

รายงานการวิจัยเรื่อง
ผลสัมฤทธิ์ของการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโรคพิษสารหนู
อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช พ.ศ.2548

The results of arsenic poisoning researches in Ronpibul
district, Nakhon Si Thammarat province, 2005

นายแพทย์ยุทธนา ศิลปรัสมิ
นายอำพร ณ นิโรจน์ และคณะ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจาก
สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข (สวรส.)

บทคัดย่อ การวิจัย เรื่อง ผลสัมฤทธิ์ของการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโรคพิษสารหนู

อำเภอรัตนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช พ.ศ.2548

นักวิจัย นายแพทย์ยุทธนา ศิลปรัสมิ* นายอำพร ณ นิโรจน์ และคณะ

จังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีการทำเหมืองแร่ดีบุก โดยเฉพาะในเขตตำบลรัตนพิบูลย์ อำเภอรัตนพิบูลย์ มีการทำเหมืองแร่ดีบุกมานานมากกว่า 60 ปี น้ำทิ้งและเศษแร่จากกระบวนการทำเหมืองแร่ดีบุกดังกล่าว ถูกปล่อยทิ้งสู่แหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อมโดยไม่ได้มีการบำบัด ทำให้เกิดสารหนูปนเปื้อนสู่แหล่งธรรมชาติและสะสมในสิ่งแวดล้อม มีผลทำให้ประชาชนได้รับสารหนูจากการอุปโภคบริโภคน้ำในแหล่งน้ำตามธรรมชาติและบ่อน้ำตื้น ป่วยเป็นโรคพิษสารหนูเรื้อรัง (Chronic Arsenic) โดยมีอุบัติการณ์ครั้งแรกเมื่อเดือนกันยายน พ.ศ.2530 จากสถานการณ์ดังกล่าวทำให้หน่วยงานและองค์กรต่างๆ ได้พยายามหาแนวทางแก้ไขปัญหาตามบทบาทภารกิจที่รับผิดชอบ และมีการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสารหนูและโรคพิษสารหนูในอำเภอรัตนพิบูลย์ อย่างต่อเนื่อง

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเอกสาร โดยการรวบรวมรายงานการวิจัยเกี่ยวกับสารหนูและโรคพิษสารหนู ในอำเภอรัตนพิบูลย์ และเป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยการสัมภาษณ์ประชาชน ในตำบลรัตนพิบูลย์ และสัมภาษณ์หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ในจังหวัดนครศรีธรรมราช มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1)ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโรคพิษสารหนู ของอำเภอรัตนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช 2)เพื่อจัดทำชุดข้อมูลและสารสนเทศเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโรคพิษสารหนูของอำเภอรัตนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ให้ผู้สนใจสามารถใช้เป็นแหล่งศึกษาหรือนำไปใช้ในทางปฏิบัติ 3)เพื่อนำผลสัมฤทธิ์จากการศึกษาวิจัย มาบูรณาการและเชื่อมโยงระหว่างประเด็นปัญหา สาเหตุ วิธีการแก้ไขปัญหาและองค์ความรู้เกี่ยวกับโรคพิษสารหนูในรูปแบบของ Mind Mapping

ผลการศึกษา สามารถสืบค้นรายงานการวิจัยเกี่ยวกับสารหนูในอำเภอรัตนพิบูลย์ ได้ 75 เรื่อง นำมาจัดหมวดหมู่ตามประเด็นต่างๆ และจัดทำเป็นชุดสารสนเทศเผยแพร่ทางเว็บไซต์ของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพัทลุง และได้จัดทำ Mapping ที่สามารถศึกษา(โดยไม่ต้องใช้ระบบอินเทอร์เน็ต) ผลสัมฤทธิ์จากการวิจัยในส่วนขององค์ความรู้สามารถรวบรวมองค์ความรู้ได้ครอบคลุมในหลายประเด็น เช่น ความเป็นมา ระบาดวิทยา การปนเปื้อน การบำบัด พฤติกรรมเสี่ยง เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าประชาชนในตำบลรัตนพิบูลย์ มีความรู้เกี่ยวกับสารหนูและโรคพิษสารหนูในระดับดี และมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้พื้นที่เหมาะสม หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้มีการดำเนินการหรือร่วมกับภาคส่วนที่เกี่ยวข้องดำเนินการแก้ปัญหาโรคพิษสารหนูตามบทบาทภาระหน้าที่ เช่น การให้ความรู้แก่ประชาชนเกี่ยวกับสารหนูและโรคพิษสารหนู และการจัดทำแผนและบูรณาการแผนการแก้ไขปัญหาสารหนู เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ ควรมีการมอบหมายให้มีผู้รับผิดชอบองค์ความรู้จากการวิจัย ปรับปรุงฐานข้อมูลชุดสารสนเทศเพื่อการสืบค้นให้ทันสมัยอยู่เสมอ การทำวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาผลสัมฤทธิ์ให้ครอบคลุมในประเด็นอื่นๆด้วยและให้ชุมชน หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้มีส่วนร่วมในทุกกระบวนการของการวิจัย และควรเพิ่มบทบาทของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะหน่วยงานส่วนท้องถิ่น

Abstract : The Results of arsenic poisoning researches in Ronpibul district ,
Nakhon Si Thammarat province, 2005

Researchers : Yuttana Silaparatsamee ,Aumphorn Na ni rojana ,et al

Ronpibul is district in Nakhon Si Thammarat province where tin minning occurred 60 years ago. Arsenic contaminated into natural water resources and people shallow water wells was known for decade. Hundred of chronic arsenic poisoning patients led government officials , researchers and citizen to study arsenic contaminated problem in the area thoroughly and continuously during 18 years. Results of studies in form of articles , topics , research result papers , government programs and projects were published in several journals , literatures , personal documents ect .

This study is to collect all these scattered research articles together . Classified them into main topics such as ; situation analysis , etiology , propagation, risk , remedy and rehabilitation. Constructing relationship of knowledge among main topics in form of mind mapping and transform this informations into IT ; website “ <http://www.ptho.moph.go.th/arsenic/index.htm>.”, or CD - rom. “Arsenic ,Ronpibul Nakhon Si Thammarat ”31- 10 - 48 For easy access , and utilization.

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง “ผลสัมฤทธิ์ของการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโรคพิษสารหนู อำเภอ ร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช พ.ศ.2548” ฉบับนี้สำเร็จได้จากความร่วมมือของทุกๆฝ่าย ซึ่งได้แก่ทีมผู้วิจัย ประชาชน ผู้นำท้องถิ่นทุกระดับตั้งแต่ระดับหมู่บ้าน ตำบล เทศบาล หัวหน้าส่วนราชการและโรงพยาบาลร่อนพิบูลย์ ที่ร่วมกันจัดทำกิจกรรมต่างๆ ตามโครงการอย่างมุ่งมั่น และทุ่มเทตลอด โครงการ ได้แก่ การประชุม ระดมสมองในการทบทวนปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การกำหนดกิจกรรมในการแก้ปัญหา การเก็บข้อมูล และการจัดตั้งศูนย์ปฏิบัติการต่างๆ เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสถาบันวิจัยระบบสุขภาพ(สวรส) ภาคใต้ ได้ให้การสนับสนุนงบประมาณตลอดโครงการวิจัยในครั้งนี้

คณะผู้วิจัยจึงขอขอบคุณทุกหน่วยงานและผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน ดังกล่าวข้างต้นเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัย

คำนำ

รายงานการวิจัยฉบับนี้ เป็นผลการดำเนินการตามโครงการจัดการงานวิจัยเพื่อแก้ปัญหาโรคพิษสารหนู ในส่วนของ ผลสัมฤทธิ์ของการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโรคพิษสารหนู อำเภอรัตนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งต้องการรวบรวมองค์ความรู้และผลสัมฤทธิ์จากงานวิจัยต่าง ๆ มาบูรณาการและเชื่อมโยงระหว่างประเด็นปัญหา สาเหตุ วิธีการแก้ไขปัญหาและองค์ความรู้เกี่ยวกับโรคพิษสารหนูในรูปของ Mapping และจัดทำชุดข้อมูลและสารสนเทศเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโรคพิษสารหนู ในพื้นที่ดังกล่าว ให้ผู้เกี่ยวข้อง(Stakeholder) จากทุกภาคส่วนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางปฏิบัติได้ วิธีดำเนินการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษางานวิจัยที่เกิดขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530 – พ.ศ.2546 แล้วนำมาประชุมเพื่อสรุปประเด็นที่สำคัญตามเป้าหมายโดยกระบวนการมีส่วนร่วม ของคณะผู้วิจัย ประชาชน ผู้นำท้องถิ่นทุกระดับตั้งแต่ระดับหมู่บ้าน องค์การบริหารส่วนตำบล เทศบาล หัวหน้าส่วนราชการและผู้เชี่ยวชาญ จนสามารถจัดทำเป็นชุดสารสนเทศและได้เผยแพร่ทางเว็บไซต์ให้ผู้สนใจสืบค้นได้ที่ <http://www.ptho.moph.go.th/arsenic/index.htm> และสรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับโรคพิษสารหนูในรูปของ Mapping เผยแพร่ให้ผู้สนใจได้ศึกษาต่อไป อย่างไรก็ตามรายงานการวิจัยฉบับนี้ในบางส่วนอาจจะมีรายละเอียดของเนื้อหาที่ไม่ครบถ้วน ทั้งนี้เนื่องจากมีข้อจำกัดในการดำเนินการวิจัยบางประการเกี่ยวกับการรวบรวมผลงานวิจัยที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ผู้เกี่ยวข้อง (Stakeholder) หรือผู้สนใจ จากทุกภาคส่วนได้สืบค้นและศึกษาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในทางปฏิบัติทั้งในด้านการศึกษาวิจัย ค้นคว้าต่างๆ หรือการแก้ปัญหาโรคพิษสารหนูของอำเภอรัตนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่เป็นรูปธรรมและยั่งยืน ต่อไป

คณะผู้วิจัย

มิถุนายน 2548

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
คำนำ	ง
สารบัญ	จ-ฉ
สารบัญตาราง	ซ-ซ
สารบัญรูปภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์	1
ขอบเขตการวิจัย	2
คำถามการวิจัย	2
ระยะเวลาดำเนินการ	2
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	2
ข้อจำกัดความในการวิจัย	3
การวิเคราะห์ข้อมูล	3
งบประมาณ	3
กรอบแนวคิดในการวิจัย	4
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
วรรณกรรมที่เกี่ยวกับโรคพิษสารหนู แนวทางการควบคุม และนโยบายของรัฐ	5
วรรณกรรมเกี่ยวกับการวิจัยและการบริหารงานวิจัย	14
วรรณกรรมเกี่ยวกับการประเมินผล	21
วรรณกรรมเกี่ยวกับการจัดการองค์ความรู้	24
วรรณกรรมเกี่ยวกับระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ	26
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	
รูปแบบการวิจัย	30
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	30
การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง	30
วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	30
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	31
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	32

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย (ต่อ)	
การประมวลผลข้อมูล	32
การวิเคราะห์ข้อมูล	32
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
การจัดทำชุดข้อมูลและสารสนเทศเพื่อการสืบค้น	33
ผลสัมฤทธิ์จากการวิจัย	34
1.องค์ความรู้จากการวิจัย	
- ความเป็นมา	34
- ระบาดวิทยาโรคพิษสารหนู	35
- การปนเปื้อน	36
- สาเหตุ,พฤติกรรมเสี่ยง	38
- ปัจจัยเสี่ยง	39
- ผลกระทบ	40
- การแก้ไขปัญหา	44
2.สถานการณ์ปัจจุบัน	
- จากการสัมภาษณ์ประชาชน	48
- จากการติดตามบทบาทและการดำเนินงานของหน่วยงาน	59
บทที่ 5 อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	71
บรรณานุกรม	75

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำประเภทต่าง ๆ จำแนกตามหน่วยงานที่กำหนด	11
ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์จำแนกตามพื้นที่	48
ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับเรื่องสารหนู หรือโรคพิษสารหนูในอดีต	51
ตารางที่ 4 จำนวนและร้อยละของการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับเรื่องสารหนู หรือโรคพิษสารหนูในปัจจุบัน	52
ตารางที่ 5 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์วัดความรู้เกี่ยวกับสารหนูถูกต้อง จำแนกรายข้อ	53
ตารางที่ 6 จำนวนและร้อยละของระดับความรู้ เกี่ยวกับสารหนู จำแนกตามพื้นที่	54
ตารางที่ 7 จำนวนและร้อยละของพฤติกรรมการใช้ น้ำของประชาชน ก่อน พ.ศ.2547 จำแนกตามพื้นที่เสี่ยง	54
ตารางที่ 8 จำนวนและร้อยละของพฤติกรรมการใช้ น้ำของประชาชน ตั้งแต่ พ.ศ.2547 ถึงปัจจุบัน จำแนกตามพื้นที่เสี่ยง	55
ตารางที่ 9 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานที่ให้การสนับสนุนในการจัดหา น้ำสะอาด หรือบำบัดน้ำดื่ม น้ำใช้ ในปัจจุบัน จำแนกตามพื้นที่เสี่ยง	57
ตารางที่ 10 ร้อยละของประชาชนในพื้นที่เสี่ยงสูง ที่มีความคาดหวังต่อหน่วยงานภาครัฐ/ ท้องถิ่นในการจัดการเรื่องสารหนู และ โรคพิษสารหนู ในด้านต่างๆ	58
ตารางที่ 11 ร้อยละของประชาชนในพื้นที่เสี่ยงต่ำ ที่มีความคาดหวังต่อหน่วยงานภาครัฐ/ ท้องถิ่นในการจัดการเรื่องสารหนู และ โรคพิษสารหนู ในด้านต่างๆ	59
ตารางที่ 12 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานที่ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม ประเภทของหน่วยงาน	60
ตารางที่ 13 ร้อยละของหน่วยงานที่มีภารกิจเกี่ยวกับสารหนูในอำเภอรัตนพิบูลย์ จำแนกตามหน้าที่ความรับผิดชอบ	60
ตารางที่ 14 แสดงจำนวนหน่วยงานที่มีหน้าที่ความรับผิดชอบเกี่ยวกับสารหนูในอำเภอ รัตนพิบูลย์ จำแนกตามหน้าที่ความรับผิดชอบแต่ละด้าน	61
ตารางที่ 15 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานที่ให้ความรู้แก่ประชาชน จำแนกตาม ประเภทของหน่วยงาน	61
ตารางที่ 16 รายชื่อหน่วยงานและความถี่ที่ให้ความรู้ประชาชนเกี่ยวกับโรคสารหนู จำแนกตามประเภทของหน่วยงาน	62

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 17 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานที่จัดหาน้ำสะอาดสำหรับอุปโภค และบริโภคแก่ประชาชน จำแนกตามประเภทของหน่วยงาน	63
ตารางที่ 18 รายชื่อหน่วยงานและวิธีการที่ให้ความรู้ประชาชนเกี่ยวกับโรคสาร์ฮน จำแนกตามประเภทของหน่วย	63
ตารางที่ 19 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานที่การจัดทำแผนงานและบูรณาการ แผนการแก้ไขปัญหาโรคพิษสาร์ฮน จำแนกตามประเภทของหน่วยงาน	64
ตารางที่ 20 จำนวนหน่วยงานที่จัดทำแผนงานและบูรณาการแผนการแก้ไขปัญหา โรคสาร์ฮน จำแนกตามแผนงานที่ดำเนินการในแต่ละด้าน	64
ตารางที่ 21 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานดำเนินการรักษาพยาบาลและติดตาม ผลการรักษาผู้ป่วยโรคสาร์ฮนจำแนกตามประเภทของหน่วยงาน	65
ตารางที่ 22 จำนวนผู้รับการรักษาพยาบาลและติดตามผลการรักษาผู้ป่วยโรคสาร์ฮน จำแนกตามประเภทของหน่วยงาน	65
ตารางที่ 23 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานดำเนินการควบคุมปัญหาและเฝ้าระวัง การปนเปื้อนสาร์ฮนในสิ่งแวดล้อม จำแนกตามประเภทของหน่วยงาน	66
ตารางที่ 24 แสดงจำนวนของหน่วยงานที่ดำเนินการควบคุมปัญหาและเฝ้าระวัง การปนเปื้อนสาร์ฮนในสิ่งแวดล้อม จำแนกตามวิธีการที่ดำเนินการ	66
ตารางที่ 25 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานที่ดำเนินการการปรับสภาพ การบำบัดและ หาแนวทางแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนของสาร์ฮนในสิ่งแวดล้อม จำแนกตาม ประเภทของหน่วยงาน	67
ตารางที่ 26 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานที่ดำเนินการส่งเสริมรายได้และการปลูก พืชเศรษฐกิจทดแทนที่ใช้เป็นอาหาร รวมทั้งระบบตลาดแบบครบวงจร จำแนกตามประเภทของหน่วยงาน	68
ตารางที่ 27 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานที่ดำเนินการรณรงค์เพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ของประชาชนในการป้องกันและควบคุมโรคพิษสาร์ฮน จำแนกตามประเภท ของหน่วยงาน	68
ตารางที่ 28 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานที่ให้การสนับสนุนการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ การป้องกันและแก้ไขปัญหาโรคสาร์ฮนจำแนกตามประเภทของหน่วยงาน	69
ตารางที่ 29 จำนวนของหน่วยงาน จำนวนเรื่อง และงบประมาณที่ให้การสนับสนุนการศึกษา วิจัยเกี่ยวกับการป้องกันและแก้ไขปัญหาโรคสาร์ฮนจำแนกตามหน่วยงาน	69

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ชุดสารสนเทศ เพื่อสืบค้นรายงานการวิจัยสารหนู ในอำเภอรัตนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช	33
ภาพที่ 2 ชุดสารสนเทศ เพื่อสืบค้นรายงานการวิจัยสารหนู ด้วย Mind map ในอำเภอรัตนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช	34

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นจังหวัดหนึ่งในจำนวน 16 จังหวัดในประเทศไทย ที่มีแหล่งแร่ดีบุก พลวง วุลแฟลม และแร่อาร์เซนไพไรต์ ซึ่งมีสารหนูเป็นเพื่อนแร่ปะปนอยู่มาก โดยเฉพาะในเขตตำบล ร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช มีการทำเหมืองแร่ดีบุกมานานมากกว่า 60 ปี น้ำและเพื่อนแร่ที่จากกระบวนการทำเหมืองแร่ดีบุกดังกล่าว ถูกปล่อยทิ้งสู่แหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อมโดยไม่ได้มีการบำบัด ทำให้สารหนูปนเปื้อนสู่แหล่งธรรมชาติและสะสมในสิ่งแวดล้อม จากการปนเปื้อนดังกล่าวมีผลทำให้ประชาชน โดยเฉพาะในตำบลร่อนพิบูลย์ ซึ่งได้รับสารหนูจากการอุปโภคบริโภคในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ และบ่อน้ำดื่มป่วยเป็นโรคพิษสารหนูเรื้อรัง (Chronic Arsenic) โดยมีอุบัติการณ์ครั้งแรกเมื่อเดือน กันยายน พ.ศ.2530 จากสถานการณ์ดังกล่าวทำให้หน่วยงานและองค์กรต่างๆ ได้พยายามหาแนวทางแก้ไข ปัญหาตามบทบาทภารกิจที่รับผิดชอบได้แก่ การให้ความรู้ประชาชนเกี่ยวกับโรคใช้ตำหรือพิษสารหนูเรื้อรัง การจัดหาน้ำสะอาด การจัดกลบกองขี้แร่ การค้นหาและตรวจรักษาผู้ป่วย การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปนเปื้อนของสารหนูเป็นต้น โดยดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2530 จนถึงปัจจุบัน ประมาณ 18 ปี

