พฤติกรรมเสี่ยงและแหล่งที่มาของการได้รับสารหนูในเด็กนักเรียน ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

Risk Behaviors and Sources of Exposure to Arsenic in Schoolchildren at Tambon Ron Phibun Amphoe Ron Phibun Changwat Nakhon Si Thammarat

กิตติยา รักษ์วงศ์

Kittiya Rakwong

Order Key 27467
BIB Key 174316

เลขหมู่ QD181.A7 ก163 2542 ฉ.3
เลขทะเบียน
13 มิ.ย. 2543

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Environmental Health
Prince of Songkla University
2542

ชื่อวิทยานิพนธ์ พฤติกรรมเสี่ยงและแหล่งที่มาของการได้รับสารหนูในเด็กนักเรียน ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

ผู้เขียน นางสาว กิตติยา รักษ์วงศ์

สาขาวิชา อนามัยสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการที่ปรึกษา	คณะกรรมการสอบ
.....ประธานกรรมการ	.....ประธานกรรมการ
(นายสัตวแพทย์ ดร. บรรจง วิทยวีรศักดิ์)	(นายสัตวแพทย์ ดร. บรรจง วิทยวีรศักดิ์)
.....กรรมการ	.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุรพล อารีย์กุล)	(รองศาสตราจารย์ ดร. สุรพล อารีย์กุล)
	.....กรรมการ
	(ดร. อลัน กีเตอร์)
	.....กรรมการ
	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุ่งนภา ศรีชนะ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. ก้าน จันทร์พรหมมา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ พฤติกรรมเสี่ยงและแหล่งที่มาของการได้รับสารหนูในเด็กนักเรียน ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

ผู้เขียน นางสาว กิตติยา รักษ์วงศ์

สาขาวิชา อนามัยสิ่งแวดล้อม

ปีการศึกษา 2542

บทคัดย่อ

ผู้วิจัยได้ศึกษาพฤติกรรมเสี่ยงและแหล่งที่มาของการได้รับสารหนูในเด็กนักเรียน ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กนักเรียนอายุ 10 ขวบ จากพื้นที่เสี่ยงสูงหมู่ที่ 1, 2, 12 และ 13 และพื้นที่เสี่ยงต่ำหมู่ที่ 3, 6, 7, 8, 9, 14 และ 16 เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นเด็กนักเรียนในตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ไม่มีรายงานการปนเปื้อนของสารหนู ทำการศึกษาพฤติกรรมเสี่ยงในการได้รับสารหนูโดยใช้แบบสอบถาม และหา (ประเมิน) แหล่งที่มาของการได้รับสารหนูในผิวดิน ฝุ่นในอากาศ น้ำดื่ม พืชผัก ผลไม้ และ เนื้อสัตว์บางชนิด โดยการวิเคราะห์ระดับสารหนูในตัวอย่างเหล่านี้ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอบชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ แบบกราไฟต์ เฟอร์เนส ผลการศึกษาพบว่าพฤติกรรมเสี่ยงในการได้รับสารหนูของเด็กนักเรียนในตำบลร่อนพิบูลย์ ได้แก่ การดื่มน้ำที่มีการปนเปื้อนสารหนูและการเล่นหรือสัมผัสกับดินในพื้นที่เสี่ยงสูง โดยตัวอย่างน้ำดื่มที่มีการปนเปื้อนสารหนูมากที่สุดคือตัวอย่างน้ำฝนจากพื้นที่เสี่ยงสูงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร (พิสัย = 0.001 – 0.047 มิลลิกรัมต่อลิตร) ส่วนในผิวดินพบการปนเปื้อนสารหนูมากที่สุดในตัวอย่างจากพื้นที่เสี่ยงสูงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93.34 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (พิสัย = 7.51 – 510.93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง) ส่วนในผักและผลไม้มีปริมาณสารหนูไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข สำหรับตัวอย่างเนื้อสัตว์ในพื้นที่เสี่ยงสูงพบสารหนูสูงสุดในหอยขมซึ่งมีค่าเฉลี่ย 3.69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ค่ามาตรฐานกำหนดให้ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนปริมาณสารหนูในตัวอย่างอากาศพบว่ามีค่าไม่เกินมาตรฐาน (น้อยกว่า 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และพบว่าความเสี่ยงรวมของการเกิดมะเร็งจากการปนเปื้อนสารหนูในน้ำดื่ม ดิน และในอากาศจากพื้นที่เสี่ยงสูงทุกหมู่บ้านมีค่าอยู่ในช่วงที่อาจจะเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง โดยหมู่ที่ 2 มีค่าความเสี่ยงรวมสูงสุด (6.29×10^{-5}) ส่วนในพื้นที่เสี่ยงต่ำ

ค่าความเสี่ยงรวมของการเกิดมะเร็งอยู่ในช่วงที่อาจจะเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งได้ โดยที่หมู่ที่ 16 มีค่าความเสี่ยงสูงสุดเท่ากับ 1.90×10^{-5} ส่วนพื้นที่ควบคุมมีค่าความเสี่ยงรวมสูงสุดเท่ากับ 8.11×10^{-7} ซึ่งถือว่าไม่เสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง

Thesis Title	Risk Behaviors and Sources of Exposure to Arsenic in Schoolchildren at Tambon Ron Phibun Amphoe Ron Phibun Changwat Nakhon Si Thammarat
Author	Miss Kittiya Rakwong
Major Program	Environmental Health
Academic Year	1999

Abstract

Risk behaviors and sources of exposure to arsenic in schoolchildren were studied at Tambon Ron Phibun Amphoe Ron Phibun Changwat Nakhon Si Thammarat. The subjects were 10-year-old schoolchildren. One group was from Villages No. 1, 2, 12 and 13 which were high risk areas of exposure to arsenic. Another group was from Villages No. 3, 6, 7, 8, 9, 14 and 16 which were low risk areas of exposure to arsenic. These two groups of subject were studied in comparison to the control group which were schoolchildren in Tambon Khao Phra, Amphoe Rattaphum, Changwat Songkhla where no arsenic contamination had ever been reported. The risk behaviors were studied with questionnaire, Samples of possible sources of exposure to arsenic, i.e. soil, dust in the air, drinking water, vegetables, fruits, and some kind of meat were analyzed by measuring their arsenic content using graphite furnance atomic absorption spectrophotometer. The study revealed that the risk behaviors of the schoolchildren in Tambon Ron Phibun were drinking contaminated water and playing with or touching contaminated soil in high risk areas. Drinking water with the highest arsenic content were rainwater samples from the high risk areas. they were found to have an average arsenic content of 0.005 milligram per liter. (The range was from 0.001 to 0.047 milligram per liter.) Surface soil with the highest arsenic content was the soil sample from the high risk areas. It was found to have an average arsenic content of 93.34 milligram per kilogram dry weight. (The range was 7.51 - 510.93) milligram per kilogram of dry weight) The arsenic content found in vegetables and fruits did not

exceed the edible vegetables and fruits allowance specified by the Ministry of Public Health. Freshwater snails from the high risk areas were found to have the highest arsenic content (3.69 milligram per kilogram) and exceed the edible meat allowance. (< 2 milligram per kilogram) The arsenic content found in air samples did not exceed the safe air allowance. (< 50 microgram per cubic meter) The evaluation of cancer risk showed that the total risk from arsenic contamination in drinking water, soil, and air from all the villages in the high risk areas was in the range of probable risk of cancer. Village No. 2 had the highest total risk value of 6.29×10^{-5}. In the low risk areas, the total risk was in the range of probable risk. Village No. 16 had the highest value of total risk (1.90×10^{-5}). The highest total risk for the control areas was 8.11×10^{-7} Which was in the range of no cancer risk.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ นายสัตวแพทย์ ดร. บรรจง วิทยวีรศักดิ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. สุรพล อารีย์กุล กรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ณรงค์ ณ เชียงใหม่ หัวหน้าสาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาในการศึกษาวิจัยและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร. อลัน กีเตอร์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุ่งนภา ศรีชนะ กรรมการสอบ ที่ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยด้วยดีตลอดมา ขอขอบคุณมูลนิธิมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์และบัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้ทุนสนับสนุนสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

ท้ายที่สุดผู้เขียนขอน้อมระลึกพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้และผู้มีพระคุณทุกท่าน ตลอดจนสถาบันการศึกษาทุกแห่งที่เคยให้การศึกษาและขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ และ น้องๆ ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยจนสำเร็จการศึกษา

กิตติยา รักษ์วงศ์

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบาญ	(8)
รายการตาราง	(9)
รายการภาพประกอบ	(10)
บทที่	
1 บทนำ	
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	3
วัตถุประสงค์	19
2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	20
3 ผล	26
4 วิจารณ์	55
5 สรุปและข้อเสนอแนะ	58
บรรณานุกรม	60
ภาคผนวก	67
ประวัติผู้เขียน	94

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1	ปริมาณสารหนูที่ตรวจพบในอาหารสำเร็จรูป.....	10
2	ปริมาณสารหนูรวมในตัวอย่างน้ำดื่มในพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุม...	38
3	ปริมาณสารหนูรวมในตัวอย่างดินในพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุม.....	41
4	ปริมาณสารหนูรวมในตัวอย่างผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์ ในพื้นที่เสี่ยงสูง และพื้นที่เสี่ยงต่ำ ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช และพื้นที่ควบคุม บริเวณตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา.....	43
5	ปริมาณสารหนูรวมฝุ่นในอากาศในพื้นที่เสี่ยงสูง และพื้นที่เสี่ยงต่ำ ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอ ร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช และพื้นที่ควบคุม บริเวณตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา.....	46
6	ค่าความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งในน้ำดื่มจากการปนเปื้อนของสารหนูรวมในพื้นที่เสี่ยงสูงและพื้นที่เสี่ยงต่ำ ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช และพื้นที่ควบคุม บริเวณตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา.....	48
7	ค่าความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งในดินจากการปนเปื้อนสารหนูรวมในพื้นที่เสี่ยงสูงและพื้นที่เสี่ยงต่ำ ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช และพื้นที่ควบคุมบริเวณตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา.....	50
8	ค่าความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งจากการปนเปื้อนสารหนูรวมของฝุ่นในอากาศในพื้นที่เสี่ยงสูง และพื้นที่เสี่ยงต่ำ ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช และพื้นที่ควบคุม บริเวณตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา...	52
9	ค่าความเสี่ยงรวมของการเกิดมะเร็งจากการปนเปื้อนสารหนูรวมในพื้นที่เสี่ยงสูงและพื้นที่เสี่ยงต่ำ ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช และพื้นที่ควบคุม บริเวณตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา.....	54

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	วัฏจักรของสารหนูในสิ่งแวดล้อม.....	7
2	โรงเรียนในเขตตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช.....	17
3	ขอบเขตหมู่บ้านในตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช.....	18
4	ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคล ก. เพศ ศาสนา ภูมิลำเนา อาชีพบิดา ข. อาชีพมารดา ผู้ปกครองเคยทำงานขุดแร่ ร่อนแร่ และ มีก้อนแร่เก็บที่บ้าน.....	27
5	ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามพฤติกรรมการใช้น้ำดื่ม ได้แก่ น้ำดื่มที่บ้าน วิธีการปรับปรุงน้ำดื่มที่บ้าน และ น้ำดื่มที่โรงเรียน.....	28
6	ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามพฤติกรรมการใช้น้ำในการปรุงและประกอบอาหาร ได้แก่ น้ำที่ใช้ในการประกอบอาหาร การปรับปรุงน้ำ และ วิธีการปรับปรุงน้ำ.....	29
7	ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค ก. ประเภทน้ำ การปรับปรุงน้ำ และวิธีการปรับปรุงน้ำ ข. มีฝาปิดภาชนะเก็บน้ำฝน ทำความสะอาดภาชนะเก็บน้ำฝน อาบน้ำเป็นประจำทุกวัน และ สระผมเป็นประจำทุกวัน.....	31
8	ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามพฤติกรรมการรับประทานอาหารได้แก่ ก. ล้างมือก่อนรับประทานอาหาร จำนวนมื้อ และ ใช้ช้อน ส้อม ข. สถานที่รับประทานอาหาร ปลูกผักไว้รับประทานเอง และ เคยทานยาสมุนไพร.....	33
9	ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามพฤติกรรมการเล่น ได้แก่ ก. ฝุ่นบริเวณถนนใกล้บ้าน ฝุ่นบริเวณบ้าน ดินบริเวณบ้าน พื้นบ้าน และ ดินโรงเรียน ข. ชอบเล่นนอกห้องเรียน ชอบเล่นนอกบ้าน เล่นดิน ทรายเป็นประจำ เล่นกับสัตว์เลี้ยงเป็นประจำและ อมหรือดูดนิ้วมือเป็นประจำ ค. ชอบนำสิ่งของเข้าปาก สถานที่เล่นเมื่อเล่นเสร็จเปื้อนฝุ่นหรือดิน และ ระยะเวลาในการเล่น.....	36
10	จำนวนตัวอย่างดินที่พบปริมาณสารหนูรวมเกินมาตรฐานในพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุม	39

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมของโลก ได้ก่อให้เกิดสารพิษที่เป็นอันตรายต่างๆ เช่น ตะกั่ว แคดเมียม ปรอท สารหนู ฯลฯ แพร่กระจายสู่สภาพแวดล้อมมากขึ้น หลายประเทศต่างตระหนักถึงความสำคัญและได้เร่งศึกษาผลกระทบตลอดจนหาแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวตลอดมา สารหนูจัดเป็นหนึ่งในสารพิษที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ เนื่องจากเมื่อได้รับสะสมในร่างกายจะทำให้เกิดพิษเฉียบพลัน กึ่งเฉียบพลัน และพิษเรื้อรัง (WHO, 1981) ซึ่งมีพิษต่ออวัยวะหลายระบบเช่น ทางเดินหายใจ ทางเดินอาหาร และหัวใจ นอกจากนั้นยังทำให้ผิวหนังมีรอยสีดำ ผิดปรกติ และมีโอกาสเป็นมะเร็งผิวหนังได้ ทั้งนี้ขึ้นกับชนิด ปริมาณ และระยะเวลาที่ได้รับสารหนู (Carbonell *et al.*, 1995 ; Das *et al.*, 1995 and Williams *et al.*, 1996) สำหรับประเทศไทยพบรายงานการได้รับพิษเรื้อรังจากสารหนูครั้งแรกในปี 2530 ที่ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยพบการปนเปื้อนของสารหนูในบ่อน้ำตื้นและในดิน ซึ่งมีปริมาณของสารหนูสูงกว่าค่ามาตรฐานทางสิ่งแวดล้อมและเป็นสาเหตุของการเกิดโรคพิษสารหนูเรื้อรัง (กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2530 ; อารี สุวรรณมณี, 2533) จากรายงานในปี 2533 พบปริมาณสารหนูในพืชผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์ของพื้นที่ตำบลร่อนพิบูลย์มีค่าสูงผิดปรกติแต่ยังไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข (2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ณรงค์ ณ เชียงใหม่, 2534) จากผลการสำรวจสันนิษฐานว่าแหล่งที่มาของสารหนูเป็นผลจากการทำเหมืองแร่ในอดีตซึ่งประกอบการมากว่า 100 ปี ที่บริเวณเทือกเขาร่อนนาและสรวงจันทร์ โดยดินในบริเวณนี้มีแร่ Arsenopyrite ในปริมาณที่สูงมาก ซึ่งแร่ชนิดนี้มีส่วนประกอบสารหนูถึง 46 เปอร์เซ็นต์ (กรมทรัพยากรธรณี, 2530) เมื่อแร่ดังกล่าวผุพังจึงสามารถปล่อยสารหนูสู่สิ่งแวดล้อมได้ สำหรับแนวทางการแก้ปัญหาและการป้องกันอันตรายจากสารหนูที่หน่วยงานราชการดำเนินการไปแล้ว ได้แก่ การตรวจ และรักษาผู้ป่วยที่เป็นโรคพิษสารหนู การวิเคราะห์สารหนูในสิ่งแวดล้อมต่างๆ การจัดหาแหล่งน้ำ ตลอดจนการรณรงค์ให้ประชาชนดื่มน้ำฝนแทนน้ำบ่อตื้น การออกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมไม่ให้ประทานบัตร หรือต่ออายุบัตรการทำเหมืองแร่ การห้ามแต่งแร่ ร่อนแร่ และเร่งจัดเก็บกองกากแร่สารหนูในเขตตำบลร่อนพิบูลย์ จากมาตรการดังกล่าวสามารถแก้ปัญหาสารหนูได้ผลในระดับหนึ่งซึ่งจะต้องดำเนินการต่อไป

โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิเคราะห์สารหนูจากแหล่งที่มาในสิ่งแวดล้อมต่างๆ ได้แก่ ผิวดิน ฝุ่นในอากาศ และน้ำที่บริโภค โดยคำนึงถึงพฤติกรรมเสี่ยงในการได้รับสารหนู เช่น การสัมผัสกับดิน การสูดหายใจ การดื่มน้ำ หรือ การรับประทานอาหารที่ปนเปื้อนสารหนู เป็นต้น และจากรายงานของ วิชัย เอกพลากร และอมรา ทองหงษ์ (2538) พบว่าในปี 2538 ได้ตรวจพบระดับสารหนูในเส้นผมของเด็กนักเรียนสูงผิดปรกติถึง 89.8 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ไม่มีประวัติการดื่มน้ำบ่อมาก่อนและเด็กเหล่านี้ได้เกิดมาภายหลังการรณรงค์ให้งดดื่มน้ำบ่อแล้ว นอกจากนั้นในปีเดียวกันได้มีรายงานความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างปริมาณการได้รับสารหนูกับระดับเชาวน์ปัญญาของเด็กนักเรียนในพื้นที่นี้ด้วย (อัญชลี ศิริพิทยาคุณกิจ และคณะ, 2538) จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ต้องทำการศึกษาพฤติกรรมเสี่ยงและแหล่งที่มาของการได้รับสารหนูในเด็กนักเรียน ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดแนวทางการป้องกันและแก้ไขผลกระทบที่เกิดจากสารหนูต่อไป

การตรวจเอกสาร

1. ความรู้ทั่วไปของสารหนู

สารหนูเป็นธาตุกึ่งโลหะ (metalloid) มีน้ำหนักอะตอม 74.9 เลขอะตอมเท่ากับ 33 มีจุดเดือดเท่ากับ 615 องศาเซลเซียส จุดหลอมเหลวเท่ากับ 818 องศาเซลเซียส และมีเลขออกซิเดชันเท่ากับ -3, 0, +3 และ +5 สารประกอบสารหนูสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มตามคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และความเป็นพิษ (Marie, 1990) ได้แก่

1.1 สารประกอบอนินทรีย์สารหนู (Inorganic arsenic compounds) แบ่งเป็น

1.1.1 Trivalent compounds เช่น arsenic trioxide, sodium arsenate และarsenic trichloride

1.1.2 Pentavalent compounds เช่น arsenic pentoxide, arsenic acid หรือเกลือ arsenates

1.2 สารประกอบอินทรีย์สารหนู (Organic arsenic compounds) มีทั้งที่เป็น Trivalent และ Pentavalent เช่น arsanilic acid, methylarsine, dimethylarsinic acid (cacodylic acid), trimethylarsine, carbarsone และ arsphenamine เป็นต้น

1.3 แก๊สอาร์ซีน (Arsine gas) เป็นแก๊สพิษอันตรายทำให้ถึงตายได้

2. แหล่งที่มาและการปนเปื้อนของสารหนู

2.1 แหล่งกำเนิดธรรมชาติ

แร่ประกอบสารหนูตามธรรมชาติเกิดได้ 2 ประเภทคือ (Boyle and Jonasson, 1973) แร่ปฐมภูมิซึ่งเกิดมาจากภายใต้ผิวโลก ได้แก่ แร่ประกอบอาร์เซนิก จำพวกซัลไฟด์ต่างๆ แร่ที่สำคัญได้แก่ อาร์เซโนไพไรด์ (FeAsS) รีอัลการ์ (As_4S_4) และ ออร์พิเมนต์ (As_2S_3) นิโคไลด์ (NiAs) โคบอลต์ไทต์ (CoAsS) เทนแนนไทต์ ($Cu_{12}As_4S_{13}$) เป็นต้น และอีกประเภทคือ แร่ทุติยภูมิ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของแร่ปฐมภูมิเป็นแร่ชนิดใหม่ด้วยกระบวนการออกซิเดชัน (oxidation) แร่ที่พบได้แก่ อาร์เซโนไทต์ (As_2O_3)

2.2 สารเคมีทางการเกษตรและอุตสาหกรรม

2.2.1 Herbicide ได้แก่ sodium arsenite, arsenic trioxide, arsenic pentoxide, disodium methylarsonate

2.2.2 Insecticide เป็นรูปผงหรือยาพ่น

2.2.3 Acaricide ใช้กำจัดหมัด ไร และ เหา

2.2.4 Rodenticide เป็นแบบผงหรือละลายน้ำ ใช้ราดบนเหยื่อ

2.2.5 Arsanilic acid ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์เพื่อป้องกันอาการท้องเสียจากเชื้อ E coli

2.2.6 ปุ๋ย Superphosphate มีสารหนูประมาณ 0.1 เปอร์เซ็นต์

2.3 กลไกการออกฤทธิ์และพิษของสารหนูต่อร่างกาย (WHO, 1981)

ความเป็นพิษของสารหนูขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการคือ ลักษณะการเข้าสู่ร่างกาย ปริมาณ ระยะเวลาที่ได้รับ คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของสารหนู ซึ่งสารหนูจะประกอบด้วย สารหนูอนินทรีย์ และอินทรีย์ โดยที่สารหนูอนินทรีย์จะมีพิษมากกว่าและมักอยู่ในรูปของเกลือ arsenite หรือ As (III) และ As (V) สามารถเปลี่ยนแปลงไปมาซึ่งกันและกันได้ด้วยปฏิกิริยา ออกซิเดชัน - รีดักชัน ซึ่ง arsenite สามารถถูกออกซิไดส์ไปอยู่ในรูปของ arsino หรือ arsinoso แล้วสามารถจับกับ sulfhydryl groups (SH) ของโปรตีนและเอนไซม์ได้ รวมทั้งไปจับกับ glulathione cysteine ในเซลล์ของร่างกายทำให้ขัดขวางกระบวนการออกซิเดชัน – รีดักชัน และเมตาบอลิซึมของเซลล์ทำให้เซลล์ไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ (WHO, 1981) นอกจากนี้ arsenite สามารถทำปฏิกิริยาในการเติมหมู่ฟอสเฟต ในกระบวนการทำงานของไมโตคอนเดรีย สำหรับสร้างสารพลังงาน (ATP) โดยที่หมู่ AsO จะเข้าไปแทนที่หมู่ PO ส่งผลให้การทำงานของเอนไซม์ในไมโตคอนเดรียไม่สามารถเกิดสาร ATP ได้ ส่วนสารประกอบอินทรีย์สารหนูมักพบว่ามีพิษต่ำกว่าสารประกอบอนินทรีย์สารหนู ตัวอย่างของสารประกอบอินทรีย์สารหนู ได้แก่ monomethylarsonic acid (MMAA) และ dimethylasinic acid (DMAA) ซึ่งทั้งสองนี้เป็นผลผลิตในปัสาวะที่เกิดจากเมตาบอลิซึมของสารหนูอนินทรีย์ โดยพบว่า dimethylasinic acid สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดมะเร็งของอวัยวะภายในได้

2.3.1 พิษของสารหนู (Michael, 1988)

2.3.1.1 สารประกอบอนินทรีย์ของสารหนู มีพิษเฉียบพลันและกึ่งเฉียบพลันต่ออวัยวะหลายระบบเช่น ทางเดินหายใจ ทางเดินอาหาร หัวใจและหลอดเลือด และเมื่อสารหนูดูดซึมเข้าร่างกายทำให้เกิดอาการหลายประการคือ อาการอักเสบของกระเพาะอาหาร และลำไส้อย่างรุนแรง การบวมของใบหน้า ความผิดปกติของหัวใจ อาการแสบร้อนในลำคอ อุจจาระมีกลิ่นเหมือนกระเทียม กระหายน้ำ หน้าซีด อ่อนเพลีย ชักหมดสติ นอกจากนั้นสารประกอบอนินทรีย์ของสารหนูมีพิษเรื้อรังต่อร่างกายหากได้รับสารหนูติดต่อเป็นเวลานานจะทำให้เกิดอาการอ่อนเพลีย เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน จมูก และเหงือกมีเลือดออก ตาอักเสบ กระหายน้ำ

เสียงแหบ ไอ ผิวหนังอักเสบ ตกสะเก็ด และลอกอย่างรุนแรง ฝ่ามือ และเท้าลอก เล็บหักง่าย ข้อเท้าและหนังตาล่างบวม คอเป็นสีดำ หนังตาและหัวนมดำ ลมหายใจมีกลิ่นเหมือนกระเทียม ไตอาจอักเสบเรื้อรัง ปัสสาวะไม่ออก ตับแข็ง ดีซ่าน มีพิษต่อระบบประสาทส่วนปลาย ชาตามมือ ปลายเท้า มือเท้าห้อย จนกลายเป็นอัมพาตได้ ผมร่วง ลำไส้ใหญ่อักเสบ ปวดท้องอย่างรุนแรง ชักเนื่องจากขาดออกซิเจน โลหิตจาง และเป็นมะเร็งที่ผิวหนังได้

2.3.1.2 สารประกอบอินทรีย์ของสารหนู สารประกอบอินทรีย์ของสารหนูบางชนิด จะมีความเป็นพิษสูงต่ออวัยวะบางระบบ ในขณะที่สารหนูอินทรีย์ในอาหารทะเลจะมีความเป็นพิษต่ำ เช่น ผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง มีรายงานว่าเกิด encephalopathy 1 - 5 เปอร์เซ็นต์ ในผู้ป่วยที่ใช้ arsobal จำนวน 1,066 คน อาการข้างเคียงจากการใช้ trypanosomide ที่พบมาก คือ optical นอกจากนี้ยังเกิดผิวหนังอักเสบ ตับถูกทำลาย และระบบเลือดผิดปกติ ในอาหารทะเลบางชนิดจะพบปริมาณของสารประกอบอินทรีย์ของสารหนู แต่การเกิดพิษอย่างเฉียบพลันและกึ่งเฉียบพลัน จากสารหนูในอาหารทะเลต่ำ ส่วนการเกิดพิษเรื้อรังนั้นความเป็นพิษยังไม่สามารถสรุปได้

2.4 การแบ่งระดับความรุนแรงของอาการทางคลีนิค

ธาดา เปี่ยมพงศ์สานต์ และคณะ (2532) ได้แบ่งความรุนแรงของโรคพิษสารหนูที่พบออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่

2.4.1 ระดับ 0 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางผิวหนัง แต่มีระดับสารหนูในเลือด ปัสสาวะ ผม และเล็บสูงผิดปรกติ

2.4.2 ระดับ 1a มีจุดเล็กๆสีดำใต้ผิวหนัง บริเวณฝ่ามือและฝ่าเท้า (spotty dermal melanosis) และจะพบในทุกระดับ

ระดับ 1b มีตุ่มเล็กๆ ขนาดเท่าหัวเข็มหมุด จำนวนไม่เกิน 5 ตุ่ม (pin -headed dermal papules) บริเวณฝ่ามือ และฝ่าเท้า

2.4.3 ระดับ 2 มีตุ่มเล็กๆขนาดเท่าหัวเข็มหมุด พบมากกว่า 5 ตุ่ม ขึ้นไปบริเวณฝ่ามือและฝ่าเท้า อาจพบตุ่มใหญ่แต่ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นมะเร็งผิวหนัง

2.4.4 ระดับ 3 มีตุ่มเล็กๆขนาดเท่าหัวเข็มหมุดร่วมกับตุ่มซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า 0.5 เซนติเมตร มีรอยบุ๋มตรงกลาง (keratosis papules with crater) ขึ้นบริเวณมือและเท้า สำหรับการตรวจทางพยาธิวิทยาพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของมะเร็งผิวหนัง

2.4.5 ระดับ 4 มีลักษณะเป็นผื่น scaly erythrematous หรือ brownish patches ของ Bowen's disease ผื่น basal cell epithelioma และก้อน squamous cell carcinoma ซึ่งการตรวจทางพยาธิวิทยา พบว่าเป็นมะเร็ง โดยตรวจพบบริเวณแขน ขา มือ เท้า และลำตัว

2.5 การดูดซึมสารหนูเข้าสู่ร่างกาย

ช่องทางการได้รับสารหนูเข้าสู่ร่างกายมีด้วยกัน 4 ทาง (WHO, 1981) ดังนี้

2.5.1 ผ่านทางเดินหายใจ การดูดซึมขึ้นกับขนาดและชนิดของสารประกอบสารหนู หากมีขนาดเล็กจะดูดซึมเข้าสู่ปอดได้อย่างรวดเร็ว ส่วนสารที่มีขนาดใหญ่จะติดอยู่ในทางเดินหายใจส่วนบน และถูก cilia ขับออกมาสู่ทางเดินอาหาร

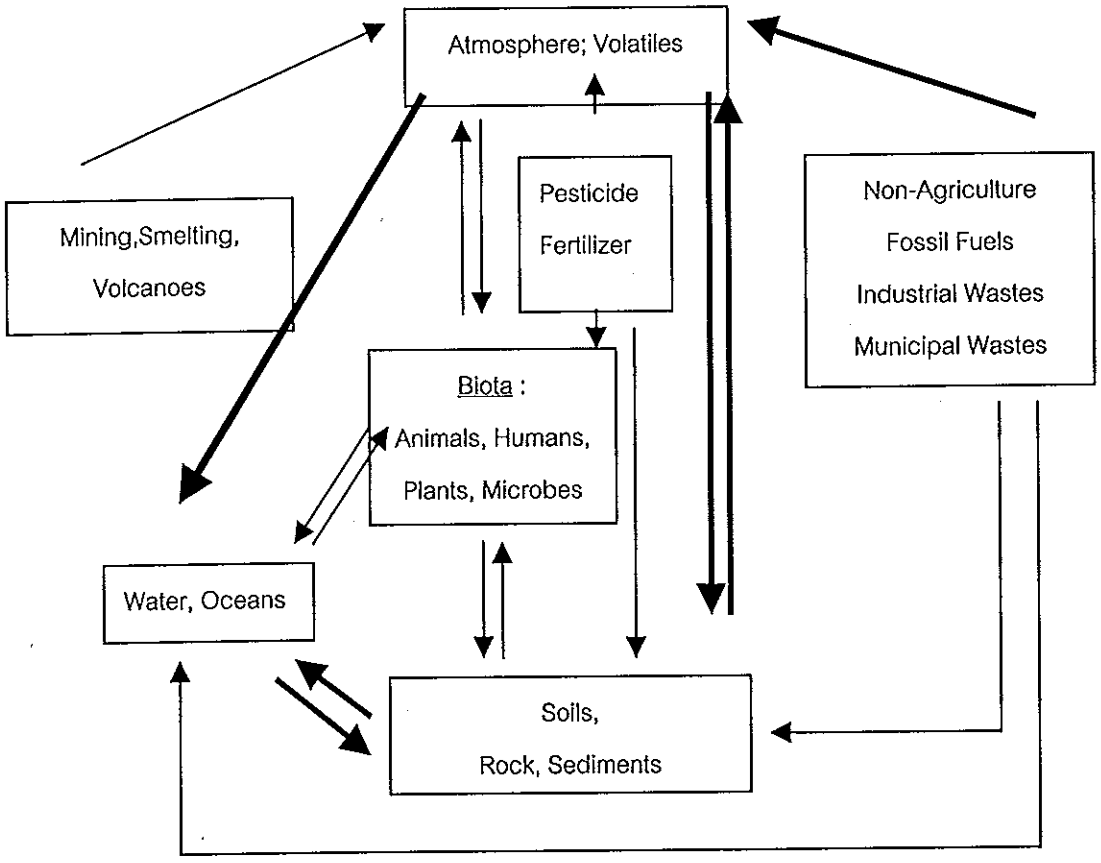
2.5.2 ผ่านทางเดินอาหาร การดูดซึมขึ้นกับความสามารถในการละลายน้ำของสารประกอบสารหนูชนิดนั้น โดยการดูดซึมจะมีค่อนข้างต่ำในช่องปากและกระเพาะอาหารแต่อาจดูดซึมได้ดีในส่วนลำไส้เล็ก

