่าวไทย ปี พ.ศ. 2521 พบว่ามีตะกั่วในน้ำทะเลประมาณ 7.00 $\mu\text{g/L}$ ส่วนดินตะกอนในอ่าวไทยตอนบนตรวจไม่พบแต่ในดินตะกอนของอ่าวไทยตอนล่างพบปริมาณตะกั่วอยู่ระหว่าง 0.0-0.5 $\mu\text{g/L}$ ตะกั่วที่พบในดินตะกอนของอ่าวไทยอยู่ในรูปของตะกั่วซัลไฟด์ (lead sulphid) โดยเฉพาะในบริเวณที่มีสารอินทรีย์สูง

ในปี พ.ศ. 2521 เปี่ยมศักดิ์ มีนาเสวต และพิชาย สว่างวงศ์ ศึกษาหาปริมาณของตะกั่วในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง เดือนมกราคม พ.ศ. 2520 ค่าเฉลี่ย 9 สถานี พบว่า Dissolved lead, Particulate lead and Total lead มีค่า 3.20 ± 1.28 , 19.05 ± 12.03 และ 22.20 ± 12.60 $\mu\text{g/L}$ ตามลำดับ เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2520 มีค่า 3.34 ± 0.90 , 21.50 ± 14.4 และ 24.90 ± 14.30 $\mu\text{g/L}$ ตามลำดับ และพบว่าค่าเฉลี่ยของตะกั่วที่ผิวดินตะกอน (0.10 ซม.) ในแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณปากแม่น้ำมีค่าตะกั่วสูงถึง 2.494 $\mu\text{g/L}$

ในปี พ.ศ. 2526 จิระ จตุรานนท์ ศึกษาการสะสมของโลหะหนักในดินตะกอน พบว่ามีปริมาณความเข้มข้นสูงกว่าที่มีอยู่ในน้ำมาก เนื่องจากมีขบวนการเข้ามาเกี่ยวข้องทั้งทางเคมี ฟิสิกส์ และชีวภาพ

องค์ประกอบในดินตะกอนที่มีผลต่อการสะสมของโลหะหนัก ได้แก่ พวกคาร์บอนต ตะกั่ว ออกไซด์ของแมงกานีสและเหล็ก (อภิรดี เมืองเดช, 2545)

ในปี พ.ศ. 2527 รัชนิกรณ์ บำรุงราชหิรัณย์ วรรณภา จำราช และจันทร์พงษ์ จริงจิตร ศึกษาตะกั่วในน้ำทะเลและดินตะกอนในอ่าวไทยตอนบน พบว่าในเดือนกรกฎาคม 2524 และเดือนกันยายน 2524 มีค่า $3 - 7 \mu\text{g/L}$ และ $6.6 - 56 \mu\text{g/L}$ ส่วนในดินตะกอนมีค่า $10 - 32 \mu\text{g/L}$ และ $11 - 32 \mu\text{g/L}$ ตามลำดับ (อภิรดี เมืองเดช, 2545)

ในปี พ.ศ. 2527 สุธรรม สิทธิชัยเกษม และสุวรรณี เฉินบำรุง ศึกษาปริมาณตะกั่วในน้ำและดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ทำจีน แม็กลอง เพชรบุรี และปราณบุรี พบว่าตะกั่วในน้ำมีค่าเฉลี่ย $11.78, 10.72, 9.65, 11.97$ และ $11.0 \mu\text{g/L}$ ตามลำดับส่วนในดินตะกอนที่ระดับ $0 - 10$ ซม. มีค่าเฉลี่ย $18.81, 25.66, 24.55, 19.88,$ และ $13.09 \mu\text{g/L}$ (อภิรดี เมืองเดช, 2545)