ในส่วนของการศึกษาวิจัยนั้น มีนักวิจัยทั้งจากภาครัฐและภาคเอกชน ในสถาบันต่างๆ ทั้งหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องและสถาบันการศึกษาได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสารหนูในประเด็นต่างๆ มากมาย เช่น การศึกษาด้านวิทยาการระบาดของสารหนู, ด้านผลกระทบทางเศรษฐกิจ สังคม, ด้านพฤติกรรมสุขภาพของประชาชน, ด้านการป้องกัน ควบคุม การเฝ้าระวัง และการรักษาผู้ป่วย ฯลฯ โดยในการศึกษาวิจัยดังกล่าว แต่ละครั้งเกิดผลสัมฤทธิ์จากการวิจัยและผู้วิจัยได้มีสรุปและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหาโรคพิษสารหนูในประเด็นต่างๆ ไว้ เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องได้นำไปเป็นแนวทางปฏิบัติ แต่สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะดังกล่าว นั้น ผู้เกี่ยวข้องนำไปใช้ประโยชน์ได้ยาก ดังนั้นเพื่อให้เกิดการรวบรวมหรือบูรณาการผลสัมฤทธิ์จากการศึกษาวิจัยดังกล่าว จึงได้ดำเนินการศึกษาวิจัยนี้ขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโรคพิษสารหนู ของอำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช
2. เพื่อจัดทำชุดข้อมูลและสารสนเทศเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโรคพิษสารหนูของอำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ให้ผู้สนใจสามารถใช้เป็นแหล่งศึกษาหรือนำไปใช้ในทางปฏิบัติ
3. เพื่อนำผลสัมฤทธิ์จากการศึกษาวิจัย มาบูรณาการและเชื่อมโยงระหว่างประเด็นปัญหา สาเหตุ วิธีการแก้ไขปัญหาและองค์ความรู้เกี่ยวกับโรคพิษสารหนูในรูปของ Mind Mapping

ขอบเขตในการศึกษาวิจัย

ศึกษาเฉพาะรายงานการวิจัยต่างๆ ที่ดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับการปนเปื้อนของสารหนูในประเด็นต่างๆ พื้นที่ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งแต่ปี พ.ศ.2530 - 2546

การสำรวจผลสัมฤทธิ์ของงานวิจัย สอบถามจากประชาชนในตำบลร่อนพิบูลย์ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเฉพาะในจังหวัดนครศรีธรรมราช

คำถามในการวิจัย

1.ตั้งแต่ ปีพ.ศ.2530-พ.ศ.2546เป็นต้นมามีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับโรคพิษสารหนูของอำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช อะไรบ้าง และมีผลสัมฤทธิ์จากการวิจัยอย่างไร

2.Mapping ที่เกิดจากการนำผลสัมฤทธิ์จากการศึกษาวิจัย มาบูรณาการและเชื่อมโยงระหว่างประเด็นปัญหา สาเหตุ วิธีการแก้ไขปัญหาและองค์ความรู้เกี่ยวกับโรคพิษสารหนูเป็นอย่างไร

ระยะเวลาดำเนินการ

1 กรกฎาคม 2547 – 31 มีนาคม 2548

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการปนเปื้อนของสารหนู หมายถึง การศึกษาวิจัยทางวิทยาการระบาด, การจัดการน้ำสะอาด, การรักษาพยาบาล, หรือประเด็นอื่นๆ ของโรคพิษสารหนู ที่ศึกษาจากประชากรหรือกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งแต่ ปี 2530 – 2546

ผลสัมฤทธิ์ของการวิจัย หมายถึง ผลสืบเนื่องจากการวิจัยได้แก่ องค์ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการวิจัย และหรือข้อเสนอแนะจากการวิจัย การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ของผู้เกี่ยวข้องในการป้องกันและแก้ไขปัญหาโรคพิษสารหนูและสถานการณ์ปัจจุบันของโรคพิษสารหนูอันเป็นผลมาจากการดำเนินการในระยะเวลาที่ผ่านมา

Mind mapping หมายถึง แผนภูมิที่นำเสนอหรือแสดงรายละเอียดความเชื่อมโยงของข้อมูลหรือสารสนเทศ อย่างเป็นระบบ เริ่มตั้งแต่ประเด็นใหญ่แล้วขยายหรือแจกแจงรายละเอียดไปสู่ประเด็นย่อยให้สามารถศึกษาหรือสืบค้นได้โดยง่าย

ข้อจำกัดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ในส่วนของสถานการณ์ปัจจุบัน ในประเด็น การปนเปื้อนของสารหนูในสิ่งแวดล้อม และระดับสารหนูในคน ใช้ข้อมูลทุติยภูมิ จากชุมชน โรงพยาบาลร่อนพิบูลย์และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ในส่วนของรายงานการวิจัยที่เกี่ยวกับสารหนู ในอำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัด นครศรีธรรมราช เป็นเอกสารที่ได้จากการสืบค้นจากหลายแหล่ง รายงานการวิจัยบางฉบับอาจจะมีข้อมูลไม่ครบทุกประเด็น

องค์ความรู้ที่สรุปจากการวิจัยครั้งนี้ยังไม่ได้เปรียบเทียบกับองค์ความรู้จากผลการวิจัยในพื้นที่อื่นๆ หรือต่างประเทศ เนื่องจากเป็นการศึกษางานวิจัยที่ดำเนินการในพื้นที่อำเภอร่อนพิบูลย์ เท่านั้น

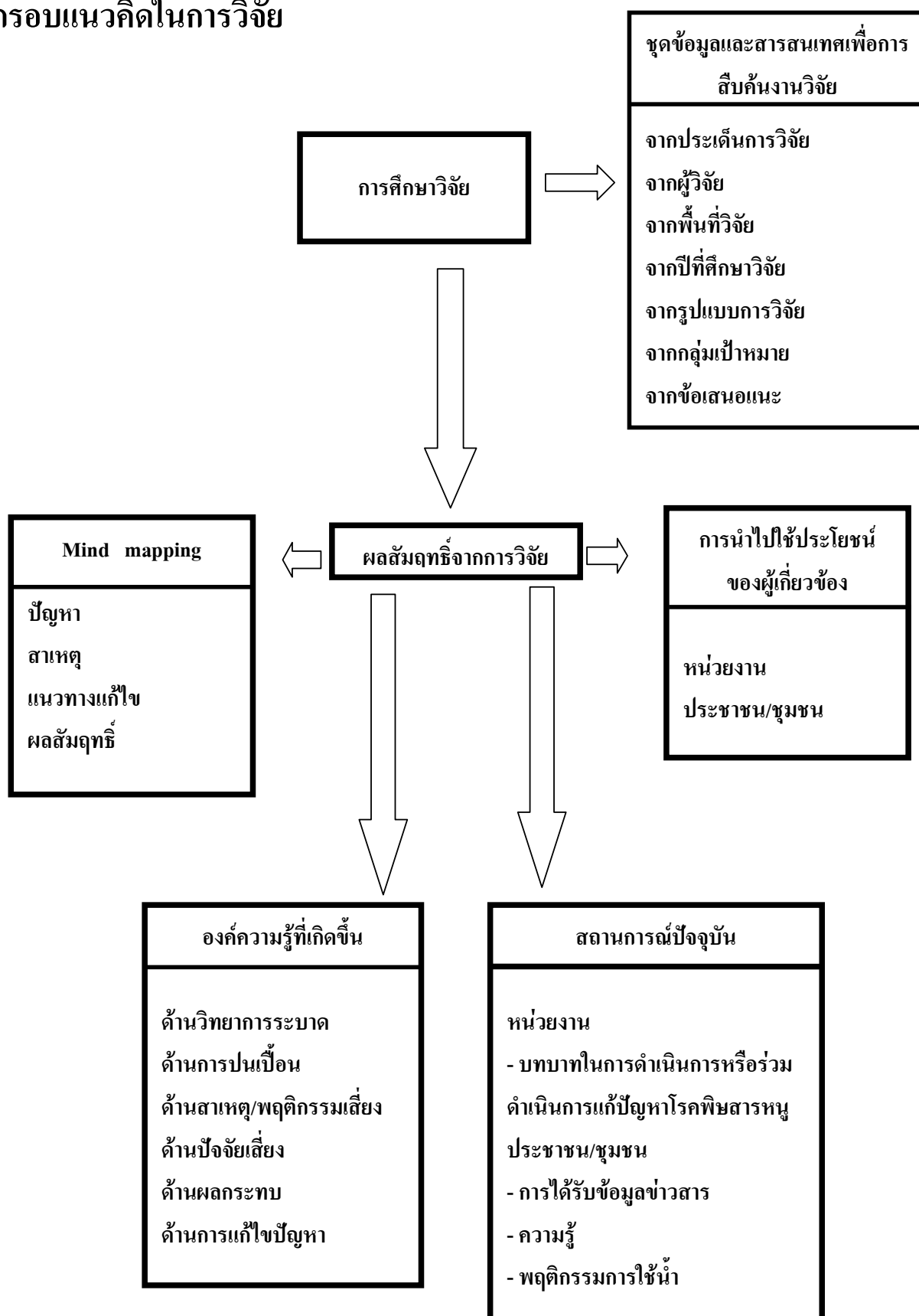
การวิเคราะห์ข้อมูล

ตรวจสอบความถูกต้องและครบถ้วนของข้อมูลในแบบสัมภาษณ์ บันทึกและประมวลผลด้วย โปรแกรม SPSS for windows สถิติที่ใช้ คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติอื่นๆ ที่เหมาะสม

งบประมาณ

ได้รับการสนับสนุนจากสถาบันวิจัยระบบสุขภาพ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการดำเนินงานวิจัยให้มีประสิทธิภาพ โดยสามารถสรุปประเด็นต่าง ๆ ได้ดังนี้

- 2.1 วรรณกรรมเกี่ยวกับโรคพิษสารหนู, แนวทางการควบคุมและนโยบายของรัฐ
- 2.2 วรรณกรรมเกี่ยวกับการวิจัยและการบริหารงานวิจัย
- 2.3 วรรณกรรมเกี่ยวกับการประเมินผลโครงการ
- 2.4 วรรณกรรมเกี่ยวกับการจัดการองค์ความรู้
- 2.5 วรรณกรรมเกี่ยวกับการจัดระบบสารสนเทศและการสื่อสาร

2.1 วรรณกรรมเกี่ยวกับโรคพิษสารหนู แนวทางการควบคุมและนโยบายของรัฐ

2.1.1 ประเภทของสารหนู⁽¹⁾

สารหนู (Arsenic) มีน้ำหนักอะตอม 74.9216 เลขอะตอม 33 มีเลขรหัสสารซึ่งใช้ประกอบใน Matcrial Data Sheet (MSDS) คือ CAS-No.7440-38-2 และ UN 1588 สารหนูมีสมบัติเป็นทั้งโลหะและอโลหะ พบในรูปธาตุหรือโลหะ (Element or Mctallic aarsenic) ส่วนในรูปของสารประกอบ (Arsenic compounds) พบทั้งสารประกอบอนินทรีย์ (Inorganic aresnic) และสารประกอบอินทรีย์ (Organic arsenic) ซึ่งสารประกอบอนินทรีย์ที่พบบากจะมีอยู่ 2 รูป คือ อนุมูลประจุ +3 หรือ อาร์ซีนัด (arsenite) และ +5 หรือ อาร์ซีนิต (arsenate)

2.1.2 สมบัติทางกายภาพและทางเคมี

สารหนูในรูปอิสระเป็นสารที่พบได้ยากในธรรมชาติ ส่วนใหญ่พบในส่วนประกอบของแร่ต่าง ๆ ในรูปอาร์ซีนัด (arsenide) ของโลหะ เช่น ทองแดง นิลเกิล เหล็ก และโคบอลต์ เป็นต้น และพบในรูปอาร์ซีนิกซัลไฟด์ (arsenic sulfide) ได้แก่ เรียวกา (realgar, AsS) หรือ เตตาอาร์ซีนิกเตตาซัลไฟด์ (tetraarsenic tetrasulfide , As₄S₄) อาร์ซีนโนไพไรต์ (arsenopyrite, FeAsS) และออพิเมนต์ (orpiment, As₂S₃) หรืออาจพบในรูปออกไซด์ สารหนูมีจุดเดือด 616 องศาเซลเซียส และระเหยได้เร็วมาก ที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส มีจุดหลอมเหลว 817 องศาเซลเซียสภายใต้บรรยากาศ 760 มิลลิเมตรปรอท เมื่อไอของสารหนูมีการเย็นตัวทันทีทันใดจะเปลี่ยนสีเป็นสีเหลือง แต่จะไม่มีสมบัติทางโลหะอีกต่อไป สารหนูสีเหลืองนี้จะเปลี่ยนสีกลับไปเป็นสีน้ำเงินแกมเทาหรือสีดำ เมื่อได้รับแสงอุลตราไวโอเลตในระยะเวลานานขึ้น โดยสมบัติของสารหนูแต่ละประเภทมีดังนี้

(1) ประเภทโลหะ (Element or Metallic arsenic, As_4) เกิดจากการหลอมของ อาร์ซีนไพไรต์ (arsenopyrite, $FeAsS$) หรือ โลลิ่งไจต์ (lollingite, $FeAs_2$) ที่อุณหภูมิ 650-700 องศาเซลเซียส ในสภาวะที่มีออกซิเจน ซึ่งจะได้โลหะสารหนู (As_4) ที่มีลักษณะเป็นของแข็ง หรือ ผง ไม่ละลายน้ำ มี 3 ชนิด คือ

(1.1) ของแข็งสีเทา (metallic arsenic) มีจุดหลอมละลาย 817 องศาเซลเซียส (ในสถานะปิตสนิท ภายใต้ความดัน 36 บรรยากาศ) เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ ไม่ทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟูริก หรือกรดไฮโดรคลอริกที่เย็น แต่ทำปฏิกิริยากับกรดไนตริกหรือกรดซัลฟูริกที่ร้อน เมื่อเผาจะให้เปลวไฟสีน้ำเงิน และควันสีขาวของอาร์ซีนิกไตรออกไซด์ (arsenic trioxide, As_2O_3) พร้อมกลั่นคล้ายกระเทียม

(1.2) ของแข็งสีเหลือง (yellow arsenic) เกิดจากการหลอมอาร์ซีนิกไตรออกไซด์ (arsenic trioxide, As_2O_3) ร่วมกับซัลไฟต์ ซึ่งจะได้สารหนูมีลักษณะเป็นผงสีเหลืองมีความถ่วงจำเพาะ 1.97 และเปลี่ยนรูปเป็นของแข็งสีเทาได้ง่ายเมื่อถูกแสงหรือความร้อน

(1.3) แอมมอฟัสอาร์ซีนิก (amorphous arsenic) มีสีดำ ความถ่วงจำเพาะ 3.7 และสามารถเปลี่ยนรูปเป็นของแข็งสีเทาได้ที่อุณหภูมิ 270 องศาเซลเซียส

2. ประเภทสารประกอบอนินทรีย์ของสารหนู (Inorganic arsenic compounds)

(2.1) อาร์ซีนิกไตรออกไซด์ (arsenic trioxide, As_2O_3) ซึ่งได้จากการถลุง โลหะอาร์ซีนไนด์ (arsenide) หรือ แร่กำมะถันที่มีสารหนูประกอบอยู่ เช่น อาร์ซีนไพไรต์ (Arsenopyrite, $FeAsS$) เมื่อโลหะหรือแร่ดังกล่าวถูกเผาที่อุณหภูมิ 650-670 องศาเซลเซียส ไอระเหยจากการเผาจับตัวตามผนังของปล่องไฟมีลักษณะเป็นผงสีขาวที่เรียกกันว่า อาร์ซีนิกไตรออกไซด์ และหากผงสีขาวของอาร์ซีนิกไตรออกไซด์ละลายน้ำจะได้กรดอาร์เซนัส (arsenous acid, H_3AsO_3) นอกจากนี้ยังละลายได้ในกรดไฮโดรคลอริกและในด่าง ซึ่งสารหนูจะละลายอยู่ในรูปของอาร์ซีนไนด์ (arsenite : $As(III)$)

(2.2) อาร์ซีนิกเพนทอกไซด์ (arsenic pentoxide) หรืออาร์ซีนิกแอนไฮไดรด์ (arsenic anhydride, As_2O_5) เป็นสารเคมีที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของอาร์ซีนิกไตรออกไซด์กับกรดไนตริก เมื่อนำสารละลายนี้ไประเหย นำส่วนที่เหลือขจัดน้ำออกไปจะได้ผลึกหรือผงสีขาวของอาร์ซีนิกเพนทอกไซด์ และจะถูกเปลี่ยนไปเป็นอาร์ซีนิกไตรออกไซด์ได้ด้วยความร้อน

(2.3) กรดอาร์เซนัส (arsenous acid, H_3AsO_3) เกิดจากการละลายของอาร์ซีนิกไตรออกไซด์

(2.4) กรดอาร์ซีนิก (arsenic acid, H_3AsO_4) สังเคราะห์ได้จากการนำอาร์ซีนิกไตรออกไซด์ละลายในกรดไนตริก แล้วนำสารนี้ไประเหยจะได้ผลึกสีขาว และสามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นอาร์ซีนิกเพนทอกไซด์ (arsenic pentoxide) โดยการเผาที่อุณหภูมิสูงกว่า 300 องศาเซลเซียส

(2.5) อาร์ซีไนต์ (arsenites) เมื่อรวมตัวกับโลหะหมู่ 1 จะได้เกลืออาร์ซีไนต์ (arsenite) คือ MH_2AsO_3 , M_2HAsO_3 และ M_3AsO_3 โดยที่ M คือ ไอออนของโลหะวาเลนซ์ 1 หรือกลุ่มของไอออนที่มีวาเลนซ์ 1 สมบัติการละลายน้ำของพวกเกลืออาร์ซีไนต์จัดแบ่งได้ดังนี้ โลหะหมู่ 1 ของเกลืออาร์ซีไนต์ (alkaline-metal arsenites) ละลายน้ำได้ดี โลหะหมู่ 2 ของเกลืออาร์ซีไนต์ (alkaline-earth arsenites) ละลายน้ำได้เล็กน้อย และ โลหะหนักของอาร์ซีไนต์ (heavy-metal arsenites) ไม่ละลายน้ำ

(2.6) อาร์ซีเนต (arsenates) เป็นเกลือของกรดอาร์ซีนิกที่สำคัญ คือ แคลเซียมอาร์ซีเนต (calcium arsenate, $Ca_3(AsO_4)_2$) มีลักษณะเป็นผงสีขาว ละลายน้ำได้เล็กน้อย ละลายในกรดเจือจาง และเลดอาร์ซีเนต (lead arsenate, $PbHAsO_4$) มีลักษณะเป็นผงสีขาว ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในด่างและกรดไนตริกเจือจาง