2.5.3 ผ่านทางผิวหนัง พบว่าสารอนินทรีย์สารหนูบางชนิด เช่น arsenic acid, arsenic trioxide และ arsenic trichloride สามารถซึมผ่านผิวหนังได้

2.5.4 ผ่านทางรก สารหนูสามารถซึมผ่านไปยังทารกในครรภ์ได้ โดยที่ระดับสารหนูในเลือดของทารกจะสูงเท่าระดับสารหนูในเลือดของมารดาและอาจทำให้ทารกในครรภ์พิการหรือเสียชีวิตได้

2.6 วัฏจักรสารหนูในสิ่งแวดล้อม

พบว่ากระบวนการทางธรรมชาติทำให้สารหนูแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อม เนื่องจากสารหนูจะอยู่รวมกับหิน สินแร่ และดินต่างๆ ซึ่งสามารถแพร่กระจายสู่แหล่งน้ำ หรือ มหาสมุทร ทำให้พืชและสิ่งมีชีวิตซึ่งอยู่ในบริเวณที่มีการปนเปื้อนสามารถดูดซับสารหนูได้โดยผ่านกระบวนการทางเคมี ซึ่งเป็นสาเหตุของการแพร่กระจายของสารหนูเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร (Chen *et al.*, 1992 ; Creger and Peryer., 1992 ; Kiss *et al.*,1992 and Eisler, 1994) นอกจากนั้นมนุษย์ยังทำให้สารหนูกระจายสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้นจากการประกอบอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมถลุงโลหะ อุตสาหกรรมผลิตสารเคมีกำจัดศัตรูพืช และอุตสาหกรรมการผลิตปุ๋ย เป็นต้น



ภาพที่ 1 วัฏจักรสารหนูในสิ่งแวดล้อม

ที่มา : ดัดแปลงจาก Jerome (1994)

2.7 แหล่งที่มาของการได้รับสารหนู

2.7.1 อากาศ

อนุภาคของสารหนูในบรรยากาศมีทั้งในรูปสารประกอบอนินทรีย์และสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของสารประกอบสารหนูอนินทรีย์ โดยทั่วไปการได้รับสารหนูเข้าสู่ร่างกายทางอากาศไม่ควรสูงกว่า 0.01 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน (WHO, 1984) แต่ผู้ที่อาศัยในเขตอุตสาหกรรมภายในเมืองอาจได้รับสารหนูมากกว่า 1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน เช่น ที่ประเทศรัสเซียในบริเวณรัศมี 4 กิโลเมตร จากโรงงานถลุงทองแดง สามารถตรวจวัดระดับสารหนูได้ 0.7 - 2.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในประเทศสหรัฐอเมริกา รัฐวอชิงตันใกล้โรงงานถลุงทองแดงสามารถตรวจวัดสารหนูได้ 1.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นอกจากนั้นยังมีรายงานการได้รับสารหนูจากการสูบบุหรี่ ซึ่งปนเปื้อนด้วย Sodium arsenite ($NaAsO_2$) (Steve *et al.*, 1995)

2.7.2 น้ำดื่ม

สารหนูสามารถแพร่กระจายทางน้ำ โดยมีสาเหตุเนื่องจากการปล่อยน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งใช้สารหนูในกระบวนการผลิต และอุตสาหกรรมเหมืองแร่ ตัวอย่างเช่น Das และคณะ (1995) รายงานการปนเปื้อนของสารหนูในน้ำดื่มในเบงกอลตะวันตก ประเทศอินเดีย เป็นบริเวณกว้างถึง 34,000 ตารางกิโลเมตร โดยพบปริมาณสารหนูในน้ำดื่มมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานของ WHO (0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร) และพบว่าทำให้ประชากรจำนวน 175,000 คน มีอาการทางผิวหนัง เยื่อบุตาอักเสบ และมีอาการทางประสาท ใจลอย หรือซึมเศร้า นอกจากนั้น Boerzsoenyi และคณะ (1992) รายงานว่าพบประชาชนมีอาการป่วยเรื้อรังจากพิษสารหนูในประเทศฮังการี เนื่องจากดื่มน้ำที่มีการปนเปื้อนจากสารหนูสูงเกินค่ามาตรฐาน โดยมีการเก็บตัวอย่างน้ำดื่มและตัวอย่างเส้นผมจำนวน 2,099 ตัวอย่าง ในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อน และ 203 ตัวอย่างในพื้นที่ควบคุม พบปริมาณสารหนูปนเปื้อนในน้ำมีค่าระหว่าง 0.17 - 0.33 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนั้นพบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างปริมาณสารหนูในเส้นผมกับปริมาณสารหนูในน้ำดื่มบริเวณที่มีการปนเปื้อนของสารหนู

2.7.3 อาหาร

โดยปรกติปริมาณสารหนูในอาหารที่ใช้บริโภคต้องต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในพืชต้องมีปริมาณสารหนูต่ำกว่า 0.4 ไมโครกรัมต่อกรัม และในสัตว์น้ำมีปริมาณสารหนูระหว่าง 1 - 10 ไมโครกรัมต่อกรัม (WHO, 1984) ซึ่ง Binder และคณะ (1987) พบว่าในแต่ละวันมนุษย์สามารถได้รับสารหนูที่ปนเปื้อนในดินในแต่ละวันอยู่ในช่วง 1 - 275 ไมโครกรัมต่อคน นอกจากนั้น Polissar และคณะ (1990) ได้ทำการศึกษาช่องทางของการได้รับสารหนูเข้าสู่ร่างกายในหมู่บ้านรอบเหมืองทองแดงแห่งหนึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยทำการศึกษาในเด็กอายุ 0 - 6 ปี พบว่าช่องทางที่สำคัญที่สุดคือ การรับประทานอาหารที่ปนเปื้อนสารหนู และจากรายงานของ ดาณิศ ทวีติยานนท์ (2526) ได้ทำการศึกษาหาปริมาณสารหนูในอาหารทะเลและอวัยวะสุกรจากตลาด 5 แห่งในเขตกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย พบว่ามีค่าเฉลี่ยสารหนูในอาหารทะเล 0.012 - 0.300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จาก 522 ตัวอย่าง และพบสารหนูในอาหารทะเลอื่นๆ เช่น ปลาหมึก 0.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปลาเก๋า 0.045 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปลาแดง 0.052 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และหอยทากทะเล 5.080 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นอกจากนั้น กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (2531) ได้ทำการเก็บตัวอย่างอาหาร 15 ประเภททั้งสิ้น 303 ตัวอย่าง เพื่อตรวจหาปริมาณสารหนูที่มีในอาหาร (ตาราง 1)

ตาราง 1 ปริมาณสารหนูที่ตรวจพบในอาหารสำเร็จรูป

ประเภทอาหาร	ค่าเฉลี่ยสารหนูที่พบ (ppm)	ช่วงที่พบ (ppm)	ตัวอย่างที่พบสูงสุด
1. กลุ่มเนื้อสัตว์และ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	0.04	0 - 0.28	หมูแฮม
2. แป้งและ ผลิตภัณฑ์แป้ง	0.10	0 - 0.43	ข้าวโพดอบกรอบ รสคาราเมล
3. พืชผักดอง	0.13	0 - 0.54	หน่อไม้ดอง
4. ผลิตภัณฑ์ปลา แห้งและย่าง	0.23	0 - 0.75	ปลาฉลาดย่าง
5. กลุ่มถั่ว	0.17	0 - 0.69	ถั่วแดงเคลือบน้ำตาล
6. กลุ่มผลไม้ดอง	0.14	0 - 0.28	มะนาวดอง
7. กลุ่มซอส	0.07	0 - 0.48	ซอสหวานข้น
8. กลุ่มน้ำผลไม้ และเครื่องดื่ม	0.02	0 - 0.10	น้ำหวานสีเขียว
9. อาหารทะเลแห้ง	0.13	0 - 0.38	หอยหลอดตากแห้ง และปลาลิ้นหมาแห้ง
10. กลุ่มเครื่องเทศ	0.14	0 – 0.65	กระเทียม
11. กลุ่มนม	0.07	0 - 0.25	นมปรุงแต่งยูเอสที กลิ่นวานิลา
12. ขนมหวาน และ ลูกอม	0.05	0 - 0.30	ลูกอมกลิ่นสละสอด ไส้ครีมคลาสสิค
13. กลุ่มน้ำตาล	0.53	0.5 - 1.30	น้ำตาลทรายขาว
14. ไขมันและน้ำมัน	0.05	0 - 0.35	แซนวิช
15. อาหารภาชนะ บรรจุปิดสนิท	0.30	0.13 - 0.55	ขนมปังกรอบเคลือบ รสโกโก้

ที่มา : กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (2531)

2.7.4 ดิน

Binder และคณะ (1986) รายงานว่าค่าเฉลี่ยของการได้รับสารหนูในดินเข้าสู่ร่างกายในแต่ละวันอยู่ในช่วง 9 - 1,834 มิลลิกรัมต่อวัน โดยทั่วไปสารหนูจะถูกดูดซับไว้ในอนุภาคของดินเหนียวและมีออกไซด์ของเหล็กสูง และในดินโดยทั่วไปจะมีสารหนูประมาณ 0.2-40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (WHO, 1981) นอกจากนั้นพบว่าสารหนูที่ปนเปื้อนในดินมักเกิดจากการทำเหมืองแร่ถลุงและโลหะ การทำอุตสาหกรรมเคมีที่ต้องใช้แร่พวกฟอสฟอรัสและกำมะถัน นอกจากนั้นยังมาจากการเผาไหม้ของถ่านหิน และกิจกรรมทางการเกษตร (Michael, 1988)

2.7.5 พืชผักและผลไม้

ปริมาณสารหนูในอาหารตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) กำหนดให้มีได้ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และองค์การอนามัยโลกกำหนดปริมาณสารหนูในร่างกายของมนุษย์สามารถรับได้สูงสุดไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว (กองสาธารณสุขภูมิภาค, 2531)

2.8 ปัญหาการปนเปื้อนของสารหนูใน ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

2.8.1 ระดับสารหนูในสิ่งแวดล้อม

อนงค์ ไพจิตรประภาภรณ์ (2540) ได้รายงานแหล่งที่มาของสารหนูในตำบลร่อนพิบูลย์ว่ามาจากการทำเหมืองแร่ดีบุกในอดีต ที่ตั้งอยู่บริเวณไหล่เขาร่อนนาและสรวงจันทร์ ซึ่ง เดชา มณีชัย (2540) รายงานว่าสารหนูที่พบเกิดจากการสลายตัวของ Arsenopyrite ซึ่งปะปนในกลุ่มของสายแร่ดีบุกและวุลแฟรม โดยผ่านกระบวนการเกิดออกไซด์ เมื่อออกไซด์รวมตัวกับน้ำจะได้เป็นสารละลายอาร์เซเนตซึ่งละลายได้ในน้ำ (Boyle and Jonasson, 1973) และจากการศึกษาพบว่าสารหนูได้แพร่ลงสู่แหล่งน้ำที่สำคัญคือ ห้วยร่อนนา หลังจากนั้นจะทำให้สารหนูปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำใต้ดินและแพร่กระจายตามทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน โดยพบว่าพื้นดินในหมู่ที่ 12 และ 2 มีปริมาณสารหนูปนเปื้อนสูงถึง 1,082 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจากการศึกษาปริมาณสารหนูในตะกอนน้ำในปี 2537 จำนวน 19 ตัวอย่าง ในลำน้ำสายหลักของตำบลร่อนพิบูลย์ พบว่ามีปริมาณสารหนูปนเปื้อนสูงถึง 78.94 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนตัวอย่าง นอกจากนั้นได้มีการศึกษาการปนเปื้อนของสารหนูดังนี้คือ

กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2530) ได้ตรวจพบปริมาณสารหนูในพื้นที่ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าน้ำผิวดินจำนวน 4 ตัวอย่าง มีปริมาณสารหนู 0.8 - 1.4 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำในบ่อน้ำตื้น จำนวน 16 ตัวอย่างมีปริมาณ

สารหนู 0.01 - 4.45 มิลลิกรัมต่อลิตร และจากแหล่งน้ำที่นำมาทำน้ำประปา 1 ตัวอย่าง มีปริมาณสารหนู 0.063 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงกว่ามาตรฐานทางสิ่งแวดล้อมทำให้เป็นอันตรายต่อการบริโภค

กรมวิชาการเกษตร (2531) ทำการศึกษาหาระดับปริมาณสารหนูจากตัวอย่างพืช ผักและผลไม้ ที่ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 18 ตัวอย่าง พบว่ามีระดับสารหนูโดยเฉลี่ย 0.49 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยผักโขม มะม่วง หญ้าหนวดดุก มะเขือ มีระดับสารหนู 1.62, 1.53, 1.50 และ0.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2531) ทำการวิเคราะห์ส่วนต่างๆของพืชจากพื้นที่ในบริเวณที่พบผู้ป่วยจากพิษสารหนู หมู่ที่ 1, 12 และหมู่ที่ 13 ในตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 19 ตัวอย่าง พบว่าในตัวอย่างตะไคร้ มะเขือ พริกขี้หนู กระเพราข้าวโพด มะม่วง ผักขม ต้นข่า ใบกระถิน คื่นช่าย พบว่ามีระดับปริมาณสารหนูโดยเฉลี่ย 0.152, 0.27, 0.57, 1.03, 0.36, 1.58, 1.62, 0.34, 0.75 และ 1.56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

นายแพทย์สาธารณสุขจังหวัดนครศรีธรรมราช (2531) รายงานว่าปลาน้ำจืดที่จับในแม่น้ำ ลำคลองรอบๆบริเวณใกล้เคียงอำเภอร่อนพิบูลย์ มีค่าสารหนูเฉลี่ย 0.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตัวอย่างปลาช่อนมีสารหนูเฉลี่ย 0.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม กุ้งแม่น้ำที่ตำบล ควนชุม มีค่าสารหนูเฉลี่ย 0.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสัตว์น้ำจืดที่พบว่ามีระดับสารหนูเกินมาตรฐานคือหอยขม ที่ตำบลนาพลู อำเภอเมือง โดยมีค่าเฉลี่ย 2.88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมาตรฐานที่กำหนดโดย USEPA. (U.S. Environmental Protection Agency) ในสัตว์น้ำจืดมีปริมาณสารหนูไม่เกิน 0.44 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ธาดา เปี่ยมพงศ์สานต์ และ นภา อุดมนิติกุล (2532) ได้ศึกษาระดับสารหนูในเส้นผมและเล็บของเด็กวัยรุ่นในอำเภอร่อนพิบูลย์ จำนวน 124 ราย ใน 64 หมู่บ้าน พบว่ามีระดับสารหนูสูงกว่าค่าปรกติในเส้นผม 44 เปอร์เซ็นต์ และในเล็บ 78 เปอร์เซ็นต์ ของเด็กวัยรุ่นทั้งหมด ซึ่งส่วนใหญ่ดื่มน้ำจากบ่อที่มีสารหนูเจือปนในระดับที่เกินค่ามาตรฐาน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร และจากสถิติปี 2530 - 2533 มีจำนวนผู้ป่วยทั้งสิ้น 1,350 ราย โดยอย่างน้อย 6 ราย มีอาการรุนแรงจนกลายเป็นโรคมะเร็งผิวหนัง

อารี สุวรรณมณี (2533) ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินและดินตะกอน ในตำบลร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ในพื้นที่ 12 ตารางกิโลเมตร จำนวน 205 ตัวอย่าง พบว่าปริมาณสารหนูในตัวอย่างดินอยู่ในช่วง 50 - 5,300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 5,253.29

มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับสารหนูในตัวอย่างตะกอนท้องน้ำมีค่าสูงกว่าคืออยู่ในช่วง 120 - 6,700 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ย 2,168.89 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

จริยา อินทรรัศมี (2537) ได้ทำการศึกษาปริมาณสารหนูในปลาช่อนที่จับได้ในเขตอำเภอร่อนพิบูลย์ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.076 - 0.477 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่าเฉลี่ย 0.224 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

วิชัย เอกพลากร และ อมรา ทองหงษ์ (2538) ศึกษาการกระจายของโรคพิษสารหนูในตำบลร่อนพิบูลย์ จำนวน 14 หมู่บ้าน ในปี 2538 พบอัตราการเกิดโรคพิษสารหนูเรื้อรังเท่ากับ 26.3 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการพบสารหนูในร่างกายสูงกว่าปรกติเท่ากับ 55.8 เปอร์เซ็นต์

ตรีรัตน์ ทองบริบูรณ์ (2540) ทำการศึกษาการปนเปื้อนของสารหนูในน้ำ พืชน้ำ สัตว์น้ำ และดินตะกอน บริเวณตำบลร่อนพิบูลย์ถึงลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการศึกษาพบว่าปริมาณสารหนูในพืชน้ำมีค่าระหว่าง 0.23 - 2.97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (น้ำหนักเปียก) โดยพืชน้ำที่พบสารหนูสูงสุดคือ ผักตบชวา ส่วนปริมาณสารหนูในสัตว์น้ำมีค่าระหว่าง ตรวจไม่พบ - 2.45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (น้ำหนักเปียก) โดยพบสูงสุดในหอยขม นอกจากนั้นปริมาณสารหนูในน้ำมีค่าระหว่าง ตรวจไม่พบ – 0.246 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณสารหนูในดินตะกอนมีค่าระหว่าง 100.70 - 1,854.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง) และพบว่าปริมาณสารหนูในน้ำและดินตะกอนจะมีปริมาณสารหนูสูงบริเวณพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับแหล่งกำเนิดการแพร่กระจายของสารหนูในตำบล ร่อนพิบูลย์

2.8.2 แหล่งที่มาของการได้รับสารหนูเข้าสู่ร่างกายของประชาชน ในตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช มีหลายแหล่งด้วยกันคือ

2.8.2.1 ดิน จากการสำรวจพบว่าพื้นที่ในหมู่ที่ 2, 12 และ 13 เป็นบริเวณที่ผ่านการขุดแร่หรือทำเหมืองแร่ดีบุกมาก่อน จึงมีปริมาณของสารหนูซึ่งปะปนอยู่ในกองกากแร่ในปริมาณที่สูงมาก และหากประชาชนหรือเด็กไปสัมผัสกับดินดังกล่าว และไม่ได้ล้างมือก่อนรับประทานอาหาร ทำให้มีโอกาสได้รับสารหนูได้โดยการรับประทานเข้าไปด้วย

2.8.2.2 ฝุ่น อาจได้รับโดยตรงจากการสูดหายใจฝุ่นเข้าไปจากการฟุ้งกระจายจากพื้นดินสู่อากาศตามทิศทางการพัดของลม และนอกจากนั้นฝุ่นเหล่านี้อาจตกลงมายังภาชนะหรือปนเปื้อนในอาหารที่รับประทานได้

2.8.2.3 น้ำฝน ปัจจุบันได้มีการรณรงค์ให้ชาวบ้านดื่มน้ำฝนแทนน้ำจากบ่อน้ำตื้น แต่น้ำฝนอาจมีปริมาณสารหนูได้ เนื่องมาจากเมื่อฝนตกจะชะล้างเอาฝุ่นสารหนูที่สะสมบนหลังคาลงมาในโอ่งน้ำดื่ม ซึ่งชาวบ้านมักไม่ได้ทำความสะอาดทำให้สารหนูสะสมในโอ่งน้ำฝน

2.8.2.4 น้ำประปา เนื่องจากน้ำประปาส่วนใหญ่ในตำบลร่อนพิบูลย์ ในปัจจุบันไม่ได้ผ่านขั้นตอนการทำน้ำประปาอย่างแท้จริง เป็นเพียงการลำเลียงน้ำดิบผ่านตามท่อไปยังบ้านเรือนต่างๆเท่านั้น และหากไม่มีน้ำในท่อในบางเวลาจะทำให้ความดันในท่อลดลงและอาจทำให้น้ำที่ปนเปื้อนสารหนูในดินซึมผ่านเข้าไปยังท่อส่งน้ำได้

2.8.2.5 อาหาร จากการสุ่มตัวอย่างพืชผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์ ที่จำหน่ายในตำบลร่อนพิบูลย์ พบว่าบางตัวอย่างมีปริมาณสารหนูสูงผิดปรกติ แต่ยังไม่เกินมาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข (2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

2.9 ผลการดำเนินงานแก้ไขในช่วงที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน

2.9.1 การแก้ไขปัญหาระยะสั้นของรัฐบาลในปี 2530-2531

2.9.1.1 ดำเนินการตรวจวิเคราะห์สารหนูในแหล่งน้ำอำเภอ ร่อนพิบูลย์ 1,660ตัวอย่าง และตรวจพบสารหนูมากเกินมาตรฐาน 197 ตัวอย่าง

2.9.1.2 ขุดบ่อบาดาล 74 บ่อ ฝึกอบรมให้ประชาชนปั้นโอ่งน้ำดื่มจำนวน 1,054 ใบ และจัดซื้อโอ่งจำนวน 1,500 ใบ

2.9.1.3 ตรวจพบผู้ป่วยใน อำเภอร่อนพิบูลย์ จำนวน 852 ราย และต้องได้รับการรักษาต่อเนื่อง 91 ราย ยาว (จันทร์เพ็ญ ชูประภาวรรณ และและ อมร รอดคล้าย, 2533)

2.9.2 การแก้ไขปัญหาระยะยาว

2.9.2.1 จัดหาแหล่งน้ำให้ประชาชนบริโภคแทนแหล่งน้ำที่ปนเปื้อนสารหนู

2.9.2.2 ป้องกันและแก้ไขปัญหาทางการเกษตร โดยในส่วนของกรมชลประทาน เขต 11 ได้จัดสร้างโครงการขนาดเล็ก คลองนุ้ย และคลองขุนพัง เพื่อรองรับน้ำฝนและวางท่อส่งน้ำมายังอำเภอร่อนพิบูลย์ โดยแล้วเสร็จในปี 2535

2.9.2.3 กระทรวงสาธารณสุขได้จัดตั้งคณะกรรมการ 2 ชุด คือ คณะกรรมการอำนวยการควบคุมอันตรายจากพิษสารหนู และคณะอนุกรรมการศึกษาปัญหาอันตรายจากพิษสารหนูเรื้อรัง ในปี 2533 กระทรวงสาธารณสุขได้สรุปผลการดำเนินการดังนี้คือ

2.9.2.3.1 ด้านการค้นหาผู้ป่วย พบประชาชนทั่วไปป่วย 1,279 ราย และเด็กนักเรียนป่วย 73 ราย

2.9.2.3.2 ด้านการบำบัดรักษา รักษาด้วย BAL จำนวน 355 ราย รักษาด้วย BIS จำนวน 53 ราย Cuprimine จำนวน 21 ราย และ Tigason จำนวน 64 ราย

2.9.2.3.3 ด้านการควบคุมคุณภาพน้ำบริโภค ในระยะแรกปิดป้ายห้ามการบริโภคน้ำที่มีสารหนูปนเปื้อน และทำโครงการตรวจสอบน้ำเป็นระยะทุก 6 เดือน

2.9.2.3.4 ด้านการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารหนูในตัวอย่างต่างๆ ระหว่างปี 2531 - 2533 เป็นจำนวนทั้งสิ้น 5,967 ตัวอย่าง

2.9.2.4 จังหวัดนครศรีธรรมราช ได้ดำเนินการ คือ

จัดหาภาชนะเก็บกักน้ำให้แก่ประชาชน การค้นหาและรักษาผู้ป่วย และติดตามเฝ้าระวังคุณภาพน้ำบริโภคในพื้นที่ที่มีความเสี่ยง และได้กำหนดแผนต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2533 – 2538

2.9.2.5 กรมทรัพยากรธรณี ได้ดำเนินการคือ (มงคล พักคง, 2540)

2.9.2.5.1 การออกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เมื่อวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2537 ไม่ให้ประทานบัตรและต่ออายุบัตรและห้ามไม่ให้มีการแต่งแร่ และร่อนแร่ในเขตตำบลร่อนพิบูลย์

2.9.2.5.2 เร่งดำเนินการจัดเก็บกองกากแร่สารหนูจากการทำเหมืองแร่และการแต่งแร่ที่ถูกทิ้งกระจัดกระจายบนเทือกเขาร่อนนาและสรวงจันทร์ ซึ่ง นิติกุล ปลื้มอารมณ์ (2540) ได้รายงานว่าในปีงบประมาณ 2539 - 2540 สามารถจัดเก็บกากแร่สารหนูได้ทั้งสิ้น 2,429 ลูกบาศก์เมตร

3. **ข้อมูลของพื้นที่บริเวณที่ศึกษา** (อนงค์ ไพจิตรประภาภรณ์, 2540)

อำเภอร่อนพิบูลย์ตั้งอยู่ในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราชทางภาคใต้ของประเทศไทยแบ่งการปกครองออกเป็น 6 ตำบล ได้แก่ ตำบลร่อนพิบูลย์ ควนชุม ควนเกย ควนพัง หินตก และเสาธง สำหรับตำบลร่อนพิบูลย์ซึ่งเป็นบริเวณที่มีปัญหาการแพร่กระจายของสารหนูมีพื้นที่ครอบคลุมประมาณ 110 ตารางกิโลเมตร ประมาณละติจูด 8^0 04' ถึง 8^0 14' เหนือ และลองจิจูด 99^0 46' ถึง 99^0 54' ตะวันออก

3.1 ลักษณะภูมิประเทศของอำเภอร่อนพิบูลย์

ประกอบด้วยพื้นที่ทางทิศตะวันตกเป็นเทือกเขาสูงวางตัวในแนวเหนือและใต้ เป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาหลวง ได้แก่ เขาลำโรม เขาดูหา เขาสรวงจันทร์ เขาห้วยมุด และเขาร่อนนา คิดเป็นร้อยละ 60 ของพื้นที่ทั้งหมด สำหรับพื้นที่ทางทิศตะวันออกซึ่งครอบคลุมร้อยละ 40 ของอำเภอเป็นที่ราบเพื่อการเกษตรและที่อยู่อาศัย ประกอบด้วยตะกอน ดิน ทราย ที่ผุพังพัดพามาจากแนวเขาทางทิศตะวันตก

3.2 สภาพอุทกวิทยา

อำเภอร่อนพิบูลย์ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีปริมาณฝนตกเฉลี่ยสูงประมาณ 2,100 มิลลิเมตรต่อปี ระบบการไหลของทางน้ำผิวดินโดยรวมไหลจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก โดยมีเทือกเขาร่อนนาและสรวงจันทร์ เป็นต้นน้ำ และไหลลงสู่อ่าวไทยบริเวณอำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช สำหรับลำน้ำธรรมชาติที่ไหลผ่านแหล่งแร่ดีบุกได้แก่ ห้วยหัวเหมือง ห้วยร่อนนา และห้วยหนองเป็ด ซึ่งห้วยทั้งสามไหลต่อเนื่องสู่ที่ราบตะกอนเชิงเขาโดยสองห้วยแรกได้ไหลผ่านพื้นที่ที่ได้ใช้ทำเหมืองแร่แล้วที่บ้านหนองเป็ด และไหลวกไปทางทิศตะวันออกรวมกับคลองรากไม้

3.3 การทำเหมืองแร่และแต่งแร่ (มงคล พักคง, 2540)