ในปี พ.ศ. 2529- 2530 พัชรา เพ็ชรพิรุณ ได้ศึกษาการสะสมของโลหะหนักปริมาณน้อยในสัตว์ทะเลบางชนิดที่จับได้บริเวณอ่าวระยอง โดยใช้วิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิตรี ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการสะสมของโลหะทุกชนิดในกล้ามเนื้อปลาไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติในแต่ละเดือน ที่ทำการศึกษาโลหะสังกะสี มีปริมาณการสะสมสูงสุดในกล้ามเนื้อปลารองลงมาได้แก่ แมงกานีส ทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียม ตามลำดับ สำหรับในหมีก (หมีกกล้วย และหมีกกระดอง) พบว่าโลหะสังกะสีมีปริมาณสะสมสูงสุด รองลงมาได้แก่ ทองแดง แมงกานีส แคดเมียม และตะกั่วตามลำดับ

ในปี พ.ศ. 2530 แววดา ทองระอา และคณะ ศึกษาปริมาณโลหะตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ทองแดง และปรอทในสัตว์ทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก พบว่ามีปริมาณโลหะตะกั่วในปลาหมีก ปูม้า กุ้งตักแดน หอยนางรม และกุ้งเฉลี่ยดังนี้ $2.631, 2.535, 1.610, 3.442, 5.296, 0.960 \mu\text{g/g}$ ของน้ำหนักสดตามลำดับ

ในปี พ.ศ. 2534 ประดิษฐ์ มีสุข และเสาวณี โพนนุกูล ได้วิเคราะห์หาปริมาณสารหนูและโลหะหนักในน้ำทะเลสาบสงขลา ในจุดที่มีน้ำเสียจากแหล่งชุมชนและอุตสาหกรรม ปรากฏว่ามีสารหนู $0.003 - 0.15 \mu\text{g/L}$ มีทองแดง $0.003 - 0.020 \mu\text{g/L}$ มีตะกั่ว $0 - 0.05 \mu\text{g/L}$ มีแมงกานีส $0.05-0.51 \mu\text{g/L}$ ปรอท $0 - 0.05 \mu\text{g/L}$ และ เซลเนียม $0.001 - 0.027 \mu\text{g/L}$ ปรากฏว่า ทองแดง ตะกั่ว และปรอทมีปริมาณเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้

ในปี พ.ศ. 2539 ประดิษฐ์ มีสุข และศัญญา เบญจกุล ได้วิเคราะห์หาปริมาณสารหนูและโลหะหนักในผลิตภัณฑ์จากทะเลสาบสงขลา โลหะหนักที่ศึกษาได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี และ ปรอท ผลิตภัณฑ์จากทะเลสาบสงขลาได้แก่ ปลากระพงขาว กุ้งกุลาดำ หอยแมลงภู่ ปูทะเล และสาหร่ายพมนาง ผลการศึกษาพบว่า มีตะกั่วในปลากระพงขาว $0.163 - 1.955 \mu\text{g/L}$

ในปี พ.ศ. 2543 อภิรดี เมืองเดช ได้ศึกษาหาปริมาณโลหะตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี และปรอทในหอยแครง บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง โดยวิเคราะห์ตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ด้วยวิธี Flame Atomicabsorption และวิเคราะห์ปรอทด้วยวิธี Hydride atomicAbsorption พบว่าปริมาณการสะสมของโลหะหนักในหอยแครงจะแตกต่างกันไปตามชนิดของโลหะหนัก สังกะสีมีปริมาณการสะสมสูงสุด

รองลงมาได้แก่ แคลเซียม โปรท และตะกั่ว โดยพบปริมาณเฉลี่ยของโลหะหนักดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 84.906 0.424 0.312 และ 0.222 $\mu\text{g/g}$, wet weight ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความแตกต่างของปริมาณโลหะ 4 ชนิด ระหว่างในหอยแครงเลี้ยงกับหอยแครงธรรมชาติ และระหว่าง ฤดูหนาวกับฤดูร้อน ฤดูฝน พบว่าปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ชนิด ในหอยแครงเลี้ยงและหอยแครงธรรมชาติ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลจะมีผลทำให้ปริมาณการสะสมของโลหะหนักทั้ง 4 ชนิด ในหอยแครงแต่ละบริเวณมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ในปี ค.ศ. 1986 Wangersky อ้างตามพัชรา เพ็ชรพิรุณ (2531) ได้สรุปว่าปริมาณความเข้มข้นของโลหะในน้ำที่ผิวหน้า ส่วนใหญ่จะถูกควบคุมโดยขบวนการดูดซับทางกายภาพ และทางเคมีของสารชีวภาพในทะเล โดยขบวนการนี้โลหะจะถูกเคลื่อนย้ายออกจากน้ำและถูกทำให้คืนกลับสู่แหล่งน้ำอีกโดยการย่อยสลายของแบคทีเรีย และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น แพลงก์ตอน ซึ่งสามารถดูดซับโลหะจำนวนมาก และเคลื่อนย้ายไปสู่สิ่งมีชีวิตในลำดับขั้นที่สูงกว่าในห่วงโซ่อาหาร (อภิรดี เมืองเดช, 2543)