(2.7) อาร์ซีนิกเฮไลด์ (halides of arsenic) โดยทั่วไปจะไม่พบในธรรมชาติ แต่จะพบในการวิเคราะห์ทางเคมี อาทิ อาร์ซีนิกคลอไรด์

(3) ประเภทสารประกอบอินทรีย์ของสารหนู (Organic arsenic compounds) ที่สำคัญและใช้กันแพร่หลาย ได้แก่ กรดมีเทนีนอาร์โซนิค (methanearsonic acid) ไดอัลคิลคลอโรอาร์เซนไนน์ (dialkylchloroarsenine) ไตรเมททิวอาร์ซีน (trimethylarsine) และไตรเมททิวอาร์ซีนออกไซด์ (trimethylarsine oxide) ส่วนกลุ่มของอนุพันธ์ของสารหนูประเภทสารอะโรมาติกต่าง ๆ (aromatic arsenic derivatives) ใช้เป็นสารที่เติมในอาหารสัตว์และยารักษาโรคสัตว์ที่สำคัญ เช่น กรดอาร์ซีนิลิก (arsenilic acid) 3-ไนโตร-4-ไฮดรอกซี-เพนนิวอาร์โซนิคเอซิก (3-nitro-4-hydroxy-phenylarsonic acid) 3-ไนโตร-4-ไฮดรอกซี-เพนนิวอาร์ไวนิคเอซิก (3-nitro-4-hydroxyphenylarsinic acid) และ 4-ไนโตรเพนนิวอาร์โซนิคเอซิก (4-nitrophenylarsonic acid) เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้สารหนูเป็นยารักษาโรคสำหรับมนุษย์ด้วย อาทิ กรดอาร์ซีนิลิก (p-arsanilic acid) ใช้เป็นยานอนหลับ และคาร์บาโซน (carbasone) เป็นยารักษาโรคเรื้อรัง เป็นต้น

(4) ประเภทก๊าซ สารหนูที่อยู่ในรูปก๊าซ คือ อาร์ซีน (arsine) หรืออาร์ซีนิกไฮไดรด์ (arsenic hydride, AsH_3) และไตรเมททิวอาร์ซีน (trimethyl arsine, $(CH_3)_3As$) ซึ่งเป็นก๊าซที่มีความเป็นพิษสูง ไม่มีสี ละลายได้ในน้ำ ละลายได้เล็กน้อยในแอลกอฮอล์และด่าง

2.1.3 การแพร่กระจายสารหนูในสิ่งแวดล้อม

การแพร่กระจายสารหนูในสิ่งแวดล้อมเกิดได้เองตามธรรมชาติ อีกทั้งกิจกรรมของมนุษย์ทั้งการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ดังต่อไปนี้

(1) โดยธรรมชาติ เกิดจากการสีกกร่อนของพื้นผิวโลกและก๊าซภูเขาไฟ ซึ่งสารหนูจะเข้าสู่สิ่งแวดล้อมในรูปของอาร์ซีนีเอซออกไซด์ (arsenious oxide)

(2) ทางเกษตรกรรม นำสารหนูมาใช้ในการกำจัดศัตรูพืช (herbicide) ได้แก่ โมโนโซเดียมมีเทนอาร์โซเนต (monosodium methanearsonate, MSMA) และไดโซเดียมมีเทนอาร์โซเนต (disodium methanearsonate, DAMA) สำหรับกำจัดวัชพืชในแปลงเพาะปลูกหลังจากที่พืชเจริญแล้ว ปัจจุบันสารทั้งสองชนิดนี้ใช้แพร่หลายในไร่อ้อย ใช้สารหนูเป็นสารเคมีป้องกันและกำจัดแมลง (insecticides) เช่น ซิงอาร์ซิเนต (zinc arsenate) เพื่อกำจัดด้วง แคลเซียมอาร์ซิเนต (calcium arsenate, CaHAsO_4 และ $\text{Ca}(\text{H}_2\text{AsO}_4)_2$) กำจัดแมลงในไร่อ้อยและสวนผลไม้ โซเดียมอาร์ซิไนด์ (sodium arsenite) กำจัดหัดเห็บ ไรและเหาของปศุสัตว์ ส่วนโซเดียมอาร์ซิไนด์ (sodium arsenite) และคอปเปอร์อะซิโตอาซิไนด์ (copper acetoarsenite, $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$) นำมากำจัดแมลงในบ้าน ใช้สารหนูผสมกับสารอื่นก็ได้เพื่อป้องกันและรักษาสภาพเนื้อไม้ นอกจากนี้ใช้ผสมในอาหารสัตว์ (food additives) เพื่อเร่งการเจริญเติบโตของสัตว์ปีก เป็นต้น

(3) ทางอุตสาหกรรม ใช้สารหนูในรูปของแข็ง (metallic arsenic) ผสมกับโลหะอื่น เช่น ตะกั่ว ทองแดง เป็นโลหะอัลลอยด์เพื่อให้ทนต่อการกัดกร่อน ใช้เป็นวัตถุดิบในตัวนำ (semiconductor) ในเครื่องมือทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ทรานซิสเตอร์ (transistors) ดีเทคเตอร์ (detector) และโซลาร์แบตเตอรี่ (solar batteries) ใช้ในอุตสาหกรรมแก้วและเซรามิก โดยใช้สารหนูในรูปอาร์ซีนิกไตรออกไซด์ (arsenic trioxide, As_2O_3) เพื่อขจัดสีออกจากแก้ว ทำให้เนื้อแก้วใส ใช้ในอุตสาหกรรมกระจกเงา (Fergusson, 1989) อีกทั้งใช้สารหนูในอุตสาหกรรมฟอกหนังเพื่อรักษาสภาพหนัง อุตสาหกรรมยารักษาโรคทั้งในคนและสัตว์ ได้แก่ ไตรเพนโนโซโมซิส (trypanosomiasis) และอะมีบีซิส (amebiasis) รักษาโรคที่เกิดจากโปรโตซัว

2.1.4 ลักษณะของการแพร่กระจาย

จากกิจกรรมต่าง ๆ ทำให้สารหนูและสารประกอบของสารหนูแพร่กระจายอยู่ในอากาศ ดิน ตะกอน แหล่งน้ำ อีกทั้งสะสมในพืชและสิ่งมีชีวิต ซึ่งสามารถอธิบายการแพร่กระจายสารหนูได้ดังนี้

(1) การแพร่กระจายสารหนูจากอากาศเข้าสู่พื้นดิน

ในอากาศสารหนูอยู่ในรูปของฝุ่นอาร์ซีนิกไตรออกไซด์ (arsenic trioxide) ซึ่งจากกิจกรรมทางอุตสาหกรรม หากมีฝนตกลงสู่แหล่งน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน และปนเปื้อนในดิน ทั้งการนำสารประกอบสารหนูมาใช้เป็นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช เป็นผลทำให้มีสารหนูปนเปื้อนอยู่ในดินเป็นจำนวนมาก การแพร่กระจายสารหนูในดินและพืชเกิดขึ้นโดยสารหนูในรูปของไฮดรอกไซด์ (hydrous oxides) ของเหล็ก ($\text{Fe}(\text{OH})_2$) และอะลูมิเนียม ($\text{Al}(\text{OH})_3$) ดังนั้นการชะ (Leaching) อาร์ซิเนตออกจากดินจึงเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เนื่องจากดูดซับไว้ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญทำ

ให้มีสารหนูปนเปื้อนอยู่ในดิน พืชบางชนิดสามารถดูดซับสารหนูออกจากดินได้ โดยเปลี่ยนสารหนูให้อยู่ในรูปไธไรของไตรเมททิวอาร์ซีน (trimethylarsine, $(\text{CH}_3)_3\text{As}$) ไธไรจะดังกล่าวกว่าจะถูกออกซิไดซ์ (oxidize) ด้วย โอโซน (O_3) และไนโตรเจนออกไซด์ (nitrogen oxide, N_2O_4) ในระยะ 2 เมตรเหนือพื้นดิน นอกจากนี้กระบวนการไบโอเมทิลเลชัน (biomethylation) ของเชื้อราและแบคทีเรียในดิน โดยแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนสามารถเปลี่ยนสารหนูให้อยู่ในรูปไธไรของไตรเมททิวอาร์ซีน (dimethylarsine, $(\text{CH}_3)_2\text{AsH}$) และแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนจะเปลี่ยนสารหนูให้อยู่ในรูปไธไรของไตรเมททิวอาร์ซีน (trimethylarsine, $(\text{CH}_3)_3\text{As}$) เมื่อไธไรของสารหนูรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศ สารหนูจะอยู่ในรูปสารหนูอินทรีย์ของกรดไตรเมททิวอาร์ซีนิก (dimethylarsinic acid, $(\text{CH}_3)_2\text{AsO}(\text{OH})$) และอยู่ในรูปสารหนูอนินทรีย์ของอาร์ซีนิกไตรออกไซด์ (arsenic trioxide, As_2O_3) ซึ่งสามารถกลับเข้าสู่พื้นดินได้เป็นวัฏจักร โดยภายในดินสารหนูอินทรีย์จะสามารถเปลี่ยนอยู่ในรูปสารอนินทรีย์ได้ในสภาวะที่มีออกซิเจน ส่วนในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนสารหนูอินทรีย์จะอยู่ในรูปอาร์ซีนิกซัลไฟด์ (arsenic (III) sulfide)

(2) การแพร่กระจายสารหนูในแหล่งน้ำ

ในแหล่งน้ำจะพบสารหนูในรูปสารประกอบอนินทรีย์ ซึ่งในน้ำที่มีออกซิเจนมักพบสารหนูในรูปของอาร์ซีนิก [As(V)] เป็นส่วนใหญ่ โดยอยู่ในรูปประจุลบ (anionic) ของ H_2AsO_4^- และ HAsO_4^{2-} และ AsO_4^{3-} ในช่วงพีเอช 5-12 นอกจากนี้ยังพบสารหนูในรูปอาร์ซีนิก [As(III)] เพียงเล็กน้อย เนื่องจากอาร์ซีนิก [As(III)] ถูกออกซิไดซ์ไปเป็นอาร์ซีนิก [As(V)] ในช่วงพีเอชของน้ำมีความเป็นด่าง ส่วนในน้ำที่มีออกซิเจนน้อย เช่น ในบ่อน้ำบาดาลมักพบสารหนูในรูปของอาร์ซีนิก โดยอยู่ในรูปไม่มีประจุ (nonionic, H_3AsO_3) และในรูปประจุลบ (anionic, H_2AsO_3^-) เป็นส่วนใหญ่ในช่วงพีเอชต่ำกว่าและมากกว่า 9.22 ตามลำดับ ในขณะที่สารหนูอินทรีย์ในรูปเมทิลเลทอาร์ซีนิก (methylated arsenic) มีในแหล่งน้ำน้อยกว่า 1 ไมโครกรัมต่อลิตร ($\mu\text{g/L}$) ซึ่งน้อยมาก ๆ เมื่อเทียบกับสารหนูอนินทรีย์ ดังนั้นในกระบวนการบำบัดน้ำส่วนใหญ่จึงมุ่งศึกษาวิธีการกำจัดสารหนูอนินทรีย์

2.1.5 ความเป็นพิษของสารหนู

กลไกการเกิดพิษสารหนูในร่างกายขึ้นกับหลายปัจจัย อาทิ โครงสร้างทางกายภาพและทางเคมีของสารประกอบสารหนู สารหนูสามารถเข้าสู่ร่างกายได้โดยการหายใจ (Inhalation) เอาฝุ่น ไอ หรือหมอกที่มีสารหนูปนเปื้อน การรับประทานอาหารและน้ำ (Ingestion) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่มีการใช้สารหนูเป็นสารเคมีในการกำจัดศัตรูพืช สารหนูจะปนเปื้อนทั้งในน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน รวมถึงพืชที่ปลูกในบริเวณนั้น การซึมผ่านทางผิวหนัง (Skin absorption) โดยสัมผัสเมื่อทำงานหรือทำกิจกรรมอื่น และสัมผัสเพื่อการรักษา เช่น ยาที่มีสารหนูเป็นองค์ประกอบ อาทิ Fowler's solution ซึ่งเป็นยารักษาโรคเม็ดโลหิตขาวมากและผิดปกติ (leukaemia) ยารักษาโรคหอบ (asthma) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมี

ความสัมพันธ์กับปริมาณและระยะเวลาที่ได้รับ อายุและเพศ เป็นต้น โดยส่วนใหญ่แล้วสารหนูอนินทรีย์มีความเป็นพิษมากกว่าสารหนูอินทรีย์ และสารหนูที่อยู่ในรูปสารละลายมีความเป็นพิษมากกว่าสารหนูในรูปของแข็ง (Saha, Dikshit และ Bandyopadgyay, 1999) สารละลายสารหนูที่มีวาเลนซ์ 3 [As(III)] เคลื่อนที่ในน้ำได้มากกว่าสารหนูในรูปอาร์ซีนีต [As(V)] เนื่องจากการที่สารหนูในรูปอาร์ซีนีต [As(III)] เคลื่อนที่ในน้ำได้มากกว่าสารหนูในรูปอาร์ซีนีต [As(V)] มีผลทำให้อาร์ซีนีตมีความเป็นพิษสูงกว่าอาร์ซีนีต 25-60 เท่า

สารหนูเป็นสารที่ออกฤทธิ์แบบเฉียบพลัน (Acute poisoning) และมีพิษเรื้อรัง (Chronic poisoning) อาการของพิษเฉียบพลันมักจะเกี่ยวข้องกับเลือด สมอ หัวใจ ไต และระบบทางเดินอาหาร ได้แก่ ระบายท้อง อักเสบ มีแผลพุพองที่เนื้อเยื่อและผิวหนัง อาเจียน ระบายน้ำมาก ปวดท้อง ท้องเสีย ไตถูกทำลาย ชักกระตุกและตายได้ ส่วนการเกิดพิษแบบเรื้อรังมักจะเกี่ยวข้องกับไขกระดูก ผิวหนังและระบบประสาทส่วนปลาย ได้แก่ อาการเมื่อยล้า อ่อนเพลีย ปากอักเสบ ระบบทางเดินอาหารปั่นป่วน บวมแดงเป็นแห่ง ๆ ผิวหนังส่วนข้อพับพุพอง มีจุดสีดำเพิ่มขึ้นเห็นได้ชัดเจนบริเวณท้องแขนและท้องขา ผิวหนังตกสะเก็ด เส้นผมหยาบ กล้ามเนื้อเป็นอัมพาตและหดลีบ มองเห็นไม่ชัดอาจรุนแรงถึงตาบอด มีความผิดปกติทางสมอง (Encephalopathy) หากสัมผัสสารหนูเป็นเวลานานติดต่อกัน จะก่อให้เกิดอาการ ระบายท้องตรงบริเวณที่สัมผัส เกิดเป็นตุ่มแข็งใสพอง เป็นสาเหตุของมะเร็งผิวหนัง หากหายใจเอาสาร หนูเข้าไปจะเกิดการสะสมสารหนูที่ปอด ในกรณีที่สารหนูเข้าสู่ระบบการไหลเวียนโลหิตจะก่อให้เกิด อาการเบื่ออาหาร โลหิตจาง เกิดเป็นมะเร็งในตับและไตได้

สำหรับอาการแสดงพิษจากก๊าซอาร์ซีน (ASH₃) จะมีอาการแสดงแตกต่างจากพิษของสาร หนูที่ได้กล่าวมาแล้ว กล่าวคือ กลักรับก๊าซอาร์ซีน 2-24 ชั่วโมงจะแสดงทันที โดยมีอาการคลื่นไส้ ปวดท้องบริเวณลำไส้ใหญ่ อาเจียน หายใจติดขัด มีการแตกตัวของเม็ดเลือด หากได้รับก๊าซอาร์ซีนใน ปริมาณมากจะทำให้ตายในทันทีโดยไม่มีอาการแสดงพิษอื่น ๆ อาการแสดงร่วมของความเป็นพิษทั้งชนิด เฉียบพลันและเรื้อรัง คือ จะพบเส้นลายขวางสีขาวที่เล็บ (Mee's lines) พบเซลล์ผิวหนังหนาบริเวณฝ่ามือ หน้าแดงและเหงื่อออก

สารหนูเมื่อเข้าสู่ร่างกาย ประมาณครึ่งหนึ่งจะแพร่กระจายอยู่ในกระแสโลหิต โดยเฉพาะ ในเม็ดเลือดแดงและกระจายอยู่ตามเนื้อเยื่อต่าง ๆ ระยะเวลาชีวิตสารหนู (half life) ในร่างกาย ประมาณ 60 วัน เนื่องจากไปสะสมอยู่ในเม็ดเลือดแดง สารหนูจะทำปฏิกิริยาต่อหมู่ซัลไฟดริล (sulfhydryl groups : -SH) ของเซลล์เอนไซม์ภายในเซลล์ที่มีหมู่ซัลไฟดริล และเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับระบบการหายใจ ทำให้การทำงานของ เซลล์ผิดปกติ มีผลทำให้รบกวนการสร้าง DNA ที่เกี่ยวกับการสร้างเซลล์ใหม่ของร่างกาย ซึ่งอาจเป็นผลให้ เซลล์แบ่งตัวผิดปกติ และก่อให้เกิดเป็นมะเร็ง กระบวนการเมตาโบลิซึมสารหนูในร่างกายของมนุษย์ มี 2

กระบวนการ โดยจะเปลี่ยนสารหนูในรูปอาร์ซีนีต [As(V)] ให้อยู่ในรูปอาร์ซีนีต [As(III)] และเปลี่ยนให้อยู่ในรูป monomethylarsonic acid (MMA) และ dimethylarsinic acid (DMA) ตามลำดับ ซึ่งกระบวนการนี้เกิดขึ้นในตับ ส่วนกระบวนการที่สองสารหนูจะเปลี่ยนรูปจาก DMA เป็น trimethylarsine oxide (TMA) ซึ่งไม่สามารถระบุได้ว่าเกิดขึ้นที่ส่วนใดของร่างกาย

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization : WHO) กำหนดปริมาณการได้รับสารหนูตลอดทั้งวันไม่เกิน 2 ไมโครกรัม (ug) ของสารหนูอนินทรีย์ต่อน้ำหนักของร่างกาย โดยปกติร่างกายมีระบบเมตาโบลิซึม ซึ่งจะสามารถลดความเป็นพิษของสารหนูให้น้อยลงได้ โดยร่างกายจะขับสารหนูออกผ่านทางปัสสาวะ อุจจาระ หลุดลอกออกมาพร้อมผิวหนัง (Desquamation of skin) เส้นผม เล็บ และทางเหงื่อ ซึ่งอัตราการขับออกจากร่างกายค่อนข้างช้า

2.1.6 วิธีการกำจัดสารหนู

การกำจัดสารหนูในน้ำเสียมีความสำคัญ เพื่อให้ได้คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของแต่ละวัตถุประสงค์ของการใช้น้ำ ดังแสดงค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำประเภทต่าง ๆ ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำประเภทต่าง ๆ จำแนกตามหน่วยงานที่กำหนด