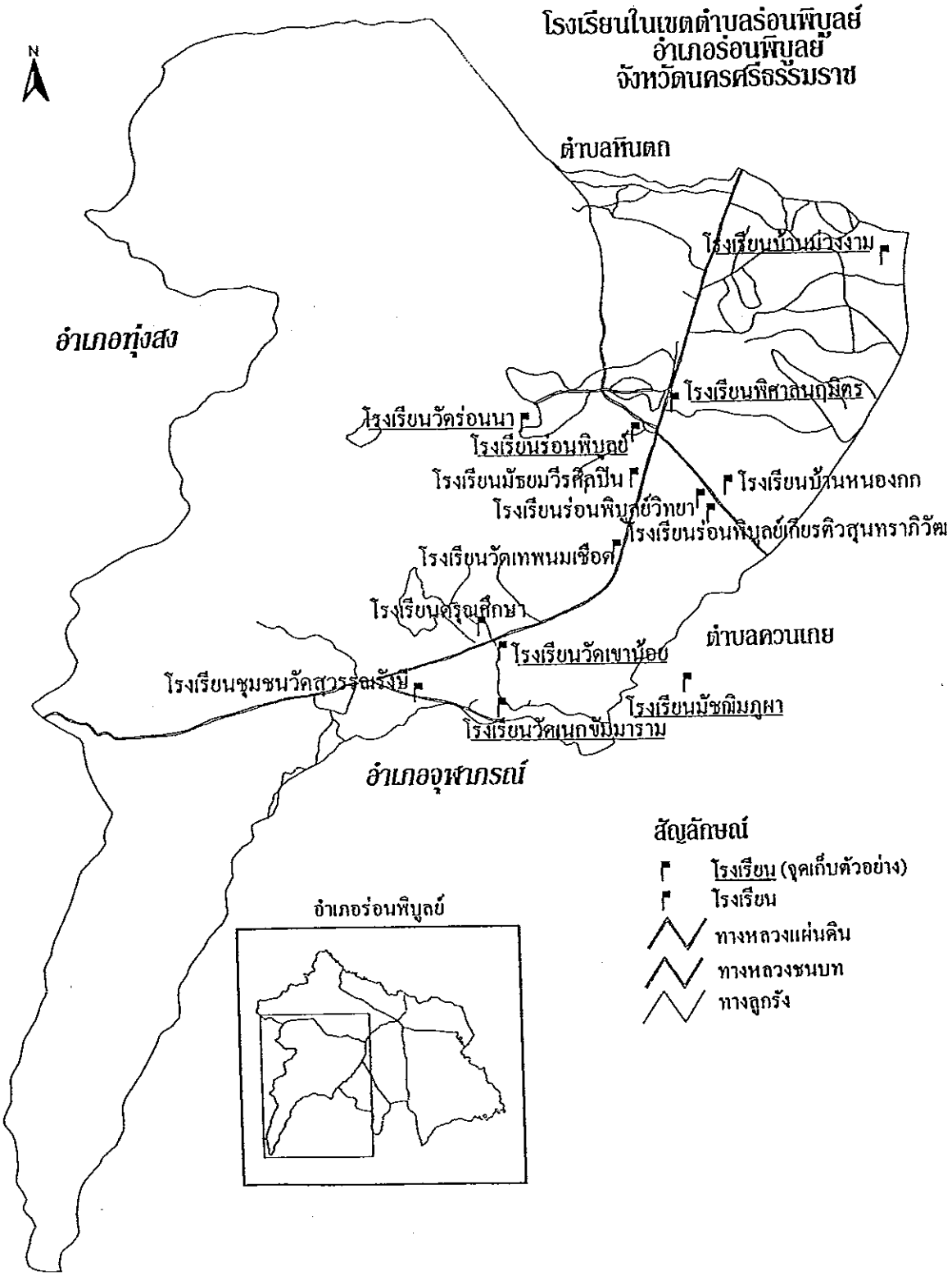
พื้นที่ตำบลร่อนพิบูลย์ มีประวัติการทำเหมืองแร่ดีบุกมานานร่วม 100 ปี ทั้งในแหล่งลานแร่และสายแร่บนเทือกเขาร่อนนาและสรวงจันทร์ จากข้อมูลปี 2530 ในเขตตำบลร่อนพิบูลย์มีประทานบัตรเหมืองแร่ดีบุกประมาณ 30 แปลง ในอดีตพื้นที่ตำบลร่อนพิบูลย์มีโรงแต่งแร่ 2 โรงคือ โรงแต่งแร่สินแร่ร่อนพิบูลย์ ซึ่งตั้งอยู่ในเขตสุขาภิบาล และได้หยุดดำเนินการในปี 2537 และโรงแต่งแร่ยิบอินซอย ซึ่งตั้งอยู่บริเวณเชิงเขาร่อนนาและสรวงจันทร์ และได้หยุดดำเนินการตั้งแต่ปี 2534 โรงแต่งแร่ทั้งสองใช้กรรมวิธีการลอยแร่เพื่อแยกแร่อาร์เซโนไพไรต์ออกจากแร่ดีบุก ทั้งนี้โดยใช้กรดกำมะถัน ปรับสภาพน้ำให้เป็นกรด โดยมีค่าความเป็นกรด ด่าง ประมาณ 4 ใช้น้ำมันสนเล็กน้อยเพื่อให้เกิดฟอง

3.4 สภาพอุทกธรณีวิทยา

ในพื้นที่อำเภอร่อนพิบูลย์มีชั้นน้ำใต้ดินที่สำคัญ 2 ชั้น คือ

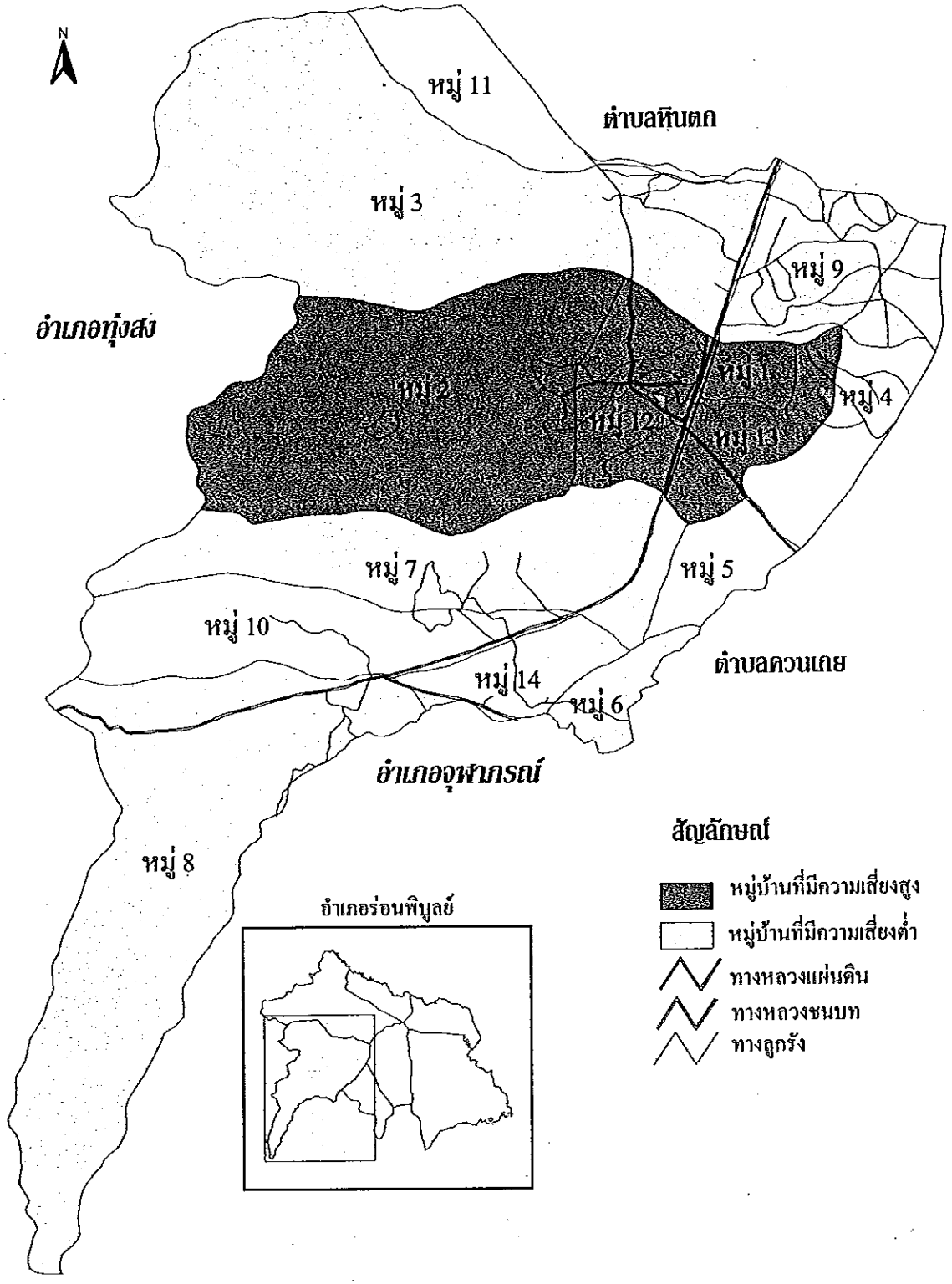
3.4.1 ชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้น โดยทั่วไปมีความลึกน้อยกว่า 10 เมตร ประกอบด้วยกรวดทรายและดินเหนียวของที่ราบตะกอนน้ำพา ประชาชนอำเภอร่อนพิบูลย์นิยมขุดบ่อจนถึงชั้นกรวดทรายเพื่อนำชั้นน้ำนี้มาใช้ประโยชน์ในครัวเรือนโดยขุดลึกตั้งแต่ 2 - 3 เมตร จนถึง 8 เมตร ผลจากการวัดสำรวจระดับน้ำและตรวจสอบทางอุทกวิทยาชั้นน้ำระดับตื้นจากบ่อขุดของประชาชนในเขตตำบลร่อนพิบูลย์และพื้นที่ใกล้เคียงพบว่าน้ำใต้ดินชั้นนี้มีการไหลจากพื้นที่ราบเชิงเขาร่อนนาและสรวงจันทร์ ผ่านชุมชนในเขตสุขาภิบาลด้วยความเร็วเฉลี่ย 0.5 – 1.0 เมตรต่อวัน

3.4.2 ชั้นน้ำใต้ดินระดับลึก ในเขตร่อนพิบูลย์ พบชั้นน้ำใต้ดินระดับลึกในชั้นหินอุ้มน้ำที่แตกต่างกัน ได้แก่ ชั้นหินปูน ชั้นหินแปร และชั้นหินอัคนี จากการสำรวจของกรมทรัพยากรธรณีระบุว่าบ่อบาดาลในเขตตำบลร่อนพิบูลย์ได้จากชั้นหินปูน อัตราการไหลของน้ำอยู่ในช่วง 10 - 20 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ที่ความลึกประมาณ 30 เมตร คุณภาพน้ำดีแต่มีความกระด้างสูง



ภาพประกอบ 2 โรงเรียนในเขตตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

ที่มา : กรมแผนที่ทหาร สำนักงานประถมศึกษาอำเภอร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช



ภาพประกอบ 3 ขอบเขตหมู่บ้านในตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

ที่มา : กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรรมชาติ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมของเด็กนักเรียนที่เสี่ยงต่อการได้รับสารหนูจากสิ่งแวดล้อม
2. เพื่อตรวจวัดระดับสารหนูรวมในตัวอย่างผิวดิน ฝุ่นในอากาศ และแหล่งน้ำที่เด็กใช้ดื่ม
3. เพื่อตรวจวัดระดับสารหนูรวมในตัวอย่างพืชผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์บางชนิด ที่เด็กบริโภคเป็นประจำ ในตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช
4. เพื่อประเมินความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งเนื่องจากได้รับสารหนูของเด็กนักเรียนในตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

CENTRAL LIBRARY
PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุ

1.1	Arsenic standard solution	Merck, Germany
1.2	Nitric acid	Merck, Germany
1.3	Palladium chloride	BDH, England
1.4	Ascorbic acid	BDH, England
1.5	Mixed cellulose ester filter	SKC, USA. (0.8μm pore,37 mm diameter)
1.6	Arsenic hollow cathode lamp	Varian, Australia
1.7	Graphite tubes	Varian, Australia
1.8	Argon	TIG, Thailand

อุปกรณ์

2.1 ขวดพลาสติก (High density polyethylene) ขนาด 50 มิลลิลิตร

2.2 ถังน้ำแข็งและถุงพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่าง

2.3 ตะแกรงคัดขนาด 80 เมช

2.4 เครื่องย่อยไมโครเวฟ (Microwave digestion) ; MDS - 2000 CEM Corporation, USA.

2.5 ตู้อบความร้อน (Drying oven) 25-180 องศาเซลเซียส : Clayson, New Zealand

2.6 เครื่องชั่งแบบละเอียด (Analytical balance) ทศนิยม 4 ตำแหน่ง ; Sartorius Model B 3100S Germany

2.7 เครื่องเขย่าคลื่นความถี่สูง (Ultrasonic cleaner) ; Mettler Electronic Corporation, USA.

2.8 เครื่องอะตอมมิกแอบซอบชั่นสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ แบบกราไฟต์ เฟอร์เนส GFAAS : (Graphite furnace atomic absorption spectrophotometer) ; GTA 100 spectr AA-800 Varian

2.9 เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศส่วนบุคคล (Personal air sampling pump, 1 to 3 L/min)

วิธีการ

1. ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง

ทำการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (multi stage sampling) มีขั้นตอนคือ

1.1 เลือกพื้นที่ศึกษาแบบเจาะจง (purposive sampling) จากพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนของสารหนูในเขตพื้นที่ ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช และเลือกหมู่บ้านที่สามารถจำแนกตามความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของสารหนู ดังนี้คือ พื้นที่เสี่ยงสูง ได้แก่ หมู่ที่ 1, 2, 12 และ 13 พื้นที่เสี่ยงต่ำ ได้แก่ หมู่ที่ 3, 6, 7, 8, 9, 14 และ 16

1.2 กำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้ประชากรเป้าหมายเป็นเด็กนักเรียนที่มีอายุ 10 ปี ที่อาศัยและเรียนหนังสืออยู่ในพื้นที่เสี่ยงสูง และพื้นที่เสี่ยงต่ำ กลุ่มละ 50 คน จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างโดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบธรรมดา (simple random sampling) ส่วนกลุ่มควบคุม ทำการสุ่มตัวอย่างในเขตพื้นที่ควบคุมตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ไม่มีการปนเปื้อนของสารหนู และกำหนดขนาดของตัวอย่าง เท่ากับ 30 คน

1.3 การศึกษาพฤติกรรมของการได้รับสารหนูในเด็กนักเรียน

ใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นซึ่งได้ทดลองใช้กับเด็กนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน และได้ทำการปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง โดยแบบสอบถามแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนคือ

1.3.1 ข้อมูลส่วนบุคคล

1.3.2 พฤติกรรมการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค

1.3.3 พฤติกรรมการรับประทานอาหาร

1.3.4 พฤติกรรมการเล่น

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีสัมภาษณ์ตัวอย่าง จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามและสรุปผลด้วยโปรแกรม SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ได้แก่ ค่าร้อยละ ของข้อมูลพฤติกรรมเสี่ยงต่อการได้รับสารหนูเข้าสู่ร่างกายในเด็กนักเรียนในตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

2. วิธีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง

2.1 ตัวอย่างผิวดิน

เก็บตัวอย่างผิวดินแบบ Composite sampling (Lawrence, 1991) ในพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำและพื้นที่ควบคุม ซึ่งเป็นบริเวณที่เด็กนักเรียนเล่นเป็นประจำได้แก่ สนามที่บ้านและ

โรงเรียน จำนวน 154 ตัวอย่าง (ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ) จากนั้นนำตัวอย่างผิวดินมาอบให้แห้งสนิท และทำการร่อนคัดขนาดด้วยตะแกรงขนาด 80 เมช หลังจากนั้นสุ่มตัวอย่างผิวดินที่ผ่านการร่อนคัดขนาดจำนวน 0.1 กรัม เติมกรดไนตริกเข้มข้น (70 เปอร์เซนต์) และนำมาย่อยด้วยเครื่องไมโครเวฟเป็นเวลา 60 นาที จนเป็นสารละลายใส (CEM corporation, 1994) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นปราศจากอิออน แล้วนำตัวอย่างมาวิเคราะห์หาปริมาณสารหนูรวมด้วยเครื่อง AAS แบบ Graphite furnace (Varian, 1988)

2.2 ตัวอย่างน้ำดื่ม

เก็บตัวอย่างน้ำดื่มในพื้นที่เสี่ยงสูงและพื้นที่เสี่ยงต่ำได้แก่ น้ำฝน น้ำบรรจุขวด และน้ำบาดาล ที่บ้านและโรงเรียน และเก็บตัวอย่างน้ำดื่มในพื้นที่ควบคุม ได้แก่ น้ำบาดาลและน้ำบ่อน้ำตื้น ที่บ้านและโรงเรียน รวมทั้งสิ้น 154 ตัวอย่าง (ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ) โดยเก็บน้ำตัวอย่างละ 50 มิลลิลิตร บรรจุในขวดพลาสติกชนิด High density polyethylene และถนอมตัวอย่างด้วยการเติมกรดไนตริกเข้มข้น (70 เปอร์เซ็นต์) ปรับค่าพีเอชให้ต่ำกว่า 2 เพื่อป้องกันไม่ให้สารหนูตกตะกอนหรือเกิดการดูดซับของภาชนะ (กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2530 ; APHA., AWWA and WEP, 1995) และนำตัวอย่างมาวิเคราะห์หาปริมาณสารหนูรวมในน้ำด้วยเครื่อง AAS แบบ Graphite furnace (Varian, 1988)

2.3 ตัวอย่างพืช ผัก ผลไม้ และ เนื้อสัตว์

เก็บตัวอย่างพืช ผัก ผลไม้ และ เนื้อสัตว์ ที่เด็กนักเรียนบริโภคเป็นประจำในพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุม รวมทั้งสิ้น 345 ตัวอย่าง (ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ) โดยนำตัวอย่างมาล้างให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น แล้วหั่นเป็นชิ้นเล็กๆจากนั้นบดให้ละเอียดด้วยโกร่งบดยา และทำการชั่งตัวอย่างละ 0.5 กรัม เติมกรดไนตริกเข้มข้น (70 เปอร์เซ็นต์) จากนั้นย่อยด้วยเครื่องไมโครเวฟจนเป็นสารละลายใสเป็นเวลา 50 นาที (CEM corporation, 1994) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นปราศจากอิออน แล้วนำตัวอย่างมาวิเคราะห์หาปริมาณสารหนูรวมด้วยเครื่อง AAS แบบ Graphite furnace (Varian, 1988)

2.4 ตัวอย่างฝุ่นในอากาศ

เก็บตัวอย่างฝุ่นในอากาศในพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุม ซึ่งเป็นบริเวณที่เด็กนักเรียนเล่นเป็นประจำได้แก่ สนามที่บ้าน และโรงเรียน จำนวน 66 ตัวอย่าง (ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ) ด้วยเครื่อง Personal air sampling pump โดยใช้กระดาษกรองแบบ mixed cellulose ester filter 0.8 μm pore size อัตราการไหลของอากาศ 1.5 ลิตรต่อนาที (NIOSH, 1987) หลังจากนั้นนำกระดาษกรองมาเติมกรดไนตริกเข้มข้น (70 เปอร์เซ็นต์) และย่อยด้วยเครื่อง

ไมโครเวฟจนเป็นสารละลายใส (CEM corporation, 1994) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นปราศจากอิออน แล้วนำตัวอย่างมาวิเคราะห์หาปริมาณสารหนูรวมด้วยเครื่อง AAS แบบ Graphite furnace (Varian, 1988)

2.5 วิธีการคำนวณ ปริมาณสารหนูรวมในผิวดิน ผัก และผลไม้

$$\text{ปริมาณสารหนูรวมในผิวดิน ผัก และผลไม้} = \frac{A \times B}{C}\ \mu g / g$$

เมื่อ A = ค่าความเข้มข้นที่ได้จากการอ่าน (μg / ml)

B = ปริมาตรของสารละลาย (ml)

C = น้ำหนักของตัวอย่าง (g)

วิธีการคำนวณ ปริมาณสารหนูรวมในอากาศ

$$\text{ปริมาณสารหนูรวมในอากาศ} = \frac{A \times B}{V}\ \mu g / m^3$$

เมื่อ A = ค่าความเข้มข้นที่ได้จากการอ่าน (μg / ml)

B = ปริมาตรของสารละลาย (ml)

V = ปริมาตรของอากาศ (m^3)

$$\text{ซึ่ง} \quad V = Q \times T \times \frac{1\ m^3}{10^3\ L}$$

โดยที่ Q = อัตราการไหลของอากาศ (L / min)

T = ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง (min)

2.6 การคำนวณหาค่าความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งจากการปนเปื้อนสารหนูรวมในน้ำดื่ม

สูตร $LADD = \frac{C \times CR \times ED \times AF}{BW \times TL}$ mg / kg / day

เมื่อ LADD = ปริมาณเฉลี่ยที่ได้รับเข้าสู่ร่างกายต่อวัน (mg / kg / day)

C = ค่าความเข้มข้นที่ได้จากการอ่าน (mg / L)

CR = อัตราการบริโภคน้ำต่อวัน (L / day)

ED = ระยะเวลาในการได้รับ (days)

AF = อัตราส่วนของการดูดซึม

BW = น้ำหนักตัว (kg)

TL = อายุขัย (days)

โดยที่ความเสี่ยง = LADD X Oral cancer slope factors

เมื่อ Oral cancer slope factors = 1.5 $(mg / kg / day)^{-1}$

ที่มา : USEPA. (1992)

2.7 การคำนวณหาค่าความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งจากการปนเปื้อนสารหนูรวมในดิน

สูตร $LADD = \frac{C \times BIO \times IR \times EF \times ED}{BW \times AT \times Days}$ mg / kg / day

เมื่อ LADD = ปริมาณเฉลี่ยที่ได้รับเข้าสู่ร่างกายต่อวัน (mg / kg / day)

C = ค่าความเข้มข้นที่ได้จากการอ่าน (mg / L)

BIO = อัตราส่วนของสารที่ได้รับเข้าสู่ร่างกาย

IR = อัตราการได้รับดินต่อวัน (mg / day)

EF = ความถี่ในการได้รับดิน (days / year)

ED = จำนวนปีในการได้รับสาร (years)

BW = น้ำหนักตัว (kg)

AT = ระยะเวลาเฉลี่ยในการได้รับสาร (year)

Days = ปัจจัยปรับค่า (days / year)

โดยที่ความเสี่ยง = LADD X Oral cancer slope factors

เมื่อ Oral cancer slope factors SF = 1.5 (mg / kg / day)$^{-1}$

ที่มา : USEPA. (1992)

2.8 การคำนวณหาค่าความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งจากการปนเปื้อนสารหนูรวมในอากาศ

สูตร $IEC = C \times \frac{ET}{24} \times \frac{EF}{365} \times \frac{ED}{70} \times BIO$

เมื่อ IEC = ปริมาณความเข้มข้นในการได้รับสาร (mg / m^3)

C = ค่าความเข้มข้นที่ได้จากการอ่าน (mg / L)

ET = จำนวนชั่วโมงที่ได้รับสารต่อวัน (hours / day)

EF = ความถี่ในการได้รับสาร (days / year)

ED = จำนวนปีในการได้รับสาร (years)

BIO = อัตราส่วนของสารที่ได้รับเข้าสู่ร่างกาย

โดยที่ความเสี่ยง = IEC X Unit risk factors

เมื่อ Unit risk factors = $4.3X10^{-5}$ (mg / m^3)$^{-1}$

ความเสี่ยงรวม = ผลรวมความเสี่ยงจากการได้รับสารหนูรวมในน้ำดื่ม ดิน และ อากาศ

ที่มา : USEPA. (1992)

2.9 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณสารหนูรวมในน้ำดื่ม ดิน ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ และฝุ่นในอากาศ และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งจากการปนเปื้อนของสารหนูรวมในน้ำดื่ม ดิน และฝุ่นในอากาศ ในพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุม โดยใช้ Nonparametic test คือ Kruskall-Wallis H-test และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบด้วย Mann-Whitney U-test (ภาคผนวก ง)

บทที่ 3

ผล

การศึกษาพฤติกรรมเสี่ยงของการได้รับสารหนูในเด็กนักเรียน ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

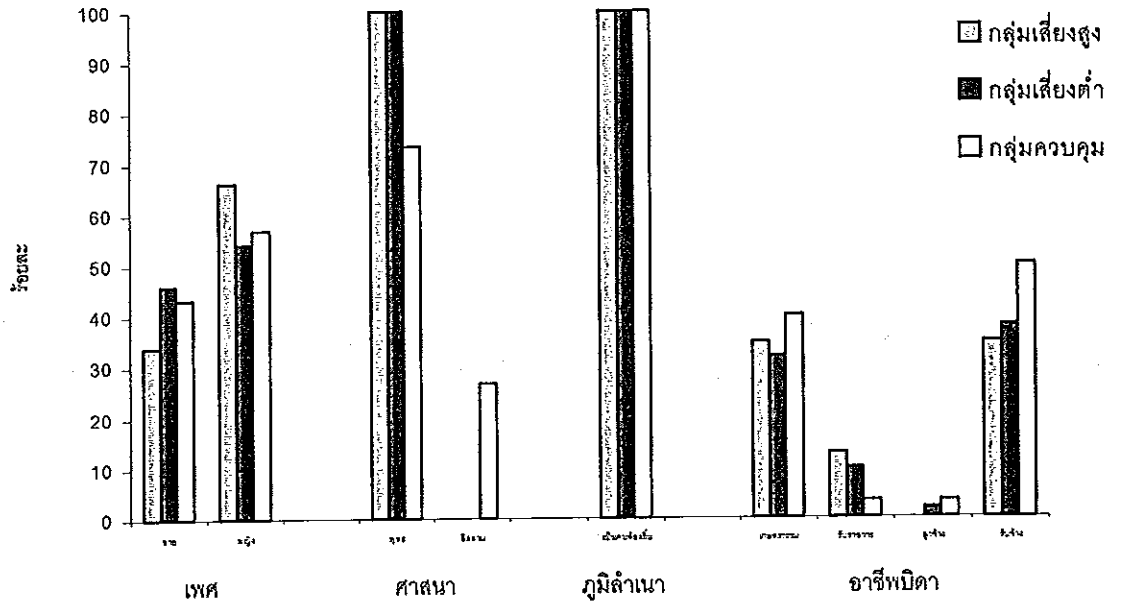
ในการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมของเด็กนักเรียนโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้ผลดังนี้

1. ข้อมูลส่วนบุคคล

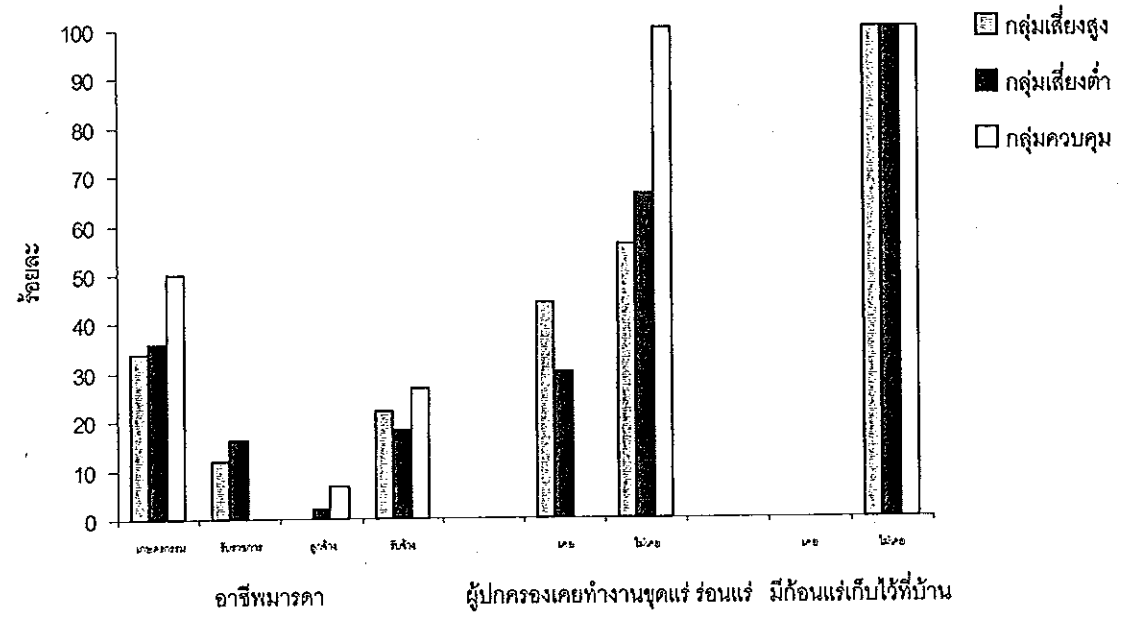
จากผลการศึกษาข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเด็กนักเรียนที่มีอายุ 10 ปี ที่อาศัยอยู่ในเขตตำบลร่อนพิบูลย์ พบว่าในกลุ่มเสี่ยงสูงร้อยละ 66 เป็นเพศหญิง ร้อยละ 34 เป็นเพศชาย นักเรียนทั้งหมดนับถือศาสนาพุทธและมีภูมิลำเนาเป็นคนในพื้นที่ที่ทำการศึกษา (ภาพประกอบ 4 ก) อาชีพหลักของบิดาและมารดาของเด็กส่วนใหญ่ คืออาชีพรับจ้างและเกษตรกรรม โดยร้อยละ 44 เคยมีอาชีพแต่งแร่ ร่อนแร่ แต่ไม่มีผู้ใดเก็บก้อนแร่ไว้ที่บ้าน (ภาพประกอบ 4 ข)

ในกลุ่มเสี่ยงต่ำเด็กนักเรียนร้อยละ 54 เป็นเพศหญิง ที่เหลือร้อยละ 46 เป็นเพศชาย นักเรียนทั้งหมดนับถือศาสนาพุทธและมีภูมิลำเนาเป็นคนในพื้นที่ที่ทำการศึกษา (ภาพประกอบ 4 ก) พบว่าอาชีพหลักของบิดาและมารดาของเด็กส่วนใหญ่คือรับจ้างและเกษตรกรรม โดยร้อยละ 30 เคยมีอาชีพแต่งแร่ ร่อนแร่ แต่ไม่มีผู้ใดเก็บก้อนแร่ไว้ที่บ้าน (ภาพประกอบ 4 ข)

ในกลุ่มควบคุมเด็กนักเรียนร้อยละ 56.7 เป็นเพศหญิง ที่เหลือร้อยละ 43.3 เป็นเพศชาย เด็กส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ (ร้อยละ 73.3) และนับถือศาสนาอิสลาม (ร้อยละ 26.7) เด็กทั้งหมดมีภูมิลำเนาอยู่ในพื้นที่ที่ทำการศึกษา (ภาพประกอบ 4 ก) พบว่าอาชีพหลักของบิดา และมารดามีอาชีพรับจ้างและเกษตรกรรมมากที่สุด โดยผู้ปกครองไม่เคยมีอาชีพแต่งแร่ ร่อนแร่ (ร้อยละ 100) และไม่มีก้อนแร่เก็บไว้ที่บ้าน (ร้อยละ 100) (ภาพประกอบ 4 ข)



ก.



ข.