ในปี ค.ศ. 1988 Cossa ศึกษาปริมาณโลหะหนักที่ถูกสะสมในสิ่งมีชีวิต (*Mytilus spp.*) แปรผันโดยตรงกับความเข้มข้นของโลหะในน้ำทะเล โดยทำการเก็บตัวอย่างจากทะเลบริเวณต่าง ๆ ทั่วโลก จาก 591 สถานีซึ่งการสะสมโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อปริมาณหรือความเข้มข้นที่มีในสิ่งมีชีวิตแสดงออกมาเป็นอัตราการสะสม (bioconcentration factor) เป็นค่าที่แสดงอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของโลหะในสิ่งมีชีวิตและความเข้มข้นของโลหะในน้ำหรือในตะกอน (อภิรดี เมืองเดช, 2545)

8. ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิเคราะห์หาปริมาณสารตกค้างของโลหะหนักพวกตะกั่ว ในปลาที่อาศัยในทะเลสาบสงขลา ตอนล่างโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรสโคปี มีขั้นตอนดังนี้ คือ

1. การเก็บตัวอย่าง
2. การเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
4. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง
5. วิธีการทดลอง

8.1 การเก็บตัวอย่างและการเก็บรักษาตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างปลาที่ชาวบ้านจับได้จากทะเลสาบสงขลาตอนล่าง 5 ชนิดได้แก่ ปลากระพงขาว ปลากระบอก ปลาแดง ปลากดทะเล และปลาทู ในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2548 โดยในการเก็บตัวอย่างปลากระพงจะคัดเลือกปลาที่มีความยาวตั้ง 30 ซม.ขึ้นไป ส่วนปลากระบอก

ปลาแดง ปลากระดูกทะเล และปลาหูกจะคัดเลือกปลาที่มีความยาวตั้งแต่ 15-20 ซม. โดยจะเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง
 ครั้งละ 3 ตัวต่อปลา 1 ชนิด ซึ่งมีตัวอย่างปลาชนิดต่างๆ ที่ได้เก็บมาทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 25 ตัวอย่าง
 แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วที่ห้องปฏิบัติการเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราช
 ภัฏสงขลา

ตารางที่ 3 ชนิดปลาที่ใช้ในการวิเคราะห์และจำนวนตัวอย่างแต่ละชนิด

ชื่อปลาตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์	จำนวนครั้งที่เก็บตัวอย่าง
ปลากระพงขาว	3
ปลาแดง	3
ปลากระบอก	3
ปลากระดูกทะเล	3
ปลาหูก	3

หมายเหตุ : ในการวิเคราะห์ตัวอย่างแต่ละชนิดมีการทำซ้ำตัวอย่างละ 3 ครั้ง

8.2 การเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์

- นำปลาตัวอย่างมาล้างด้วยน้ำสะอาด ทำการขูดเกล็ด แล้วนำมาแล้เก็บไว้
- จากนั้นนำเนื้อตัวอย่างที่ได้มาบดให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องปั่นแล้วเก็บใส่ถุงพลาสติก รัดยาง
 เส้น พันด้วยพาราฟิล์มจากนั้นเขียนชื่อปลาตัวอย่างและหมายเลขลำดับปลาตัวอย่าง
- นำไปเก็บไว้ในตู้เย็น จนกระทั่งนำไปทำการวิเคราะห์