หน่วยงานที่กำหนด	มาตรฐาน	ปริมาณสารหนูที่ยอมให้มีได้ (ppm)
กระทรวงสาธารณสุข	น้ำดื่ม	0.05
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	น้ำดื่ม	0.05
กรมทรัพยากรธรณี	น้ำดื่ม	
การประปานครหลวง	น้ำดื่ม	0.05
กรมโยธาธิการ	น้ำดื่ม	0.01 - 0.05
องค์การอนามัยโลก (WHO)	น้ำดื่ม	0.05
กรมโรงงานอุตสาหกรรม	น้ำทิ้ง	0.05
กระทรวงวิทยาศาสตร์	น้ำผิวดิน	0.25
เทคโนโลยีและการพลังงาน	ที่ไม่ใช้น้ำทะเล	0.01

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2541)

วิธีที่นิยมใช้ในการกำจัดสารหนูมีหลายวิธี อาทิ วิธีดูดซับร่วมกับการตกตะกอน (Adsorption-Coprecipitation) โดยใช้ ปูนขาว สารส้มและเฟอร์ริกคลอไรด์ (FeCl₃) การดูดซับด้วยแอคติเวตเตดอลูมินา (Activated alumina) หรือ แอคติเวตเตดคาร์บอน (Activated carbon) วิธีการแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange) และ วิธี Reverse Osmosis

(1) วิธีการดูดซับ หรือ การดูดติดผิว (Adsorption)

การดูดซับหรือการดูดติดผิว (Adsorption) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นบริเวณผิวสัมผัสระหว่าง 2 สถานะใด ๆ อาทิ ของเหลวกับของเหลว ก๊าซกับของเหลว ก๊าซกับของแข็ง หรือ ของเหลวกับของแข็ง โดยโมเลกุลหรือคอลลอยด์ที่ถูกดูดซับ เรียกว่า สารถูกดูดซับ (adsorbate) ส่วนของแข็งที่มีผิวเป็นที่เกาะจับของสารดูดซับ เรียกว่า สารดูดซับ (adsorbent) การดูดซับขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวของของแข็ง และความเข้มข้นของสารที่เหลืออยู่ในของเหลว

กลไกการดูดซับ (Adsorption Mechanism)

การดูดซับสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ การดูดซับทางกายภาพ (physisorption) และการดูดซับทางเคมี (Chemisorption) การดูดซับทั้ง 2 แบบนี้เกิดขึ้นเมื่อโมเลกุลในชั้นของเหลวเข้าใกล้และยึดติดที่ผิวของแข็ง ซึ่งเป็นผลมาจากแรงดึงดูดที่ผิวของของแข็งสามารถเอาชนะพลังงานจลน์ของโมเลกุลของสารที่อยู่ในของเหลวได้

การดูดซับทางกายภาพเป็นผลมาจาก แรงแวนเดอร์วาลส์ (Van der Waals Force) ซึ่งเกิดจากการรวมตัวระหว่างแรง 2 ชนิด คือ แรงกระจาย (London Dispersion Force) และแรงไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic Force) โมเลกุลของสารถูกดูดซับจะยึดติดกันทางกายภาพกับโมเลกุลจะอยู่บนชั้นของโมเลกุลที่ถูกดูดติดก่อนหน้านี้ โดยจำนวนชั้นเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของโมเลกุลของสารถูกดูดซับ หรือ จำนวนชั้นของโมเลกุลจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารถูกดูดซับเพิ่มขึ้น

การดูดซับทางเคมี เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารถูกดูดซับและสารดูดซับ ซึ่งจะก่อให้เกิดสารประกอบทางเคมีขึ้น การดูดซับทางเคมีแตกต่างจากการดูดซับทางกายภาพ เนื่องจากการดูดซับทางเคมีเป็นการดูดซับแบบชั้นเดียว (monolayered) และไม่สามารถผันกลับได้ ส่วนการดูดซับทางกายภาพสามารถที่จะผันกลับได้ (reversible) ซึ่งขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของแรงดึงดูดระหว่างสารดูดซับและสารถูกดูดซับ ถ้าหากแรงดึงดูดนี้อ่อนจะเป็นผลให้เกิดการคายสารที่ดูดซับออก (Desorption)

วิธีการดูดซับสารหนูโดยตัวดูดซับชนิดต่าง ๆ อาทิ งานวิจัยของ Diamadopoulos Ioannidis และ Sakellaropoulos (1993) พบว่าเถ้าลอย (fly ash) สามารถกำจัดสารหนู [As(V)] ในน้ำได้ โดยใช้เถ้าลอย 1 กรัม มากำจัดสารหนูที่มีความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากับ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ในสถานะการดูดซับมากกว่าที่พีเอช 10 และ 7 ตามลำดับ Dikshit (2000) นำหางแร่ (Kimberlite tailing) มาดูดซับสารหนูในน้ำได้ดินพบว่าสามารถดูดซับสารหนูได้ 0.25 มิลลิกรัมต่อกรัมของสารดูดซับ ซึ่งประสิทธิภาพการดูดซับสารหนูจะเพิ่มขึ้น เมื่อพีเอชอยู่ในช่วงที่เป็นกลางและนำหางแร่ไปใช้บำบัดน้ำตัวอย่างที่มีการปนเปื้อนสารหนู พบว่าหางแร่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสารหนู 90-94 % ทั้งยังมีการนำหางแร่ที่ใช้แล้วมาละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เจือจาง จะสามารถนำหางแร่กลับมาใช้ใหม่ได้ และ Singh (1988) ศึกษาการ

กำจัดสารละลายของสารหนู [As(III)] ที่มีความเข้มข้นพีเอช และอุณหภูมิที่เหมาะสม โดยใช้ฮีมาไทต์ (haematite) เป็นสารดูดซับ ผลการทดลองพบว่าสามารถกำจัดสารหนูได้สูงสุด 96% ที่พีเอช 7 อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

(2) วิธีการตกตะกอน (Precipitation)

การตกตะกอนด้วยเกลือของเหล็ก (iron salts) เหมาะสำหรับระบบบำบัดขนาดกลาง และขนาดใหญ่ โดยพบว่าประสิทธิภาพการกำจัดสารหนูในรูปอาร์ซีนิต [As(V)] ดีกว่าสารหนูในรูปอาร์ซีนิต [As(III)] เนื่องจากในแหล่งน้ำอาร์ซีนิตอยู่ในรูปของไอออนประจุลบ (monovalent, $\text{H}_2\text{AsO}_4^{2-}$) ส่วนอาร์ซีนิตจะอยู่ในรูปไม่มีประจุ H_3AsO_3) ทำให้อาร์ซีนิตสามารถเกิดปฏิกิริยากับเกลือของเหล็กได้ดีกว่า ดังนั้นก่อนที่จะทำการบำบัดน้ำที่ปนเปื้อนสารหนูจึงควรทำออกซิไดซ์ [As(III)] เป็น [As(V)] โดยใช้คลอรีน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดสารหนู (Joshi, 1996) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Karen (1995) พบว่าเมื่อทำการออกซิไดซ์ [As(III)] เป็น [As(V)] โดยใช้คลอรีนก่อน จากนั้นใช้เฟอร์ริกคลอไรด์ (FeCl_3) ปริมาณ 3-10 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถกำจัดสารหนูได้มากกว่า 81-96 % และใช้ปูนขาว 20 มิลลิกรัมต่อลิตรกำจัดสารหนูได้ 23-71 % ซึ่งที่พีเอช 7.18-7.8 เฟอร์ริกคลอไรด์สามารถกำจัดสารหนูได้มากกว่าการใช้ปูนขาว และการใช้สารส้มที่พีเอชน้อยกว่า 7 จะสามารถกำจัดสารหนูในน้ำได้มากกว่า 90%

แต่อย่างไรก็ตามวิธีการตกตะกอนจะมีปัญหาในการกำจัดสลัดจ์และไม่สามารถใช้กับระบบที่มีอัตราการไหลต่ำหรือมีการเดินระบบเป็นช่วงได้ วิธีการดูดซับด้วยแอคติเวตเตดอลูมินาเหมาะสมสำหรับระบบบำบัดน้ำขนาดเล็ก มีประสิทธิภาพสูง แต่การฟื้นฟูสภาพแต่ละครั้งจะมีผลทำให้สารดูดซับมีความสามารถในการดูดซับลดลง วิธีการแลกเปลี่ยนไอออนเหมาะสมสำหรับระบบบำบัดขนาดเล็ก มีประสิทธิภาพดีในตอนเริ่มต้น แต่เรซินประจุลบสามารถดูดซับไอออนประจุลบอื่นๆ ในน้ำได้อีกด้วย จึงทำให้อายุการใช้งานสั้นลง และมีประสิทธิภาพในการกำจัดโลหะลดลง

2.1.7 นโยบายของรัฐและแนวทางการดำเนินการด้านสิ่งแวดล้อมในชุมชน⁽²⁾

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้มีนโยบายส่งเสริมและสนับสนุนให้ประชาชนรับทราบข้อมูลและมีอำนาจหน้าที่ในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมชุมชน โดยได้กำหนดแนวทางในการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในชุมชน ดังนี้

1) ปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับในการกระจายอำนาจ เพื่อให้ประชาชนในท้องถิ่นมีอำนาจในการตัดสินใจแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมชุมชน รวมทั้งเอื้ออำนาจให้เกิดความร่วมมืออย่างมีประสิทธิภาพ

2) สนับสนุนการฝึกกำลังของสถาบันครอบครัว ชุมชน องค์กรพัฒนาเอกชน รวมทั้งสถาบันศาสนา เพื่อการป้องกันแก้ไขปัญหาลี้ภัยลี้ภัยและยกระดับคุณภาพชีวิตทั้งทางด้านจิตใจ และวัฒนธรรมของคนในสังคม

3) สร้างความรู้ ความเข้าใจด้านสิ่งแวดล้อมชุมชน และสร้างจิตสำนึก จิตวิญญาณให้ประชาชนเห็นความสำคัญของสิ่งแวดล้อมชุมชน และมีพฤติกรรมร่วม

4) สนับสนุนการพัฒนาและจัดระบบฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมชุมชนและพื้นที่สีเขียวขององค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ให้มีมาตรฐานเดียวกันและมีการเชื่อมโยงโครงข่ายของระบบข้อมูลไปในทิศทางเดียวกัน

5) ปรับปรุงการบริหารและการจัดการของภาครัฐในการดำเนินงานและการบังคับใช้นโยบายแผน กฎหมาย และระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนและการจัดการสิ่งแวดล้อมชุมชน

6) ในส่วนของประชาชนให้นำหลักการผู้ก่อให้เกิดมลพิษเป็นผู้รับผิดชอบในการบำบัด ฟื้นฟู หรือชดเชยค่าเสียหายเป็นมาตรการบังคับใช้ เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับชุมชนในการติดตามควบคุมสถานการณ์สิ่งแวดล้อม ในส่วนของผู้ประกอบการที่ก่อให้เกิดมลพิษ ให้นำหลักการดำเนินคดีอาญาและทางแพ่งมาใช้กับผู้รับผิดชอบ เพื่อให้เพิ่มความระมัดระวังด้านสิ่งแวดล้อมในการปฏิบัติตามให้รอบคอบ

2.2 วรรณกรรม เกี่ยวกับการวิจัยและการบริหารงานวิจัย

2.2.1 ความหมายของการวิจัย⁽³⁾

การวิจัยถ้าจะพิจารณาถึงวิธีการศึกษาของคนสมัยก่อนดังที่กล่าวมาแล้วตั้งแต่ต้น ก็คงจะมีความหมายกว้างมาก คือ ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาค้นคว้าแบบใด เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ใหม่ ๆ หรือให้ได้คำตอบในปัญหาที่สงสัย ก็ถือว่าเป็นการวิจัยแล้ว สำหรับความหมายของการวิจัยที่นักวิชาการในปัจจุบันได้ตีกรอบให้แคบเข้าก็เพื่อเน้นให้เห็นถึงคุณลักษณะของการศึกษาแบบใด ว่าเป็นงานวิจัยโดยเฉพาะ ไม่ใช่เป็นการศึกษาเรื่องอะไรก็ได้ จะใช้วิธีการอย่างไรก็ได้ ถือว่าเป็นงานวิจัยไปเสียหมด ก่อนอื่นขอให้ลองมาดูความหมายของนักวิจัยหลาย ๆ สาขาที่มีชื่อเสียง ได้ให้ความหมายแตกต่างกันไปบ้าง ดังนี้

การวิจัย หมายถึง การศึกษาเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงหรือไม่ การศึกษาด้วยวิธีทดลอง หรือควบคุม และการเปรียบเทียบตลอดจนการจัดกระทำอย่างมีระบบและอย่างสม่ำเสมอ

การวิจัย เป็นการศึกษาค้นคว้า เพื่อให้เกิดความรู้ทำให้เกิดความเข้าใจหน้าทางวิชาการแล้วนำไปใช้ประโยชน์ได้

การวิจัย หมายถึง การศึกษาค้นคว้า เพื่อมุ่งหาความรู้เพิ่มขึ้น กับการศึกษาอย่างมีระบบและ ความรู้ที่ค้นพบนั้น จะนำไปใช้ปรับปรุงการปฏิบัติงาน หรือเพิ่มหลักการต่าง ๆ ให้สมบูรณ์ขึ้น

การวิจัย หมายถึง กระบวนการต่าง ๆ ที่ดำเนินไปอย่างมีระเบียบและกฎเกณฑ์ ในการเก็บ รวบรวมข้อมูล ดำเนินงานกับข้อมูล วิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบอันถูกต้องต่อ ปัญหา หรือคำถามที่ได้ตั้งไว้

การวิจัย หมายถึง การสังเกตการณ์หรือการทดลอง เพื่อศึกษาค้นคว้าหาข้อเท็จจริงเพื่อ ปรับปรุงทฤษฎีหรือกฎ รวมทั้งการนำความรู้ใหม่ ๆ นั้นไปประยุกต์ใช้

จากคำศัพท์ภาษาอังกฤษคำว่า “Research” หมายถึง การค้นคว้า หรือแสวงหาข้อเท็จจริง ซ้ำแล้วซ้ำอีกจนกว่าจะได้ข้อยุติที่แน่นอน

จะเห็นได้ว่าความหมายของการวิจัยทั้งหมดที่กล่าวมาในข้างต้นนั้น จะคล้ายกันใน ประเด็นใหญ่ ๆ ที่ว่า เป็นการศึกษาค้นคว้าหาข้อเท็จจริง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์

สรุป

การวิจัย หมายถึง การศึกษาค้นคว้าหาข้อเท็จจริงในปัญหาที่สงสัยภายในเขตที่กำหนดไว้ โดย ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.2.2 ประโยชน์ของการวิจัยและการนำไปใช้ประโยชน์⁽⁴⁾

ประโยชน์ของการวิจัยมีหลายประการ ที่สำคัญทำให้ทราบสาเหตุของปัญหา ทำให้ ทราบแนวทางของการแก้ไขปัญหา ทำให้ได้ความรู้ใหม่ ค้นพบทฤษฎีใหม่ เทคโนโลยีใหม่ หรือวิธีการ ใหม่ ๆ ที่สามารถนำไปประยุกต์กับการปฏิบัติงานให้ได้ผลดี มีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีที่ปฏิบัติมาแต่เดิม

(1) การแยกประโยชน์ของการวิจัยออกเป็นสองด้าน

ความคาดหวังประโยชน์ของการวิจัยเป็นตัวกำหนดรูปแบบของการจัดการทุน สนับสนุนการวิจัย และมีผลกระทบต่อความเข้มแข็งหรืออ่อนแอของระบบการวิจัยของประเทศ

การสนับสนุนการวิจัย ซึ่งเริ่มอย่างเป็นรูปธรรมในประเทศเกือบ 40 ปี มาแล้ว ได้ชักนำให้คนเข้าใจว่าประโยชน์ของการวิจัยคือ การได้ผลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์โดยตรง ความเข้าใจเช่นนี้มีส่วนถูก แต่ถูกเพียงครั้งเดียวเนื่องจากยังมีอีกครั้ง คือการนำผลการวิจัยไปจรรโลงความก้าวหน้า ทางวิชาการ โดยการเผยแพร่ในหมู่นักวิชาการด้วยกันเองเพื่อสร้างกระแสการแลกเปลี่ยนข้อมูลและข้อคิด เห็นหรือข้อโต้แย้ง ทำให้ฐานความเข้มแข็งทางวิชาการของสังคมพัฒนาขึ้น เป็นการเตรียมความพร้อมต่อ การวิจัย เพื่อการนำผลไปใช้ประโยชน์โดยตรง

หากมุ่งหวังเฉพาะผลของการวิจัยเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์เพียงด้านเดียวก็จะนำให้งานวิจัยที่ได้รับการสนับสนุนเอียงไปทางด้านการวิจัยและพัฒนา และการวิจัยประยุกต์เท่านั้น การวิจัยในสาขาวิชาที่เป็นพื้นฐานของศาสตร์ทั้งปวง เช่น ฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ เคมี ชีววิทยา มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์พื้นฐาน ก็จะถูกทอดทิ้ง ทำให้วิชาการที่มีความสำคัญยิ่งในเชิงรากฐานเหล่านี้ไม่เติบโตมีผลทำให้การวิจัยเชิงประยุกต์และการวิจัยและพัฒนาทำได้เพียงผิวเผิน ไม่สามารถวิจัยลงสู่ประเด็นที่ลึกซึ้งได้

(2) การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ประโยชน์ในที่นี้หมายถึง ประโยชน์ต่อ “ผู้ใช้” ผลงานวิจัย ซึ่งอาจเป็นประโยชน์เชิงนโยบาย เชิงสาธารณะ หรือเชิงพาณิชย์ก็ได้

“ผู้ใช้” ผลงานวิจัย อาจเป็นผู้ประกอบการในภาคธุรกิจเอกชน เกษตรกร หน่วยงานราชการ ผู้กำหนดนโยบายของประเทศที่เป็นนักการเมืองหรือผู้บริหารราชการระดับสูง องค์กรเอกชนสาธารณประโยชน์ สื่อมวลชน นักวิชาการ และประชาชนทั่วไป

การที่จะนำผลการวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์ได้อย่างจริงจังนั้น ต้องอาศัยการจัดการในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่

- การจัดให้ “ผู้ใช้” เข้ามาร่วมตั้งโจทย์การวิจัย ร่วมในคณะกรรมการชี้ทิศทางร่วมทำงานวิจัย หรือร่วมลงทุนในการวิจัย
- การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยโดยเชิญ “ผู้ใช้” มาร่วมอภิปรายและร่วมการประชุม

ในกรณีของการวิจัยเพื่อนำไปสู่การเสนอนโยบายสาธารณะจะต้องกำหนดให้เสนอผลงานวิจัยแบบเปิดเผยต่อสื่อมวลชนและสาธารณชนทั่วไป เพื่อเปิดการวิพากษ์วิจารณ์ และรับรู้ผลงานวิจัยอย่างกว้างขวาง ให้สาธารณชนเป็นผู้พิจารณาและสะท้อนความเห็นไปสู่การเมืองและข้าราชการระดับนโยบาย

จะเห็นว่า กระบวนการเพื่อนำผลการวิจัยไปสู่ผู้ใช้ประโยชน์ ทั้งสามฝ่ายจะต้อง “ยื่นมือ” เข้ามาประสานกันเป็น “ฝ่ายรุก” หรือ “ฝ่ายกระทำ” ด้วยกัน จึงจะเกิดการนำผลการวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง