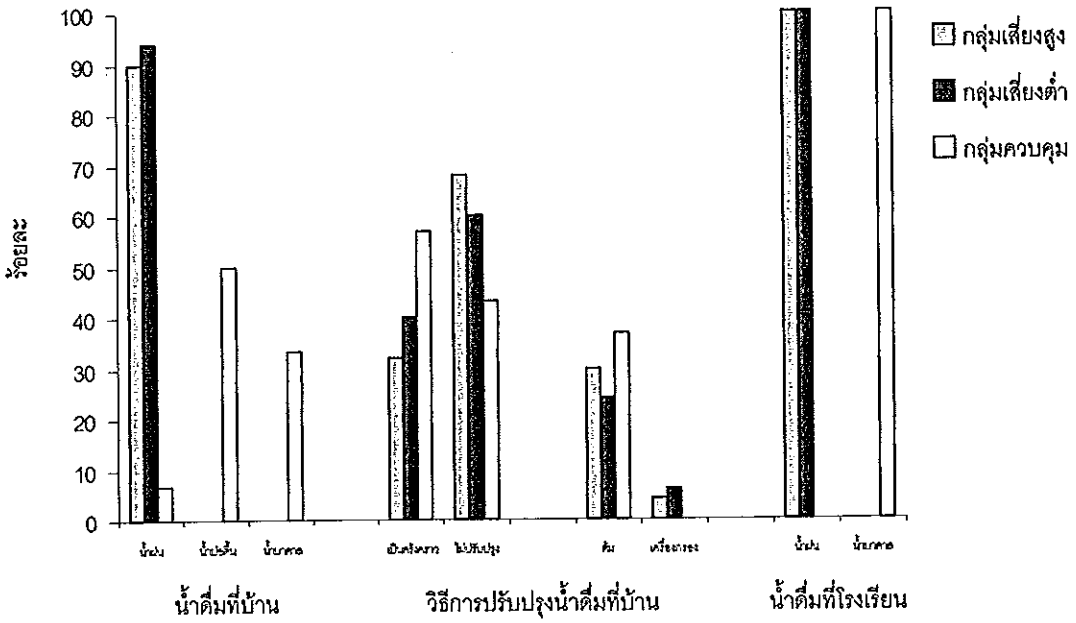
ภาพประกอบ 4 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคล ก. เพศ ศาสนา ภูมิลำเนา อาชีพบิดา ข. อาชีพมารดา ผู้ปกครองเคยทำงานขุดแร่ ร่อนแร่ และ มีก้อนแร่เก็บไว้ที่บ้าน

2. พฤติกรรมการใช้น้ำ

พบว่าเด็กนักเรียนกลุ่มเสี่ยงสูงนิยมดื่มน้ำฝนมากที่สุด (ร้อยละ 90) และดื่มน้ำที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุง (ร้อยละ 68) มากกว่าดื่มน้ำที่มีการปรับปรุงเป็นครั้งคราว (ร้อยละ 32) และนิยมปรับปรุงน้ำด้วยวิธีการต้ม (ร้อยละ 30) รองลงมาคือกรองด้วยเครื่องกรองสำเร็จรูป (ร้อยละ 4) สำหรับน้ำที่เด็กนักเรียนใช้ดื่มที่โรงเรียนคือน้ำฝน (ร้อยละ 100) (ภาพประกอบ 5)

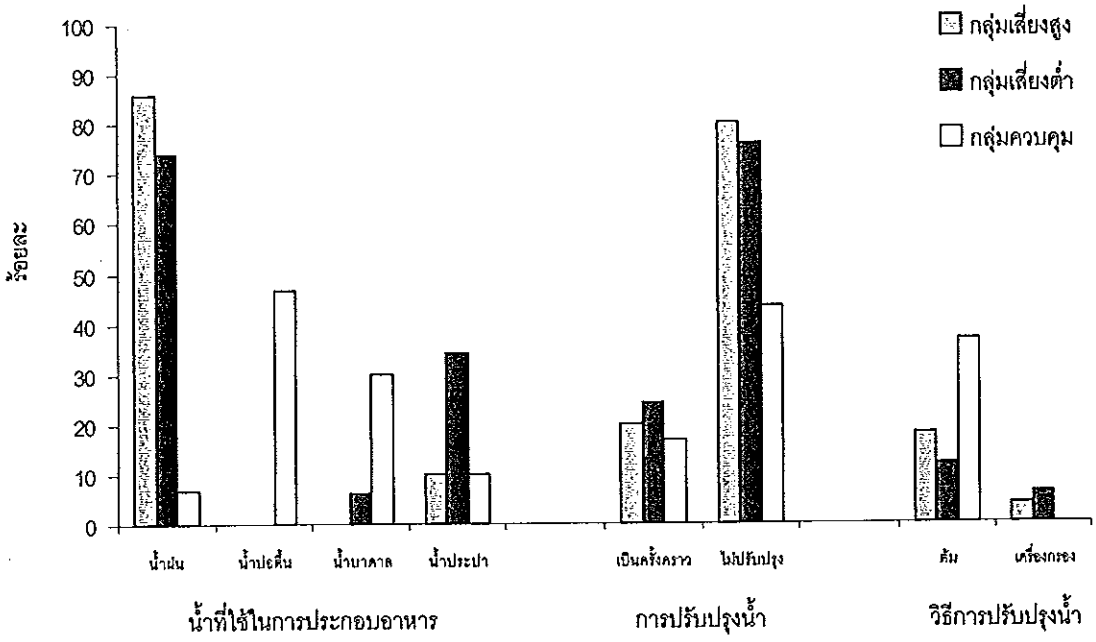
ในเด็กนักเรียนกลุ่มเสี่ยงต่ำนิยมดื่มน้ำฝนมากที่สุด (ร้อยละ 94) และจะดื่มน้ำที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุง (ร้อยละ 60) มากกว่าดื่มน้ำที่มีการปรับปรุงเป็นครั้งคราว (ร้อยละ 42) ส่วนใหญ่นิยมปรับปรุงน้ำด้วยวิธีการต้ม (ร้อยละ 24) รองลงมาคือกรองด้วยเครื่องกรองสำเร็จรูป (ร้อยละ 6) และน้ำที่เด็กนักเรียนใช้ดื่มที่โรงเรียนคือน้ำฝน (ร้อยละ 100) (ภาพประกอบ 5)

สำหรับเด็กนักเรียนกลุ่มควบคุมนิยมดื่มน้ำบ่อน้ำตื้นมากที่สุด (ร้อยละ 50) รองลงมาคือน้ำบาดาล (ร้อยละ 33.3) โดยดื่มน้ำที่มีการปรับปรุงเป็นครั้งคราว (ร้อยละ 56.7) มากกว่าน้ำที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุง (ร้อยละ 43.3) ส่วนใหญ่นิยมปรับปรุงน้ำด้วยวิธีการต้ม (ร้อยละ 36.7) และน้ำที่เด็กนักเรียนใช้ดื่มที่โรงเรียนคือน้ำบาดาล (ร้อยละ 100) (ภาพประกอบ 5)



ภาพประกอบ 5 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามพฤติกรรมการใช้น้ำดื่ม ได้แก่ น้ำดื่มที่บ้าน วิธีการปรับปรุงน้ำดื่มที่บ้าน และ น้ำดื่มที่โรงเรียน

ในการใช้น้ำเพื่อการปรุงและประกอบอาหารพบว่า กลุ่มเสี่ยงสูงนิยมใช้น้ำฝนมากที่สุด (ร้อยละ 86) โดยไม่ได้ผ่านการปรับปรุงน้ำ (ร้อยละ 80) มากกว่าใช้น้ำที่มีการปรับปรุงเป็นครั้งคราว (ร้อยละ 20) ซึ่งปรับปรุงน้ำด้วยวิธีการต้ม (ร้อยละ 18) (ภาพประกอบ 6) ในส่วนของเด็กนักเรียนกลุ่มเสี่ยงต่ำนิยมใช้น้ำฝนมากที่สุด (ร้อยละ 74) โดยไม่ได้ผ่านการปรับปรุงน้ำ (ร้อยละ 76) มากกว่าใช้น้ำที่มีการปรับปรุงเป็นครั้งคราว (ร้อยละ 24) ซึ่งปรับปรุงน้ำด้วยวิธีการต้ม (ร้อยละ 12) (ภาพประกอบ 6) สำหรับการใช้น้ำเพื่อการปรุงและประกอบอาหารพบว่าเด็กนักเรียนกลุ่มควบคุมนิยมใช้น้ำบ่อตื้นมากที่สุด (ร้อยละ 46.7) โดยไม่ได้ผ่านการปรับปรุงน้ำ (ร้อยละ 43.3) มากกว่าใช้น้ำที่มีการปรับปรุงเป็นครั้งคราว (ร้อยละ 16.7) ซึ่งปรับปรุงน้ำด้วยวิธีการต้ม (ร้อยละ 36.7) (ภาพประกอบ 6)

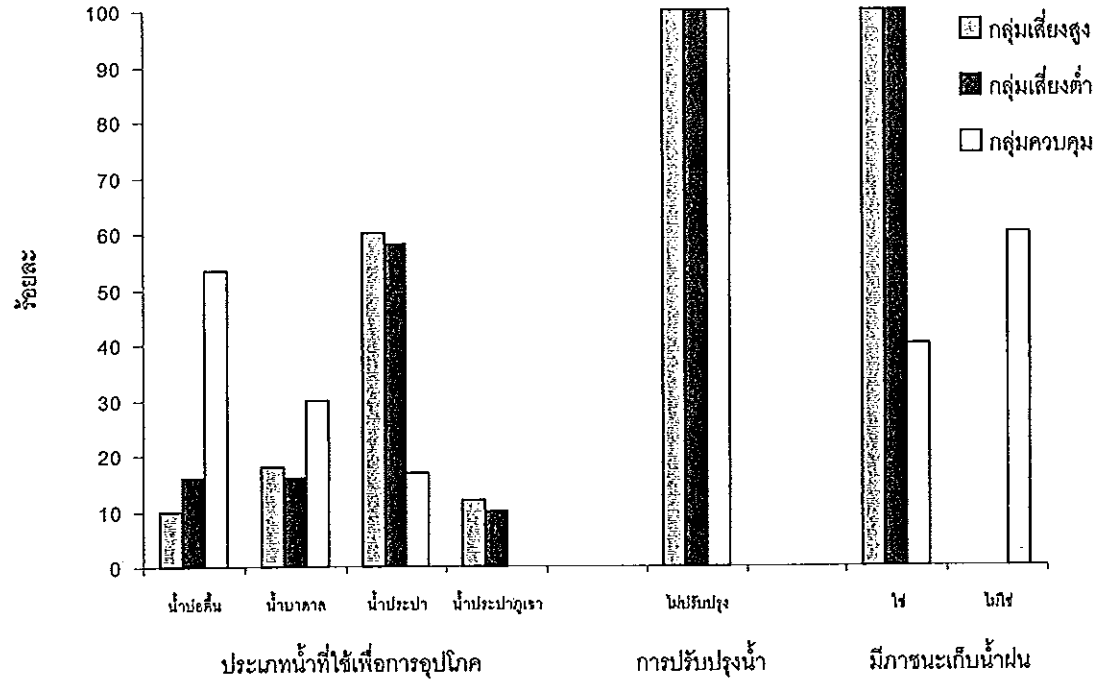


ภาพประกอบ 6 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามพฤติกรรมการใช้น้ำในการปรุงและประกอบอาหาร ได้แก่ น้ำที่ใช้ในการประกอบอาหาร การปรับปรุงน้ำ และวิธีการปรับปรุงน้ำ

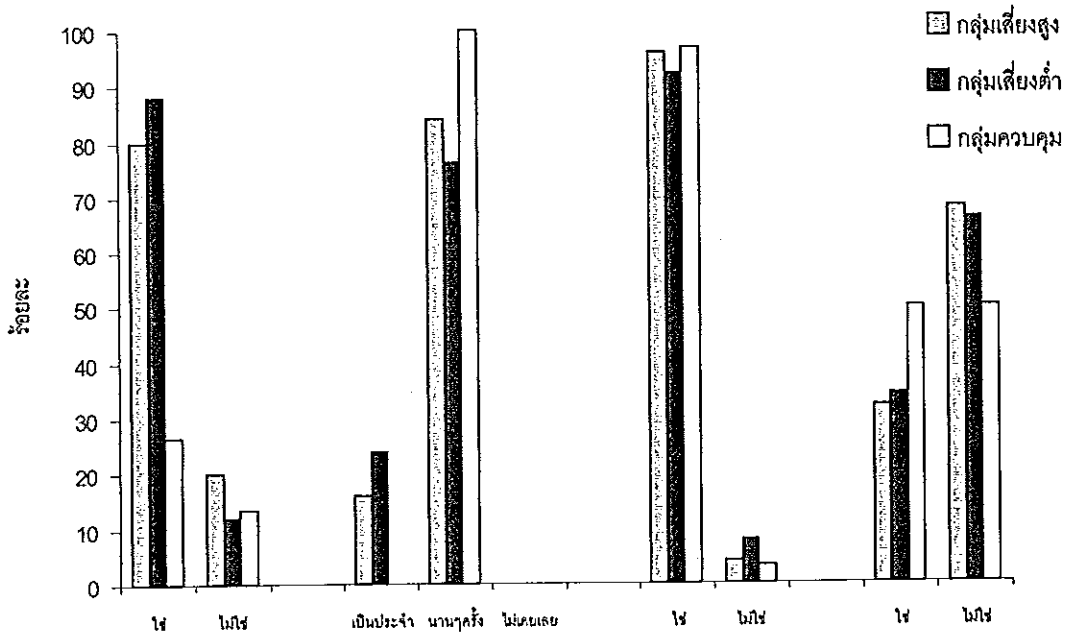
ในการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคของเด็กนักเรียนกลุ่มเสี่ยงสูงได้แก่ การชำระล้างร่างกาย และการล้างวัตถุดิบในการประกอบอาหาร ส่วนใหญ่นิยมใช้ น้ำประปา (ร้อยละ 60) โดยไม่ผ่านการปรับปรุงน้ำ (ร้อยละ 100) มีภาชนะสำหรับเก็บน้ำฝน (ร้อยละ 100) (ภาพประกอบ 7 ก) ส่วนใหญ่มีฝาปิด (ร้อยละ 80) (ภาพประกอบ 7 ข) และนานๆครั้งจึงมีการทำความสะอาดภาชนะสำหรับเก็บน้ำฝน (ร้อยละ 84) เด็กนักเรียนเกือบทั้งหมดอาบน้ำเป็นประจำทุกวัน และร้อยละ 32 สระผมเป็นประจำทุกวัน (ภาพประกอบ 7 ข)

ในส่วนของเด็กนักเรียนกลุ่มเสี่ยงต่ำพบว่า ประเภทน้ำที่กลุ่มตัวอย่างนิยมใช้คือ น้ำประปา (ร้อยละ 58) โดยไม่ผ่านการปรับปรุงน้ำ (ร้อยละ 100) มีภาชนะสำหรับเก็บน้ำฝน (ร้อยละ 100) (ภาพประกอบ 7 ก) ส่วนใหญ่มีฝาปิด (ร้อยละ 88) และนานๆครั้งจะมีการทำความสะอาดภาชนะสำหรับเก็บน้ำฝน (ร้อยละ 76) เด็กนักเรียนอาบน้ำเป็นประจำทุกวัน (ร้อยละ 92) และร้อยละ 34 สระผมเป็นประจำทุกวัน (ภาพประกอบ 7 ข)

สำหรับเด็กนักเรียนกลุ่มควบคุมพบว่า ประเภทน้ำที่กลุ่มตัวอย่างนิยมใช้คือ น้ำบ่อตื้น (ร้อยละ 54) โดยไม่ผ่านการปรับปรุงน้ำ (ร้อยละ 100) (ภาพประกอบ 7 ก) เด็กนักเรียนอาบน้ำเป็นประจำทุกวัน (ร้อยละ 97) และสระผมเป็นประจำทุกวัน (ร้อยละ 50) (ภาพประกอบ 7 ข)



ก.



ข.

ภาพประกอบ 7 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค ก. ประเภทน้ำ การปรับปรุงน้ำ และวิธีการปรับปรุงน้ำ ข. มีฝาปิดภาชนะเก็บน้ำฝน ทำความสะอาดภาชนะเก็บน้ำฝน อาบน้ำเป็นประจำทุกวัน และสระผมเป็นประจำทุกวัน

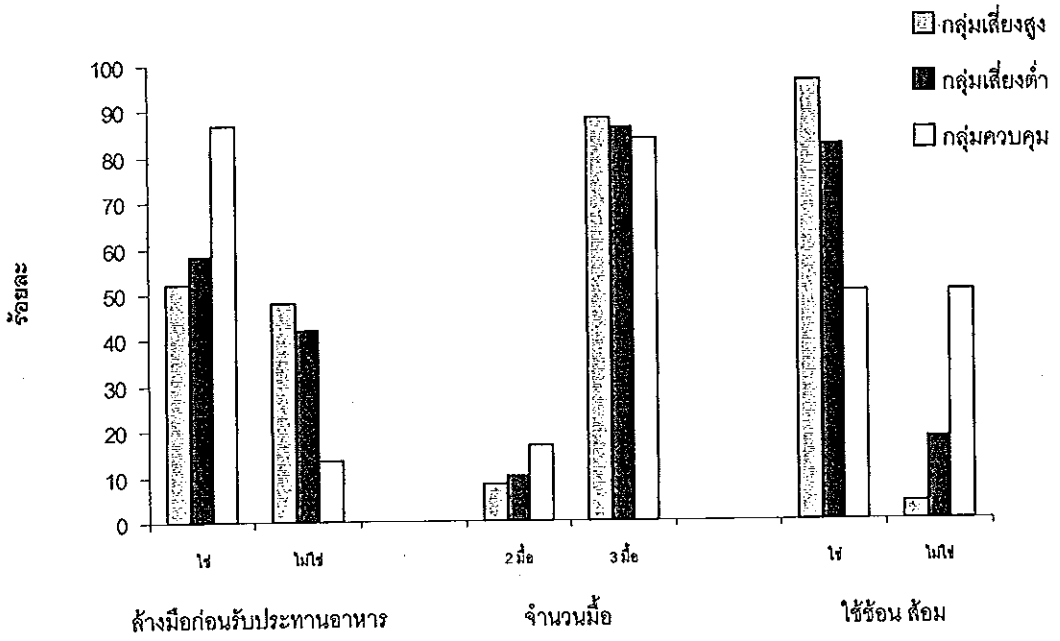
3. พฤติกรรมการรับประทานอาหาร

ในการรับประทานอาหารพบว่าเด็กนักเรียนกลุ่มเสี่ยงสูงมีการล้างมือก่อนรับประทานอาหาร ร้อยละ 52 ไม่ล้างมือ ร้อยละ 48 โดยในแต่ละวันรับประทานอาหาร 3 มื้อ (ร้อยละ 88) และมีการใช้ช้อนในการรับประทานอาหาร (ร้อยละ 96) (ภาพประกอบ 8 ก) เวลารับประทานอาหารนิยมวางอาหารบนโต๊ะ (ร้อยละ 42) รองลงมาคือพื้นปูน (ร้อยละ 40) ส่วนใหญ่ปลูกผักไว้รับประทานเอง (ร้อยละ 76) และไม่เคยรับประทานยาสมุนไพร (ร้อยละ 68) (ภาพประกอบ8 ข)

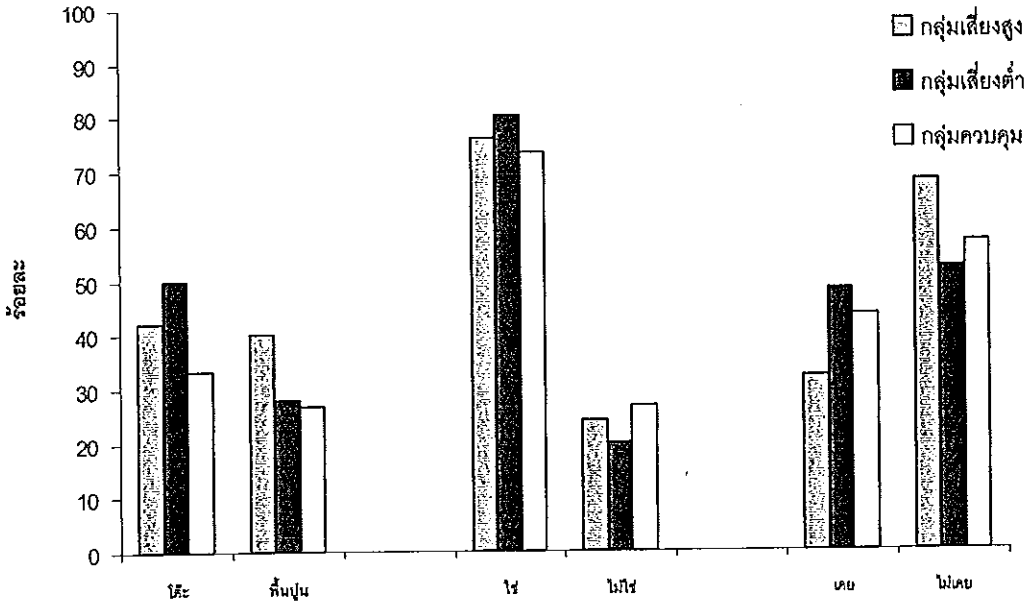
ในส่วนของเด็กนักเรียนกลุ่มเสี่ยงต่ำพบว่า มีการล้างมือก่อนรับประทานอาหาร ร้อยละ 58 ไม่ล้างมือ ร้อยละ 42 โดยในแต่ละวัน ร้อยละ 86 รับประทานอาหาร 3 มื้อ และร้อยละ 82 มีการใช้ช้อนในการรับประทานอาหาร (ภาพประกอบ 8 ก) เวลารับประทานอาหารนิยมวางอาหารบนโต๊ะ (ร้อยละ 50) รองลงมาคือพื้นปูน (ร้อยละ 28) ส่วนใหญ่ปลูกผักไว้รับประทานเอง (ร้อยละ 80) และไม่เคยรับประทานยาสมุนไพร (ร้อยละ 52) (ภาพประกอบ 8 ข)

สำหรับเด็กนักเรียนกลุ่มควบคุมพบว่า มีการล้างมือก่อนรับประทานอาหาร (ร้อยละ 88) ไม่ล้างมือ (ร้อยละ 13) โดยในแต่ละวันรับประทานอาหาร 3 มื้อ (ร้อยละ 83) และมีการใช้ช้อนในการรับประทานอาหาร (ร้อยละ 50) (ภาพประกอบ 8 ก) เวลารับประทานอาหารนิยมวางอาหารบนโต๊ะ (ร้อยละ 33) รองลงมาคือพื้นปูน (ร้อยละ 26.7) ส่วนใหญ่ปลูกผักไว้รับประทานเอง (ร้อยละ 73) และไม่เคยรับประทานยาสมุนไพร (ร้อยละ 57) (ภาพประกอบ 8 ข)

ส่วนอาหารที่เด็กนักเรียนทุกกลุ่มรับประทานเป็นประจำ (มากกว่าร้อยละ 50) ได้แก่ ผักสด ผลไม้สด และ เนื้อสัตว์ แทบทุกประเภท เช่น เผือก กลอย หน่อไม้ ถั่วลิสง ผักบุ้ง ผักกระเฉด กะหล่ำปลี โหระพา ถั่วงอก กระถิน กระเพรา ถั่วฝักยาว ผักคะน้า แตงกวา แตงโม สับปะรด มะละกอ กล้วย มะม่วง ฝรั่ง ส้ม ปลาน้ำจืด หอยน้ำจืด ปูน้ำจืด กุ้งน้ำจืด อาหารทะเล เป็ด ไก่ หมู โค ไข่ไก่ ไข่เป็ด มันเทศ และ กะปิ



ก.



ข.

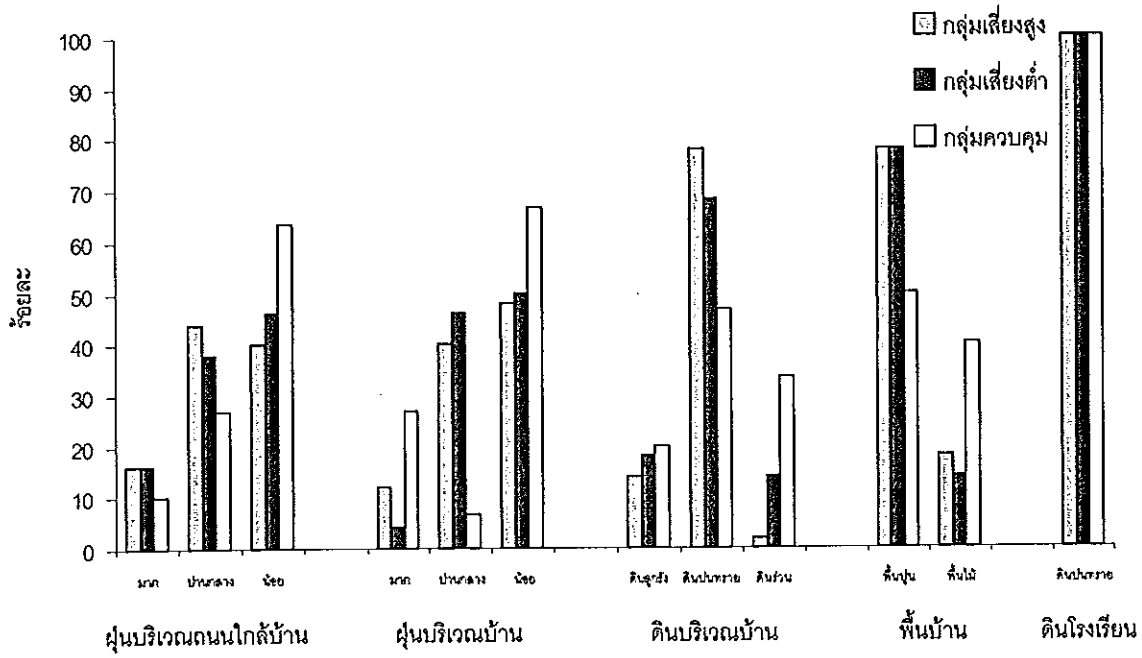
ภาพประกอบ 8 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามพฤติกรรมการรับประทานอาหาร ได้แก่ ก. ล้างมือก่อนรับประทานอาหาร จำนวนมื้อ และใช้ช้อน ส้อม ข. สถานที่รับประทานอาหาร ปลูกผักไว้รับประทานเอง และ เคยรับประทานยาสมุนไพร

4. พฤติกรรมในการเล่นนอกบ้าน

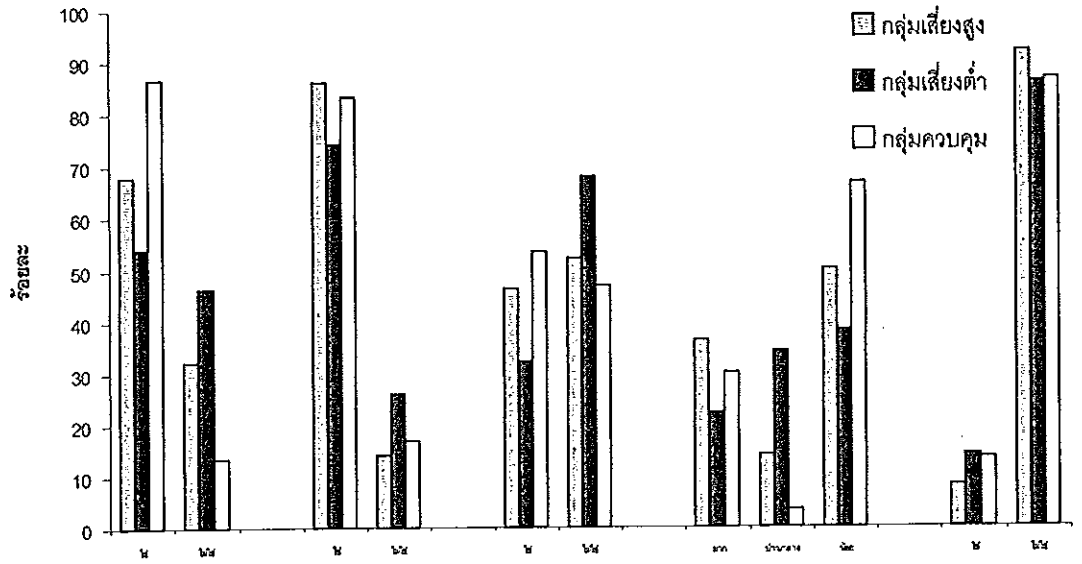
ในเด็กนักเรียนกลุ่มเสี่ยงสูงพบว่าถนนใกล้บ้านมีฝุ่นน้อย (ร้อยละ 40) ถึงปานกลาง (ร้อยละ 44) และบริเวณบ้านมีฝุ่นน้อย (ร้อยละ 50) ส่วนดินบริเวณบ้านและโรงเรียนส่วนใหญ่เป็นดินปนทราย โดยพื้นภายในบ้านส่วนใหญ่เป็นพื้นปูน (ร้อยละ 78) (ภาพประกอบ 9 ก) และพบว่าเด็กนักเรียนนิยมเล่นนอกบ้านและนอกห้องเรียนเป็นประจำ โดยมีการเล่นดิน ทรายเป็นประจำ (ร้อยละ 48) ไม่นิยมเล่นกับสัตว์เลี้ยง หรือดูดนิ้วมือเล่น (ร้อยละ 94) (ภาพประกอบ 9 ข) และส่วนใหญ่ไม่นำสิ่งของเข้าปากเพื่ออมเล่น ส่วนสถานที่เล่นนิยมเล่นบ้านเพื่อนเมื่อเล่นเสร็จมักเปื้อนฝุ่นหรือดิน และระยะเวลาในการเล่นแต่ละครั้งประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง (ภาพประกอบ 9 ค)

ส่วนเด็กนักเรียนกลุ่มเสี่ยงต่ำพบว่าถนนใกล้บ้านมีฝุ่นน้อย (ร้อยละ 38) ถึงปานกลาง (ร้อยละ 45) และบริเวณบ้านมีฝุ่นน้อย (ร้อยละ 52) ส่วนดินบริเวณบ้านและโรงเรียนส่วนใหญ่เป็นดินปนทราย โดยพื้นภายในบ้านส่วนใหญ่เป็นพื้นปูน (ร้อยละ 78) (ภาพประกอบ 9 ก) และพบว่าเด็กนักเรียนนิยมเล่นนอกบ้านและนอกห้องเรียนเป็นประจำ โดยมีการเล่นดินทรายเป็นประจำ (ร้อยละ 32) ไม่นิยมเล่นกับสัตว์เลี้ยง หรือดูดนิ้วมือเล่น (ร้อยละ 88) (ภาพประกอบ 9 ข) และส่วนใหญ่ไม่นำสิ่งของเข้าปากเพื่ออมเล่น ส่วนสถานที่เล่นนิยมเล่นบ้านเพื่อนเมื่อเล่นเสร็จมักเปื้อนฝุ่นหรือดิน และระยะเวลาในการเล่นแต่ละครั้งประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง (ภาพประกอบ 9 ค)

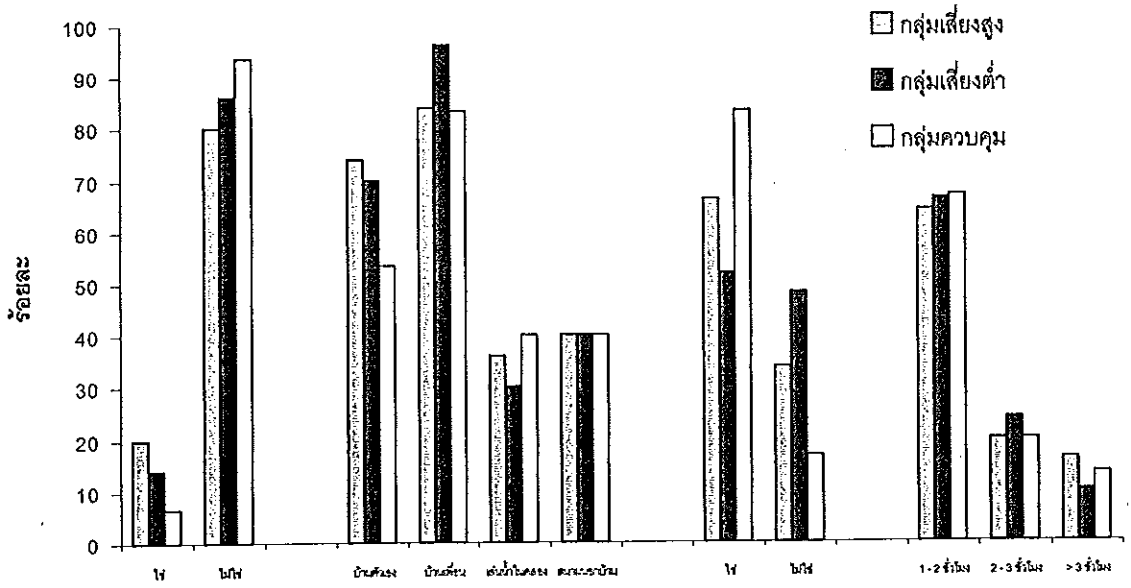
สำหรับเด็กนักเรียนกลุ่มควบคุมพบว่าบริเวณบ้านมีฝุ่นน้อย (ร้อยละ 68) และถนนใกล้บ้านมีฝุ่นน้อย (ร้อยละ 65) ดินบริเวณบ้านและโรงเรียนส่วนใหญ่เป็นดินปนทราย พื้นภายในบ้านส่วนใหญ่เป็นพื้นปูน (ร้อยละ 48) (ภาพประกอบ 9 ก) เด็กนักเรียนนิยมเล่นนอกบ้านและนอกห้องเรียนเป็นประจำ มีการเล่นดิน ทรายเป็นประจำ (ร้อยละ 55) ไม่นิยมเล่นกับสัตว์เลี้ยง หรือดูดนิ้วมือเล่น (ร้อยละ 89) (ภาพประกอบ 9 ข) และส่วนใหญ่ไม่นำสิ่งของเข้าปากเพื่ออมเล่น ส่วนสถานที่เล่นนิยมเล่นบ้านเพื่อนเมื่อเล่นเสร็จมักเปื้อนฝุ่นหรือดิน และระยะเวลาในการเล่นแต่ละครั้งประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง (ภาพประกอบ 9 ค)



ก.