8.3 เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

- เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
- เตาอบ
- แผ่นร้อน (Hot plate)
- กรวยแยก (Separatory funnel)
- ตะเกียงบุนเสน (Bunsen burner)
- ถ้วยกระเบื้อง (Poscelain crucible)
- ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flash) ขนาดต่าง ๆ

8.4 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. สารละลายแมกนีเซียมไนเตรด 50 % w/v ($Mg(NO_3)_2$)
2. กรดไนตริก 20 % w/v (HNO_3)
3. สารละลายแอมโมเนียมไฟโรลิคีนไดโทโอคาร์บามต (APDC)
4. สารละลายไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนซัลเฟต (DHC)
5. สารละลายคลอโรฟอร์ม ($CHCl_3$)
6. สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH)

8.5 วิธีการทดลอง

การเตรียมอุปกรณ์เครื่องแก้ว

ใช้สารละลายผสมระหว่าง 1% HNO_3 และ 95 % แอทธิลแอลกอฮอล์ ในอัตราส่วน 1:1 ล้างเครื่องแก้วต่าง ๆ ด้วยน้ำกลั่นอีก 2 ครั้ง คว่ำให้แห้งก่อนนำไปใช้งาน

การย่อยตัวอย่างโดยวิธีเถ้าแห้ง (dry ashing)

ในการวิเคราะห์หาตะกั่วมีวิธีการดังนี้

1. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียด 10 กรัมลงในถ้วยกระเบื้อง
2. เติมสารละลายแมกนีเซียมไนเตรด 1 ml ผสมให้เข้ากัน
3. นำไปประเหบนแผ่นร้อนจนแห้ง
4. นำตัวอย่างไปเผาต่อในเตาอบที่อุณหภูมิ 450-500 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4-5 ชั่วโมง จะได้เป็นเถ้าสีขาวทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
5. เติม 20 % (HNO_3) 5 ml อุ่นเถ้าให้ละลายแล้วกรองผ่านกระดาษกรองลงในขวดวัดปริมาตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้สารละลายผสมเป็นเนื้อเดียว นำไปสกัดสารรบกวนก่อนนำไปวัดหาปริมาณตะกั่ว (แม้น อมรสิทธิ์และอมร เพชรสม, 2534)

8.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วที่ตกค้างในปลาจากทะเลสาบสงขลาตอนล่างโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรสโคปี โดยใช้เทคนิคแบบพ่นสารโดยตรง ซึ่งจะได้ผลจากการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่างๆ ของโลหะตะกั่วแต่ละตัว เพื่อนำไปเขียนกราฟมาตรฐานและการนำปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบในปลา มาเปรียบเทียบกับมาตรฐานปริมาณตะกั่วที่ร่างกายทนได้และปริมาณที่ได้รับต่อวัน โดยไม่เกิดอันตราย

9. ระยะเวลาทำการวิจัย

เดือนตุลาคม 2547 – เดือนมีนาคม 2548

10. สถานที่ทำการวิจัย ทดลองหรือเก็บข้อมูล

เก็บตัวอย่างปลาชนิดต่างๆ จากเรือประมงหาปลาในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

11. แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินการ	พ.ศ. 2547				พ.ศ. 2548			
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. จัดทำแบบเสนอโครงการวิจัย	←→							
2. รวบรวมข้อมูล		←→						
3. ดำเนินการทดลอง				←→				
4. วิเคราะห์ผลการทดลอง						←→		
5. สรุปผลการทดลอง และเขียนรายงานการวิจัย							←→	

12. งบประมาณในการวิจัย

ค่าใช้จ่าย

ค่าถ่ายเอกสารค้นคว้า	100	บาท
ค่าจ้างพิมพ์	1,000	บาท
ค่าถ่ายเอกสารสี	200	บาท
ค่าถ่ายเอกสารเข้าปกเย็บเล่ม	700	บาท

ค่าวัสดุ

ค่าวัสดุสำหรับการวิจัย	5,000	บาท
รวมทั้งสิ้น	7,000	บาท