(2.1) การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์

ผลการวิจัยและพัฒนา กว่าจะนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ จะต้องอาศัยการดำเนินการอีกหลายขั้นตอน และอาจต้องลงทุนทำงาน “พัฒนาและวิศวกรรม” (development and engineering) สร้างเครื่องต้นแบบระดับผลิตจริง ซึ่งจะต้องคัดแปลงปรับปรุงเทคโนโลยีให้ตรงตามขีดความสามารถของผู้ผลิตเชิงพาณิชย์ เงินค่าใช้จ่ายในส่วนของการ “พัฒนาและวิศวกรรม” โดยทั่ว ๆ ไป

มากกว่าค่าใช้จ่ายในการวิจัยขั้นตอนแรก คือการวิจัยพื้นฐาน และการวิจัยเชิงประยุกต์หลายเท่า นี่คือเหตุผลที่ทำให้ในประเทศอุตสาหกรรมภาคเอกชนลงทุนด้วยการวิจัยมากกว่าภาครัฐ 2 – 3 เท่า

ในประเทศไทย ภาคธุรกิจเอกชนยังไม่มีพฤติกรรมแสวงหาเทคโนโลยีมาพัฒนาเพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของตนเอง จึงมีความจำเป็นต้องจัดให้มี “กระบวนการ” ให้ “ผู้ใช้” กับ “ผู้ผลิต” ผลงานวิจัยมาพบกัน จัดให้มีการนำเสนอผลงานวิจัย ซึ่งเปรียบเสมือน “สินค้า” ที่นักวิจัยผลิตขึ้น ให้ “ลูกค้า” ที่นักวิจัย ให้ “ลูกค้า” คือผู้ใช้ผลงานวิจัยได้เห็นศักยภาพของผลงานนั้น ที่จะพัฒนาต่อไปสู่การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ กระบวนการดังกล่าวอาจได้แก่

1) การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยที่มีศักยภาพเชิงพาณิชย์ โดยเชิญ “ผู้ใช้” มาฟังและซักถาม

2) การจัดงานแสดงผลงานวิจัยที่มีศักยภาพเชิงพาณิชย์ ในลักษณะ Technomart ที่ สวทช. เคยจัด

3) การจัดให้มีฐานข้อมูลผลงานวิจัยที่มีศักยภาพสูงต่อการใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์นำออกเผยแพร่ต่อภาคธุรกิจเอกชน และให้สามารถเข้ามาค้นคว้าได้

ผลงานวิจัยและพัฒนาที่นักวิจัยทำขึ้นเองด้วยแรงบันดาลใจเชิงวิชาการของตนเอง โดยไม่มี “ผู้ใช้” ร่วมคิดหรือร่วมทำหรือร่วมลงทุนตั้งแต่แรก เมื่อการวิจัยเป็นผลสำเร็จ นักวิจัยประสบความสำเร็จอย่างมากในการชักจูงผู้ประกอบการไปใช้ประโยชน์ ดังตัวอย่างผลการวิจัยรถไถเดินตามของ รศ.ดร.สุรินทร์ พงศ์สุกสมิทธิ์ แห่งวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งนอกจากใช้เวลาและความกล้าหาญในการพยายามเข้าถึง “ผู้ใช้” แล้ว การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ยังต้องมีขั้นตอนของรายงานพัฒนาเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับผู้ใช้อีกมากมาย ซึ่งหมายความว่าต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายอีกมากมาย

ในทางตรงกันข้าม งานวิจัยพัฒนาและวิศวกรรมที่ “ผู้ใช้” ผลงานวิจัยเข้าร่วม เมื่อผลงานสำเร็จ ผู้ใช้ก็จะนำเอาไปผลิตเชิงพาณิชย์ได้ทันที ไม่ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและเวลาในการดัดแปลงเทคโนโลยีอีก ดังตัวอย่างผลการวิจัยพัฒนาและวิศวกรรม เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบ ฟลูอิดไดซ์-เบด ของศาสตราจารย์ ดร.สมชาติ โสภณธนฤทธิ์ แห่งสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ซึ่งทำงานระดับพัฒนาและวิศวกรรมร่วมกับบริษัท ไรซ์เอ็นจิเนียริงซัพพลาย จำกัด และขณะนี้บริษัท ไรซ์เอ็นจิเนียริงซัพพลาย จำกัด ผลิตจำหน่ายทั้งในประเทศและส่งออกต่างประเทศ (ไต้หวัน อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์) ประมาณ 50 เครื่องแล้ว ซึ่งโครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนโดย สกว.

ผลงานวิจัยและพัฒนาที่จะออกสู่การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ มักเป็นผลของการทำงาน “กั๊กติด” เป็นเวลานาน ต้องแสวงหาความช่วยเหลือ ความรู้เทคโนโลยีจากแหล่งต่าง ๆ นำมาทดลอง

แล้วทดลองอีกจนได้ผล ดังกรณีของการพัฒนาและวิศวกรรม เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบ ฟลูอิดไดซ์-เบด ของ ศ.ดร.สมชาติ โสภณธรรมฤทธิ์ นั้น ต้องใช้เวลาทำงานรวมทั้งสิ้นเกือบสิบปี

(2.2) การใช้ประโยชน์ก่อนนโยบายสาธารณะ

มักเข้าใจกันว่า ผลงานวิจัยสภาพปัญหาใหญ่ ๆ ของประเทศ ที่มุ่งนำผลการวิจัยไปสู่การเสนอแนะนโยบายสาธารณะ เมื่อผลการวิจัยสำเร็จแล้ว จะต้องนำเสนอต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหรือต่อนักการเมืองผู้มีอำนาจตัดสินใจ แนวความคิดดังกล่าวมีส่วนถูกเพียงเล็กน้อย เพราะในสภาพความเป็นจริง ผลการวิจัยที่นำเสนอขึ้นไปมักไม่ได้รับการเอาใจใส่ เนื่องจากไม่มีแรงกระตุ้นเตือนจากสาธารณชน ที่จริงคำว่า "นโยบายสาธารณะ" เป็นเรื่องที่สาธารณชนจะเป็นผู้แสดงข้อคิดเห็นกระตุ้นเตือนให้เกิดนโยบายเรื่องนั้นขึ้น ผลการวิจัยเชิงเสนอแนะนโยบายสาธารณะ จึงต้องนำเสนอต่อสาธารณชน เพื่อสร้างกระแสสาธารณะและนำไปสู่การผลักดัน เพื่อการเปลี่ยนแปลงเชิงนโยบายและเชิงระบบต่อไป

2.2.3 การบริหารการวิจัยและปัญหา⁽⁴⁾

การวิจัยเป็นภารกิจที่ยิ่งใหญ่ เป้าหมายสูงสุดของการวิจัยคือ "การสร้างการเปลี่ยนแปลง" การวิจัยคือกลไกสร้างการเปลี่ยนแปลง ดังนั้น การสนับสนุนการวิจัยจึงเป็นการสนับสนุนเพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลง ผู้ทำงานสนับสนุนหรือจัดการงานวิจัยและนักวิจัยจึงต้องมี "จินตนาการ" ต่อการเปลี่ยนแปลง มีความมุ่งมั่นเพื่อการสร้างสรรค์ มีความสุขที่ได้ทำให้จินตนาการเป็นจริง

นักบริหารงานวิจัยกับนักวิจัยเป็น "หุ้นส่วน" ในการสร้างฝันให้เป็นจริง และในการทำงานสร้างจินตนาการ ซึ่งหมายถึงการตั้งโจทย์วิจัยนั้น สาธารณชนโดยทั่วไปควรได้มีส่วนร่วมเป็นหุ้นส่วนด้วยโดยทางอ้อม ระบบการวิจัยและนักวิจัยจะต้องไม่แยกตัวออกจากสังคม จะต้องมีการรับรู้ความต้องการของสังคมและมาสังเคราะห์เป็นโจทย์วิจัย และเมื่อผลงานวิจัยสำเร็จ จะต้องมีการให้สาธารณชนได้รับรู้ผลประโยชน์จากผลงานวิจัยนั้น

ระบบการวิจัย เป็นระบบที่ประกอบด้วย หน่วยงานเชิงนโยบาย หน่วยงานให้ทุนสนับสนุนการวิจัย สถาบันวิจัย ผู้กำหนดนโยบายวิจัย ผู้บริหารงานวิจัย นักวิจัย ผู้ใช้ผลงานวิจัย ผู้ได้รับประโยชน์จากผลงานวิจัย และสังคมส่วนรวมของประเทศ แต่ละส่วนของระบบจะต้องมีการสื่อสารกันไม่ทางตรงก็ทางอ้อม โดยมีกลไกการจัดการให้เกิดการสื่อสาร แสดงความประสงค์และขอความพึงพอใจ (หรือไม่พอใจ) ซึ่งกันและกัน ในลักษณะของการป้อนกลับ (feedback)

(1) ทิศทางและลำดับความสำคัญของการวิจัย

การจัดการให้เกิดทิศทางและลำดับความสำคัญของการวิจัยเป็นเรื่องสำคัญองชาติ เป็นกลไกระดมกำลังทรัพยากรและกำลังนักวิจัยให้มุ่งทำงานวิจัยในประเด็นหรือปัญหาที่มีลำดับความสำคัญสูงก่อน การกำหนดนโยบายทิศทางและลำดับความสำคัญของการวิจัยจะมีประโยชน์น้อยหรือกล่าวได้ว่าก่อ

ผลในการระดมกำลังทำงานวิจัยที่มีลำดับความสำคัญสูงไม่ได้ หากไม่มีการจัดการให้เป็นไปตามนโยบายนั้น การจัดการดังกล่าวมี 2 ด้านใหญ่ๆ คือ ด้านการจัดการทรัพยากรกับการจัดการกระบวนการ (process) ให้เกิดความเข้าใจนโยบาย และให้เกิดโครงการวิจัยตามนโยบาย ซึ่งแนวทางกำหนดทิศทางและลำดับความสำคัญของการวิจัยในระดับชาติ ต้องคำนึงถึงหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

(1.1) มีประเด็นที่ควรพิจารณา 5 ประการคือ

- 1) กำหนดให้สอดคล้องกับแนวพัฒนาประเทศ
- 2) กำหนดตามสาขาวิชาการ
- 3) กำหนดตามปัญหาของประเทศหรือสังคม
- 4) กำหนดตามจุดแข็งหรือข้อได้เปรียบ หรือโอกาสในการแข่งขันของประเทศ
- 5) กำหนดตามการคาดการณ์ไปข้างหน้า

หลักหรือแนวทางทั้ง 5 ข้างต้น เป็นแนวทางที่ถูกต้องและใช้กันอยู่ทั้งสิ้น โดยที่แต่ละแนวทางต่างก็มีจุดแข็งและจุดอ่อน ในสภาพความเป็นจริง ควรใช้แนวทางเหล่านี้ร่วมกัน

(1.2) ผู้กำหนดทิศทางและลำดับความสำคัญของการวิจัย

การกำหนดทิศทางและลำดับความสำคัญของการวิจัยของประเทศ ควรทำโดย 4 ฝ่ายร่วมกัน คือ องค์กรกำหนดนโยบายการวิจัยของประเทศ องค์กรจัดสรรทุนวิจัย นักวิจัย และผู้ใช้ผลงานวิจัย โดยใช้ “กระบวนการ” เป็นเครื่องมือโดยที่ “กระบวนการ” เกิดอยู่ตลอดเวลา และมีการป้อนข้อมูลกลับไปกลับมาระหว่าง “กระบวนการ” กับองค์กรกำหนดนโยบายการวิจัยของประเทศอยู่ตลอดเวลา

(1.3) วิธีการกำหนดทิศทางและลำดับความสำคัญโดยใช้ “กระบวนการ”

กระบวนการในที่นี้หมายถึง

- การเขียนบทความประมวลองค์ความรู้ และสังเคราะห์ข้อเสนอแนะ
- การจัดการระดมความคิด

กระบวนการดังกล่าวจะทำให้มีการตรวจสอบข้อมูลเกี่ยวกับองค์ความรู้และสภาพการวิจัยในประเทศไทยและของโลก เพื่อนำมาใช้กำหนดทิศทางและลำดับความสำคัญ ซึ่งจะทำให้ประเด็นวิจัยและลำดับความสำคัญที่ได้มีความแม่นยำสูง การที่มีการประชุมระดมความคิดในกลุ่มนักวิชาการด้านนั้นๆและผู้เกี่ยวข้อง จะทำให้เกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของร่วมต่อทิศทางและลำดับความสำคัญของการวิจัยที่กำหนดขึ้น ทำให้เกิดความพร้อมใจที่จะนำไปปฏิบัติ

(1.4) วิธีสร้างความรู้สึกเป็นเจ้าของ

จุดอ่อนอย่างหนึ่งของการวิจัยในประเทศไทย คือนักวิจัยไม่ค่อยมีความรู้สึกมุ่งมั่น เอาใจจริงเอาใจ (commitment) ต่อการวิจัย เมื่อทำงานวิจัยไประยะหนึ่งก็จะค่อยๆลดความสนใจลงไป หรือมีความรู้สึกว่ามีทำงานวิจัยก็เพื่อมาช่วยทำงานให้แก่หน่วยงานให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

วิธีแก้จุดอ่อนนี้ทำได้โดยในกระบวนการประชุมเพื่อตั้งโจทย์การวิจัยหน่วยงานให้ทุนสนับสนุน การวิจัยต้องอย่าตั้งโจทย์ที่สำเร็จรูปอยู่แล้วเอามาเข้าสู่ที่ประชุม แต่จะต้องใช้ “กระบวนการ” ให้นักวิจัย (และผู้ใช้ในอนาคต) ร่วมกันประชุมความคิดเห็นร่วมกัน ค่อยๆ สรุปรวบรวมออกมาเป็นโจทย์วิจัย ซึ่ง จะทำให้เกิดความรู้สึกว่าเป็นเจ้าของโจทย์วิจัยร่วมกัน

การบริหารแบบมีส่วนร่วม (Management by participation)

การมีส่วนร่วม (Participation) หมายถึง คนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปได้กระทำการกิจกรรมอย่างอย่าง หนึ่งโดยพร้อมเพรียงกัน เป็นอันหนึ่งอันเดียวและบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ด้วยกัน ชนิดและผู้ที่จะมีส่วนร่วม

ผลงานของ โดเฮน ออฟฮอฟน์ ได้แบ่งชนิด (Kinds) ของการมีส่วนร่วมออกเป็น 4 ชนิดคือ

1. การมีส่วนร่วมของชุมชนในกระบวนการตัดสินใจ เช่นว่า ควรทำอะไร และอย่างไร
2. การมีส่วนร่วมในการดำเนินโครงการ โดยใช้การสนับสนุนทรัพยากรต่างๆ ตลอดจนร่วม มือในองค์การหรือกิจกรรมเฉพาะอย่าง
3. การมีส่วนร่วมในการได้รับประโยชน์จากโครงการและกิจกรรม
4. การมีส่วนร่วมในการประเมินผลโครงการ

(2) ปัญหาของการวิจัยและแนวทางแก้ไข

ระบบการวิจัยและพัฒนาของประเทศไทยอยู่ในสภาพที่อ่อนแอมาก จำนวนนักวิจัยซึ่งมีอยู่ ประมาณ 2 คน ต่อประชากร 10000 คนนั้น น้อยกว่าที่ควรมีประมาณ 10 เท่า งบประมาณค่าใช้จ่าย ด้านการวิจัยของประเทศ ซึ่งในปีงบประมาณ 2539 เป็นเงินประมาณ 7 พันล้านบาทนั้นน้อยกว่าที่ควรจะเป็นประมาณ 5 เท่า ผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ ซึ่งมีจำนวนปีละ 600-700 เรื่อง ก็ น้อยกว่าที่ควรมีประมาณ 10 เท่า ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์โดยตรงหรือนำไปจดสิทธิบัตร ก็ น้อยกว่าที่ควรจะเป็นอยู่ในระดับ 10-20 เท่า

ระบบการสร้างนักวิจัย ยังไม่มีรูปแบบและวิธีการสร้างนักวิจัยภายในประเทศอย่างชัดเจนและมีคุณภาพ

วัฒนธรรมด้านการวิจัยยังไม่ชัดเจน วัฒนธรรมในด้านหน่วยงานวิชาการมีหลายอย่างที่ เป็นอุปสรรคต่อการทำงานวิจัย

ระบบและวิธีการจัดการงานวิจัยยังไม่ชัดเจน และมีจุดที่เป็นความเข้าใจผิดและประพจน์ปฏิบัติผิดต่อกันมา เป็นผลเสียต่อการวิจัยโดยไม่รู้ตัวทำให้สร้างงานวิจัยที่มีคุณภาพได้ยาก

นโยบายด้านการวิจัย มักเป็นนโยบายบนกระดาษ ไร้ความจริงใจในเชิงปฏิบัติให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในสังคมไทย ไม่มีความเชื่อมั่นในสติปัญญาหรือศักยภาพของคนไทยในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ สังคมไทยยังไม่ได้เอาใจใส่ต่อการจัดระบบเพื่อดึงศักยภาพทางปัญญาของคนไทยออกมาใช้อย่างเต็มที่ การบริหารงานวิจัย คือการประยุกต์ใช้หลักการและวิธีการเปลี่ยนแปลงที่พึงประสงค์ ผู้บริหารงานวิจัยจะต้องมีความเชื่อมั่นต่อ “ศักยภาพอันไม่สิ้นสุด” ของมนุษย์และสร้างความเชื่อมั่นนั้นให้เกิดขึ้นในสังคม

2.3 วรณกรรมเกี่ยวกับการประเมินผล⁽⁵⁾

2.3.1 การวิจัยเชิงประเมิน

คำว่า การวิจัยเชิงประเมิน หรือการวิจัยประเมินผล ซึ่งตรงกับคำ “Evaluation Research” มีผู้ให้ความหมายต่างๆไว้ดังนี้

รอสซีและฟรีแมน ให้ความหมายว่าหมายถึง การประยุกต์ใช้วิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์อย่างเป็นระบบในการประเมินแนวคิด รูปแบบ (หรือแบบแผน) การดำเนินงาน และการใช้ประโยชน์ทางสังคม (Evaluation research is the systematic of social research procedures in assessing the conceptualization and design, implementation, and utility of social intervention programs)

ในขณะที่ ประชัย เปี่ยมสมบูรณ์⁽⁶⁾ อธิบายคำวิจัยประเมินผลไว้ว่าเป็นการอาศัยรูปแบบการวิจัย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล จากหลักการวิจัยทางสังคมและพฤติกรรมศาสตร์ เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงที่สืบเนื่องมาจาก นโยบาย/แผนงาน/โครงการ ว่ามีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผลต่อกันหรือไม่ มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่พึงประสงค์หรือไม่ เพียงใด และระดับใด

ริกแกน ให้ความหมายว่า หมายถึง การวัดผลทั้งที่พึงปรารถนาและไม่ปรารถนา อันสืบเนื่องมาจากการดำเนินงานที่กำลังกระทำอยู่ เพื่อมุ่งไปสู่เป้าประสงค์ที่ต้องการ