ข.



ค.

ภาพประกอบ 9 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามพฤติกรรมการเล่น ได้แก่ ก. ฝุ่นบริเวณถนนใกล้บ้าน ฝุ่นบริเวณบ้าน ดินบริเวณบ้าน พื้นบ้านและดินโรงเรียน ข. ชอบเล่นนอกห้องเรียน ชอบเล่นนอกบ้าน เล่นดิน ทรายเป็นประจำ เล่นกับสัตว์เลี้ยงเป็นประจำ และ อมหรือดูดนิ้วมือเป็นประจำ ค. ชอบนำสิ่งของเข้าปาก สถานที่เล่น เมื่อเล่นเสร็จเปื้อนฝุ่นหรือดิน และ ระยะเวลาในการเล่น

การศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของสารหนูรวมในตัวอย่างน้ำดื่ม ดิน ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ และฝุ่นในอากาศ

ผลการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของสารหนูรวมในตัวอย่างน้ำดื่ม ดิน ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ และฝุ่นในอากาศ บริเวณพื้นที่เสี่ยงสูง (ในหมู่ที่ 1, 2, 12 และ 13) พื้นที่เสี่ยงต่ำ (ในหมู่ที่ 3, 6, 7, 8, 9, 14 และ 16 ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช) และพื้นที่ควบคุม (บริเวณตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา) ได้ผลดังนี้คือ

1. ปริมาณการปนเปื้อนของสารหนูรวมในน้ำดื่ม

พบตัวอย่างน้ำดื่มที่มีระดับสารหนูรวมสูงเกินมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร) (WHO, 1981) จากพื้นที่เสี่ยงสูงในหมู่ที่ 1 จำนวน 1 ตัวอย่าง จากจำนวนทั้งหมด 10 ตัวอย่าง มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 0.001 - 0.046 มิลลิกรัมต่อลิตร หมู่ที่ 2 จำนวน 8 ตัวอย่าง จากจำนวนทั้งหมด 21 ตัวอย่าง มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 0.001 – 0.047 มิลลิกรัมต่อลิตร หมู่ที่ 12 จำนวน 2 ตัวอย่าง จากจำนวนทั้งหมด 20 ตัวอย่าง มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 0.001 – 0.031 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในหมู่ที่ 13 ไม่มีตัวอย่างเกินค่ามาตรฐาน โดยที่มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 0.001 – 0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร ในพื้นที่เสี่ยงต่ำและพื้นที่ควบคุมไม่พบปริมาณการปนเปื้อนสารหนูรวมที่เกินมาตรฐาน (ตาราง 2)

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสารหนูรวมในน้ำดื่ม ระหว่างพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุม พบว่ามีค่า 0.0050 ± 0.0110 , 0.0010 ± 0.0020 และ 0.0001 ± 0.0004 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และพบว่าค่าเฉลี่ยสารหนูรวมในน้ำดื่มของพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสารหนูในน้ำดื่มระหว่างพื้นที่เสี่ยงสูงและพื้นที่เสี่ยงต่ำพบว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และค่าเฉลี่ยของสารหนูในน้ำดื่มของพื้นที่เสี่ยงสูงและพื้นที่เสี่ยงต่ำมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกับพื้นที่ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตาราง 2)

ตาราง 2 ปริมาณสารหนูรวมในตัวอย่างน้ำดื่มในพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุม รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วย : มิลลิกรัมต่อลิตร)

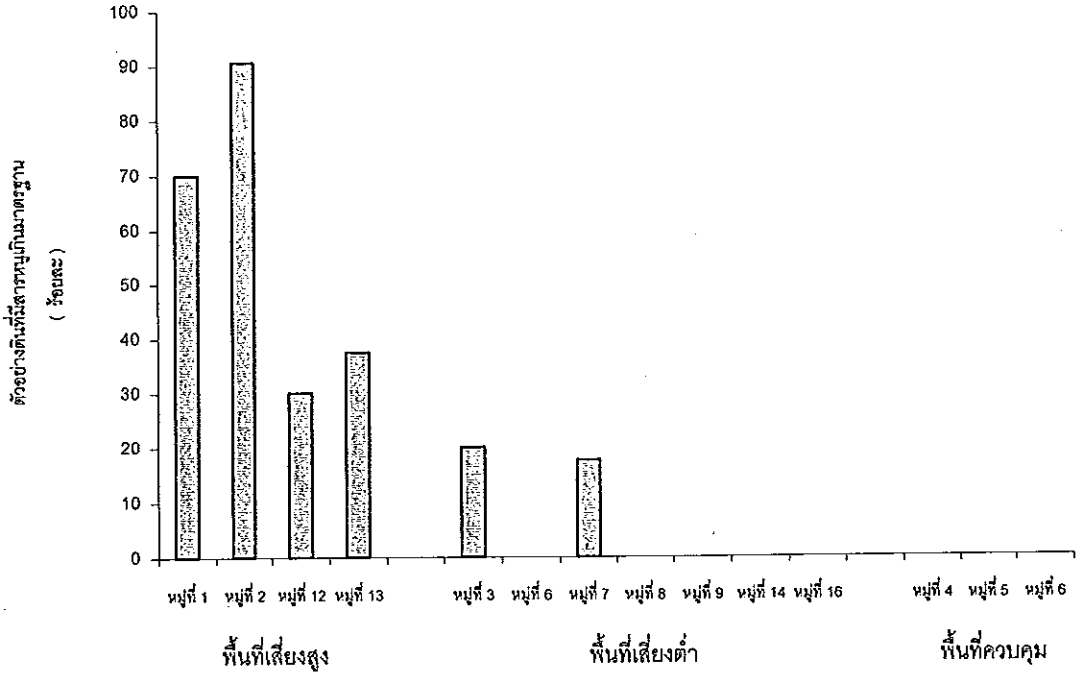
แหล่งสำรวจ	ขนาดตัวอย่าง (n)	ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด – ค่าสูงสุด
พื้นที่เสี่ยงสูง			
หมู่ที่ 1	10	0.0056±0.0140	0.0010 – 0.0460
หมู่ที่ 2	21	0.0090±0.0120	0.0010 – 0.0470
หมู่ที่ 12	20	0.0040±0.0080	0.0010 – 0.0310
หมู่ที่ 13	8	0.0010±0.0020	0.0010 – 0.0020
ค่าเฉลี่ยรวม		0.0050±0.0110 * , **	
พื้นที่เสี่ยงต่ำ			
หมู่ที่ 3	5	0.0020±0.0010	0.0010 – 0.0040
หมู่ที่ 6	11	0.0010±0.0003	0.0010 – 0.0018
หมู่ที่ 7	17	0.0020±0.0020	0.0010 – 0.0090
หมู่ที่ 8	3	0.0010±0.0004	0.0010 – 0.0018
หมู่ที่ 9	10	0.0010±0.0010	0.0010 – 0.0020
หมู่ที่ 14	12	0.0020±0.0010	0.0010 – 0.0050
หมู่ที่ 16	6	0.0030±0.0010	0.0010 – 0.0060
ค่าเฉลี่ยรวม		0.0010 ±0.0020 **	
พื้นที่ควบคุม			
หมู่ที่ 4	11	0.0001±0.0004	0.0001±0.0002
หมู่ที่ 5	10	0.0001±0.0004	0.0001±0.0002
หมู่ที่ 6	12	0.0001±0.0004	0.0001±0.0002
ค่าเฉลี่ยรวม		0.0001±0.0004	

* แตกต่างจากพื้นที่เสี่ยงต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

** แตกต่างจากพื้นที่ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

2. การศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของสารหนูรวมในดิน

พบตัวอย่างดินที่มีการปนเปื้อนสารหนูรวมสูงเกินมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (WHO, 1981) ในพื้นที่เสี่ยงสูง หมู่ที่ 1 จำนวน 7 ตัวอย่าง (ร้อยละ 70) จากจำนวนทั้งหมด 10 ตัวอย่าง มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 17.11 – 110.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หมู่ที่ 2 จำนวน 19 ตัวอย่าง (ร้อยละ 90.5) จากจำนวนทั้งหมด 21 ตัวอย่าง มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 15.61 – 510.94 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หมู่ที่ 12 จำนวน 6 ตัวอย่าง (ร้อยละ 30) จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 20 ตัวอย่าง มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 10.53 – 298.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หมู่ที่ 13 จำนวน 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 37.5) จากจำนวนทั้งหมด 8 ตัวอย่าง มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 7.51-148.56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในพื้นที่เสี่ยงต่ำพบปริมาณสารหนูรวมเกินมาตรฐานที่กำหนดเพียง 2 หมู่บ้าน คือหมู่ที่ 3 จำนวน 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 20) จากจำนวนทั้งหมด 5 ตัวอย่าง มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 5.85 – 75.63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และหมู่ที่ 7 จำนวน 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 17.65) จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 17 ตัวอย่าง มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 9.65 – 88.63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนตัวอย่างดินในพื้นที่ควบคุมทุกตัวอย่างมีค่าปริมาณสารหนูรวมไม่เกินมาตรฐาน (ตาราง 3 และ ภาพประกอบ 10)



ภาพประกอบ 10 จำนวนร้อยละของตัวอย่างดินที่พบปริมาณสารหนูรวมเกินมาตรฐานในพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุม

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสารหนูรวมในดินระหว่างพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุม พบว่าค่าเฉลี่ยสารหนูรวมในดินของพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุม มีค่าเท่ากับ 93.34±70.29, 16.90 ±10.34 และ 5.35 ±1.44 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และพบว่าค่าเฉลี่ยสารหนูรวมในดินของพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสารหนูในพื้นที่เสี่ยงสูงพบว่ามีค่าเฉลี่ยแตกต่างกับพื้นที่เสี่ยงต่ำและพื้นที่ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) และ ค่าเฉลี่ยของสารหนูรวมในดินของพื้นที่เสี่ยงต่ำมีค่าเฉลี่ยสารหนูรวมในดินแตกต่างกับพื้นที่ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตาราง 3)

ตาราง 3 ปริมาณสารหนูรวมในตัวอย่างดินในพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุม รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วย : มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

แหล่งสำรวจ	ขนาดตัวอย่าง (n)	ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด – ค่าสูงสุด
พื้นที่เสี่ยงสูง			
หมู่ที่ 1	10	74.73±38.82	17.11 – 110.75
หมู่ที่ 2	21	197.37±150.58	15.61 – 510.94
หมู่ที่ 12	20	51.76±66.92	10.53 – 298.50
หมู่ที่ 13	8	49.48±41.41	7.51 – 148.56
ค่าเฉลี่ยรวม		93.34±70.29 * ,**	
พื้นที่เสี่ยงต่ำ			
หมู่ที่ 3	5	27.31±25.14	5.85 – 75.63
หมู่ที่ 6	11	10.77±4.60	4.32 – 88.62
หมู่ที่ 7	17	30.60±22.76	9.65 – 88.63
หมู่ที่ 8	3	8.16±0.58	7.55 – 9.03
หมู่ที่ 9	10	6.91±3.85	1.73 – 16.24
หมู่ที่ 14	12	25.38±11.36	11.89 – 47.22
หมู่ที่ 16	6	9.15±8.26	2.02 – 26.30
ค่าเฉลี่ยรวม		16.90 ±10.34 *	
พื้นที่ควบคุม			
หมู่ที่ 4	11	6.54±3.16	1.02 – 11.11
หมู่ที่ 5	10	5.76±2.37	1.02 - 9.06
หมู่ที่ 6	12	3.75±1.84	1.02 – 5.03
ค่าเฉลี่ยรวม		5.35 ±1.44	

* แตกต่างจากพื้นที่ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

** แตกต่างจากพื้นที่เสี่ยงต่ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

3. การศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของสารหนูรวมในผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์

3.1 ผลการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนสารหนูรวมจากตัวอย่างผัก ทั้งในพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และควบคุม ประกอบด้วย ถั่วฝักยาว บวบ ตะไคร้ มะเขือ ถั่วพู แตงกวา ฟักเขียว ผักบุ้ง โหระพา ใบมะกรูด ใบกระเพรา ตำลึง ฟักทอง พริกขี้หนู ถั่วงอก ถั่วลิสง มันเทศ เผือก กระเฉด พบว่าปริมาณสารหนูรวมยังไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข (2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตาราง 4)

3.2 ผลการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนจากตัวอย่างผลไม้ ทั้งพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุม ประกอบด้วย แตงโม สับปะรด มะละกอ กล้วย มะม่วง ลูกจันทน์ ชมพู่ มะเหมี่ยว พบว่าปริมาณสารหนูรวมยังไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข (2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตาราง 4)

3.3 ผลการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนสารหนูรวมจากตัวอย่างเนื้อสัตว์ ประกอบด้วย หมู ไก่ ปลาดุก ปลากด ปลานิล ปลาช่อน และหอยขม ผลการศึกษาพบปริมาณสารหนูสูงสุดในตัวอย่างหอยขมในพื้นที่เสี่ยงสูงมีค่าเท่ากับ 3.690 ± 0.058 ส่วนพื้นที่เสี่ยงต่ำและพื้นที่ควบคุมมีค่าเท่ากับ 2.030 ± 0.038 และ 0.512 ± 0.069 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักเปียก ตามลำดับ (ตาราง 4)

ตาราง 4 ปริมาณสารหนูรวมในตัวอย่างผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์ ในพื้นที่เสี่ยงสูง และพื้นที่เสี่ยงต่ำ ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช และพื้นที่ควบคุม บริเวณตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา

ชนิดของตัวอย่าง	ขนาดตัวอย่าง (n)	พื้นที่เสี่ยงสูง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	พื้นที่เสี่ยงต่ำ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	พื้นที่ควบคุม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
ถั่วฝักยาว	3	nd	nd	nd
บวบ	3	0.010±0.010	0.010±0.004	nd
ตะไคร้	3	0.063±0.008	0.030±0.002	nd
มะเขือ	3	0.149±0.082	0.023±0.060	nd
ถั่วพู	3	nd	nd	nd
แตงกวา	3	0.164±0.071	nd	nd
ฟักเขียว	3	0.010±0.010	nd	nd
ผักบุ้ง	3	0.112±0.006	0.078±0.021	nd
ใบโหระพา	3	0.119±0.108	0.043±0.044	nd
ใบมะกรูด	3	0.050±0.035	0.036±0.080	nd
ใบกระเพรา	3	0.116±0.013	0.012±0.002	0.083±0.084
ตำลึง	3	nd	nd	nd
ฟักทอง	3	0.045±0.022	0.053±0.006	0.032±0.003
พริกขี้หนู	3	0.012±0.002	0.020±0.001	nd
ถั่วงอก	3	0.021±0.011	0.025±0.023	nd
ถั่วลิสง	3	0.201±0.145	0.107±0.004	0.011±0.001
มันเทศ	3	0.207±0.108	0.194±0.175	0.045±0.022
เผือก	3	0.185±0.092	0.095±0.070	nd
กระเฉด	3	0.040±0.025	0.045±0.025	nd
คะน้า	3	0.072±0.012	0.069±10.039	0.025±0.015
แตงโม	3	0.032±0.013	0.052±0.035	0.017±0.020
สับปะรด	3	0.025±0.011	0.025±0.011	nd

ชนิดของตัวอย่าง	ขนาดตัวอย่าง (n)	พื้นที่เสี่ยงสูง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	พื้นที่เสี่ยงต่ำ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	พื้นที่ควบคุม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
มะละกอ	3	0.060±0.004	0.052±0.002	0.06±0.08
กล้วย	3	0.023±0.014	0.027±0.015	nd
มะม่วง	3	0.055±0.033	0.068±0.019	0.07±0.002
ฝรั่ง	3	0.077±0.014	0.029±0.026	nd
ลูกจันทน์	3	0.068±0.050	na	na
ม่าเหมี่ยว	3	0.0621±0.044	nd	nd
ชมพู่	3	0.030±0.002	0.011±0.001	0.024±0.034
หมู	3	0.049±0.017	0.018±0.006	0.022±0.011
ไก่	3	0.0147±0.016	0.060±0.009	0.012±0.002
กุ้ง	3	0.012±0.002	0.025±0.023	nd
ปลาดุก	3	0.170±0.014	0.088±0.026	0.083±0.020
ปลากด	3	0.064±0.024	0.038±0.046	0.011±0.017
ปลานิล	3	0.258±0.019	0.176±0.046	0.054±0.046
ปลาช่อน	3	0.082±2.494	0.047±0.004	0.026±0.004
หอยขม	3	3.690±0.058	2.030±0.038	0.512±0.069
ไข่เป็ด	3	0.050±0.080	0.035±0.032	0.028±0.026
ไข่ไก่	3	0.068±0.003	0.116±0.008	0.212±0.074

หมายเหตุ รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

nd = ตรวจไม่พบสารหนู (น้อยกว่า 2×10^{-3} มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

na = ไม่มีตัวอย่างในพื้นที่นั้น

4. การศึกษาปริมาณการปนเปื้อนสารหนูรวมของฝุ่นในอากาศ

พบว่าตัวอย่างฝุ่นในอากาศของพื้นที่เสี่ยงสูงในหมู่ที่ 1, 2, 12 และ 13 จำนวนทั้งหมด 21 ตัวอย่าง และพื้นที่เสี่ยงต่ำ ในหมู่ที่ 3, 6, 7, 8, 9, 14 และ 16 จำนวนทั้งหมด 33 ตัวอย่าง ทุกตัวอย่างมีค่าไม่เกินมาตรฐาน (50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และตัวอย่างฝุ่นในอากาศของพื้นที่ควบคุม หมู่ที่ 4, 5 และ 6 จำนวนทั้งหมด 12 ตัวอย่าง พบว่ามีค่าไม่เกินมาตรฐานเช่นเดียวกับพื้นที่เสี่ยงสูงและพื้นที่เสี่ยงต่ำ (ตาราง 5)

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสารหนูรวมของฝุ่นในอากาศ ระหว่างพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุม พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยมีค่าเฉลี่ยสารหนูรวมในอากาศเท่ากับ 0.046 ± 0.020, 0.028 ± 0.012 และ $4.0 \times 10^{-5} \pm 1.0 \times 10^{-5}$ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และพบว่าค่าเฉลี่ยสารหนูรวมของฝุ่นในอากาศในพื้นที่เสี่ยงสูงและพื้นที่เสี่ยงต่ำไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ค่าเฉลี่ยของพื้นที่เสี่ยงสูงและพื้นที่เสี่ยงต่ำมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกับพื้นที่ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตาราง 5)

ตาราง 5 ปริมาณสารหนูรวมฝุ่นในอากาศในพื้นที่เสี่ยงสูง และพื้นที่เสี่ยงต่ำ ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอ ร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช และพื้นที่ควบคุม บริเวณตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา

แหล่งที่สำรวจ	ขนาดตัวอย่าง (n)	ปริมาณสารหนูรวม 8 ชั่วโมง (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
พื้นที่เสี่ยงสูง		
หมู่ที่ 1	6	0.033±0.036
หมู่ที่ 2	6	0.025±0.033
หมู่ที่ 12	6	0.070±0.064
หมู่ที่ 13	3	0.057±0.011
ค่าเฉลี่ยรวม		0.046±0.020 **
พื้นที่เสี่ยงต่ำ		
หมู่ที่ 3	3	0.016±0.015
หมู่ที่ 6	6	0.026±0.018
หมู่ที่ 7	6	0.0378±0.031
หมู่ที่ 8	3	0.0296±0.002
หมู่ที่ 9	6	0.032±0.008
หมู่ที่ 14	6	0.011±0.008
หมู่ที่ 16	3	0.048±0.029
ค่าเฉลี่ยรวม		0.028 ±0.012 **
พื้นที่ควบคุม		
หมู่ที่ 4	6	0.00003±0.00001
หมู่ที่ 5	3	0.00003±0.00001
หมู่ที่ 6	3	0.00006±0.00001
ค่าเฉลี่ยรวม		0.00004 ±0.00001

หมายเหตุ : รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** แตกต่างจากพื้นที่ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

5. ค่าความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งจากการปนเปื้อนของสารหนูรวม

5.1 ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งจากการปนเปื้อนของสารหนูรวมในน้ำดื่ม

พบว่าน้ำดื่มจากพื้นที่เสี่ยงสูง หมู่ที่ 1, 2; 12 และ 13 มีความเสี่ยงคิดเป็น $3.48x10^{-5}$, $5.59x10^{-5}$, $2.49x10^{-5}$ และ $6.22x10^{-6}$ ตามลำดับ จัดอยู่ในช่วงที่อาจจะเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง โดยมีค่าเฉลี่ยรวม $3.04x10^{-5}$ ในพื้นที่เสี่ยงต่ำพบว่า หมู่ที่ 3, 6, 7, 8, 9, 14 และ 16 มีค่าความเสี่ยง $1.24x10^{-5}$, $6.22x10^{-6}$, $1.24x10^{-5}$, $6.22x10^{-6}$, $6.22x10^{-6}$, $1.24x10^{-5}$ และ $1.87x10^{-5}$ ซึ่งจัดอยู่ในช่วงที่อาจจะเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งได้ และมีค่าเฉลี่ยรวม $1.32\ x10^{-5}$ สำหรับในพื้นที่ควบคุมไม่มีความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งจากสารหนูรวมในน้ำดื่ม (ตาราง 6)

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งจากสารหนูรวมในน้ำดื่มระหว่างพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุม พบว่าค่าเฉลี่ยความเสี่ยงของพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งจากสารหนูรวมในน้ำดื่มระหว่างพื้นที่เสี่ยงสูงและพื้นที่เสี่ยงต่ำพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ค่าเฉลี่ยความเสี่ยงในพื้นที่เสี่ยงสูงและพื้นที่เสี่ยงต่ำมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกับพื้นที่ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตาราง 6)

ตาราง 6 ค่าความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งในน้ำดื่มจากการปนเปื้อนของสารหนูรวมในพื้นที่เสี่ยงสูง และพื้นที่เสี่ยงต่ำ ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช และพื้นที่ควบคุม บริเวณตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา

แหล่งสำรวจ	C (mg/l)	LADD (mg/kg/day)	Risk
พื้นที่เสี่ยงสูง			
หมู่ที่ 1	5.60×10^{-3}	2.32×10^{-5}	3.48×10^{-5}
หมู่ที่ 2	9.00×10^{-3}	3.73×10^{-5}	5.59×10^{-5}
หมู่ที่ 12	4.00×10^{-3}	1.66×10^{-5}	2.49×10^{-5}
หมู่ที่ 13	1.00×10^{-3}	4.15×10^{-6}	6.22×10^{-6}
ค่าเฉลี่ยรวม	4.90×10^{-3}	2.03×10^{-5}	3.04×10^{-5} *
พื้นที่เสี่ยงต่ำ			
หมู่ที่ 3	2.00×10^{-3}	8.29×10^{-6}	1.24×10^{-5}
หมู่ที่ 6	1.00×10^{-3}	4.15×10^{-6}	6.22×10^{-6}
หมู่ที่ 7	2.00×10^{-3}	8.29×10^{-6}	1.24×10^{-5}
หมู่ที่ 8	1.00×10^{-3}	4.15×10^{-6}	6.22×10^{-6}
หมู่ที่ 9	1.00×10^{-3}	4.15×10^{-6}	6.22×10^{-6}
หมู่ที่ 14	2.00×10^{-3}	8.29×10^{-6}	1.24×10^{-5}
หมู่ที่ 16	3.00×10^{-3}	1.24×10^{-5}	1.87×10^{-5}
ค่าเฉลี่ยรวม	1.71×10^{-3}	7.10×10^{-6}	1.32×10^{-5} *
พื้นที่ควบคุม			
หมู่ที่ 4	1.00×10^{-4}	4.15×10^{-7}	6.22×10^{-7}
หมู่ที่ 5	1.00×10^{-4}	4.15×10^{-7}	6.22×10^{-7}
หมู่ที่ 6	1.00×10^{-4}	4.15×10^{-7}	6.22×10^{-7}
ค่าเฉลี่ยรวม	1.00×10^{-4}	4.15×10^{-7}	6.22×10^{-7}

หมายเหตุ : ความเสี่ยง $\leq 10^{-6}$ (ไม่เสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง)

ความเสี่ยง 10^{-6} - 10^{-4} (ช่วงที่อาจจะมีความเสี่ยง)

และ ความเสี่ยง $\geq 10^{-4}$ (ช่วงที่เสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง)

* แตกต่างจากพื้นที่ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

5.2 ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งจากการปนเปื้อนของสารหนูรวมในดิน

พบว่าดินจากพื้นที่เสี่ยงสูง หมู่ที่ 1, 2, 12 และ 13 มีความเสี่ยงคิดเป็น $2.63x10^{-6}$, $6.95x10^{-6}$, $1.82x10^{-6}$ และ $1.74x10^{-6}$ ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยรวม $3.29x10^{-6}$ จัดอยู่ในช่วงที่อาจจะเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง ส่วนในพื้นที่เสี่ยงต่ำพบว่า หมู่ที่ 7 มีค่าความเสี่ยงคิดเป็น $1.08x10^{-6}$ ซึ่งอยู่ในช่วงที่อาจจะเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง สำหรับหมู่ที่ 3, 6, 7, 8, 9, 14 และ 16 มีค่าความเสี่ยง $9.62x10^{-7}$, $3.79x10^{-7}$, $1.08 x10^{-6}$, $2.87x10^{-7}$, $2.43x10^{-7}$, $8.94x10^{-7}$ และ $3.22x10^{-7}$ ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยรวม $5.59x10^{-7}$ ซึ่งอยู่ในช่วงที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง ส่วนในพื้นที่ควบคุมพบว่าหมู่ที่ 4, 5, 6 มีค่าความเสี่ยง $2.31x10^{-7}$, $2.03x10^{-7}$ และ $1.32x10^{-7}$ โดยมีค่าเฉลี่ย $1.89x10^{-7}$ ซึ่งอยู่ในช่วงที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง (ตาราง 7)

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งจากสารหนูรวมในดิน ระหว่างพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุม พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งจากสารหนูรวมในดินระหว่างพื้นที่เสี่ยงสูงและพื้นที่เสี่ยงต่ำพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) และพบว่าค่าเฉลี่ยในพื้นที่เสี่ยงสูงและพื้นที่เสี่ยงต่ำแตกต่างกับพื้นที่ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตาราง 7)

ตาราง 7 ค่าความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งในดินจากการปนเปื้อนสารหนูรวมในพื้นที่เสี่ยงสูง และพื้นที่เสี่ยงต่ำ ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช และพื้นที่ควบคุมบริเวณตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา

แหล่งสำรวจ	C (mg/kg)	LADD (mg/kg/day)	Risk
พื้นที่เสี่ยงสูง			
หมู่ที่ 1	74.73	1.75×10^{-6}	2.63×10^{-6}
หมู่ที่ 2	197.37	4.63×10^{-6}	6.95×10^{-6}
หมู่ที่ 12	51.76	1.22×10^{-5}	1.82×10^{-6}
หมู่ที่ 13	49.48	1.16×10^{-5}	1.74×10^{-6}
ค่าเฉลี่ยรวม	93.34	7.55×10^{-6}	3.29×10^{-6} * **
พื้นที่เสี่ยงต่ำ			
หมู่ที่ 3	27.31	6.41×10^{-7}	9.62×10^{-7}
หมู่ที่ 6	10.77	2.53×10^{-7}	3.79×10^{-7}
หมู่ที่ 7	30.60	7.19×10^{-7}	1.08×10^{-6}
หมู่ที่ 8	8.16	1.92×10^{-7}	2.87×10^{-7}
หมู่ที่ 9	6.91	1.62×10^{-7}	2.43×10^{-7}
หมู่ที่ 14	25.38	5.96×10^{-7}	8.94×10^{-7}
หมู่ที่ 16	9.15	2.15×10^{-7}	3.22×10^{-7}
ค่าเฉลี่ยรวม	16.89	3.97×10^{-7}	5.95×10^{-7} *
พื้นที่ควบคุม			
หมู่ที่ 4	6.54	1.54×10^{-7}	2.31×10^{-7}
หมู่ที่ 5	5.76	1.35×10^{-7}	2.03×10^{-7}
หมู่ที่ 6	3.75	8.81×10^{-8}	1.32×10^{-7}
ค่าเฉลี่ยรวม	5.35	1.26×10^{-7}	1.89×10^{-7}

หมายเหตุ : ความเสี่ยง $\leq 10^{-6}$ (ไม่เสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง)

ความเสี่ยง 10^{-6} - 10^{-4} (ช่วงที่อาจจะมีความเสี่ยง)

และ ความเสี่ยง $\geq 10^{-4}$ (ช่วงที่เสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง)

* แตกต่างจากพื้นที่ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** แตกต่างจากพื้นที่เสี่ยงต่ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

