

การหาปริมาณสารหนูและโลหะหนักในดินตะกอน  
จากทะเลสาบสงขลา

The Determination of Arsenic and Heavy Metals  
in Bottom Sediments from Songkhla Lake

คำที่สำคัญ (Key word) : สารหนู, โลหะหนัก, ดินตะกอน, ทะเลสาบสงขลา

ประดิษฐ์ มีสุข

รองศาสตราจารย์ ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

Pradit Meesuk

Associate Prof. Department of Chemistry,  
Faculty of Science Thaksin University

Abstract

The aim of this research was to analyze the amount of arsenic and heavy metals (lead, zinc, mercury and cadmium) in sediment from Songkhla Lake. Nine samples of sediment were collected from nine communities and industrial plants in January 1996. The samples were analyzed for the quantity of arsenic and heavy metals by means of atomic absorption spectrophotometry direct aspiration technique for determination of lead, zinc and cadmium ; cold vapour technique for determination of mercury ; and hydride generation technique for determination of arsenic.

The findings revealed that there were lead, zinc, mercury, cadmium and arsenic ranging between 26.55-92.75, 10.45-44.30, 0-1.08, 0-1.25 and 0-2.50  $\mu\text{g/g}$  respectively.

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารหนูและโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว ปรอท สังกะสี และแคดเมียม ในดินตะกอนจากทะเลสาบสงขลา โดยเก็บตัวอย่างดินตะกอนจากทะเลสาบสงขลา จุดที่มีน้ำเสียจากชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรมกำจัด ช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2539 นำดินตะกอนมาวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ด้วยเทคนิควิธี

อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์โดยใช้แบบพ่นสารโดยตรง (direct aspiration) สำหรับการวิเคราะห์ธาตุตะกั่ว สังกะสีและแคดเมียม แบบไอเย็น (cold vapor) สำหรับการวิเคราะห์ปรอท และแบบไฮโดรด์เจเนอเรชัน (hydride generation) สำหรับการวิเคราะห์สารหนู

ผลการวิเคราะห์พบว่าในดินตะกอนทะเลสาบสงขลาที่แห้งมีตะกั่ว สังกะสี ปรอท แคดเมียมและสารหนู อยู่ 26.55-92.75, 10.45-44.30, 0-1.08, 0-1.25 และ 0-2.50  $\mu\text{g/g}$  ตามลำดับ

### บทนำ

สารหนูและโลหะหนัก เช่น ปรอท ตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม เป็นธาตุที่สะสมในร่างกายและเป็นพิษต่อร่างกาย ถ้าร่างกายได้รับธาตุดังกล่าวจากสิ่งแวดล้อมสะสมจนถึงระดับหนึ่งจะทำให้เกิดโรคพิษโลหะหนักดังกล่าวได้ กลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาเป็นทรัพยากรอันล้ำค่าของประเทศไทย มีเนื้อที่ประมาณ 9,000 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดสงขลา พัทลุง และนครศรีธรรมราช ทะเลสาบสงขลา มีระบบนิเวศที่ให้ผลผลิตทั้งพืชและสัตว์น้ำชนิดสำหรับเลี้ยงชีวิตประชากรประมาณ 1.5 ล้านคน ที่อาศัยอยู่รอบลุ่มน้ำทะเลสาบ ปัจจุบันมีการขยายตัวของเมืองหลัก สร้างท่าเรือน้ำลึก และมีการขยายตัวของอุตสาหกรรม ซึ่งล้วนก่อให้เกิดปัญหามลภาวะแก่ทะเลสาบเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีแหล่งน้ำเสียจากชุมชน และจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยลงสู่ทะเลสาบมากขึ้นทำให้เกิดปัญหามลพิษเฉพาะบางบริเวณ จึงควรหาปริมาณสารหนูและโลหะหนักในตะกอนจากทะเลสาบสงขลา เพื่อประเมินคุณภาพของสิ่งแวดล้อมในลุ่มทะเลสาบสงขลาอันเนื่องมาจากสารพิษจากอุตสาหกรรมและการเกษตร