ต่อมาสมาคมสาธารณสุขของอเมริกัน ก็ได้อธิบายความหมายของคำวิจัยประเมินผลเพิ่มขึ้น โดยมีความหมายว่า การวิจัยประเมินผล คือ กระบวนการในการพิจารณาคุณค่าหรือระดับความสำเร็จในการบรรลุถึงวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้แต่ต้น กระบวนการดังกล่าวนี้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์
2. ระบุเกณฑ์มาตรฐานสำหรับวัดความสำเร็จ
3. พิจารณาและอธิบายถึงระดับความสำเร็จ และ
4. เสนอแนะสำหรับโครงการต่อไป

ไฮแมน เสนอความหมายการวิจัยประเมินผลว่า หมายถึง ขั้นตอนของการแสวงหาความเป็นจริง ซึ่งเป็นผลจากการดำเนินงานทางสังคมที่ได้วางแผนไว้ล่วงหน้า การวิจัยประเมินผลจัดเป็นการวิจัยประยุกต์ประเภทหนึ่ง ซึ่งจุดมุ่งหมายหลักมิใช่เพื่อการเสริมสร้างองค์ความรู้ แต่เพื่อการศึกษาประสิทธิผลของการประยุกต์ใช้ องค์ความรู้ให้เกิดประโยชน์การเปลี่ยนแปลงทางสังคม

ซัทแมน เป็นอีกผู้หนึ่งที่ทำให้ความหมายของการวิจัยประเมินผลชัดเจนขึ้น ซึ่งซัทแมนได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

การวิจัยประเมินผล คือ การศึกษาพิจารณา (ไม่ว่าจะมีพื้นฐานทางจากความคิดเห็นการบันทึกข้อมูลส่วนตัว หรือข้อมูลที่เป็นกลาง) เกี่ยวกับผลลัพธ์ (ไม่ว่าจะเป็นในทางบวกหรือลบ ชั่วคราวหรือถาวร เร่งรัดหรือเฉื่อยชา) ซึ่งเกิดจากกิจกรรมบางประเภท (ไม่ว่าในลักษณะแผนงานหรือโครงการต่อเนื่องหรือเพียงครั้งเดียว) ที่มุ่งให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์หรือเป้าประสงค์ที่ปรารถนา (ไม่ว่าในความพยายามระดับสูง กลาง หรือต่ำ ในระยะยาวหรือระยะสั้น)

จากการให้ความหมาย คำว่า การวิจัยประเมินผลหรือการวิจัยเชิงประเมินที่นำเสนอมาข้างต้นนั้น พอจะสรุปได้ว่า การวิจัยประเมินผลเป็นการวิจัยประเมินทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ซึ่งเป็นการวิจัยประยุกต์ โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาค้นหาข้อมูลที่เกิดขึ้น อันเนื่องมาจากกิจกรรมบางประการ ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปประกอบตัดสินใจตีค่าผลการดำเนินกิจกรรมนั้นๆ ว่าบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่เพียงไร

โดยการสรุปให้ความหมายเช่นนี้ก็จะเห็นว่า การวิจัยประเมินผลหรือการวิจัยเชิงประเมินก็เป็นสิ่งเดียวกันกับการประเมินผลโครงการนั่นเอง ถ้าหากคำว่า การดำเนินกิจกรรมบางประการ ในที่นี้หมายถึง การดำเนินโครงการ

2.3.2 การประเมินผลโครงการหลังดำเนินการ

หลังจากโครงการได้นำไปดำเนินการใช้และมีการดำเนินผลโครงการขณะดำเนินการตามระยะเวลาที่กำหนดจนกระทั่งสิ้นสุดการดำเนินกิจกรรมของโครงการแล้ว ก็มีความจำเป็นที่ต้องทำการประเมินผลโครงการอีกครั้งเพื่อให้รู้คำตอบต่างๆ เกี่ยวกับโครงการทั้งหมดในภาพรวมว่า ผลการดำเนินโครงการเป็นอย่างไร ก่อให้เกิดผลอื่นใดตามมาหรือไม่ซึ่งก็จะเป็นการประเมินผลโครงการแบบสรุปรวบยอด หรือการประเมินผลโครงการหลังดำเนินการ โดยในบทนี้จะได้กล่าวถึงตามลำดับ ได้แก่

1. ความหมายและลักษณะการประเมินผลโครงการหลังดำเนินการ
2. วัตถุประสงค์ของการประเมินผลโครงการหลังดำเนินการ
3. เทคนิคและวิธีการประเมินผลโครงการหลังดำเนินการ
4. การใช้ผลการประเมินโครงการหลังดำเนินการ

2.3.3 ความหมายและลักษณะการประเมินผลโครงการหลังดำเนินการ

การประเมินผลโครงการหลังดำเนินการ บางครั้งเราจะพบว่าในภาษาอังกฤษกับ”Post Evaluation program หรือ Summative Evaluation Program และ Impact Evaluation Program” แต่ไม่ว่าจะใช้คำใดก็ตามการประเมินผลโครงการหลังดำเนินการก็คือการประเมินภายหลังจากได้นำโครงการไปใช้ดำเนินงานกับกลุ่มเป้าหมายตามระยะเวลาที่กำหนดออกแบบไว้

การประเมินผลโครงการหลังดำเนินการอาจแยกทำได้เป็น 2 ระยะ กล่าวคือ ภายหลังจากโครงการดำเนินงานเสร็จสิ้นก็ทำการประเมินทันที หรือทิ้งช่วงการประเมินออกไประยะหนึ่งแล้ว จึงค่อยทำการประเมิน นอกจากนั้นก็อาจใช้ทั้ง 2 ลักษณะร่วมกัน คือ ทำการประเมินทั้งภายหลังเสร็จสิ้นโครงการทันที และทิ้งช่วงระยะการประเมินออกไปตามความเหมาะสมแล้วใช้ข้อมูลจากสองส่วนประกอบกัน ซึ่งการประเมินทั้ง 2 ลักษณะ มีวัตถุประสงค์และเทคนิควิธีการประเมินค่อนข้างต่างกัน โดยจะได้กล่าวถึงต่อไปตามลำดับ

2.3.4 วัตถุประสงค์ของการประเมินผลโครงการหลังดำเนินการ

การประเมินผลโครงการหลังดำเนินการ หรือการประเมินผลโครงการเมื่อเสร็จสิ้นการดำเนินการมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ ๆ 3 ประการ ได้แก่

ประการแรก เพื่อที่จะรู้ว่าการดำเนินงานของโครงการที่ผ่านมาทั้งหมดได้ผลเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ของโครงการตั้งแต่ในขั้นการออกแบบวางแผนเริ่มแรกหรือไม่ เพียงไร

ประการที่สอง เพื่อที่จะรู้ว่าการเกิดขึ้นจากการดำเนินงานของโครงการนั้นเป็นผลที่แท้จริงจากการดำเนินโครงการโดยตรงหรือไม่ และมีผลอื่นใดที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากโครงการไปทำให้เกิดขึ้นโดยมิได้มุ่งหวัง หรือต้องการให้เกิดขึ้น ซึ่งเรียกกันว่าผลกระทบหรือผลข้างเคียง

ประการที่สาม เพื่อที่จะรู้ว่าการเกิดขึ้นจากการดำเนินงานของโครงการนั้นใช้ทรัพยากรในการดำเนินงานไปมากน้อยเพียงไร คู้มค่าหรือไม่กับทรัพยากรที่ต้องสูญเสียไปและผลที่ได้จากโครงการเพียงพอกับความต้องการของผู้รับบริการจากโครงการหรือไม่

จากวัตถุประสงค์ทั้งสามประการนี้เมื่อผู้ประเมินสามารถหาคำตอบให้ได้แล้วก็จะนำไปสู่การตัดสินใจสำหรับผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้องรับผิดชอบโครงการในการขยายผลการใช้หรือยกเลิกการใช้โครงการดังกล่าวต่อไป

2.3.5 เทคนิคและวิธีการประเมินผลโครงการหลังดำเนินการ

ด้วยวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน 3 ประการข้างต้น การประเมินผลหลังดำเนินโครงการจึงมีเทคนิควิธีการประเมิน 3 วิธีใหญ่ ๆ คือ

1. การประเมินประสิทธิผลของโครงการ
2. การประเมินผลกระทบหรือผลข้างเคียงของโครงการ
3. การประเมินประสิทธิภาพและความพอเพียงของโครงการ

2.3.6 การประเมินประสิทธิผลของโครงการ (Effectiveness Program Evaluation)

การประเมินประสิทธิผลของโครงการก็คือ การประเมินเพื่อจะรู้ว่าโครงการได้รับผลตามที่ต้องการหรือไม่ ทั้งนี้โดยยึดวัตถุประสงค์ของโครงการเป็นตัวเปรียบเทียบรับโดยตรงจากการดำเนินโครงการทั้งหมด ซึ่งคำว่าผลที่ได้รับโดยตรงทั้งหมดนี้คิดจากผลที่ต้องการให้เกิดขึ้นจริงตามวัตถุประสงค์ของโครงการที่กำหนดไว้ หรือตรงกับที่รอสซีและฟรีแมน เรียกว่า “Net Outcomes” และประชัย เปี่ยมสมบูรณ์ เรียกว่า “ผลสุทธิของโครงการ” นั่นเอง

2.4 วรรณกรรมเกี่ยวกับการจัดการองค์ความรู้⁽⁷⁾

2.4.1 การจัดการความรู้คืออะไร

การจัดการความรู้เป็นกระบวนการ (Process) ที่ดำเนินการร่วมกันโดยผู้ปฏิบัติงานในองค์กรหรือหน่วยงานย่อยขององค์กร เพื่อสร้างและใช้ความรู้ในการทำงานให้เกิดผลสัมฤทธิ์ดีขึ้นกว่าเดิม

การจัดการความรู้ในความหมายนี้จึงเป็นกิจกรรมของผู้ปฏิบัติงาน ไม่ใช่กิจกรรมของนักวิชาการหรือนักทฤษฎี แต่นักวิชาการหรือนักทฤษฎีอาจเป็นประโยชน์ในฐานะแหล่งความรู้ (Resource Person)

การจัดการความรู้เป็นกระบวนการที่เป็นวงจรต่อเนื่องเกิดการพัฒนางานอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ เป้าหมาย คือ การพัฒนางานและพัฒนาคน โดยมีความรู้เป็นเครื่องมือ มีกระบวนการจัดการความรู้เป็นเครื่องมือ จึงกล่าวได้ว่า “การจัดการความรู้เป็นเครื่องมือ ไม่ใช่เป้าหมาย”

2.4.1 เป้าหมายของการจัดการความรู้ การจัดการความรู้มีเป้าหมาย 3 ประการใหญ่ ๆ ได้แก่

- (1) เพื่อพัฒนางาน ให้มีคุณภาพและผลสัมฤทธิ์ยิ่งขึ้น
- (2) เพื่อการพัฒนาคน คือ พัฒนาผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งในที่นี้ คือ ข้าราชการทุกระดับแต่ที่จะได้ประโยชน์มากที่สุด คือ ข้าราชการชั้นผู้น้อย และระดับกลาง
- (3) เพื่อการพัฒนา “ฐานความรู้” ขององค์กรหรือหน่วยงาน เป็นการเพิ่มพูนทุนความรู้หรือทุนปัญญาขององค์กร ซึ่งจะช่วยให้องค์กรมีศักยภาพในการฟันฝ่าความยากลำบากหรือความไม่แน่นอนในอนาคตได้ดีขึ้น

2.4.3 หลักการ 4 ประการของการจัดการความรู้

(1) ให้คนหลากหลายทักษะ หลากหลายวิธีคิด ทำงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์การจัดการความรู้ที่มีพลังต้องทำโดยคนที่มีความรู้พื้นฐานแตกต่างกัน มีความเชื่อหรือวิธีคิดแตกต่างกัน (แต่มีจุดรวมพลัง คือ มีเป้าหมายอยู่ร่วมกัน) ถ้ากลุ่มที่ดำเนินการจัดการความรู้ประกอบด้วยคนที่คิดเหมือน ๆ กัน การจัดการความรู้จะไม่มีพลัง ในการจัดการความรู้ ความแตกต่างหลากหลาย (heterogeneity) มีคุณค่ามากกว่าความเหมือน (homogeneity)

(2) ร่วมกันพัฒนาวิธีทำงานในรูปแบบใหม่ ๆ เพื่อบรรลุประสิทธิผลที่กำหนดไว้ หรือฝันว่าจะได้ในการจัดการสมัยใหม่ ประสิทธิภาพประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ คือ

- การตอบสนองความต้องการ (Responsiveness) ซึ่งอาจเป็นความต้องการของลูกค้า ความต้องการของสังคม หรือความต้องการที่กำหนดโดยผู้บริหารองค์กร
- นวัตกรรม (Innovation) ซึ่งอาจเป็นนวัตกรรมด้านผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ หรือวิธีการใหม่ ๆ ก็ได้
- จิตความสามารถ (Competency) ของข้าราชการ และขององค์กร
- ประสิทธิภาพ (Efficiency) ในการทำงาน

(3) ทดลองและเรียนรู้ เนื่องจากกิจกรรมการจัดการความรู้เป็นกิจกรรมสร้างสรรค์ ซึ่งหมายความว่าต้องคิดแบบ "หลุดโลก" จึงต้องมีวิธีดึงกลับมาสู่ความเป็นจริงในโลก หรือในสังคมโดยการทดลองทำเพียงน้อย ๆ ซึ่งถ้าล้มเหลวก็ก่อผลเสียหายไม่มากนัก ถ้าได้ผลไม่ดีก็ยกเลิกความคตินั้น ถ้าได้ผลดีจึงขยายการทดลองเป็นทำมากขึ้น จนในที่สุดขยายเป็นวิธีทำงานแบบใหม่ หรือได้ Best Practice ใหม่ นั่นเอง

(4) นำเข้าความรู้จากภายนอกอย่างเหมาะสม โดยต้องถือว่าความรู้จากภายนอกยังเป็นความรู้ที่ยัง "ดิบ" อยู่ ต้องเอามาทำให้ "สุก" ให้พร้อมใช้ในบริบทของเราโดยการเติมความรู้เชิงบริบทลงไป

2.4.4 แนวคิดเกี่ยวกับการดำเนินการจัดการความรู้ในหน่วยงานราชการ

การดำเนินการจัดการความรู้ในหน่วยราชการควรใช้หลักการ "พลังสาม รวมเป็นหนึ่งเดียว"

- (1) ใช้พลังของระบบ "ราชการประจำ" ซึ่งมีการทำงานตามกฎระเบียบ มีรูปแบบที่ชัดเจน
- (2) ใช้พลังของ "ระบบแห่งความสร้างสรรค์" มีการทดลองรูปแบบใหม่ ๆ ของการทำงานเป็น Project team ทำงานมุ่งเป้าในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ภายใต้แนวคิดของ "ระบบที่ซับซ้อนและปรับตัว" (complex-adaptive system) และ

- (3) ใช้พลังสร้างสรรค์ที่มีอยู่แล้วภายในองค์กรในรูปแบบของการรวมตัวกันเองเป็นกลุ่มเชื่อมโยง

กับระบบราชการประจำ และระบบแห่งการสร้างสรรค์ เน้นที่การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ที่จะนำไปสู่การพัฒนา best practices จากการเรียนรู้ จากการทำงานภายในองค์กร และจากการ "ตรวจจับ" (capture) ความรู้จากภายนอกองค์กรเอามาหรับใช้ในการทำงาน

2.5 วรรณกรรมเกี่ยวกับระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management Information System : MIS)

ปัจจุบันนี้โลกได้มีการแข่งขันกันมากขึ้นอย่างไร้ขอบเขตจำกัด สังคมโลกกลายเป็นสังคมสารสนเทศ การเกิดขึ้นของระบบโลกาภิวัตน์ ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจโลก อุตสาหกรรมโลก และการเมืองโลก กลายเป็นระบบที่เปิดไปมาหากันได้ตลอดเวลา ทำให้การแข่งขันทางด้านบริหารจัดการซึ่งเคยอยู่ในวงจำกัด กลายเป็นการแข่งขันที่ปราศจากขอบเขตจำกัดเช่นในอดีตอีกต่อไป

ในหน่วยงานต่าง ๆ บทบาทของเทคโนโลยีสารสนเทศและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมีอยู่มากมาย นับตั้งแต่การนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้าไปใช้ในการปฏิบัติงานแทนการทำงานด้วยมือ และแทนการสื่อสารในรูปแบบอื่น รวมทั้งสร้างระบบการสื่อสารแบบใหม่ ตลอดจนจนถึงการใช้สารสนเทศช่วยในการตัดสินใจด้านการบริหาร รวมทั้งการปรับปรุงกระบวนการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งหน่วยงานภาครัฐและเอกชน กล่าวได้ว่าเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นในหน่วยงานตั้งแต่ขนาดใหญ่ไปถึงขนาดเล็ก องค์กรจะต้องมีสารสนเทศที่เชื่อถือได้ในเรื่องต่าง ๆ ที่ต้องการเพื่อช่วยการตัดสินใจ ทำให้จำเป็นต้องมีสารสนเทศที่มีคุณภาพมากขึ้น ขณะเดียวกันความสามารถในการสื่อสารข้อมูลและสารสนเทศภายในและระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ก็ยิ่งทวีความจำเป็นมากขึ้นทำให้ความต้องการสารสนเทศและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในหน่วยงานต่าง ๆ เพิ่มขึ้นจนเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ ช่วยในการปรับกลยุทธ์ หรือปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานของหน่วยงานและช่วยให้กระบวนการตัดสินใจทำได้ดีขึ้น

2.5.1 ความหมายของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

เราสามารถนำเทคโนโลยีมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ในทุกแขนงสาขาวิชา ไม่ว่าจะเป็นด้านการเกษตร การแพทย์ การธนาคาร วงการธุรกิจและอุตสาหกรรม ตลอดจนถึงด้านการศึกษา เพื่อเป็นการปรับปรุงระบบต่าง ๆ ของการทำงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการไว้ดังต่อไปนี้

Laudon and Laudon⁽⁸⁾ ได้ให้ความหมายของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการไว้ว่า “เป็นระบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ เกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูล การประมวลผลข้อมูล

การเก็บรักษาข้อมูล และการกระจายข้อมูลสารสนเทศเหล่านั้น ไปสนับสนุนการตัดสินใจขององค์กร ตลอดจนการควบคุม การวิเคราะห์ และการสร้างวิสัยทัศน์ให้แก่องค์กรอีกด้วย ”

Davis & Olson⁽⁸⁾ ได้ให้ความหมายของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการไว้ว่า “ เป็นระบบบูรณาการ ระหว่างผู้ใช้และเครื่องจักรกล เพื่อจัดหาสารสนเทศไว้สำหรับบริการผู้ปฏิบัติ ผู้จัดการ และสนองภาระหน้าที่ในการตัดสินใจขององค์กร ระบบดังกล่าวอาศัยอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ การทำงานด้วยมือ ตัวแบบสำหรับการวิเคราะห์ (การวางแผน การควบคุม และการตัดสินใจ) รวมทั้งต้องอาศัยระบบฐานข้อมูลที่ดีอีกด้วย ”

2.5.2 ประเภทของสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Classification of Information Systems)