5.3 ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งจากการปนเปื้อนจากสารหนูรวมของฝุ่นในอากาศ

พบว่าฝุ่นในอากาศของพื้นที่เสี่ยงสูง หมู่ที่ 1, 2, 12 และ 13 มีความเสี่ยงคิดเป็น $1.42x10^{-9}$, $1.08x10^{-9}$, $3.01x10^{-9}$ และ $2.45x10^{-9}$ ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยรวม $1.99x10^{-9}$ ซึ่งทั้งหมดอยู่ในช่วงที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง ส่วนในพื้นที่เสี่ยงต่ำพบว่าในหมู่ที่ 3, 6, 7, 8, 9, 14 และ 16 มีความเสี่ยงคิดเป็น $6.88x10^{-10}$, $1.20x10^{-9}$, $1.63x10^{-9}$, $1.28x10^{-9}$, $1.37x10^{-9}$, $4.73x10^{-10}$ และ $2.06x10^{-9}$ ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยรวม $1.23x10^{-9}$ ซึ่งอยู่ในช่วงที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง สำหรับพื้นที่ควบคุมหมู่ที่ 4, 5 และ 6 มีค่าความเสี่ยง $1.29x10^{-12}$ ซึ่งอยู่ในช่วงที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง (ตาราง 8)

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งจากสารหนูรวมของฝุ่นในอากาศระหว่างพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุม พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งจากสารหนูรวมในอากาศระหว่างพื้นที่เสี่ยงสูงและพื้นที่เสี่ยงต่ำพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ค่าเฉลี่ยความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งจากสารหนูรวมในอากาศของพื้นที่เสี่ยงสูงและพื้นที่เสี่ยงต่ำแตกต่างกับพื้นที่ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตาราง 8)

ตาราง 8 ค่าความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งจากการปนเปื้อนสารหนูรวมของฝุ่นในอากาศในพื้นที่เสี่ยงสูง และพื้นที่เสี่ยงต่ำ ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช และพื้นที่ควบคุม บริเวณตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา

แหล่งสำรวจ	C (mg/m^3)	IEC (mg/m^3)	Risk
พื้นที่เสี่ยงสูง			
หมู่ที่ 1	$3.30x10^{-5}$	$3.30x10^{-5}$	$1.42x10^{-9}$
หมู่ที่ 2	$2.50x10^{-5}$	$2.50x10^{-5}$	$1.08x10^{-9}$
หมู่ที่ 12	$7.00x10^{-4}$	$7.00x10^{-4}$	$3.01x10^{-9}$
หมู่ที่ 13	$5.70x10^{-5}$	$5.70x10^{-5}$	$2.45x10^{-9}$
ค่าเฉลี่ยรวม	$4.62x10^{-5}$	$4.62x10^{-5}$	$1.99x10^{-9}$ *
พื้นที่เสี่ยงต่ำ			
หมู่ที่ 3	$1.60x10^{-5}$	$1.60x10^{-5}$	$6.88x10^{-10}$
หมู่ที่ 6	$2.60x10^{-5}$	$2.60x10^{-5}$	$1.20x10^{-9}$
หมู่ที่ 7	$3.78x10^{-5}$	$3.78x10^{-5}$	$1.63x10^{-9}$
หมู่ที่ 8	$2.56x10^{-5}$	$2.56x10^{-5}$	$1.28x10^{-9}$
หมู่ที่ 9	$3.20x10^{-5}$	$3.20x10^{-5}$	$1.37x10^{-9}$
หมู่ที่ 14	$1.10x10^{-5}$	$1.10x10^{-5}$	$4.73x10^{-10}$
หมู่ที่ 16	$4.80x10^{-5}$	$4.80x10^{-5}$	$2.06x10^{-9}$
ค่าเฉลี่ยรวม	$2.80x10^{-5}$	$2.80x10^{-5}$	$1.23x10^{-9}$*
พื้นที่ควบคุม			
หมู่ที่ 4	$3.00x10^{-8}$	$3.00x10^{-8}$	$1.29x10^{-12}$
หมู่ที่ 5	$3.00x10^{-8}$	$3.00x10^{-8}$	$1.29x10^{-12}$
หมู่ที่ 6	$3.00x10^{-8}$	$3.00x10^{-8}$	$1.29x10^{-12}$
ค่าเฉลี่ยรวม	$3.00x10^{-8}$	$3.00x10^{-8}$	$1.29x10^{-12}$

หมายเหตุ : ความเสี่ยง $\leq 10^{-6}$ (ไม่เสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง)

ความเสี่ยง 10^{-6} - 10^{-4} (ช่วงที่อาจจะมีความเสี่ยง)

และ ความเสี่ยง $\geq 10^{-4}$ (ช่วงที่เสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง)

* แตกต่างจากพื้นที่ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

5.4 ความเสี่ยงรวมในการประเมินความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งจากการปนเปื้อนสารหนูรวมในน้ำดื่ม ดิน และ อากาศ

ความเสี่ยงรวมของการเกิดมะเร็งจากการปนเปื้อนสารหนูรวมในน้ำดื่ม ดิน และอากาศ พบว่าความเสี่ยงรวมของพื้นที่เสี่ยงสูงในหมู่ที่ 1, 2, 12 และ 13 มีค่าความเสี่ยงรวมเท่ากับ $3.74x10^{-5}$, $6.29x10^{-5}$, $1.82x10^{-6}$ และ $7.96x10^{-6}$ ตามลำดับ จัดอยู่ในช่วงที่อาจจะเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง โดยมีค่าเฉลี่ยรวม $3.37x10^{-5}$ ส่วนในพื้นที่เสี่ยงต่ำพบว่าหมู่ที่ 3, 6, 7, 8, 9, 14 และ 16 มีค่าความเสี่ยงรวมเท่ากับ $1.34x10^{-5}$, $6.06x10^{-6}$, $1.35x10^{-5}$, $6.52x10^{-6}$, $6.46x10^{-6}$, $1.33x10^{-5}$, $1.90x10^{-5}$ ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยรวม $1.38x10^{-5}$ ซึ่งอยู่ในช่วงที่อาจจะเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง สำหรับความเสี่ยงรวมของพื้นที่ควบคุมหมู่ที่ 4, 5 และ 6 นั้น มีค่าเท่ากับ $8.53x10^{-7}$, $8.25x10^{-7}$, $7.54x10^{-7}$ ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยรวม $8.11x10^{-7}$ จัดอยู่ในช่วงที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง (ตาราง 9)

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเสี่ยงรวมของการเกิดมะเร็งจากการปนเปื้อนการหนูรวมในน้ำดื่ม ดิน และอากาศ ระหว่างพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุม พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเสี่ยงรวมของการเกิดมะเร็งจากการปนเปื้อนของสารหนูรวมในน้ำดื่ม ดิน และอากาศ ระหว่างพื้นที่เสี่ยงสูงและ พื้นที่เสี่ยงต่ำ พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ค่าเฉลี่ยความเสี่ยงรวมของการเกิดมะเร็งจากการปนเปื้อนการหนูรวมในน้ำดื่ม ดิน และอากาศในพื้นที่เสี่ยงสูงและพื้นที่เสี่ยงต่ำแตกต่างกับพื้นที่ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตาราง 9)

ตาราง 9 ค่าความเสี่ยงรวมของการเกิดมะเร็งจากการปนเปื้อนสารหนูรวมในพื้นที่เสี่ยงสูงและพื้นที่เสี่ยงต่ำ ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช และพื้นที่ควบคุม บริเวณตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา

แหล่งสำรวจ	แหล่งความเสี่ยงจากการปนเปื้อนสารหนูรวม			ความเสี่ยงรวม
	น้ำดื่ม	ดิน	อากาศ	
พื้นที่เสี่ยงสูง				
หมู่ที่ 1	3.48×10^{-5}	2.63×10^{-6}	1.42×10^{-9}	3.74×10^{-5}
หมู่ที่ 2	5.59×10^{-5}	6.95×10^{-6}	1.08×10^{-9}	6.29×10^{-5}
หมู่ที่ 12	2.49×10^{-5}	1.82×10^{-6}	3.01×10^{-9}	1.82×10^{-6}
หมู่ที่ 13	6.22×10^{-6}	1.74×10^{-6}	2.45×10^{-9}	7.96×10^{-6}
ค่าเฉลี่ยรวม	3.04×10^{-5}	3.29×10^{-6}	1.99×10^{-9}	3.37×10^{-5} *
พื้นที่เสี่ยงต่ำ				
หมู่ที่ 3	1.24×10^{-5}	9.62×10^{-7}	6.88×10^{-10}	1.34×10^{-5}
หมู่ที่ 6	6.22×10^{-6}	3.79×10^{-7}	1.20×10^{-9}	6.60×10^{-6}
หมู่ที่ 7	1.24×10^{-6}	1.08×10^{-6}	1.63×10^{-9}	1.35×10^{-5}
หมู่ที่ 8	6.22×10^{-6}	2.87×10^{-7}	1.28×10^{-9}	6.52×10^{-6}
หมู่ที่ 9	6.22×10^{-6}	2.43×10^{-7}	1.37×10^{-9}	6.46×10^{-6}
หมู่ที่ 14	1.24×10^{-5}	8.94×10^{-7}	4.73×10^{-10}	1.33×10^{-5}
หมู่ที่ 16	1.87×10^{-5}	3.22×10^{-7}	2.06×10^{-9}	1.90×10^{-5}
ค่าเฉลี่ยรวม	1.06×10^{-6}	5.95×10^{-7}	1.23×10^{-9}	1.38×10^{-5} *
พื้นที่ควบคุม				
หมู่ที่ 4	6.22×10^{-7}	2.31×10^{-7}	1.29×10^{-12}	8.53×10^{-7}
หมู่ที่ 5	6.22×10^{-7}	2.03×10^{-7}	1.29×10^{-12}	8.25×10^{-7}
หมู่ที่ 6	6.22×10^{-7}	1.32×10^{-7}	1.29×10^{-12}	7.54×10^{-7}
ค่าเฉลี่ยรวม	6.22×10^{-7}	1.89×10^{-7}	1.29×10^{-12}	8.11×10^{-7}

หมายเหตุ : ความเสี่ยง $\leq 10^{-6}$ (ไม่เสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง)

ความเสี่ยง 10^{-6} - 10^{-4} (ช่วงที่อาจจะมีความเสี่ยง)

และ ความเสี่ยง $\geq 10^{-4}$ (ช่วงที่เสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง)

* แตกต่างจากพื้นที่ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

บทที่ 4

วิจารณ์

การศึกษาพฤติกรรมเสี่ยงและแหล่งที่มาของการได้รับสารหนูในเด็กนักเรียน ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

1.ลักษณะพฤติกรรมการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคในกลุ่มเด็กนักเรียนเสี่ยงสูงและเสี่ยงต่ำ พบว่าประเภทน้ำที่กลุ่มเด็กนักเรียนนิยมใช้ดื่มและประกอบอาหารเป็นประจำคือ น้ำฝนเนื่องมาจากการรณรงค์จากทางราชการ (นายแพทย์สาธารณสุขจังหวัดนครศรีธรรมราช, 2531) ให้ทราบถึงอันตรายจากโรคพิษสารหนูและจัดหาภาชนะสำหรับเก็บน้ำฝนเพื่อให้ดื่มน้ำฝนแทนน้ำจากบ่อน้ำตื้น แต่จากการศึกษาการปนเปื้อนของสารหนูรวมในน้ำดื่มในกลุ่มเด็กนักเรียนเสี่ยงสูง พบตัวอย่างน้ำฝนมีการปนเปื้อนสารหนูเกินค่ามาตรฐาน (0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร) ในตัวอย่างน้ำฝน หมู่ที่ 1 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.010 – 0.046 มิลลิกรัมต่อลิตร หมู่ที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.010 – 0.047 มิลลิกรัมต่อลิตร และหมู่ที่ 12 มีค่าระหว่าง 0.023 – 0.031 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาการปนเปื้อนสารหนูรวมในตัวอย่างน้ำดื่ม จากตำบลร่อนพิบูลย์ของ ประกาย บริบูรณ์ (2537) ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์สารหนูในน้ำดื่มในเขตตำบลร่อนพิบูลย์ พบการปนเปื้อนสารหนูในตัวอย่างน้ำดื่มประเภทน้ำฝนมีค่าเกินมาตรฐาน ในหมู่ที่ 1, 2 และ 12 ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.010 – 0.038, 0.010 – 0.232 และ 0.010 – 0.031 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งสาเหตุที่ทำให้น้ำฝนมีการปนเปื้อนสารหนูน่าจะเนื่องมาจากการที่ปริมาณสารหนูรวมที่พบในดินดังกล่าวมีค่าสูงเกินมาตรฐาน (40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ทำให้ฝุ่นสารหนูในดินสามารถฟุ้งกระจายตกลงบนหลังคาและเมื่อฝนตกจะชะล้างเอาฝุ่นสารหนูที่สะสมบนหลังคาลงมายังภาชนะเก็บน้ำฝน การละเลยไม่ทำความสะอาดภาชนะเก็บน้ำฝนทำให้สารหนูสะสมในภาชนะเก็บน้ำฝนได้ ส่วนในกลุ่มเสี่ยงต่ำพบว่าตัวอย่างน้ำดื่มทุกตัวอย่างมีค่าการปนเปื้อนของสารหนูรวมไม่เกินมาตรฐาน สำหรับตัวอย่างน้ำดื่มในกลุ่มควบคุม พบว่ามีค่าต่ำมากจนไม่สามารถตรวจวัดได้ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ไม่มีการทำเหมืองแร่มาก่อน ส่วนประเภทน้ำที่นิยมนำมาใช้ในการอุปโภคได้แก่ ซักเสื้อผ้า ล้างจาน ชำระล้างร่างกาย พบว่าเด็กนักเรียนนิยมใช้น้ำประปาซึ่งพบการปนเปื้อนของสารหนูไม่เกินค่ามาตรฐาน (0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร) ซึ่งสาเหตุที่ตรวจพบการปนเปื้อนของสารหนูรวมในน้ำประปาไม่เกินมาตรฐานเนื่องจากแหล่งน้ำดิบสำหรับทำน้ำประปามีปริมาณสารหนูต่ำและกระบวนการทำน้ำประปาช่วยขจัดสารหนูส่วนหนึ่งออกจากน้ำดิบได้ด้วย

2. ลักษณะพฤติกรรมการรับประทานอาหารของเด็กนักเรียนในกลุ่มเสี่ยงสูง เสี่ยงต่ำ และกลุ่มควบคุมพบว่าเด็กนักเรียนส่วนใหญ่ล้างมือก่อนรับประทานอาหารและรับประทานอาหารที่โต๊ะอาหาร มีการใช้ช้อนในการรับประทานอาหาร โดยล้างผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์ก่อนนำมาประกอบอาหารทุกครั้งทำให้ไม่เสี่ยงต่อการได้รับสารหนู และจากการศึกษาในกลุ่มเสี่ยงสูงและเสี่ยงต่ำพบว่าผักและผลไม้ที่นำมาวิเคราะห์ มีค่าปริมาณการปนเปื้อนสารหนูรวมไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข (2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ กรมวิชาการเกษตร (2531) พบว่าตัวอย่างพืชผักที่เก็บในตำบลร่อนพิบูลย์มีค่าไม่เกินมาตรฐาน ได้แก่ ผักบุ้ง คะน้ายอด ผักกาดกวางตุ้ง โหระพา ตั้งโอ่ ผักกาดหอม ผักกาดเขียว แมงลัก มีระดับปริมาณสารหนูระหว่าง 0.012 - 0.020 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนผลไม้ได้แก่ ชมพู่ มะละกอ มะขาม กล้วยไข่ พบว่ามีค่าระดับปริมาณสารหนูระหว่าง 0.014 - 0.020 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นอกจากนั้น ณรงค์ ณ เชียงใหม่ (2534) พบว่าพืช ผัก และผลไม้จำนวน 40 ตัวอย่างในตำบลร่อนพิบูลย์ ทั้งในเขตพื้นที่เสี่ยงสูงและเสี่ยงต่ำมีปริมาณสารหนูรวมไม่เกินมาตรฐาน ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข (2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สำหรับตัวอย่างเนื้อสัตว์ ได้แก่ หมู ไก่ กุ้ง ปลาดุก ปลาช่อน ปลานิล และปลากด จากกลุ่มเสี่ยงสูง กลุ่มเสี่ยงต่ำและกลุ่มควบคุม พบว่ามีค่าไม่เกินมาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข (2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาปริมาณสารหนูในเนื้อสัตว์บริเวณตำบลร่อนพิบูลย์ พบว่ามีการปนเปื้อนสารหนูรวมในระดับต่ำไม่เกินค่ามาตรฐาน (จริยา อินทรรัศมี, 2537) ยกเว้นหอยขมในกลุ่มเสี่ยงสูงและกลุ่มเสี่ยงต่ำที่มีค่าเกินมาตรฐาน ซึ่งสอดคล้องกับ ตรีรัตน์ ทองบริบูรณ์ (2540) พบว่าหอยขมที่จับได้บริเวณตำบลร่อนพิบูลย์มีค่าเกินมาตรฐาน (2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เนื่องจากหอยขมเป็นสัตว์ที่หากินในดินตะกอนซึ่งมีการปนเปื้อนของสารหนูสูงจึงทำให้มีการสะสมของสารหนูในหอยขมสูงเกินค่ามาตรฐาน

3. ลักษณะพฤติกรรมการเล่นของเด็กนักเรียนในกลุ่มเสี่ยงสูง เสี่ยงต่ำ และกลุ่มควบคุม พบว่าเด็กนักเรียนนิยมเล่นบริเวณนอกห้องเรียนและบริเวณนอกบ้าน ซึ่งบริเวณที่เล่นเป็นดินร่วนปนทราย สำหรับระยะเวลาในการเล่นแต่ละครั้งประมาณ 1 - 2 ชั่วโมง นอกจากนี้พบว่าในการเล่นของเด็กนักเรียนจะสัมผัสกับดิน เช่น เล่นฟุตบอล วิ่งไล่จับ และหลังจากเล่นเสร็จมักเปื้อนฝุ่นดิน ซึ่งทำให้มีความเสี่ยงต่อการได้รับสารหนูเข้าทางปากและการสูดอากาศที่มีฝุ่นสารหนูเข้าไปได้ ซึ่งจากการศึกษาปริมาณสารหนูรวมในดินพบว่า ตัวอย่างดินของพื้นที่เสี่ยงสูงมีค่าสูงเกินมาตรฐาน (40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โดยพบค่าเฉลี่ยในหมู่ที่ 1, 2, 12 และ 13 มีค่า 74.73, 197.37, 51.76 และ 49.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ อนงค์ ไพจิตรประภาภรณ์

(2540) ที่สำรวจปริมาณสารหนูรวมในดินช่วงปี 2537 – 2538 บริเวณเสี่ยงสูงได้แก่หมู่ที่ 1, 12 และ13 มีค่าเฉลี่ยปริมาณสารหนูรวมสูงเกินมาตรฐาน โดยมีค่าเฉลี่ย 59.17 – 273.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับตัวอย่างดินของพื้นที่ควบคุมมีค่าปริมาณการปนเปื้อนของสารหนูรวมเฉลี่ย 5.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐาน โดยทั่วไปธรรมชาติของดินที่ไม่มีการปนเปื้อนสารหนูจะมีค่าโดยเฉลี่ย 5 – 6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (WHO, 1981) และเนื่องจากเขตตำบลเขาพระไม่มีประวัติการทำเหมืองแร่จึงไม่พบปริมาณสารหนูรวมเกินค่ามาตรฐาน

4. ในการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากน้ำดื่ม และดิน พบว่าความเสี่ยงของพื้นที่เสี่ยงสูงอยู่ในช่วงที่อาจจะเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งได้ เนื่องจากพบตัวอย่างน้ำฝนในพื้นที่เสี่ยงสูงมีการปนเปื้อนสารหนูรวมเกินค่ามาตรฐาน (0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร) และพบตัวอย่างดินในพื้นที่เสี่ยงสูงมีการปนเปื้อนสารหนูรวมเกินค่ามาตรฐาน (40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โดยหมู่ที่ 2 มีค่าความเสี่ยงสูงสุดในน้ำดื่มท่ากับ 5.59×10^{-5} และค่าความเสี่ยงสูงสุดในดิน เท่ากับ 6.95×10^{-6} ซึ่งอยู่ในช่วงที่อาจจะเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งได้ ดังนั้นทางราชการจึงควรที่จะกำหนดเป็นเขตควบคุมพิเศษ และมีโครงการพิเศษที่เฝ้าระวังผู้ป่วยจากการเกิดมะเร็งต่อไป

จากสถานการณ์ที่เริ่มพบการระบาดโรคพิษสารหนูตั้งแต่ปี 2530 ในตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นต้นมา ทางราชการและประชาชนได้ร่วมกันป้องกันอันตรายจากสารหนูตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา แต่ในปัจจุบันยังพบการปนเปื้อนของสารหนูรวมในดินและในน้ำดื่มบริเวณพื้นที่เสี่ยงสูงในปริมาณที่ทำให้เกิดโรคพิษสารหนูและมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งได้ ซึ่งสามารถแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมอื่นได้ ดังนั้นจึงควรป้องกันการได้รับสารหนูรวมในน้ำดื่มโดยการทำความสะอาดหลังคาเป็นประจำ สำหรับโอ่งเก็บน้ำฝนเพื่อการอุปโภคและบริโภคทั้งในพื้นที่เสี่ยงสูงและกลุ่มเสี่ยงต่ำ ซึ่งมีขนาดใหญ่สามารถบรรจุน้ำได้ 2,000 ลิตร ทำให้เป็นอุปสรรคในการทำความสะอาด จึงควรจัดให้มีการรณรงค์ทำความสะอาดโอ่งน้ำเป็นประจำ โดยหมั่นนำตะกอนก้นโอ่งทิ้ง และปิดฝาโอ่งน้ำเพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นดินปลิวตกลงในโอ่งได้ และแม้ว่าการวิเคราะห์การปนเปื้อนของสารหนูรวมในอาหาร ได้แก่ พืชผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์บางชนิด จะพบปริมาณสารหนูในระดับที่ไม่เกินมาตรฐานจึงไม่มีความเสี่ยงต่อการได้รับสารหนูของเด็กนักเรียนในตำบลร่อนพิบูลย์แต่ควรป้องกันโดยการล้างทำความสะอาดอาหารก่อนรับประทานทุกครั้ง และควรหลีกเลี่ยงการบริโภคพืชหัวได้แก่ มันเทศ ถั่วลิสง และมันแกว เป็นต้น เนื่องจากพืชหัวเหล่านี้สามารถสะสมสารหนูในบริเวณรากใต้ดินได้มากกว่าพืชทั่วไป (กรมวิชาการเกษตร, 2531) และสำหรับสัตว์น้ำซึ่งพบว่าหอยขมมีค่าสารหนูเกินมาตรฐานจึงควรประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนงดการรับประทานหอยขม

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาพฤติกรรมเสี่ยงและแหล่งที่มาของการได้รับสารหนูในเด็กนักเรียน ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มเสี่ยงสูง เสี่ยงต่ำ และกลุ่มควบคุม สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. จากการศึกษาพบว่าพฤติกรรมเสี่ยงต่อการได้รับสารหนูของเด็กนักเรียนในตำบลร่อนพิบูลย์ได้แก่ การดื่มน้ำฝนที่มีการปนเปื้อนของสารหนูรวมและการเล่นหรือสัมผัสกับดินในพื้นที่เสี่ยงสูง วิธีการป้องกันคือต้องมีการทำความสะอาดหลังคารวมทั้งโอ่งน้ำฝนเป็นประจำ และหลีกเลี่ยงการเล่นบริเวณที่มีฝุ่น หรือเล่นสัมผัสกับดินโดยตรงโดยเล่นบนสนามหญ้าแทน

2. ตัวอย่างน้ำดื่มที่มีการปนเปื้อนสารหนูรวมมากที่สุดคือตัวอย่างน้ำฝนจากพื้นที่เสี่ยงสูง โดยมีค่าเฉลี่ยรวม 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนปริมาณสารหนูรวมในผิวดินในพื้นที่ตัวอย่างเสี่ยงสูงและเสี่ยงต่ำมีค่าเฉลี่ยรวม 93.34 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 16.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในผัก และผลไม้ พบว่าปริมาณสารหนูไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข สำหรับในตัวอย่างเนื้อสัตว์พบปริมาณสารหนูมีค่าเกินมาตรฐานในหอยขมพื้นที่เสี่ยงสูงมีค่าเฉลี่ย 3.69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และส่วนปริมาณสารหนูในตัวอย่างอากาศพบว่ามีค่าไม่เกินมาตรฐาน

3. ในการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง พบว่าความเสี่ยงรวมของการเกิดมะเร็งจากการปนเปื้อนสารหนูรวมในน้ำดื่ม ดิน และในอากาศจากพื้นที่เสี่ยงสูง ทุกหมู่มีค่าความเสี่ยงรวมอยู่ในช่วงที่อาจจะเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง โดยที่หมู่ที่ 2 มีค่าความเสี่ยงรวมสูงที่สุดคือมีค่าเท่ากับ 6.29×10^{-5} ส่วนในพื้นที่เสี่ยงต่ำค่าความเสี่ยงรวมของการเกิดมะเร็งอยู่ในช่วงที่ไม่เกิดความเสี่ยงจนถึงอาจจะเกิดความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งได้ โดยที่หมู่ที่ 16 มีค่าความเสี่ยงสูงสุดเท่ากับ 1.90×10^{-5} ส่วนพื้นที่ควบคุมไม่เสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง

ข้อเสนอแนะด้านการวิจัย

1. ควรศึกษาหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการกำจัดสารหนูออกจากแหล่งน้ำบริโภคอย่างมีประสิทธิภาพ สะดวกรวดเร็ว และประหยัด ตลอดจนมีการสาธิตและประชาชนได้นำไปใช้ประโยชน์อย่างแท้จริง

2 ควรศึกษาชนิดและปริมาณสารหนูในร่างกายโดยการตรวจหาปริมาณสารหนูในปัสสาวะ และเส้นผมของเด็กนักเรียน ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อเป็นข้อมูลในการติดตามสถานะการณ์โรคพิษสารหนู

3. ควรศึกษาพิษของสารหนูต่อการเจริญเติบโตของเด็กนักเรียน เนื่องจากพบว่าเด็กนักเรียนที่อาศัยอยู่ในตำบลร่อนพิบูลย์ มีอัตราการพบสารหนูในร่างกายสูงมาก ซึ่งคาดว่าน่าจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย โดยเฉพาะด้านการเกิดมะเร็งก่อนวัยสมควร และการพัฒนาด้านสติปัญญา

บรรณานุกรม

กรมทรัพยากรธรณี. 2530. รายงานเบื้องต้นเกี่ยวกับปัญหาพิษสารหนูที่อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช. 28 ธันวาคม 2530 หน้า 1 - 2.

กรมวิชาการเกษตร. 2531. รายงานสรุปผลการศึกษาปริมาณสารหนูในดิน-น้ำเพื่อการเกษตรและพืช ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช. มีนาคม 2531 หน้า 9 - 12.

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2531. การระบาดของโรคพิษสารหนู ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช. 2531 หน้า 25 – 30. กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 2531. "สาระน่ารู้เกี่ยวกับสารหนู". วารสารวิทยาศาสตร์บริการ. 117, 5 - 10.

กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2531. "พิษวิทยาและประมวลสถานการณ์สารหนูเป็นพิษ ที่อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช". เอกสารกองวิชาการงานโครงการความปลอดภัยในการใช้สารเคมีวัตถุ 2531 หน้า 1 - 35.

กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2530. สารหนู. หน้า 16 - 21.

กองสาธารณสุขภูมิภาค. 2531. รายงานการระบาดและการควบคุมโรคพิษสารหนู ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช. กระทรวงสาธารณสุข หน้า 1 - 9.

จันทร์เพ็ญ ชูประภาวรรณ และ อมร รอดคล้าย. 2533. สรุปผลการติดตามสภาพปัญหาไข้ดำ ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช. 2533. หน้า 6-9.

จริยา อินทรรัศมี. 2537. การลดปริมาณสารหนูในปลาช่อนจากแหล่งที่มีการปนเปื้อนสารหนูโดยวิธีการต้มหรือการทอด (Decreasing of Arsenic in Ophicephalus Stritus From Arsenic Contaminated Place By Boiling or Frying) วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาอนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล. (สำเนา)

ณรงค์ ณ เชียงใหม่. 2534. "ปริมาณสารหนูในแหล่งน้ำ พืช ผัก และเส้นผม ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช", ว .สงขลานครินทร์. 13 (มกราคม -มิถุนายน 2534), 59 - 67.

ดาณิศ ทวีติยานนท์. 2526. "การศึกษาหาปริมาณสารหนูในอาหารทะเล และอวัยวะสุกร". ว. วิจัยสภาวะแวดล้อม. 5, 29 - 39.

เดชา มณีชัย. 2540. "ลักษณะธรณีวิทยาบริเวณ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช". เอกสารประกอบการประชุมเสนอผลงานการแก้ไขปัญหาผลกระทบจากการแพร่กระจายของสารหนู อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช." 2 กรกฎาคม 2540 หน้า 1 - 24.

ตรีรัตน์ ทองบริบูรณ์. 2540. การปนเปื้อนสารหนูในพืชน้ำและสัตว์น้ำ บริเวณตำบลร่อนพิบูลย์ ถึงลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช (Arsenic Contamination in Aquatic Organisms from Tambon Ronpibul to Phanang River Basin Changwat Nakon Si Thammarat) วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (สำเนา)

ธาดา เปี่ยมพงศ์สานต์ และนภา อุดมนิติกุล. 2532. "ระดับของสารหนูในเส้นผมและเล็บของเด็กวัยรุ่นปรกติในอำเภอร่อนพิบูลย์". ว. กรมการแพทย์. 11, 225 - 229.

ธาดา เปี่ยมพงศ์สานต์, ไพศาล ศิวโรรสกุล, ปรียา กุลละวณิชย์, ทองใบ ฮิมมั่นงาน, หาญ วงศ์ไวศยวรรณ, ประยูร เอื้อไพบูลย์, เยาวเรศ นาคแจ้ง, เกริก รัตนอาภา, กิจชัย ศิริวัฒน์. 2532. "พิษสารหนู" : ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางคลีนิคและระดับสารหนูในเส้นผมและเล็บ". ว. กรมการแพทย์. 14, 219 - 229.

นายแพทย์สาธารณสุขจังหวัดนครศรีธรรมราช. 2531. "การแก้ไขปัญหาสารหนูเป็นพิษที่อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช". นครศรีธรรมราช : สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครศรีธรรมราช.