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เมื่อปี พ.ศ. 2526 สุนันท์ นุชประมุข<sup>1</sup> และคณะ ได้ศึกษาปริมาณสารหนู โบรมีน แคดเมียม โคบอลต์ ทองแดง ปรอท ซีลีเนียม และสังกะสี ในปลาและดินตะกอนในลุ่มน้ำท่าจีนและต่อมา ปี พ.ศ. 2528 เปี่ยมศักดิ์ มีนาเสวต และวริทธิ์ ชีวาพานาพิวัฒน์<sup>2</sup> วิเคราะห์หาระดับการสะสมของโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว สังกะสี ทองแดง แคดเมียม และปรอท ในหอยแมลงภู่ ปลากระบอก และดินตะกอน บริเวณปากน้ำแม่กลอง ท่าจีน เจ้าพระยา และบางปะกง พบว่าบริเวณปากน้ำทั้งสี่ มีโลหะหนักทั้ง 5 ชนิด เจือปนในระดับต่างกัน และพบตะกั่วสะสมในหอยแมลงภู่ ปลากระบอกและดินตะกอนในระดับสูง ส่วนการสะสมของโลหะหนักอื่นอีกสี่ชนิดยังมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน พบตะกั่ว สังกะสี ทองแดง แคดเมียมและปรอท ในดินตะกอน (หน่วย  $\mu\text{g/g}$  ของน้ำหนักแห้ง) ตามตาราง 1

ปี 2532 อารี สุวรรณมณี สุรพล อารีกุล และกัลยาณี กุชตานนท์<sup>3</sup> หาปริมาณสารหนูในดินและตะกอนท้องน้ำ อำเภอรอนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าในดินมีสารหนู 50-4,000 ppm และในตะกอนท้องน้ำมีสารหนู 130-6,500 ppm

ตาราง 1 แสดงปริมาณตะกั่ว สังกะสี ทองแดง แคดเมียมและปรอทในดินตะกอนปากน้ำ เจ้าพระยา ท่าจีน แม่กลอง และบางปะกง

ปากน้ำ	ตะกั่ว	สังกะสี	ทองแดง	แคดเมียม	ปรอท
เจ้าพระยา	140	71	26	1.10	2.80
ท่าจีน	185	79	15	1.12	0.67
แม่กลอง	53	50	12	0.70	0.23
บางปะกง	65	43	62	1.51	0.52

ต่อมาในปี 2536 ธารณรัตน์ เชียงใหม่ สายสุณีย์ เหลียวเรืองรัตน์ และบุญสม เหลียวเรืองรัตน์<sup>4</sup> วิเคราะห์หาปริมาณ ตะกั่ว ทองแดง โครเมียม และนิกเกิล ในตะกอนที่องน้ำจากแหล่งน้ำอินทนนท์ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ โดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตเมตรี พบตะกั่ว ทองแดง โครเมียม และนิกเกิล 0.64-3.59, 0.04-3.52, 7.83-11.65 และ 0.69-2.84 mg/100 g ตามลำดับ

### อุปกรณ์และวิธีการ

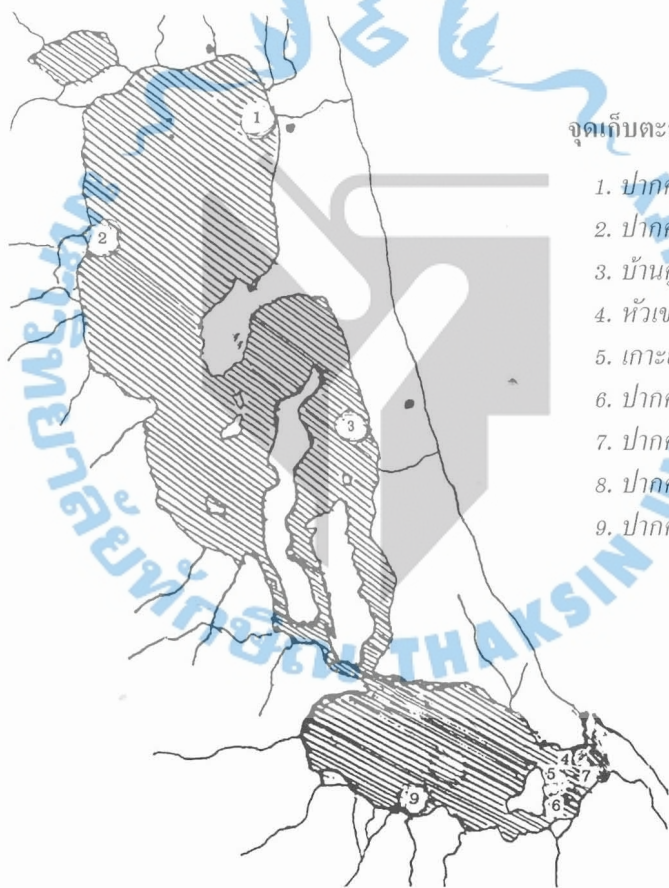
#### สถานที่ทดลองและเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างดินตะกอนจากทะเลสาบสงขลา เดือนมกราคม พ.ศ. 2539 บริเวณปากคลองที่มีน้ำเสีย

จากชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรมไหลลงสู่ทะเลสาบจำนวน 9 จุด คือ ปากคลองระโนด บ้านคูขุด หัวเขาแดง เกาะยอ ปากคลองพะวง ปากคลองสำโรง ปากคลองขวาง ปากคลองลำปำ และปากคลองอู่ตะเภาตามจุดเก็บตัวอย่างสภาพแผนที่ในรูปที่ 1 โดยใช้เครื่องตักตะกอน แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารหนูและโลหะหนัก ที่ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ภาควิ

#### วิธีการทดลอง

นำตะกอนตัวอย่างมาอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศา ซ. เป็นเวลา 10 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ บดตะกอนให้ละเอียด ชั่งตะกอนละเอียด 1 กรัม โดยใช้เครื่องชั่งละเอียด ใส่งลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบ เติมนกรดไนตริก



#### จุดเก็บตะกอนตัวอย่าง

1. ปากคลองระโนด
2. ปากคลองลำปำ
3. บ้านคูขุด
4. หัวเขาแดง
5. เกาะยอ
6. ปากคลองพะวง
7. ปากคลองขวาง
8. ปากคลองสำโรง
9. ปากคลองอู่ตะเภา

รูปที่ 1 แผนที่แสดงอาณาเขตของทะเลสาบสงขลาและบริเวณใกล้เคียง



เข้มข้น 6 มล. กรดเกลือเข้มข้น 4 มล. นำไปตั้งบนแผ่น  
ร้อนอุณหภูมิ 75-80 องศา ซ. จนกระทั่งได้สารละลายใส  
เติมน้ำกลั่นที่ปราศจากไอออน 4 มล. แล้ว กรองด้วย  
กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 41 ผ่านสารที่กรอง  
ได้ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มล. ล้างตะกอน ด้วย  
น้ำกลั่นหลายๆ ครั้ง แล้วเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ 50  
มล. เก็บไว้ในตู้เย็นเตรียมนำไปวิเคราะห์โลหะหนัก และ  
สารหนูต่อไป

นำสารละลายตะกอนตัวอย่างมาวิเคราะห์หา  
ปริมาณด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟ-  
โตมิเตอร์ โดยใช้แบบพ่นสารโดยตรงสำหรับการวิเคราะห์  
ธาตุตะกั่ว สังกะสีและแคดเมียม ใช้แบบไอเย็นสำหรับการ  
การวิเคราะห์ปรอท และใช้แบบไฮโดรด์เจเนอเรชันสำหรับ  
การวิเคราะห์สารหนู

### เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้แก่  
เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์  
โมเดล AA-680 ของชิมาดสึ (Shimadzu) ไฮโดรด์เจเนอ  
เรเตอร์ โมเดล HVG-1 คูบ แผ่นร้อน ตะเกียงนูนเสถ  
ถ้ายกระเบื้องเคลือบ และขวดวัด ปริมาตรขนาดต่างๆ

เมื่อวัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างแล้ว นำ  
ไปคำนวณหาปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักใน  
ตัวอย่างได้จากสมการ

$$\text{Actual Conc. (ppm)} = \text{Conc. (ppm)} \times M \times L/W$$

เมื่อ Conc คือ ความเข้มข้นที่อ่านได้จากกราฟ  
มาตรฐาน

M คือ dilution factor

L คือ ปริมาตรของสารละลาย

ตะกอนตัวอย่าง (ml)

W คือ น้ำหนักของตะกอนตัวอย่าง  
ที่ชั่งมา (g)

### ผลการวิเคราะห์และอภิปรายผล

#### ผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์พบว่าในดินตะกอนทะเลสาบ  
สงขลามีตะกั่ว 26.55-92.75  $\mu\text{g/g}$  มีสังกะสี 10.45-  
44.30  $\mu\text{g/g}$  มีปรอท 0-1.08  $\mu\text{g/g}$  มีแคดเมียม 0-1.25  
 $\mu\text{g/g}$  และมีสารหนู 0-2.50  $\mu\text{g/g}$  ของน้ำหนักแห้ง  
สำหรับแคดเมียมตรวจพบเพียง 2 ตัวอย่าง และสารหนู  
ตรวจพบเพียง 3 ตัวอย่าง ตามรายละเอียดในตาราง 2