สารสนเทศเพื่อการจัดการ สามารถแบ่งออกได้ 4 ประเภท ดังนี้

2.5.2 แบ่งตามโครงสร้างขององค์กรประกอบ (Classification by organizational structure)

2.5.3 แบ่งตามหน้าที่การปฏิบัติงาน (Classification by functional area)

2.5.4 แบ่งตามการสนับสนุน (Classification by support provided)

2.5.5 แบ่งตามระบบการออกแบบ (Classification by system architecture)

แบ่งตามโครงสร้างขององค์กร ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

1) ระบบสารสนเทศสำหรับแผนก (Department information systems) เป็นระบบสารสนเทศที่ใช้สนับสนุนการปฏิบัติหน้าที่ของแผนกต่าง ๆ ในองค์กร เช่น ระบบสารสนเทศด้านการตลาด ระบบสารสนเทศด้านการเงิน ระบบสารสนเทศด้านการผลิต ระบบสารสนเทศด้านการบริหารงานบุคคล เป็นต้น

2) ระบบสารสนเทศสำหรับบริษัท (Enterprise information systems) เป็นระบบสารสนเทศรวมทั้งองค์กร เป็นสารสนเทศในระดับองค์กร

3) ระบบสารสนเทศระหว่างองค์กร (Interorganizational information systems) เป็นระบบสารสนเทศที่สนับสนุนการประสานงานหรือการเชื่อมโยงระหว่างองค์กร เช่น ระบบ EDI (Electronic Data Interchange) ระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic commerce)

แบ่งตามหน้าที่การปฏิบัติงาน อาทิ เช่น

1) ระบบสารสนเทศด้านการบัญชี (The accounting information system)

2) ระบบสารสนเทศด้านการเงิน (The finance information system)

3) ระบบสารสนเทศด้านการผลิต (The manufacturing information system)

4) ระบบสารสนเทศด้านการตลาด (The marketing information system)

- 5) ระบบสารสนเทศด้านการบริหารทรัพยากรมนุษย์ (The human resources management information system)

แบ่งตามการสนับสนุน ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

1) ระบบสารสนเทศสำหรับการประมวลผลรายการ (Transaction processing system : TPS) เป็นระบบสารสนเทศที่เพิ่มพื้นฐานของการเก็บรวบรวมข้อมูล TPS ช่วยทำให้เกิดความรวดเร็วในการบริหาร การให้บริการในรูปแบบใหม่ ๆ เป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานประจำวันขององค์กร และใช้สารสนเทศสรุปการปฏิบัติงานแต่ละวัน เช่น การบันทึกรายการทางบัญชี การบันทึกยอดขายต่อวัน ซึ่งมักจะเป็นระบบที่เชื่อมโยงกับลูกค้า หรือบุคคลภายนอกที่มาติดต่อกับกิจการ

2) ระบบสารสนเทศสนับสนุนการรายงาน (Management reporting system : MRS) เป็นระบบสารสนเทศที่สนับสนุนการเสนอรายงานในรูปแบบต่าง ๆ สำหรับผู้บริหารระดับกลาง เพื่อใช้ในการวางแผนบริหารจัดการ ควบคุม ใช้ในการแก้ปัญหาหรือตัดสินใจในสถานการณ์ได้ล่วงหน้า ซึ่งอาจจะเป็นรายงานที่เตรียมไว้ล่วงหน้า (Preplan report) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดเตรียมข้อมูลให้กับผู้บริหาร เพื่อใช้ในการพิจารณาก่อนที่จะตัดสินใจ โดยทั่วไปข้อมูลต่าง ๆ อยู่ในรูปของข้อสรุป (summary report)

3) ระบบสารสนเทศสำนักงานอัตโนมัติ (Office automation system : OAS) เป็นระบบสารสนเทศที่สนับสนุนการทำงานในสำนักงาน ซึ่งช่วยทำให้เกิดความรวดเร็ว ประหยัด และเป็นระบบของการปฏิบัติงาน โดยมีอุปกรณ์พื้นฐานทางคอมพิวเตอร์ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องสแกนเนอร์ โทรสาร และระบบโปรแกรมประมวลคำ

4) ระบบสารสนเทศสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision support system : DDS) เป็นระบบสารสนเทศที่ช่วยในการจัดระบบข้อมูลในลักษณะที่ผู้บริหารสามารถเรียกออกมาใช้ได้ตามความต้องการ สำหรับใช้วินิจฉัยสถานการณ์บางอย่างโดยเฉพาะ

- 5) ระบบสารสนเทศสำหรับผู้บริหารระดับสูง (Executive information system : EIS)

6) Expert support system หรือ Expert system เป็นระบบสารสนเทศที่ ซึ่งออกแบบเพื่อให้คำแนะนำในเรื่องที่เกี่ยวกับความชำนาญเฉพาะด้าน เช่น ด้านการแพทย์ วิศวกรรม

แบ่งตามระบบการออกแบบ เป็นระบบสารสนเทศจำแนกตามโครงสร้างพื้นฐานของระบบ ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

- 1) ระบบคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ (Mainframe based system)
- 2) คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเดี่ยว ๆ (Standalone personal computer : PC)
- 3) เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Network computing system)

2.5.3 ลักษณะของระบบสารสนเทศที่ดี

ด้านเนื้อหา

- 1) มีความเชื่อถือได้ (Reliability)
- 2) ตรงประเด็น (Validity)
- 3) มีความสมบูรณ์ (Completeness)
- 4) มีความถูกต้องแม่นยำ (Accurate)
- 5) สัมพันธ์เกี่ยวข้อง (Relevant)
- 6) ตรวจสอบได้ (Verifiable)

ด้านเวลา

- 1) เหมาะเจาะในเรื่องเวลา (Timely)
- 2) รวดเร็ว
- 3) ครบถ้วนทั้งข้อมูลอดีต ปัจจุบัน อนาคต

ด้านรูปแบบ

- 1) ต้องยืดหยุ่น (Flexible)
- 2) รูปแบบการนำเสนอต้องเข้าใจง่าย เหมาะสมกับระดับของผู้ใช้
- 3) กระชับ

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเอกสาร(Documentary research) และวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยการเก็บข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross - sectional Survey) ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2548

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- 1.รายงานการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการปนเปื้อนของสารหนู ตั้งแต่ปี พ.ศ.2530 ถึงพ.ศ.2546 จำนวน 75 เรื่อง
- 2.ประชาชนในตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จำนวน 403 ตัวอย่าง แบ่งเป็น 2 กลุ่มได้แก่ กลุ่มพื้นที่เสี่ยงสูง 202 ครั้วเรือน และกลุ่มพื้นที่เสี่ยงต่ำ 201 ครั้วเรือน
- 3.ส่วนราชการที่เกี่ยวข้องในจังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 29 หน่วยงาน

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

ดำเนินการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนครั้วเรือน โดยใช้ตารางสุ่มของ Taro yamane ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 ได้จำนวนตัวอย่าง 403 ตัวอย่าง (ครั้วเรือน)

วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

รายงานการศึกษาวิจัยต่างๆ และส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง ใช้วิธี census
ประชาชนในตำบลร่อนพิบูลย์
จัดกลุ่มหมู่บ้านเป็นพื้นที่ เสี่ยงสูงและเสี่ยงต่ำ โดยพิจารณาจากผลการวิจัยซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา และพิจารณากำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างจากพื้นที่เสี่ยงสูงและเสี่ยงต่ำในสัดส่วนที่เท่ากัน สำหรับจำนวนตัวอย่างในแต่ละหมู่บ้าน พิจารณาตามสัดส่วนของหลังคาเรือนแต่ละหมู่บ้าน เลือกโดยการสุ่มด้วยวิธี Systematic Random Sampling

ผลการสุ่มตัวอย่าง

พื้นที่ เสี่ยงสูง	202	ตัวอย่าง	ประกอบด้วย
หมู่ที่ 1 บ้านหูด่าน	169	หลังคาเรือน	จำนวน 17 ตัวอย่าง
หมู่ที่ 2 บ้านร่อนนา	500	หลังคาเรือน	จำนวน 53 ตัวอย่าง
หมู่ที่ 12 บ้านตลาดร่อนพิบูลย์	728	หลังคาเรือน	จำนวน 76 ตัวอย่าง
หมู่ที่ 13 บ้านศาลาขี้เหล็ก	434	หลังคาเรือน	จำนวน 45 ตัวอย่าง
หมู่ที่ 15 บ้านทุ่งน้ำจาน	104	หลังคาเรือน	จำนวน 11 ตัวอย่าง

พื้นที่เสี่ยงต่ำ	201	ตัวอย่าง	ประกอบด้วย
หมู่ที่ 3 บ้านเดลิง	467	หลังคาเรือน	จำนวน 25 ตัวอย่าง
หมู่ที่ 4 บ้านหนองกก	301	หลังคาเรือน	จำนวน 16 ตัวอย่าง
หมู่ที่ 5 บ้านห้วยรากไม้	359	หลังคาเรือน	จำนวน 19 ตัวอย่าง
หมู่ที่ 6 บ้านควนกลาง	255	หลังคาเรือน	จำนวน 13 ตัวอย่าง
หมู่ที่ 7 บ้านวังไทร	714	หลังคาเรือน	จำนวน 38 ตัวอย่าง
หมู่ที่ 8 บ้านต้นกอ	390	หลังคาเรือน	จำนวน 20 ตัวอย่าง
หมู่ที่ 9 บ้านม่วงงาม	276	หลังคาเรือน	จำนวน 14 ตัวอย่าง
หมู่ที่ 10 บ้านโคกยาง	411	หลังคาเรือน	จำนวน 22 ตัวอย่าง
หมู่ที่ 11 บ้านห้วยไม้แก่น	200	หลังคาเรือน	จำนวน 10 ตัวอย่าง
หมู่ที่ 14 บ้านนาโพธิ์	192	หลังคาเรือน	จำนวน 10 ตัวอย่าง
หมู่ที่ 16 บ้านต้นม่วง	247	หลังคาเรือน	จำนวน 13 ตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสรุปข้อมูลผลสัมฤทธิ์จากการศึกษาวิจัย

แบบสัมภาษณ์ติดตามผลสัมฤทธิ์ สำหรับประชาชน และส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง

1 แบบสัมภาษณ์ติดตามผลสัมฤทธิ์ สำหรับประชาชน ประกอบด้วย

- 1.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบสัมภาษณ์และครอบครัว
- 1.2 การได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับเรื่องสารหนู หรือโรคพิษสารหนู ในอดีตและในปัจจุบัน
- 1.3 แบบสัมภาษณ์วัดความรู้เกี่ยวกับสารหนู
- 1.4 พฤติกรรมการใช้น้ำของประชาชน
- 1.5 หน่วยงานที่ให้การสนับสนุนในการจัดหา น้ำสะอาด หรือบำบัด น้ำดื่ม น้ำใช้
- 1.6 ความคาดหวังต่อหน่วยงานภาครัฐ / ท้องถิ่น ในการจัดการเรื่องสารหนู และโรคพิษสารหนู ในด้านต่างๆ

2. แบบสัมภาษณ์ติดตามผลสัมฤทธิ์ สำหรับส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

- 2.1 ข้อมูลทั่วไปของหน่วยงาน
- 2.2 หน้าที่ความรับผิดชอบของหน่วยงานเกี่ยวกับสารหนู
- 2.3 การดำเนินการหรือร่วมดำเนินการเกี่ยวกับสารหนูในพื้นที่อำเภอรัตนพิบูลย์ในช่วงเวลาที่ผ่านมา
- 2.4 ข้อเสนอแนะทางยุทธศาสตร์ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาโรคสารหนู

การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (CONTENT VALIDITY) โดยนำแบบสอบถามแบบ
สัมภาษณ์ และแบบรวบรวมผลการดำเนินการตามโครงการ ฯ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้และประสบการณ์ 4
ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาในแต่ละข้อคำถาม จากนั้นนำแบบสอบถามมาปรับปรุง

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้ดำเนินการวิจัยทำหนังสือขอความอนุเคราะห์จากกลุ่มตัวอย่างเพื่อขอความร่วมมือในการ
ตอบแบบสอบถามและเก็บข้อมูลผลงาน
2. ในการประสานงานทุกขั้นตอน ผู้ดำเนินการวิจัยเป็นผู้ดำเนินการด้วยตนเอง
3. ดำเนินการจัดประชุมเพื่อเตรียมผู้ช่วยวิจัย พนักงานเก็บข้อมูลและผู้ประสานงาน
4. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากข้อมูล ของแต่ละพื้นที่/หน่วยงานพร้อมกัน ในเดือน
กุมภาพันธ์ 2548

การประมวลผลข้อมูล

นำข้อมูลที่รวบรวมได้ทั้งหมดมาตรวจสอบความถูกต้อง ความสมบูรณ์ของข้อมูล นำข้อมูลที่ได้
มาลงรหัส เพื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ สถิติเชิงพรรณนา

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากกรอบแนวคิดในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ จะได้ผลผลิต 2 ส่วน คือ 1) ชุดข้อมูลและสารสนเทศเพื่อการสืบค้นงานวิจัย 2) ผลสัมฤทธิ์จากการวิจัย ผู้วิจัยจึงขอนำเสนอผลการดำเนินงานในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1. การจัดทำชุดข้อมูลและสารสนเทศเพื่อการสืบค้น

รายงานการวิจัยเกี่ยวกับสารหนูในอำเภอรัตนพิบูลย์ ที่สืบค้นได้ทั้งหมด 75 เรื่อง โดยได้รับเอกสารฉบับสมบูรณ์ (Full paper) จำนวน 21 เรื่อง เป็นงานวิจัยที่ศึกษาในประเด็นระดับชาติ 13 เรื่อง การปนเปื้อน 12 เรื่อง การบำบัด 29 เรื่อง ผลกระทบ 11 เรื่อง พฤติกรรม 7 เรื่อง ประเด็นอื่นๆ 3 เรื่อง ข้อเสนอแนะส่วนใหญ่จะเป็นข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย จำนวน 63 ประเด็น สำหรับหน่วยงาน จำนวน 46 ประเด็น และสำหรับประชาชน จำนวน 12 ประเด็น จากรายงานการวิจัยที่สืบค้นมาทั้งหมดดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำมาจัดหมวดหมู่ตามประเด็นสรุปข้อมูลต่าง ๆ เพื่อสะดวกในการสืบค้น แล้วได้จัดทำเป็นชุดสารสนเทศ ที่สามารถสืบค้นข้อมูลรายงานการวิจัยเป็น 2 รูปแบบ คือ

1.1 สืบค้นทางอินเทอร์เน็ต

ผู้สนใจสามารถสืบค้นได้ที่สามารถสืบค้นได้ทางเว็บไซต์ของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพัทลุง <http://www.ptho.moph.go.th/arsenic/index.htm> (รูปที่ 1)

รูปที่ 1 ชุดสารสนเทศ เพื่อสืบค้นรายงานการวิจัยสารหนู ทางอินเทอร์เน็ต ในอำเภอรัตนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

ผู้วิจัยได้นำฐานข้อมูลรายงานการวิจัย นำเสนอในรูปแบบ Mind map เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้สนใจสามารถสืบค้นได้โดยไม่ต้องใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (รูปที่ 2)

งานวิจัยสารหนู

- ปีทำวิจัย
- ผู้วิจัย
- ข้อเสนอแนะ
- ประเด็นการวิจัย
 - การปนเปื้อน
 - พิษเรื้อรัง
 - พื้นดิน
 - น้ำ ผัก ผลไม้ และเส้นผม
 - การบำบัด
 - การใช้พืชบำบัด
 - การใช้ชีวเคมี
 - การบำบัดสารหนูในน้ำจากศาลด้วยวิธีอื่น
 - การใช้สารส้ม (alum) ทรายขาว (ma dioxide) และผงถ่านกัมมันต์ (activat)
 - การลดความเข้มข้นของสารหนู
 - ใช้แบคทีเรีย
 - กระบวนการทางชีวเคมีและการใช้ และกระบวนการ
 - ระบบการกำจัดสารหนูในน้ำจากบ่อน้ำตื้น
 - การลดปริมาณสารหนูในน้ำบ่อน้ำตื้น
 - การจัดหาน้ำสะอาด
 - ผลกระทบ
 - ต่อสุขภาพ
 - ต่อสิ่งแวดล้อม
 - ปัจจัยเสี่ยง

จากผลการศึกษา น้ำและดิน จากพื้นที่การเกษตรใน 4 ตำบล ได้แก่ ตำบลร่องเทือง, ความชุม, ความเพ็งและหินเหล็กไฟ ตำบลร่องเทือง, ความชุม, และห้วยแดง ปริมาณสารหนูในดินพบในทั้ง 4 ตำบล และในผลผลิตผลการเกษตรรวม 150 ชนิด

2. ผลสัมฤทธิ์จากการวิจัย

2.1 องค์ความรู้จากการวิจัย

2.1.1 ความเป็นมา

สารหนูเป็นพิษระบาดจากสิ่งแวดล้อมแต่เดิมยังไม่เคยมีรายงานมาก่อนในประเทศไทย ปรากฏเป็นข่าวในช่วงปลายเดือนตุลาคม 2530 ว่ามีราษฎรบางหมู่บ้านในเขตอำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ได้รับพิษจากสารหนูทำให้เกิดเป็นโรคมะเร็งผิวหนังซึ่งโรคนี้คนในหมู่บ้านเป็นกันมานานแล้วโดยเข้าใจว่าเป็นโรคทางกรรมพันธุ์ ชาวบ้านทั่วไปเรียกโรคนี้ว่า “โรคไข้ดำ” ซึ่งเกิดจากการบริโภคน้ำบ่อที่ปนเปื้อนสารหนู ปริมาณ 2.17-2.67 ppm และในน้ำประปา 0.07 ppm (ค่าปกติ 0.005 ppm) ผู้ป่วยได้บริโภคน้ำเป็นเวลานาน 10.48 ปี⁽¹⁰⁾ นอกจากนี้ยังพบสารหนูปนเปื้อนในดินเกินกว่าค่าปกติด้วย โดยมีอาการของโรคผิวหนัง คือ มีจุดขึ้นตามตัว ผ่ามือและฝ่าเท้าโดยทั่วไป โดยพบว่าราษฎรมีอาการป่วยด้วยโรคนี้มากที่สุดในบริเวณหมู่ที่ 12 ตำบลร่อนพิบูลย์ และพื้นที่ใกล้เคียงซึ่งแต่เดิมเป็นบริเวณที่มีการทำเหมืองแร่ดีบุกนั้น

ผลการศึกษาพบสาเหตุการปนเปื้อนว่ามีสาเหตุมาจากการละลายน้ำของแร่อาร์เซนไนท์ อันเป็นเพื่อนแร่ที่ปนมากับแร่ดีบุก ทั้งในสายแร่ลานแร่และจากน้ำทิ้งของโรงแต่งแร่ ซึ่งมีกระบวนการแต่งแร่โดยวิธีลอยแร่อีกด้วย การแพร่กระจายของสารละลายจากสารหนูนี้มีลักษณะกระจายแผ่เป็นพื้นที่กว้าง โดยละลายไปตามทิศทางของการไหลของน้ำบาดาลระดับตื้นและทางน้ำธรรมชาติ ดังนั้นจึงตรวจพบว่ามีค่าความเข้มข้นของสารหนูเกินเกณฑ์น้ำปกติ ในดิน ในพืชบางชนิด และในน้ำจากบ่อขุด⁽¹¹⁾