นิติกุล ปลื้มอารมณ์. 2540. "การจัดเก็บกากแร่สารหนู : ปัญหาและอุปสรรค". เอกสารประกอบการประชุมเสนอผลงานการแก้ไขปัญหาผลกระทบจากการแพร่กระจายของสารหนู อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช โรงแรมนิกโก้ 2 กรกฎาคม 2540. หน้า 1 - 24.

ประกาย บริบูรณ์. 2537. "การศึกษาการได้รับสารหนูจากการบริโภคอาหารประจำวัน". เอกสารประกอบการประชุมวิชาการความก้าวหน้าของการศึกษาวิจัยและแนวทางการป้องกันโรคพิษสารหนูเรื้อรัง ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช 24 เมษายน 2539. หน้า 31 – 44.

มงคล พักคง. 2540. "สารปนเปื้อนในแหล่งน้ำ ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช". เอกสารประกอบการประชุมเสนอผลงานการแก้ไขปัญหาผลกระทบจากการแพร่กระจายของสารหนู อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช. โรงแรมนิกโก 2 กรกฎาคม 2540. หน้า 1 - 24.

วิชัย เอกพลากร และ อมรา ทองหงษ์. 2538. "ระบาดวิทยาโรคพิษสารหนู ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช". เอกสารประกอบการประชุมความก้าวหน้าของการศึกษาวิจัยและแนวทางป้องกันโรคพิษสารหนูเรื้อรัง ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช. 11 มิถุนายน 2539.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2530. คู่มือการเก็บและรักษาเพื่อวิเคราะห์โลหะหนัก.

อนงค์ ไพจิตรประภาภรณ์. 2540. "สถานการณ์ปัญหาและการแก้ไขการแพร่กระจายของสารหนู อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช". เอกสารประกอบการประชุมเสนอผลงานการแก้ไขปัญหาผลกระทบจากการแพร่กระจายของสารหนู อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช โรงแรมนิกโก้ 2 กรกฎาคม 2540. หน้า 1 - 24.

อารี สุวรรณมณี. 2533. การแพร่กระจายของสารหนูในสภาพแวดล้อม อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช. (Distribution of Arsenic in the Environment Amphoe Ron Phibun, Changwat Nakhon Si Thammarat) วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (สำเนา)

อัญชลี ศิริพิทยาคุณกิจ, ยุพิน ส่งไพศาล, พงษ์ศักดิ์ วิสุทธิพันธ์, ธวัชชัย วรพงศธร และ มันทนา ประทีปะเสน. 2538. "ความสัมพันธ์ของการได้รับสารหนูเรื้อรังกับการเจริญเติบโตและความสามารถทางสติปัญญาในเด็กวัยเรียน อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช", เอกสารประกอบการประชุมเสนอผลงานการศึกษาและวิจัยโลหะมีพิษในลุ่มน้ำปากพนังและลุ่มน้ำปากพนังและลุ่มน้ำปัตตานี. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 17 ตุลาคม 2540.

APHA, AWWA and WEF. 1995. Standard Methode for the Examination of water and Wastewater. 19 th ed. New York : American Public Health Association.

Binder, S., Sokal, D. and Maughan, D. 1986. "Estimating soil ingestion the use of tracer elements in estimating the amount of soil ingested by young children". Arch Environ Health. 106, 261 - 273.

Binder, S., Forney, D., Kaye, W. and Paschal, D. 1987. "Arsenic exposure in children living near a former copper smelter". Bull Environ Contam Toxicol. 39, 121-124.

Boerzsoenyi, M., Bereczky, A., Csanady, M. and Morrath, A. 1992. "Epidemiological Studies on human Subjects exposed to arsenic in drinking water in Southeast Hungary". Arch Toxicol. 66, 7 - 78.

Boyle, R. W. and Jonasson, I. R. 1973. "The geochemistry of arsenic and it use indicator element in geochemistry prospecting". J. Geochem Explor. 2, 272 - 279.

Carbonell, B., Burlo, A., Carbonell, F. and Mataix, J. B. 1995. "Arsenic uptake, distribution and accumulation in tomato plants: human health risk". Fresenius Environmental Bulletin. 4, 395 - 400.

CEM corporation. 1994. General Guideline for Microwave Sample Preparation. USA.

Chen,T. B., Liu, G. L., Xie, K. Y. and Gan, S. W. 1992. "Arsenic content of arsenic-toxic soil in Hunan Province and its critical levels for crop pollution in the field". Soils and Fertilizers Beijing. 2, 1 - 4.

Creger, T. L. and Peryea, F. J. 1992. "Lead and arsenic in two apricot cultivars and in 'Gala' apples grown on lead arsenate-contaminated soils". HortScience 27, 1277 - 1278.

Das, D., Chatterjee, A., Mandal, B. K., Samanta, G., Chakraborti, D. and Chanda, B. 1995. "Arsenic in ground water in six districts of West bengal, India : the biggest arsenic calamity in the world. Part 2. Arsenic concentration in drinking water, hair, nails, urine, skin - scale and liver tissue (biopsy) of the affected people". Analyst. 120, 917 - 924.

Eisler, R. 1994. "A review of arsenic hazard to plant and animals with emphasis on fishery and wildlife resources", In Arsenic in the environment, part II : Human health and ecosystem effect, 185 – 259. New York : John Wiley & sons.

Jerome, N. O. 1994. Arsenic in the environment Part I. New York : John Wiley & sons.

Kiss, A. S., Oncsik, M., Dombovar, J., Veres, S. and Acs, G. 1992. "Dangers of arsenic drinking and irrigation water to plants and humans. Antagonism of arsenic and magnesium". Acta Agronomica Hungarica. 41, 1 - 2, 3 - 9.

Lawrence, H. K. 1991. Environment Sampling and Analysis A Practical Guide. United States of America : Lewis Publishers.

Marie, E. M. 1990. "An update on arsenic". Clinics in Laboratory Medicine. 10, 459 - 472.

Michael, S. G. 1988. "Arsenic poisoning". West J Med. 149, 308 - 315.

NIOSH. 1987. Manual of analytical methode. 3 rd ed. US. Department of Health, Education, and Welfare, PHS, CDC, NIOSH, DHEW (NIOSH) Publication.

Polissar, L., Lowry, C. K., Kalman, D. A., Hughes, J. P., Van, B.G., Convert, D.C., Bolgiano, D. and Mottet, N. K.1990. "Pathways of human exposure to arsenic in a community surroundings a copper smelter". Environ Res. 53, 29 - 47.

Steve, E. H., Weiping, C. and Rousseaux, C. G. 1995. Bioavailability in Environmental Risk Assessment. Florida : CRC Press.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA.) 1992. Guideline for exposure assessment . Washingtion, D.C.

Varian. 1988. Analytical Methods for Graphite tube Atomizers. Australia.

Williams, M., Fordyce, F. and Paijitprapapon, A. 1996. "Arsenic contamination in surface drainage and groundwater Nakhon Si Thammarat Province, Southern Thailand". Environmental Geology. 27, 16 - 33.

WHO Environmental Health Criteria. 1981. Arsenic. Geneva. 1 - 174.

WHO Environmental Health Criteria. 1984. Guideline For Drinking - Water Quality. Geneva. 1 - 335.

ภาคผนวก

ก. วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่างน้ำ เพื่อการวิเคราะห์โลหะ

(ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2530)

1. ตัวอย่างน้ำบริโภค

1.1 จุดเก็บตัวอย่าง

ก. เก็บตัวอย่างน้ำจากก๊อกน้ำ

ข. เก็บน้ำตัวอย่างจากบ่อน้ำ

1.2 เครื่องมือเก็บตัวอย่างและภาชนะบรรจุ

ใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ หรืออาจใช้ภาชนะบรรจุเก็บภาชนะบรรจุ ใช้ขวดแก้วชนิด บอโรซิลิเคต เช่น ไพเรกซ์หรือขวดพลาสติกสีขาว ซึ่งผ่านการล้างให้ สะอาดด้วยกรดไนตริก 50% ชนิดที่มีความบริสุทธิ์สูง (analytical reagent grade) แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น

1.3 วิธีเก็บตัวอย่าง

1.3.1. เก็บตัวอย่างน้ำจากก๊อกน้ำ

ปล่อยน้ำที่ค้างอยู่ในท่อทิ้งไปก่อน โดยเปิดก๊อกให้น้ำไหลเต็มที่เป็นเวลา 1 – 2 นาที แล้วปรับให้น้ำไหลปานกลางประมาณ 1-2 นาที จึงบรรจุตัวอย่างใส่ขวดเก็บตัวอย่าง

1.3.2. เก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำ

เก็บที่ระดับความลึกประมาณ 20 เซนติเมตร หรือ 1 ฟุต ที่บริเวณกึ่งกลางบ่อหรือจุดกึ่งกลางแหล่งน้ำนั้น หรือในกรณีที่มีจุดสูบน้ำให้เก็บตัวอย่างบริเวณสูบน้ำ

1.3.3. ปริมาณตัวอย่าง

ปริมาณตัวอย่างน้ำใช้ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

1.4 การเก็บรักษาตัวอย่างระหว่างการนำส่ง

ให้นำส่งตัวอย่างโดยเร็วที่สุด ในกรณีที่ไม่สามารถนำส่งได้ทันทีให้เติมกรดไนตริกเข้มข้นชนิดที่มีความบริสุทธิ์สูง (analytical reagent grade) ปริมาณ 1-2 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตัวอย่างน้ำ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตรหรือจนค่าความเป็นกรดเบส (pH) ของตัวอย่างต่ำกว่า 2 และนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4° เซลเซียส

1.5 ฉลากเขียนด้วยหมึกที่กันน้ำได้ และควรมีรายละเอียดดังนี้

1.5.1 หมายเลขกำกับตัวอย่าง

1.5.2 ชนิดของโลหะ ที่ต้องการวิเคราะห์

1.5.3 สถานที่เก็บตัวอย่าง (ตำบล อำเภอ จังหวัด)

1.5.4 วันเวลาที่เก็บ และ หน่วยงานที่ส่ง

1.6 ใบนำส่ง

1.6.1 หมายเลขกำกับตัวอย่าง

1.6.2 ชนิดของโลหะที่ต้องการวิเคราะห์/หรือปัญหาที่เกิดขึ้น

1.7 รายละเอียดของตัวอย่าง

1.7.1 จุดเก็บ

1.7.2 การเก็บรักษา

1.7.3 อุณหภูมิที่เก็บรักษา

1.7.4 วันเวลาที่เก็บ

1.7.5 ชื่อผู้เก็บและหน่วยงานที่ส่ง

1.7.6 รายละเอียดอื่นๆ

1.7.7 แผนผังจุดเก็บตัวอย่างโดยสังเขป

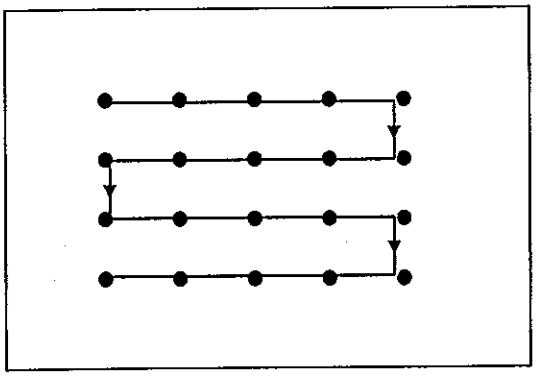
ข. วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่างดิน เพื่อการวิเคราะห์โลหะ

(ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2530)

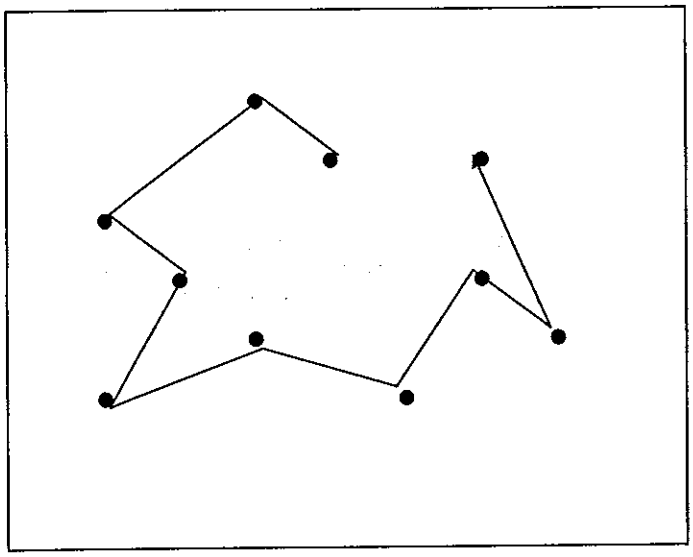
1. จุดเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างดินจากพื้นที่เกษตรกรรมหรือพื้นที่อื่นๆ ซึ่งได้รับผลกระทบจากโลหะหนักในเนื้อที่ไม่เกิน 10 ไร่ ให้สุ่มตัวอย่างประมาณ 10 จุด ถ้าเนื้อที่เกิน 10 ไร่ ให้แบ่งเป็นพื้นที่ย่อย พื้นที่ละประมาณ 10 ไร่ โดยใช้แบบแผนวิธีการเก็บตัวอย่างดังต่อไปนี้

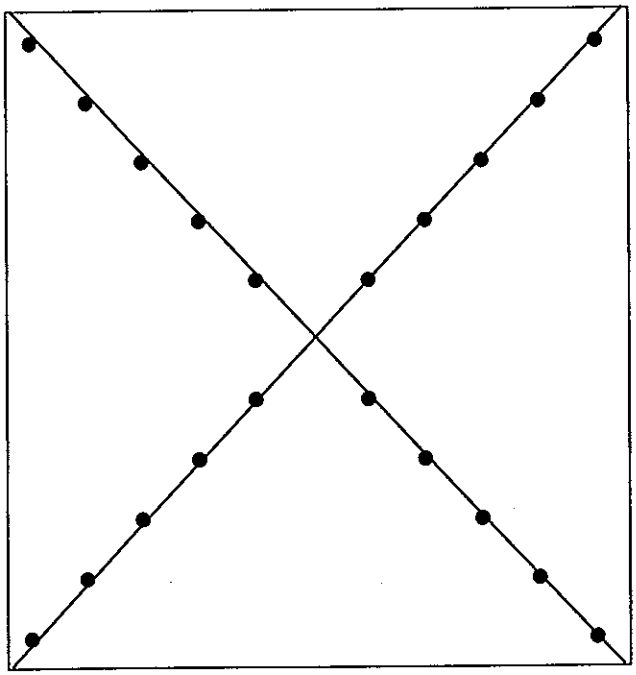
1.1 เก็บโดยให้ระยะระหว่างจุดเก็บตัวอย่างเท่าๆกัน (equal interval)



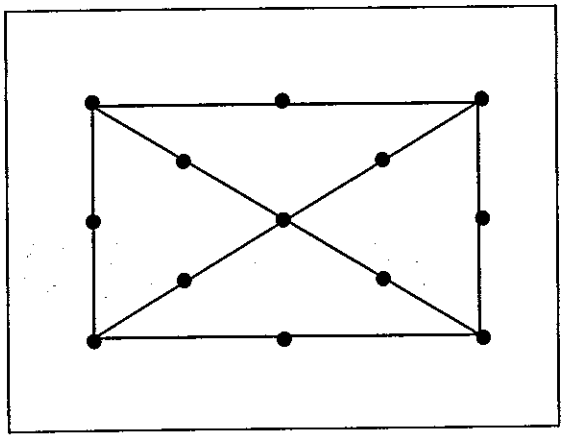
1.2 เก็บโดยการสุ่ม (random sampling) วิธีนี้นิยมใช้กันทั่วไป



1.3 เก็บตามเส้นทแยงมุมโดยเว้นระยะเท่าๆกัน (equal interval on diagonal lines) เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีลักษณะค่อนข้างยาว



1.4 เก็บตามเส้นทะแยงมุมและเส้นรอบข้าง วิธีนี้เหมาะสำหรับพื้นที่ขนาดใหญ่



2. เครื่องมือเก็บตัวอย่างและภาชนะบรรจุ

2.1 เครื่องมือเก็บตัวอย่าง

กรณีศึกษาเฉพาะผิวดินใช้เสียม หรือเครื่องมือขุดเจาะที่สะอาดไม่เป็นสนิม

2.2 ภาชนะบรรจุ ใช้ถุงพลาสติกใหม่ที่สะอาดและแห้งสนิท

3. วิธีการเก็บตัวอย่าง

3.1 การเก็บตัวอย่างดินเพื่อศึกษาปริมาณโลหะบริเวณผิวดิน ให้เก็บตัวอย่างตามจุดเก็บตัวอย่างในข้อ 1. โดยถางหญ้าหรือเศษพืชออกก่อน แล้วใช้เสียมหรือเครื่องมือขุดเจาะดินลงไปเป็นหลุมรูปตัววี (V) ให้ลึกประมาณ 6-7 นิ้วจากผิวดิน ทิ้งดินส่วนที่ขุดครั้งแรกไป แล้วใช้เสียมแซะดินข้างหลุมข้างใดข้างหนึ่งหนาประมาณ 1-2 นิ้ว รวมดินทั้งหมดจากทุกจุดเข้าเป็นตัวอย่างเดียวกัน แล้วเก็บในภาชนะบรรจุ

4. ปริมาณตัวอย่าง เก็บดินตามวิธีการในข้อ 3 โดยเก็บดินอย่างน้อยตัวอย่างละ 1 กิโลกรัม

5. การเก็บรักษาตัวอย่างระหว่างการนำส่ง

5.1 ให้นำส่งตัวอย่างโดยเร็วที่สุด

5.2 ในกรณีที่ไม่สามารถนำส่งได้ทันที ให้เก็บรักษาตัวอย่างไว้ในที่เย็นไม่ให้ถูกความร้อนและแสง

5.3 ฉลาก ควรเขียนด้วยหมึกที่กันน้ำได้และควรมีรายละเอียดดังนี้

5.3.1 หมายเลขกำกับตัวอย่าง

5.3.2 ชนิดของโลหะที่ต้องการวิเคราะห์

5.3.3 สถานที่เก็บตัวอย่าง (ตำบล อำเภอ จังหวัด)

5.3.4 วันเวลาที่เก็บ

5.3.5 ชื่อผู้เก็บและหน่วยงานที่ส่ง

6. ใบนำส่ง

7. หมายเลขกำกับตัวอย่าง

7.1 ชนิดของโลหะที่ต้องการวิเคราะห์และ/หรือปัญหาที่เกิดขึ้น

7.2 รายละเอียดของตัวอย่าง

7.3 สถานที่เก็บ (ตำบล อำเภอ จังหวัด)

8. จุดเก็บ

8.1 วิธีการเก็บ

8.2 การเก็บรักษา

8.3 อุณหภูมิที่เก็บรักษา

8.4 วันเวลาที่เก็บ

8.5 ชื่อผู้เก็บและหน่วยงานที่ส่ง

8.6 รายละเอียดอื่นๆ

8.7 แผนผังจุดเก็บตัวอย่างโดยสังเขป

ค. วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่างผลิตผลการเกษตรจากตลาด

(ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2530)

1. เครื่องมือเก็บตัวอย่างและภาชนะบรรจุ เครื่องมือเก็บตัวอย่าง

1.1 ใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างที่เหมาะสม หรือใช้มือเก็บภาชนะบรรจุ

1.2 อาหารที่เป็นของแข็ง ใช้ถุงพลาสติกชนิดสำหรับบรรจุอาหารที่ใหม่และสะอาด

1.3 อาหารที่เป็นของเหลว ใส่ขวดแก้วหรือขวดพลาสติกที่สะอาด มีฝาปิดสนิท

2.วิธีการเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างผลิตผลการเกษตรหรืออาหาร เพื่อศึกษาการปนเปื้อนของโลหะจากสิ่งแวดล้อมสู่อาหารอันเป็นผลกระทบต่อผู้บริโภค จะต้องเก็บตัวอย่างจากตลาดและแหล่งรวมผลิตผลตามแต่ละท้องที่ โดยใช้หลักเกณฑ์การชักตัวอย่างดังนี้

น้ำหนักอาหารในรุ่นทั้งหมด (ก.ก.)	จำนวนจุดที่เก็บ
น้อยกว่า 50	3
51 – 500	5
501 - 2,000	10
มากกว่า 2,000	15

3. การเก็บรักษาตัวอย่างระหว่างการนำส่ง

ให้นำส่งตัวอย่างโดยเร็วที่สุดในสภาพยังสดอยู่ และ ในกรณีที่ไม่สามารถนำส่งได้ทันทีให้เก็บรักษาตัวอย่างไว้ในสภาพเหมาะสม โดยการแช่เย็นหรือเก็บไว้ในที่เย็น

4. ฉลาก

4.1 ฉลากควรเขียนด้วยหมึกที่กันน้ำได้และควรมีรายละเอียดดังนี้

4.2 หมายเลขกำกับตัวอย่าง

4.3 ชนิดของโลหะที่ต้องการวิเคราะห์

4.4 สถานที่เก็บตัวอย่าง (ตำบล อำเภอ จังหวัด)

4.5 วันเวลาที่เก็บ

4.6 ชื่อผู้เก็บและหน่วยงานที่ส่ง

ง. การทดสอบทางสถิติ

การทดสอบ Kruskal – Wallis H –test

วิธีวิเคราะห์วาเรียนซ์ที่ใช้กับข้อมูลที่ถูกจำแนกทางเดียว ที่มีการแจกแจงแบบ paramitic โดยข้อมูลมาจากตัวแทนมากกว่าสองตัวแทนขึ้นไป เช่น ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ Completely randomized design นั้นจะให้ประสิทธิภาพสูงก็ต่อเมื่อข้อมูลจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดหลายประการ เช่น ความคลาดเคลื่อนจะต้องมีการแจกแจงแบบปกติ และวาเรียนซ์ของประชากรที่ตัวแทนถูกสุ่มมาจะต้องมีค่าเท่ากัน แต่ในทางปฏิบัติอาจได้ข้อมูลที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดดังกล่าว วิธี nonparamitic ที่เรียกว่า Kruskal – Wallis H–test จะสามารถนำมาใช้แทนวิธีวิเคราะห์ดังกล่าวได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลที่มีลักษณะเป็นอันดับสเกล (ordinal scale) ที่ต้องการเสนอลักษณะที่ได้จากการวัดในเชิงคุณภาพ (qualitative scale) ให้มีลักษณะในเชิงปริมาณ (quantitive scale)

วิธีทดสอบแบบ Kruskal – Wallis H–test เป็นวิธีทดสอบที่นำค่าผลรวมของอันดับจากตัวแทนมาใช้จึงถือได้ว่าเป็นการทดสอบแบบ rank sum test ชนิดหนึ่ง

วิธีทดสอบ มีขั้นตอนดังนี้

1. ให้อันดับ (rank) ของค่าสังเกตแต่ละค่าจากข้อมูลทั้งหมด ถ้าค่าสังเกตมีค่าเท่ากัน จะใช้ค่าเฉลี่ยของอันดับ
2. หาผลรวมของค่าอันดับ (rank sum) ของแต่ละตัวแทน
3. คำนวณค่าทดสอบสถิติ H ดังนี้

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^{k} R_i^2/n_i - 3(n+1)$$

โดย

R_i = ผลรวมของค่าอันดับของตัวแทนที่ i

n_i = จำนวนค่าสังเกตุของตัวแทนที่ I

$n = \sum_{i=1}^{k} n_i$

= จำนวนค่าสังเกตุทั้งหมด เมื่อมีตัวแทน k ตัวแทน

การทดสอบแบบ Mann – Whitney U – test

ใช้ในการเปรียบเทียบตัวอย่างสุ่มอิสระ 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแบบ nonparamitic ว่าสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเหมือนกันหรือไม่ หรือมีค่ามัธยฐานเท่ากันหรือไม่ หรือมีค่าเฉลี่ยหรือค่ามัธยฐานแตกต่างกันหรือไม่โดยข้อมูลที่นำมาทดสอบ จะวัดแบบอันดับสเกล (ordinal scale)

สมมุติว่าสุ่มตัวอย่างอิสระจำนวน $n_1 + n_2$ ขั้นตอนการทดสอบมีดังนี้

1. จัดอันดับ (rank) ของข้อมูลตัวอย่างทั้ง 2 ชุด ซึ่งรวมเข้าเป็นชุดเดียวกัน จากค่าน้อยที่สุดไปหาค่าสูงที่สุด ให้ค่าน้อยที่สุดอยู่ในอันดับ 1 และค่าถัดมาเป็นอันดับ 2 และดำเนินการเช่นนี้จนครบ ค่าที่เท่ากันให้อยู่ในอันดับที่เป็นค่าเฉลี่ยของอันดับค่าเหล่านั้น
2. หาผลรวมของอันดับของข้อมูลสำหรับตัวอย่างแต่ละชุด แยกจากกัน โดยกำหนดให้

R_1 = ผลรวมของอันดับที่ของข้อมูลตัวอย่างชุดที่มีจำนวนข้อมูลน้อยกว่า และให้ n_1 เป็นจำนวนข้อมูลชุดที่น้อยกว่า

R_2 = ผลรวมของอันดับที่ของข้อมูลตัวอย่างชุดที่มีจำนวนข้อมูลมากกว่า และให้ n_2 เป็นจำนวนข้อมูลชุดที่มากกว่า

ในกรณีข้อมูลมีจำนวนเท่ากัน n_1 และ n_2 จะเป็นจำนวนชุดใดก็ได้แล้วแต่ผู้ใช้จะกำหนด

3. ค่าทดสอบสถิติคือค่า U คำนวณได้ดังนี้

$$U_1 = n_1 n_2 + = \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$U_2 = n_1 n_2 + = \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_2$$

หรือ $U_2 = n_1 n_2 - U_1$

เปรียบเทียบค่า U_1 และ U_2 ค่าใดน้อยกว่า ค่านั้นจะเป็นค่าทดสอบสถิติ U แล้วดำเนินการทดสอบตามขั้นตอนการทดสอบนัยสำคัญ

จ. ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำดื่ม ดิน และฝุ่นในอากาศ

พื้นที่เสี่ยงสูง

ชื่อ	ปริมาณสารหนูในน้ำดื่ม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ปริมาณสารหนูในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ปริมาณสารหนูในอากาศ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
1. ด.ญ. รุ่งนภา แซ่ว่อง หมู่ 1	0.0010*	17.11	na
2. ด.ช. ศักดิ์จรุง ขวัญแก้ว หมู่ 1	0.0020	28.24	na
3. ด.ช. สุริยะ รามทอง หมู่ 1	0.0010*	87.03	0.107
4. ด.ญ. จุฑารัตน์ ชูจิตร หมู่ 1	0.0460	95.21	0.012
5. ด.ญ. พัชรี พงศ์วัชรี หมู่1	0.0010*	110.75	0.025
6. ด.ช.อุทัย ปานทอง หมู่ 1	0.0010*	26.78	na
7. ด.ช. ธีรวัฒน์ ศรีอุลิต หมู่ 1	0.0010*	49.44	na
8. ร.ร. วัดพิศาลนฤมิตร หมู่ 1	0.0010*	134.55	0.020
9. ร.ร. วัดพิศาลนฤมิตร หมู่ 1	0.0010*	96.50	0.025
10. ร.ร. วัดพิศาลนฤมิตร หมู่ 1	0.0010*	101.63	0.011
11. ด.ญ.จุฑามาศ บุญสุวรรณหมู่ 2	0.0010*	54.54	na
12. ด.ญ. ยุพิน สงพราหมณ์ หมู่ 2	0.0470	72.75	na
13. ด.ช. ไกรศักดิ์ มณีรัตน์ หมู่ 2	0.0040	177.68	na
14. ด.ญ. อรอนงค์ ฤทธิมนตรี หมู่ 2	0.0300	286.99	0.089
15. ด.ญ. สุกัญญา ฤทธชัย หมู่ 2	0.0010*	50.27	na
16. ด.ช.อัศนีย์ เทพพานิช หมู่ 2	0.0120	404.68	0.038
17. ด.ญ. รพีพร แซ่ลิ่ม หมู่ 2	0.0380	99.81	na
18. ด.ญ. ปาริชาติ รอดจันทร์ หมู่ 2	0.0100	140.63	0.008
19. ด.ช. กฤษณะ สิทธิศักดิ์ หมู่ 2	0.0110	510.93	na
20. ด.ช. วิษณุ ชิดเดชะ หมู่ 2	0.0100	455.19	na
21. ด.ญ. ฤทัยรัตน์ มุลี หมู่ 2	0.0020	241.68	na
22. ด.ญ. สุนิสา นนท์ศักดิ์ หมู่ 2	0.0030	425.00	na

ชื่อ	ปริมาณสารหนูในน้ำดื่ม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ปริมาณสารหนูในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ปริมาณสารหนูในอากาศ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
23. ด.ช. เฉลิมศักดิ์ นันทพงศ์ หมู่ 2	0.0020	257.93	na
24. ด.ช. ณัฏวุฒิ แต้สกุล หมู่ 2	0.0030	16.32	na
25. ด.ญ. นุชนาฏ จุลสุวรรณ หมู่ 2	0.0050	15.61	na
26. ด.ช.สุพพกรณ์ พัฒนมณีย์หมู่ 2	0.0050	353.37	na
27. ด.ช. ธีรวัฒน์ ติ่งชุ่ม หมู่ 2	0.0020	150.68	na
28. ด.ญ. สุกัญญา คงช่วย หมู่ 2	0.0030	40.05	na
29. ร.ร.วัดร่อนนา หมู่ 2	0.0100	117.90	0.009
30. ร.ร.วัดร่อนนา หมู่ 2	0.0010*	149.85	0.005
31. ร.ร.วัดร่อนนา หมู่ 2	0.0010*	119.85	0.003
32. ด.ญ. วลีรัตน์ ทองวิจิตร หมู่ 12	0.0020	20.25	na
33. ด.ญ. พรทิพย์ ย่องฮั้น หมู่ 12	0.0020	22.37	na
34. ด.ญ.ศุภลักษณ์ ศัญนุจิตติ์หมู่12	0.0310	16.06	na
35. ด.ญ. เอมวิภา ประสิทธิ์ชัยกิจ12	0.0010*	43.66	na
36. ด.ญ. กาจนา รอดระกำ หมู่ 12	0.0230	122.50	0.081
37. ด.ญ. สุภาพร วิชิตวาที หมู่ 12	0.0010*	37.28	na
38.ด.ญ. กรทอง ชลสุวรรณรัตน์ 12	0.0010*	13.22	na
39. ด.ญ. อังศุมาลิน คงปราณ 12	0.0010*	12.50	na
40. ด.ญ. เกศสุดา พิบูลย์ หมู่ 12	0.0060	22.43	0.053
41. ด.ญ. บูรพา บุญแสน หมู่ 12	0.0020	15.05	na
42. ด.ญ. นทีทิพย์ แป้นเพชร หมู่ 12	0.0020	10.53	na
43. ด.ช. นิรุทธิ์ บุญศรีกุล หมู่ 12	0.0090	40.58	0.181
44. ด.ช. ปิยะวัฒน์ ศรีวิเชียร หมู่ 12	0.0010*	37.03	na
45. ด.ช. วัชระ สุขช่วย หมู่ 12	0.0020	23.37	na
46. ด.ญ ศุภจิต สังวรณ์นนท์ หมู่ 12	0.0010*	19.00	na
47. ด.ญ.บุษยาภรณ์ ทองเกตุหมู่ 12	0.0000*	22.73	na