#### อภิปรายผล

1. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของโลหะหนักและสารหนู  
ที่สะสมในตัวอย่างดินตะกอนจากทะเลสาบสงขลา พบว่า  
มีปริมาณตะกั่วมากที่สุด รองลงมาคือ สังกะสี และปรอท  
ตามลำดับทุกตัวอย่าง สำหรับแคดเมียมตรวจพบเพียง 2  
ตัวอย่าง สารหนูตรวจพบเพียง 3 ตัวอย่าง ซึ่งสอดคล้อง  
กับการวิจัยของเปี่ยมศักดิ์ มีนาเสวต และวรัญญ์  
ชีวาพานาพิวัฒน์<sup>5</sup> ที่พบว่าปริมาณตะกั่วมากที่สุดใน  
ดินตะกอนจากปากน้ำเจ้าพระยา ท่าจีน แม็กลอง และ  
บางปะกง รองลงมาคือสังกะสี และทองแดงตามลำดับ

2. เปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักและสารหนูที่  
สะสมในดินตะกอนจากปากคลองต่างๆ พบว่า  
ตะกั่ว สะสมมากที่สุดที่ดินตะกอนจากปาก  
คลองพะวง รองลงมาคือปากคลองอู่ตะเภา ปากคลองขวาง  
และปากคลองลำปำ ตามลำดับ

สังกะสี สะสมมากที่สุดที่ดินตะกอนจาก  
ปากคลองลำโรง รองลงมาคือปากคลองขวาง เกาะขอ และ  
ปากคลองพะวง ตามลำดับ

ปรอท สะสมมากที่สุดที่ดินตะกอนจากปาก  
คลองพะวง รองลงมาคือปากคลองลำโรง ปากคลองขวาง  
และปากคลองลำปำ ตามลำดับ

แคดเมียม พบสะสมเฉพาะในดินตะกอน  
จากปากคลองพะวง และหัวเขาแดง

สารหนู พบสะสมเฉพาะในดินตะกอนจาก  
ปากคลองอู่ตะเภา ปากคลองลำปำ และปากคลองระโนด

ตาราง 2 แสดงปริมาณตะกั่ว สังกะสี ปรอท แคดเมียม และสารหนู ในตะกอนจากทะเลสาบสงขลา  
จุดที่มีน้ำเสียจากชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรม (หน่วย  $\mu\text{g/g}$  ของน้ำหนักแห้ง)

จุดเก็บตัวอย่าง	ตะกั่ว	สังกะสี	ปรอท	แคดเมียม	สารหนู
ปากคลองระโนด	36.60	13.95	0.26	ไม่พบ	1.50
บ้านคูซูด	49.60	13.90	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
หัวเขาแดง	45.60	10.45	0.32	1.25	ไม่พบ
เกาะยอ	42.05	18.70	0.22	ไม่พบ	ไม่พบ
ปากคลองพะวง	92.75	16.90	1.08	1.25	ไม่พบ
ปากคลองสำโรง	63.45	44.30	0.67	ไม่พบ	ไม่พบ
ปากคลองขวาง	61.00	23.40	0.78	ไม่พบ	ไม่พบ
ปากคลองลำปำ	50.80	11.25	0.45	ไม่พบ	1.50
ปากคลองอู่ตะเภา	26.55	11.95	0.23	ไม่พบ	2.50
ช่วงปริมาณ	26.55-92.75	10.45-44.30	0-1.08	0-1.25	0-2.50
ค่าเฉลี่ย	52.04	18.64	0.42	-	-

ปริมาณโลหะแต่ละชนิดที่สะสมในดินตะกอน  
ตัวอย่างแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากมีปริมาณโลหะหนัก  
ปนมากับน้ำทั้งจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม  
แตกต่างกัน คลองพะวงและคลองสำโรงซึ่งรับน้ำทั้งจาก  
โรงงานอุตสาหกรรมมากที่สุด ดินตะกอนจากปากคลอง  
ดังกล่าวจึงมีปริมาณโลหะหนักสะสมมากที่สุด

ส่วนสารหนูพบเฉพาะในดินตะกอนจาก  
ปากคลองอู่ตะเภา ปากคลองลำปำ และปากคลองระโนด  
อาจมาจากสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่ใช้ในการเกษตร  
และที่ใช้ตามบ้านเรือน

3. เปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักและสารหนูที่  
สะสมในดินตะกอนกับค่ามาตรฐานกำหนดพบว่า ปริมาณ  
ตะกั่วมีค่าเกินมาตรฐานกำหนด คือ เกิน  $2 \mu\text{g/g}$  ของ  
น้ำหนักเปียก<sup>6</sup> ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณตะกั่วสะสมใน กุ้ง  
หอย ปู ปลา และสาหร่ายจากทะเลสาบสงขลาเกินกว่า  
มาตรฐานกำหนดด้วย<sup>7</sup> ส่วนโลหะอื่นๆ ได้แก่ สังกะสี  
ปรอท แคดเมียม และสารหนู ยังมีปริมาณไม่เกินมาตรฐาน

กำหนด เป็นเหตุให้โลหะดังกล่าวสะสมในกุ้ง หอย ปู  
ปลา และสาหร่ายจากทะเลสาบสงขลา ไม่เกินมาตรฐาน  
กำหนด<sup>8</sup>

#### ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาค้นคว้าพบว่าดินตะกอนทุก  
ตัวอย่างมีปริมาณตะกั่วเกินมาตรฐานกำหนดโดยสรุป  
โลหะตะกั่วเป็นกรณีหนึ่งซึ่งปัญหาสภาพแวดล้อมของ  
ทะเลสาบสงขลา ควรได้รับการเฝ้าระวังติดตามและ  
ตรวจสอบปริมาณในสิ่งแวดล้อมของทะเลสาบสงขลา  
อย่างต่อเนื่อง

2. ควรหาทางป้องกันการปนเปื้อนของโลหะ  
หนักโดยเฉพาะตะกั่ว ด้วยการควบคุมหรือกำจัดโลหะ  
หนักในน้ำทั้งจากโรงงานอุตสาหกรรมอย่างเข้มงวดแท้จริง  
รวมทั้งอาจใช้วิธีเรซินดูดซับโลหะหรือการตกตะกอนเพื่อ  
ป้องกันการสะสมในดินตะกอนและสิ่งแวดล้อมทะเลสาบ  
สงขลา

3. ควรศึกษาอย่างต่อเนื่องและติดตามการกระจายตัวของดินตะกอนจากปากคลองต่างๆ สู่ท้องทะเลสาบ และควรศึกษาโลหะหนักชนิดอื่นที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นอีก เช่น ทองแดง แมงกานีส โครเมียม นิกเกิล และเซเลเนียม เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อจะได้ข้อมูลประเมินสภาพแวดล้อมได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

### ประกาศขอบคุณ (Acknowledgement)

ผู้วิจัยขอขอบคุณคุณจตุรงค์ ธีระนันท์ ที่ให้คำปรึกษาควบคุมดูแลในการปฏิบัติการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมืออะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ และไฮโดรด์เจเนอเรเตอร์ และขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนอุดหนุนการทำวิจัย ขอขอบคุณภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยทักษิณ ที่ช่วยสนับสนุนให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

### การอ้างอิง (Reference)

4 ชนาภรณ์ ณ เชียงใหม่ สายสุนีย์ เหลียวเรืองรัตน์ และบุญสม เหลียวเรืองรัตน์. 2537. การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว ทองแดง โครเมียม และนิกเกิล ในตะกอนท้องน้ำ โดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์, การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20 : 570-571.

7,8 ประดิษฐ์ มีสุข และสัจญา เบญจกุล. 2539.

การหาปริมาณสารหนูและโลหะหนักในสัตว์น้ำและสาหร่าย ในทะเลสาบสงขลาในเดือนธันวาคม 2538, วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ. 1(1) : 45-49.

2,5,6 เปี่ยมศักดิ์ มีนาเสวต และวรวิทย์ ชีวาพานา-พิวัฒน์. 2528. การสะสมของโลหะหนัก DDT, และ PCBs ในหอยแมลงภู่ ปลากระบอก และดินตะกอนของบริเวณปากแม่น้ำทั้งสี่แห่งประเทศไทย, วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 1(1) : 37-47.

1 สุนันท์ นุชประมุล และคณะ. 2536. การศึกษาปริมาณวัตถุมีพิษที่ใช้ในการเกษตรและอุตสาหกรรมซึ่งตกค้างในสภาวะแวดล้อม ในลุ่มน้ำท่าจีน, ในรายงานประจำปีสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน : 18-40.

3 อารี สุวรรณมณี สุรพล อารีกุล และกัลยาณี คุปตานนท์. 2533. มลพิษสารหนูในดินและตะกอนท้องน้ำ อำเภอรอนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช, การประชุมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยครั้งที่ 16 : 502-503.