ชื่อ	ปริมาณสารหนูในน้ำดื่ม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ปริมาณสารหนูในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ปริมาณสารหนูในอากาศ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
48. ด.ช.ทนงศักดิ์ อินทร์นิมิตร 12	0.0000*	21.03	na
49. ร.ร. ร่อนพิบูลย์ หมู่ 12	0.0010*	134.55	0.090
50. ร.ร. ร่อนพิบูลย์ หมู่ 12	0.0010*	298.50	0.005
51. ร.ร. ร่อนพิบูลย์ หมู่ 12	0.0010*	101.63	0.011
52. ด.ญ. นารีรัตน์ สุขเปรม หมู่ 13	0.0000*	7.51	na
53. ด.ญ. จิตรา คงภูยาว หมู่ 13	0.0040	69.31	0.071
54. ด.ญ. ธันยพร อุตรนาค หมู่ 13	0.0020	39.33	na
55. ด.ญ. ขนิษฐา มีทอง หมู่ 13	0.0020	50.30	0.050
56. ด.ช. ปรัชญา สงค์ดวง หมู่ 13	0.0020	35.50	na
57. ด.ญ. นุสรา แซ่จิ้ว หมู่ 13	0.0020	24.71	na
58. ด.ญ. รัตติกร จู้พันธ์ หมู่ 13	0.0030	148.56	0.052
59.ด.ญ. กนกวรรณ อ่องสวัสดิ์ 13	0.0020	20.58	na
พื้นที่เสี่ยงต่ำ			
1. ด.ญ. ทิพวรรณ ยอดระบำ หมู่ 3	0.0020	15.58	na
2. ด.ญ. ทิวารัตน์ เปลี่ยนวงศ์ หมู่ 3	0.0040	5.85	na
3. ด.ญ. กาญจนา แก้วสองสี หมู่ 3	0.0030	75.62	0.027
4. ด.ญ. รัตนาพร จรจัด หมู่ 3	0.0010*	12.20	na
5. ด.ญ. พรรณทิพย์ สุขย้อย หมู่ 3	0.0010*	27.28	0.005
6.ด.ญ. ทัศวรรณ จันทร์อุดม หมู่ 6	0.0012*	15.90	na
7.ด.ช. ณัฏพงศ์ ช่วยพิทักษ์ หมู่ 6	0.0015*	16.28	0.054
8. ด.ญ. พิมลรัตน์ ดุกทอง หมู่ 6	0.0010*	9.28	na
9. ด.ช. จอมเพชร กระวีพันธ์ หมู่ 6	0.0017*	10.78	na
10. ด.ญ. สุภาภรณ์ นันทพงศ์ หมู่ 6	0.0010*	7.12	na
11. ด.ญ. ปองรัตน์ ศุภนาม หมู่ 6	0.0018*	4.32	na
12.ด.ญ.วันวิสาข์ กาญจนเสนา หมู่ 6	0.0010*	7.78	na

ชื่อ	ปริมาณสารหนูในน้ำดื่ม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ปริมาณสารหนูในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ปริมาณสารหนูในอากาศ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
13. ด.ช. พงศ์พันธ์ ชูศรี หมู่ 6	0.0010*	8.08	na
14. ร.ร. มัชฌิมภูผา หมู่ 6	0.0010*	5.84	0.015
15. ร.ร. มัชฌิมภูผา หมู่ 6	0.0015*	19.04	0.020
16. ร.ร. มัชฌิมภูผา หมู่ 6	0.0018*	14.03	0.018
17. ด.ช. ณัฐมนตรี แซ่ด่าน หมู่ 7	0.0000*	12.78	na
18. ด.ช. ชัยฤทธิ์ บัวทองแก้ว หมู่ 7	0.0010*	23.42	na
19. ด.ญ. ศรัญญา ใจดี หมู่ 7	0.0090	82.75	na
20. ด.ญ. ดวงกมล บุญทองใหม่ หมู่ 7	0.0010*	44.40	0.094
21. ด.ช. ศราวุฒิ สุขบางนพ หมู่ 7	0.0020	9.65	na
22. ด.ช. โชคชัย สุวรรณปาน หมู่ 7	0.0020	32.05	na
23. ด.ช. วราห์ อาจไพลิน หมู่ 7	0.0020	19.98	na
24. ด.ญ. สุวรรณี คงศรี หมู่ 7	0.0020	11.06	0.022
25. ด.ญ. ศุภลักษณ์ เพชรมี หมู่ 7	0.0010*	10.88	na
26. ด.ญ. ฉันทวรรณ สุขจ้อง หมู่ 7	0.0040	31.52	na
27. ด.ญ. วิไลวรรณ ขรรดิษฐ์ หมู่ 7	0.0060	88.63	na
28. ด.ช. ศุภชัย หมูทองจันทร์ หมู่ 7	0.0010*	38.25	0.017a
29. ด.ช. ฐิติเทพ สุขศรี หมู่ 7	0.0020	7.44	na
30. ด.ช. วาสุเทพ เลิศวิไล หมู่ 7	0.0020	16.24	na
31. ร.ร วัดเขาน้อย หมู่ 7	0.0010*	31.09	0.025
32. ร.ร วัดเขาน้อย หมู่ 7	0.0010*	34.65	0.030
33. ร.ร วัดเขาน้อย หมู่ 7	0.0010*	26.12	0.018
34. ด.ญ. สุนารี ศรีชัย หมู่ 8	0.0018*	7.55	0.032
35. ด.ญ. สุนารี ศรีชัย หมู่ 8	0.0010*	7.50	0.028
36. ด.ญ. สุนารี ศรีชัย หมู่ 8	0.0012*	7.48	0.029

ชื่อ	ปริมาณสารหนูในน้ำดื่ม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ปริมาณสารหนูในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ปริมาณสารหนูในอากาศ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
37.ด.ญ. รัตติยา มุนีจักร์ หมู่ 9	0.0010*	16.24	na
38. ด.ญ. กนกทิพย์ จันทร์สุข หมู่ 9	0.0000*	6.87	na
39. ด.ช ประเสริฐ ไชยทองงาม หมู่ 9	0.0012*	6.54	na
40. ด.ช. สมชาย รณศิริ หมู่ 9	0.0000*	7.706	0.034
41. ด.ช. จักรชัย ใจซื่อ หมู่ 9	0.0010*	5.53	na
42. ด.ญ. กุศล ปิ่นเมฆ หมู่ 9	0.0012*	2.950	0.022
43. ด.ช. วิรัตน์ แก้วจำนงค์ หมู่ 9	0.0013*	3.98	0.047
44. ร.ร. บ้านม่วงงาม หมู่ 9	0.0020	8.41	0.033
45. ร.ร. บ้านม่วงงาม หมู่ 9	0.0020	1.73	0.025
46. ร.ร. บ้านม่วงงาม หมู่ 9	0.0020	9.18	0.034
47.ด.ช. รัฐภูมิ ชูศรี หมู่14	0.0020	17.800	na
48. ด.ญ.ชญาพร จันทรเสถียร หมู่14	0.0020	39.869	na
49. ด.ญ. ภัทรพร เอียดเหตุ หมู่ 14	0.0030	13.080	na
50. ด.ญ. จินจุฑา โชติรัตน์ หมู่ 14	0.0040	11.869	0.009
51. ด.ญ.เพ็ญนภา ศรีพิทักษ์ หมู่ 14	0.0030	17.940	na
52. ด.ช. วราวุฒิ ดิษราชา หมู่ 14	0.0050	37.060	0.028
53.ด.ช. ศักดิ์นรินทร์ จงกลพืช หมู่ 14	0.0040	15.069	na
54. ด.ช. สุรเชษฐ์ บุษยาภา หมู่ 14	0.0000*	47.219	na
55 ด.ช. อดิศักดิ์ จันทร์บุญแก้ว 14	0.0000*	15.900	0.007
56. ร.ร วัดเนกขัมมาราม หมู่ 14	0.0010*	27.390	0.005
57. ร.ร วัดเนกขัมมาราม หมู่ 14	0.0010*	27.230	0.007
58. ร.ร วัดเนกขัมมาราม หมู่ 14	0.0020	34.070	0.011
59. ดญ. ธัญญรัตน์ แสงประทีปทวี หมู่ 16	0.0020	3.031	na
60. ด.ญ. จิราภรณ์ ราโชกาญจน์ หมู่ 16	0.0030	7.825	0.075

ชื่อ	ปริมาณสารหนูในน้ำดื่ม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ปริมาณสารหนูในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ปริมาณสารหนูในอากาศ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
61. ด.ญ. สุนิสา นิยมผล หมู่ 16	0.0030	4.819	na
62. ด.ญ. วรรณา บัวจีน หมู่ 16	0.0040	10.875	0.017
63. ด.ญ. นงลักษณ์ ทองเพิ่ม หมู่ 16	0.0010*	2.019	na
64.ด.ญ. นารีรัตน์ คงกุล หมู่ 16	0.0060	26.300	0.052
พื้นที่ควบคุม			
1. ด.ช. จรูญ จินดารัตน์ หมู่ 4	0.0000*	1.02	na
2. ด.ญ. สุพัฒน์ เหตุหมัน หมู่ 4	0.0001*	1.02	0.0000*
3. ด.ญ. วนิดา เหฟตุโดย หมู่ 4	0.0001*	3.04	na
4. ด.ช. ประสงค์ คงแก้ว หมู่ 4	0.0000*	5.74	0.0001*
5. ด.ช. อภิสิทธิ์ รองเดช หมู่ 4	0. 0011*	1.02	na
6. ด.ช. ดาเหรด ทิ้งทอง หมู่ 4	0.0001*	6.63	0.0001*
7. ด.ญ. อิสรา เส็นหล๊ะ หมู่ 4	0.0001*	5.11	na
8. ด.ญ. ซารีนา หวานแก้ว หมู่ 4	0.0000*	1.02	na
10. ร.ร. บ้านเขาพระ หมู่ 4	0.0000*	8.81	0.0000*
11. ร.ร. บ้านเขาพระ หมู่ 4	0.0000*	5.02	0.0000*
12. ร.ร. บ้านเขาพระ หมู่ 4	0.0000*	5.24	0.0000*
12.ด.ช. จิรายุ กาสัน หมู่ 5	0.0000*	3.65	na
13. ด.ช. อำพล บรรเทา หมู่ 5	0.0001*	11.11	na
14. ด.ช. สฤษดิ์ เหล็มหนู หมู่ 5	0.0001*	8.92	0.0001*
15. ด.ญ. วิมล บุญมิ่ง หมู่ 5	0.0001*	5.26	na
16. ด.ญ.นัสนี เหตุโดย หมู่ 5	0.0000*	9.06	0.0000*
17. ด.ญ.อังคณา ดลเด็ม หมู่ 5	0.0000*	7.09	na
18. ด.ญ. จันทิมา ศิริวรรณ หมู่ 5	0.0000*	5.03	0.0000*
19. ด.ญ. จิตจิรา รองสวัสดิ์ หมู่ 5	0.0000*	9.56	na

ชื่อ	ปริมาณสารหนูในน้ำดื่ม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ปริมาณสารหนูในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ปริมาณสารหนูในอากาศ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
20. ด.ญ. อำพร แก้วบุปผา หมู่ 5	0.0001*	10.28	na
21. ด.ญ.จิราวรรณ สุวรรณเพชร หมู่ 5	0.0001*	4.84	na
22. ด.ช. มานพ ปลดทุกข์ หมู่ 6	0.0000*	4.71	0.0001*
23. ด.ญ.ราณา นาวาเดช หมู่ 6	0.0000*	2.31	0.0000*
24. ด.ช. อนุ ตามชันนะ หมู่ 6	0.0001*	2.09	na
25. ด.ญ.จันทิรา หมันโต๊ะหมาด หมู่ 6	0.0002*	7.35	na
26. ด.ช. จาตุรงค์ ศรีสุวรรณ หมู่ 6	0.0000*	5.51	na
27. ด.ช. ประพันธ์ อินทโส หมู่ 6	0.0002*	5.26	0.0001*
28. ด.ญ.อริษา หลงหลี หมู่ 6	0.0000*	1.02	na
29. ด.ช. ภูวดล กาสัน หมู่ 6	0.0001*	5.02	na
30. ด.ญ. อลิษา ดูหมาด หมู่ 6	0.0001*	2.30	na
31. ด.ช. ฮาบูบัก หมาดหวัง หมู่ 6	0.0001*	4.23	na
32. ด.ญ. สุกัญญา ฟักสัน หมู่ 6	0.0000*	5.20	na
33. ด.ช. พิทยา นวลทอง หมู่ 6	0.0001*	1.02	na

หมายเหตุ

na = ไม่มีตัวอย่างในพื้นที่นั้น

* = undetectable

ฉ. แบบสัมภาษณ์

เลขที่แบบสัมภาษณ์ ☐☐☐

แบบสัมภาษณ์

เรื่อง พฤติกรรมเสี่ยงและแหล่งที่มาของการได้รับสารหนูในเด็กนักเรียน ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

คำแนะนำ ให้กาเครื่องหมาย / ลงใน ( ) หน้าข้อความที่ต้องการ

ชื่อเด็กนักเรียน.....น้ำหนัก.....กก. สูง.....ซม.

บ้านเลขที่.....หมู่ที่.....ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....

...ชื่อผู้สัมภาษณ์.....วันที่สัมภาษณ์.....

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

1. เพศ 1)ชาย 2) หญิง ☐

2. อายุ.....ปี (วัน/ เดือน/ ปีเกิด) ☐☐

3. ศาสนา 1) พุทธ 2) อิสลาม ☐

4. ชื่อโรงเรียน.....เรียนอยู่ชั้น..... ☐

5. อยู่พื้นที่นี้มาแล้ว.....ปี ☐☐

6. อาชีพหลักของบิดา

1) เกษตรกรรม 4) รับจ้าง ☐

2) รับราชการ 5) ค้าขาย

3) ลูกจ้างประจำ 6) อื่นๆ ระบุ.....

7. อาชีพหลักของมารดา

1) เกษตรกรรม 4) รับจ้าง ☐

2) รับราชการ 5) ค้าขาย

3) ลูกจ้างประจำ 6) อื่นๆ ระบุ.....

8. ผู้ปกครองเคยทำงาน ขุดแร่ ร่อนแร่ แต่งแร่ มาก่อน ☐

1) ใช่ 2) ไม่ใช่

9. มีก้อนแร่ไว้ในบ้าน ☐

1) ไม่มี 2) มีเล็กน้อย 3) มีปริมาณมาก

ตอนที่ 2 พฤติกรรมการใช้น้ำ

น้ำเพื่อการบริโภค

10. ปกติดื่มน้ำอะไรเป็นประจำที่บ้าน

1) น้ำฝน 2) น้ำบ่อตื้น 3) น้ำบาดาล ☐

4) น้ำประปา 5) น้ำบรรจุขวด 6) อื่นๆ ระบุ.....

11. ปกติดื่มน้ำอะไรเป็นบางครั้งที่บ้าน

1) น้ำฝน 2) น้ำบ่อตื้น 3) น้ำบาดาล ☐

4) น้ำประปา 5) น้ำบรรจุขวด 6) อื่นๆ ระบุ.....

12. ปกติดื่มน้ำอะไรเป็นประจำที่โรงเรียน

1) น้ำฝน 2) น้ำบ่อตื้น 3) น้ำบาดาล ☐

4) น้ำประปา 5) น้ำบรรจุขวด 6) อื่นๆ ระบุ.....

13. ปกติดื่มน้ำอะไรเป็นบางครั้งที่โรงเรียน

1) น้ำฝน 2) น้ำบ่อตื้น 3) น้ำบาดาล ☐

4) น้ำประปา 5) น้ำบรรจุขวด 6) อื่นๆ ระบุ.....

14. มีการปรับปรุงน้ำ ก่อนนำมาประกอบอาหาร

1) ทุกครั้ง 2) เป็นบางครั้ง 3) ไม่ปรับปรุง ☐

15. นำน้ำมาต้มก่อนใช้ดื่ม

1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

16. นำน้ำมากรองด้วยเครื่องกรองสำเร็จรูปก่อนใช้ดื่ม

1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

17. นำน้ำมากรองด้วย อิฐ ถ่าน ทราย ก่อนใช้ดื่ม

1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

น้ำเพื่อการอุปโภค

18. ใช้น้ำอะไรมาหุงข้าว

1) น้ำฝน 2) น้ำบ่อตื้น 3) น้ำบาดาล ☐

4) น้ำประปา 5) น้ำบรรจุขวด 6) อื่นๆ ระบุ.....

19. มีการปรับปรุงน้ำ ก่อนนำมาประกอบอาหาร

1) ทุกครั้ง 2) เป็นบางครั้ง 3) ไม่ปรับปรุง ☐

20. นำน้ำมาต้มก่อนใช้ดื่ม

1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

21. นำน้ำมากรองด้วยเครื่องกรองสำเร็จรูปก่อนใช้ดื่ม

1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

22. นำน้ำมากรองด้วย อิฐ ถ่าน ทราย ก่อนใช้ดื่ม

1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

23. ปกติล้าง ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ ก่อนรับประทาน

1) ใช่ 2) ไม่ใช่

24. ใช้น้ำอะไร ล้าง ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์

1) น้ำฝน 2) น้ำบ่อตื้น 3) น้ำบาดาล ☐

4) น้ำประปา 5) น้ำบรรจุขวด 6) อื่นๆ ระบุ.....

25. มีโอ่ง แทงก์น้ำ สำหรับเก็บน้ำฝนไว้ใช้

1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

26. มีฝาปิดภาชนะเก็บน้ำฝน

1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

27. ทำความสะอาดภาชนะเก็บน้ำฝน

1) เป็นประจำ 2) นานๆครั้ง 3) ไม่เคยเลย

28. อาบน้ำเป็นประจำทุกวัน

1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

29. น้ำที่ใช้อาบ

1) น้ำฝน 2) น้ำบ่อตื้น 3) น้ำบาดาล ☐

4) น้ำประปา 5) น้ำบรรจุขวด 6) อื่นๆ ระบุ.....

30. สระผมเป็นประจำทุกวัน

1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

ตอนที่ 3 พฤติกรรมการรับประทานอาหาร

31. ล้างมือก่อนรับประทานอาหาร ☐

1) ใช่ 2) ไม่ใช่

32. รับประทานอาหารวันละ.....มื้อ ☐

33. ใช้ช้อน/ ส้อม ในการรับประทานอาหารทุกครั้ง

1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

34. เวลารับประทานอาหารวางอาหารบน

1) โต๊ะ 2) เสื่อ 3) พื้นปูน ☐

4) พื้นไม้ 5) พื้นดิน

35. อาหารที่รับประทานเป็นประจำ

35.1) ผักสด 1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

35.2) ผลไม้สด 1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

35.3) ปลาน้ำจืด 1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

35.4) หอยน้ำจืด 1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

35.5) ปูน้ำจืด 1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

35.6) กุ้งน้ำจืด 1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

35.7) อาหารทะเล 1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

35.8) เป็ด 1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

35.9) ไก่ 1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

35.10) หมู 1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

35.11) โค 1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

35.12) ไข่ไก่ ไข่เป็ด 1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

35.13) กะปิ 1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

35.14) หัวมัน 1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

35.15) หัวเผือก 1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

35.16) หัวกลอย 1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

35.17) หน่อไม้ 1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

35.18) ถั่วลิสง 1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

35.19) อื่น ๆ..... ☐

36. ผักสดที่รับประทานเป็นประจำ

36.1) ผักบุ้ง	1) ใช่	2) ไม่ใช่	☐
36.2) ผักกระเฉด	1) ใช่	2) ไม่ใช่	☐
36.3) โหระพา	1) ใช่	2) ไม่ใช่	☐
36.4) ถั่วงอก	1) ใช่	2) ไม่ใช่	☐
36.5) กระถิน	1) ใช่	2) ไม่ใช่	☐
36.6) กระเพรา	1) ใช่	2) ไม่ใช่	☐
36.7) ถั่วฝักยาว	1) ใช่	2) ไม่ใช่	☐
36.8) ผักคะน้า	1) ใช่	2) ไม่ใช่	☐
36.9) แตงกวา	1) ใช่	2) ไม่ใช่	☐

37. ผลไม้สดที่รับประทานเป็นประจำ

37.1) แตงโม	1) ใช่	2) ไม่ใช่	☐
37.2) สับประรด	1) ใช่	2) ไม่ใช่	☐
37.3) มะละกอ	1) ใช่	2) ไม่ใช่	☐
37.4) กล้วย	1) ใช่	2) ไม่ใช่	☐
37.5) มะม่วง	1) ใช่	2) ไม่ใช่	☐
37.6) ฝรั่ง	1) ใช่	2) ไม่ใช่	☐
37.7) ส้ม	1) ใช่	2) ไม่ใช่	☐
37.8) ลูกจันทน์	1) ใช่	2) ไม่ใช่	☐

38. ที่บ้านปลูกผักไว้รับประทานเอง

1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

39. ปกติ ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ ที่รับประทานได้มาจากแหล่งใดระบุ..... ☐

40. เคยรับประทานยาสมุนไพร ☐

1) เคย 2) ไม่เคย

ตอนที่ 4 พฤติกรรมการเล่น

41. ถนนที่อยู่ใกล้บ้านมีฝุ่น

1) มาก 2) ปานกลาง 3) น้อย ☐

42. ที่บ้านมีฝุ่น

1) มาก 2) ปานกลาง 3) น้อย ☐

43. ที่โรงเรียนมีฝุ่น

1) มาก 2) ปานกลาง 3) น้อย ☐

44. ดินที่บ้านเป็นดินประเภทใด

1) กากขี้แร่ 2) ดินลูกรัง 3) ดินปนทราย ☐

4) ดินเหนียว 5) ดินร่วน

45. ดินที่โรงเรียนเป็นดินประเภทใด

1) กากขี้แร่ 2) ดินลูกรัง 3) ดินปนทราย ☐

4) ดินเหนียว 5) ดินร่วน

46. พื้นภายในโรงเรียน

1) พื้นดิน 2) พื้นปูน 3) พื้นไม้ ☐

47. พื้นภายในบ้าน

1) พื้นดิน 2) พื้นปูน 3) พื้นไม้ ☐

48. ชอบเล่นข้างนอกห้องเรียนเป็นประจำ

1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

49. ชอบเล่นข้างนอกบ้านเป็นประจำ

1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

50. ชอบเล่นดิน/ ทรายเป็นประจำ

1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

51. ที่บ้านเลี้ยงสัตว์หรือไม่

1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

52. ชอบอุ้ม/ เล่นกับสัตว์เลี้ยง

1) มาก 2) ปานกลาง 3) น้อย ☐

53. ตัดเล็บเป็นประจำ

1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

54. ชอบอมหรือ ดูดนิ้วมือ

1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

55. ชอบเอาสิ่งของเข้าไปในปากเพื่อ อม ดูด หรือแทะเล่น

1) ใช่ 2) ไม่ใช่ ☐

56. ถ้าตอบว่าใช่ สิ่งของนั้นสะอาดหรือไม่

1) สะอาด 2) สกปรกมาก 3) สกปรกน้อย ☐

57. ชอบเล่นที่ไหนเป็นประจำ

1) ลานดินนอกบ้านตัวเอง 2) ลานดินนอกบ้านเพื่อน 3) ริมคลอง ☐

4) เล่นน้ำในคลอง 5) สนามหญ้านอกบ้าน 6) อื่นๆ ระบุ.....

58. มักเปื้อนฝุ่น/ ดิน หลังจากเล่นเสร็จ ☐

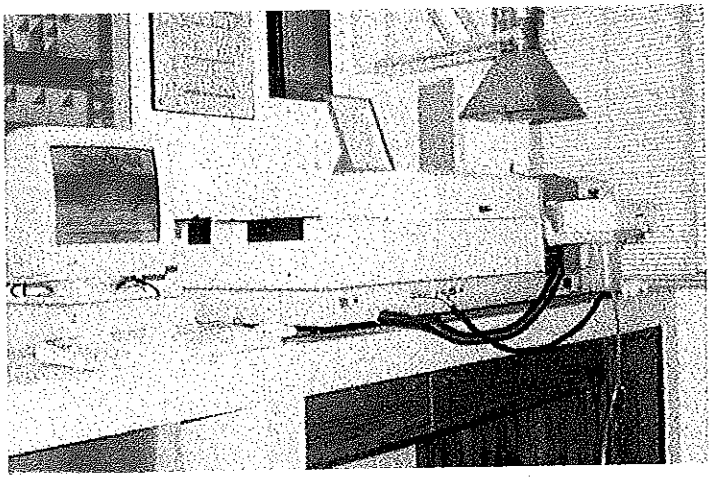
1) ใช่ 2) ไม่ใช่

59. ระยะเวลาที่ใช้ในการเล่นครั้งละประมาณ ☐

1) 2 ชั่วโมง

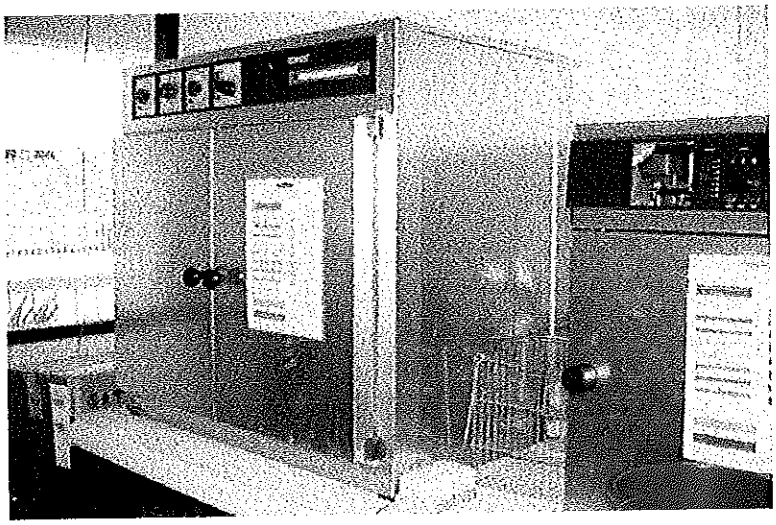
2) 2-3 ชั่งโมง

3) มากกว่า 3 ชั่วโมง

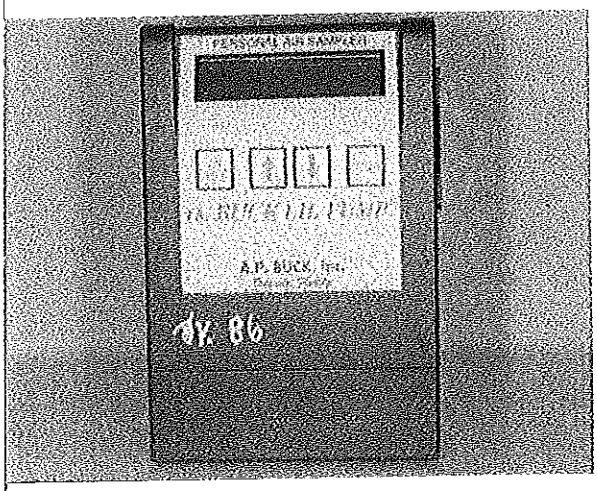


ภาพประกอบผนวก 1 เครื่องอะตอมมิกแอบซอบชั่น สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ แบบกราไฟต์ เฟอร์เนส
(Graphite furnance atomic absoption spectrophotometer)

ภาพประกอบผนวก 2 เครื่องย่อยไมโครเวฟ (Microwave digestion)

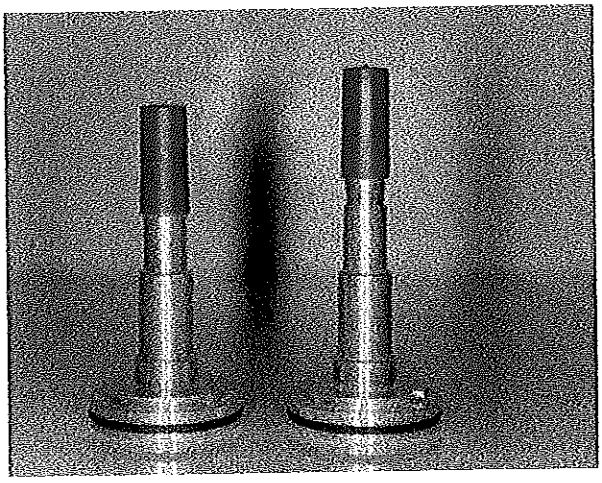


ภาพประกอบผนวก 3 ตู้อบความร้อน (Drying oven)



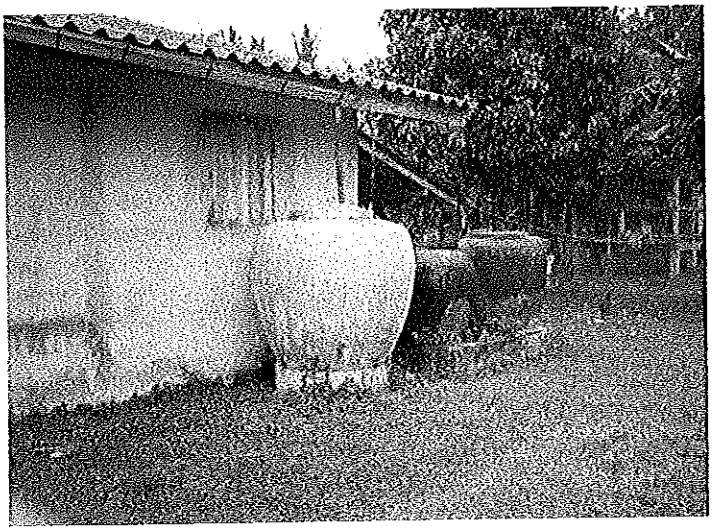
าพประกอบผนวก 4 เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศส่วนบุคคล

(Personal air sampling pump)



ภาพประกอบผนวก 5 ไซโคลนเก็บอากาศ

(Cyclone)



ภาพประกอบผนวก 6 โอ่งน้ำสำหรับเก็บน้ำฝน

ภาพประกอบผนวก 7 ถนนทางเข้าหมู่บ้าน

ภาพประกอบผนวก 8 สนามเด็กเล่น

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาว กิตติยา รักษ์วงศ์

วัน เดือน ปี เกิด 3 มิถุนายน 2517

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีที่สำเร็จการศึกษา**
วิทยาศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยมหิดล	2540
(สาธารณสุขศาสตร์)	คณะสาธารณสุขศาสตร์	