2.1.2 ระบาดวิทยาโรคพิษสารหนู

หลังจากที่มีการตรวจพบการระบาดของโรคพิษสารหนูเรื้อรัง ในอำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อเดือนตุลาคม 2530 ต่อมาได้มีการตรวจพบผู้ป่วยเป็นจำนวนมาก จากตุลาคม 2530 - กันยายน 2531 พบว่า มีผู้ป่วยโรคพิษสารหนูเรื้อรังระดับ 1-4 ในจังหวัดนครศรีธรรมราช 971 ราย เป็นผู้ป่วยในตำบลร่อนพิบูลย์ 824 ราย ผู้ป่วยในตำบลหรืออำเภออื่นๆ 147 ราย ซึ่งส่วนใหญ่มีอาการไม่รุนแรง และมีประวัติเคยอาศัยอยู่หรือทำงานในอำเภอร่อนพิบูลย์⁽¹²⁾

กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ศึกษาวิเคราะห์หาสาเหตุและหาแนวทางในการควบคุมป้องกัน ผลการศึกษาพบว่าผู้ป่วยทั้งสิ้น 419 คน จากประชากรในตำบลร่อนพิบูลย์ทั้งหมด 15,988 คน อัตราป่วยเฉลี่ยร้อยละ 2.6 จากการศึกษาทางพยาธิวิทยาพบว่าประชาชนในตำบลร่อนพิบูลย์มีปริมาณสารหนูในเลือด ผม เล็บ และปัสสาวะสูงเกินค่าปกติ และการสำรวจและตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำบ่อที่ประชาชนใช้บริโภคพบว่ามีการปนเปื้อนเกินค่ามาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกกำหนดไว้⁽¹³⁾

จากการศึกษาหาระดับของสารหนูในเส้นผม เล็บ เลือดและปัสสาวะของสตรีขณะตั้งครรภ์ และน้ำมันหลังคลอดบุตร ที่ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 104 ราย พบว่าที่ระดับสารหนูกว่าระดับปกติในเส้นผม 21 ราย, ในเล็บ 47 ราย, ในเลือด 3 ราย,

ปีสภาวะ 18 ราย และตรวจพบสารหนูในน้ำนมมารดาอีก 11 ราย และศึกษาในบุตรที่กำเนิดจากสตรีเหล่านี้พบสารหนูในเส้นผม 14 ราย ในเล็บ 13 ราย และมีค่าสูงกว่าปกติถึง 6 ราย⁽¹⁴⁾

นอกจากนี้ยังตรวจพบสารหนูจากสายสะดือด้วยแสดงว่าเด็กมีโอกาสรับสารหนูระหว่างอยู่ในครรภ์มารดาและมีโอกาสรับเพิ่มขณะเลี้ยงลูกด้วยนมมารดาอีกด้วย บุตรแรกเกิดมีระดับสารหนูสูงกว่าปกติอยู่ในภาวะเสี่ยงต่อพิษสารหนูในอนาคต ซึ่งต้องรับดำเนินการรักษาและป้องกันทันที

จากการศึกษาพยาธิสภาพของผิวหนังในผู้ป่วยชาย 6 ราย อายุ 19-69 ปี ที่ได้รับพิษสารหนูเรื้อรัง ในท้องที่ระบาดของสารหนูในอำเภอรัตนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราชพบว่าในกลุ่มผู้ป่วยที่อายุมากพบสารหนูในเส้นผมสูงกว่ากลุ่มผู้ป่วยอายุน้อยและไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างปริมาณสารหนูในเส้นผม กับการเกิดมะเร็งของผิวหนัง⁽¹⁵⁾

2.1.3 การปนเปื้อน

การปนเปื้อนของสารหนูในสิ่งแวดล้อมที่อำเภอรัตนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นปัญหาที่ทราบมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2530 และได้มีการดำเนินการวิจัยเพื่อแก้ไขอย่างต่อเนื่องโดยหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง⁽¹⁶⁾

พื้นที่บริเวณที่มีความเสี่ยงสูงต่อพิษของสารหนูในตำบลรัตนพิบูลย์ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 12 ตารางกิโลเมตร มีผลการศึกษาที่พบว่าปริมาณสารหนูในตัวอย่างดินอยู่ในช่วง 50 ถึง 5300 มก./กก. ค่าเฉลี่ย 5,253.29 มก./กก. สำหรับสารหนูในตัวอย่างตะกอนตื้นมีค่าสูงกว่าคือ อยู่ในช่วง 120 ถึง 6,700 มก./กก. มีค่าเฉลี่ย 2,168.89 มก./กก. ส่วนในตัวอย่างน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.026 ถึง 1.45 มก./ล. มีค่าเฉลี่ย 0.24 มก./ล. สารหนูมีความสัมพันธ์กับเหล็กอย่างมีนัยสำคัญ และมีค่าสูงมากในบริเวณพื้นที่ราบระหว่างเขาร่อนนากับเขาสวนจันทร์ซึ่งอยู่ใกล้บริเวณเหมืองแร่และโรงแต่งแร่ ปริมาณสารหนูจะลดลงไปตามที่ราบทางทิศตะวันออกของเทือกเขาตามทิศทางการไหลของน้ำลำห้วยหัวเหมือง⁽¹⁷⁾

คาดว่าสารหนูเกิดจากการทำเหมืองแร่และการแต่งแร่ตามบริเวณเชิงเขากิจกรรมเหล่านี้ส่งผลให้แร่อาร์เซนไพไรต์สัมผัสกับอากาศและน้ำ ทำให้สารหนูแพร่กระจายและถูกพัดพามาสะสมอยู่ในพื้นที่ราบตอนล่าง

นอกจากนี้ยังพบว่า กระบวนการผุพังตามธรรมชาติของหินและดินจากเทือกเขาทางด้านทิศตะวันตกของพื้นที่ศึกษาซึ่งเป็นแหล่งแร่ดีบุกและwolfram ที่มีแร่อาร์เซนไพไรต์เกิดขึ้นปะปนอยู่ในสายแร่ได้ก่อให้เกิดการแพร่กระจายของสารหนูสู่สิ่งแวดล้อม โดยมีกระบวนการทำเหมืองแร่และกระบวนการแต่งแร่ดีบุกเป็นตัวเร่งให้เกิดการแพร่กระจายของสารหนูในปริมาณที่สูงขึ้น⁽¹⁸⁾

ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของสารหนูในพื้นที่ ประกอบด้วย ลักษณะทางธรณีวิทยาและลักษณะทางปฐมวิทยา ซึ่งมีผลต่อปริมาณการสะสมตัวของสารหนูในบริเวณพื้นที่ศึกษา ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางอุทกวิทยา และลักษณะทางอุทกธรณีวิทยา มีผลต่ออัตราการชะล้างและการพัดพาสารหนูจากแหล่งกำเนิดไปสะสมตัวอยู่ในส่วนต่างๆ ของพื้นที่ และพื้นที่เหมืองแร่/โรงแต่งแร่ จะเป็นตัวเร่งให้เกิดการแพร่กระจายและการสะสมตัวของสารหนูเพิ่มมากขึ้น โดยจุดที่ตรวจพบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนของสารหนูในดินและน้ำ เป็นปริมาณสูงสุด คือ ในบริเวณที่ราบเชิงเขาซึ่งเป็น ที่ตั้งของเหมืองแร่และโรงแต่งแร่

การติดตามตรวจสอบสภาพการแพร่กระจายของสารหนูในเขตอำเภอรัตนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ระบุว่ามีการปนเปื้อนของสารหนูในน้ำและดินเป็นปริมาณสูงเกินมาตรฐานสากลในระดับที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนได้ โดยน้ำผิวดินมีขอบเขตการแพร่กระจายค่อนข้างกว้างขวางจากพื้นที่ภูเขาที่มีการทำเหมืองแร่ตื้นถึงพื้นที่ราบเบื้องล่างเป็นระยะทางไกลประมาณ 20 กิโลเมตร และวัดค่าสารหนูเฉลี่ยสูงสุดระหว่างปี 2535-2540 ได้ 1.005 มก./ล. ในพื้นที่ราบตะกอนเชิงเขาที่ผ่านการทำเหมืองในลานแร่ ความเข้มข้นของปริมาณสารหนูในฤดูฝนพบสูงกว่าในฤดูแล้ง⁽¹⁹⁾

สำหรับพืชน้ำและสัตว์น้ำที่สามารถนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดทางชีวภาพของการปนเปื้อนสารหนู พบว่า โดยพืชน้ำที่พบสารหนูสูงสุดคือ ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes*) ส่วนปริมาณสารหนูในสัตว์น้ำ พบสูงสุดในหอยขม (*Sinotaia ingallsiana*)⁽²⁰⁾ และยังพบว่าปริมาณสารหนูในน้ำและดินตะกอนจะมีปริมาณสารหนูสูง บริเวณพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับแหล่งกำเนิดการแพร่กระจายของสารหนูในตำบลรัตนพิบูลย์ แต่ทั้งผักตบชวา (*Eichhornia crassipes*) และหอยขม (*Sinotaia ingallsiana*) ยังไม่เหมาะสมที่จะใช้เป็นดัชนีชี้วัดทางชีวภาพ เนื่องจากกระแสน้ำอาจพัดพาให้เคลื่อนที่ไปได้ไกลๆ จึงไม่สามารถเป็นตัวแทนที่ดีของจุดเก็บตัวอย่าง ยกเว้นในแหล่งน้ำนิ่ง⁽²¹⁾

การตรวจวัดการปนเปื้อนของสารหนูในพื้นที่ดินอาจใช้เทคนิค การวัด soil gas ซึ่งได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นครั้งแรกในพื้นที่ อำเภอรัตนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อตรวจวัดการปนเปื้อนของสารหนูในพื้นที่ดินและ พบว่าระดับก๊าซอาร์ซีนในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนแตกต่างจากระดับก๊าซอาร์ซีนในพื้นที่ที่ไม่มีการปนเปื้อนอย่างชัดเจน และมีความสัมพันธ์กับระดับสารหนูในบ่อน้ำตื้นอีกด้วย⁽²²⁾

จากการศึกษา พบว่า ประชาชนส่วนมากมีความตระหนักเกี่ยวกับการปนเปื้อนสารหนูในแหล่งน้ำอยู่ในระดับสูง ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับความตระหนักของประชาชนเกี่ยวกับการปนเปื้อนสารหนูในแหล่งน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มี 4 ตัวแปร เรียงลำดับตามความสำคัญ คือ ความรู้เรื่องสารหนูและผลกระทบต่อสุขภาพ ระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในชุมชน จำนวนสมาชิกในครอบครัว และการรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับสารหนูและผลกระทบต่อสุขภาพ โดยตัวแปรความรู้เรื่องสารหนูและผลกระทบต่อสุขภาพ, การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับสารหนูและผลกระทบต่อสุขภาพ มีความ

สัมพันธ์เชิงบวกความตระหนักของประชาชนเกี่ยวกับการปนเปื้อนสารหนูในแหล่งน้ำ และตัวแปรระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในชุมชน จำนวนสมาชิกในครอบครัว มีความสัมพันธ์เชิงลบความตระหนักของประชาชนเกี่ยวกับการปนเปื้อนสารหนูในแหล่งน้ำ โดยตัวแปรทั้งหมดสามารถพยากรณ์ความตระหนักของประชาชนเกี่ยวกับการปนเปื้อนสารหนูในแหล่งน้ำ ได้ร้อยละ 17.40 ประชาชนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าประชาชนในตำบลร่อนพิบูลย์มีความตระหนักเกี่ยวกับการปนเปื้อนสารหนูในแหล่งน้ำ ได้เสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาให้ภาครัฐแจกโอ่งน้ำ และเสนอแนะวิธีการป้องกันจากความเสี่ยงต่อการได้รับสารหนูเข้าสู่ร่างกายโดยใช้น้ำฝนบริโภค⁽¹⁴⁾

จากการศึกษาปริมาณของสารหนูในน้ำ ผัก ผลไม้ และเส้นผม ของประชาชนในอำเภอร่อนพิบูลย์ ระหว่างเดือน พฤษภาคม 2533 ถึง มีนาคม 2534 โดยเก็บตัวอย่างน้ำ 400 ตัวอย่าง ผัก 44 ตัวอย่าง และเส้นผม 40 ตัวอย่าง วิเคราะห์หาปริมาณสารหนูโดยวิธี atomic absorption spectrophotometer-hydride generation method ผลปรากฏว่าปริมาณสารหนูในน้ำสูงกว่าเกณฑ์น้ำดื่ม

ในผัก ผลไม้ ไม่เกินเกณฑ์ ในเส้นผมของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่เสี่ยงเฉลี่ย 7.45 mg/kg อยู่ในช่วงระหว่าง 0.26-19.70mg/kg ในพื้นที่ไม่เสี่ยง 3.14 mg/kg อยู่ในช่วงระหว่าง 0.10-13.50 mg/kg (ช)

จากการศึกษาสถานะที่เหมาะสมที่สุดในการวิเคราะห์สารหนูที่สกัดได้และสารหนูส่วนที่เหลือจากการสกัดด้วย เครื่อง ETAAS และตรวจสอบความน่าเชื่อถือของวิธีนี้โดยการวิเคราะห์สารอ้างอิงมาตรฐานดินและดินตะกอน (SRM 2704, SRM 2710, and SRM 2711) การสกัดลำดับขั้นแบบต่อเนื่องที่พัฒนาขึ้น ได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของเทคนิคนี้โดยนำไปวิเคราะห์กับสารอ้างอิงมาตรฐานดินและดินตะกอน (CRMs) โดยเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นรวมของสารหนูจากผลบวกของแต่ละส่วนกับค่ามาตรฐานอ้างอิงพบว่าค่าที่ได้สอดคล้องกัน และนำค่าความเข้มข้นของสารหนูในแต่ละส่วนเปรียบเทียบกับสารหนูที่สกัดได้จากระบบแบทช์ ท้ายสุดได้นำระบบนี้ไปใช้สกัดสารหนูในดินตัวอย่างจาก อ่าง ร่อนพิบูลย์ ประเทศไทย และ Cattle dip sites, ประเทศออสเตรเลีย Extractograms ที่ได้จากการสกัดสามารถนำมาใช้เพื่อบ่งบอกถึงลักษณะการจับตัวกันของธาตุ สารหนู เหล็ก อลูมิเนียมและแคลเซียมในดิน (ญ)

จากการศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการวิเคราะห์หาสารหนูในสัตว์น้ำและตะกอนในบริเวณอ่าวปากพนัง พบว่า ในตะกอน มีสารหนู 7-269 Mg/l, ในสัตว์น้ำ 4-20 Mg/l (dry weight), AsV พบในตะกอนเป็นจำนวนมาก ในตะกอนที่มี AsIII โดยทั่วไป (ต)

2.1.4 สาเหตุ,พฤติกรรมเสี่ยง

กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุขได้ประสานงานกับสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดอื่นๆ อีก 29 แห่ง ทำการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทั้งสิ้น 1,467 ตัวอย่าง และตรวจวิเคราะห์น้ำหาปริมาณสารหนูในบ่อน้ำดื่ม 2,421 บ่อ รวม

กับแหล่งน้ำอื่นๆ พบสารหนูปนเปื้อนในบ่อน้ำมากที่จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยเฉพาะที่ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จำนวน 672 บ่อ ซึ่งบริเวณเขาร่อนนา และเขาสวนจันทร์ มีสายแร่ดินุกูลแฟรม และพลวงที่มีปริมาณแร่ไพไรต์ และอาร์ซีโนไพไรต์อยู่ร่วมกัน ร้อยละ 0.1 ของสาเหตุการเจ็บป่วยของประชากรในเขตตำบลร่อนพิบูลย์ เนื่องมาจากการดื่มน้ำที่มีสารหนูปนเปื้อน และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเกี่ยวกับอาชีพเหมืองแร่ (p เท่ากับ 0.015) และการดื่มน้ำบ่อ (p เท่ากับ 0.004) ฉะนั้นจึงควรปิดถมหรือห้ามมิให้ใช้น้ำในบ่อหรือแหล่งน้ำใดที่ตรวจพบสารหนูเกินมาตรฐาน⁽¹⁵⁾

จากการศึกษาพฤติกรรมเสี่ยงและแหล่งที่มาของการได้รับสารหนูในเด็กนักเรียน ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าพฤติกรรมเสี่ยงในการได้รับสารหนูของเด็กนักเรียนในตำบลร่อนพิบูลย์ ได้แก่ การดื่มน้ำที่มีการปนเปื้อนสารหนูและการเล่นหรือสัมผัสกับดินในพื้นที่เสี่ยงสูง โดยตัวอย่างน้ำดื่มที่มีการปนเปื้อนสารหนูมากที่สุด คือตัวอย่างน้ำฝนจากพื้นที่เสี่ยงสูงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในผิวดินพบการปนเปื้อนสารหนูมากที่สุด ในตัวอย่างจากพื้นที่เสี่ยงสูง ในผักและผลไม้มีปริมาณสารหนูไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข สำหรับตัวอย่างเนื้อสัตว์ในพื้นที่เสี่ยงสูงพบสารหนูสูงสุดในหอยขมซึ่งมีค่าเฉลี่ย 3.69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ค่ามาตรฐานกำหนดให้ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนปริมาณสารหนูในตัวอย่างอากาศพบว่ามีค่าไม่เกินมาตรฐาน (น้อยกว่า 5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และพบว่าความเสี่ยงรวมของการเกิดมะเร็งจากการปนเปื้อนสารหนูในน้ำดื่ม ดิน และในอากาศจากพื้นที่เสี่ยงสูงทุกหมู่บ้านมีค่าอยู่ในช่วงที่อาจจะเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง โดยหมู่ที่ 2 มีค่าความเสี่ยงรวมสูงสุด (6.29×10^{-5}) ส่วนในพื้นที่เสี่ยงต่ำ ค่าความเสี่ยงรวมของการเกิดมะเร็งอยู่ในช่วงที่อาจจะเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งได้ โดยที่หมู่ที่ 6 มีค่าความเสี่ยงสูงสุดเท่ากับ 1.90×10^{-5} ส่วนพื้นที่ควบคุมมีค่าความเสี่ยงรวมสูงสุดเท่ากับ 8.11×10^{-7} ซึ่งถือว่าไม่เสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง⁽¹⁶⁾

2.1.5 ปัจจัยเสี่ยง

ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคสารหนูมีดังนี้

1) พฤติกรรมการใช้น้ำของประชาชน จากการศึกษาในเขตตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการศึกษาพบว่า การดื่มน้ำบ่อลดลง หมู่บ้านที่ไม่ดื่มน้ำบ่อเลยในปี พ.ศ.2540 คือ หมู่ที่ 1, 9 และ 15 การใช้น้ำบ่อต้กล้างอาหารและล้างภาชนะยังมีอัตราสูง การดื่มน้ำฝนในปี พ.ศ.2540 มีการเปลี่ยนแปลงไปจากปี พ.ศ.2537 เพียงเล็กน้อย สำหรับการใช้น้ำประปาส่วนใหญ่ใช้ในการล้างอาหารและภาชนะ และหมู่บ้านที่มีการใช้น้ำประปาในการนี้มากคือ หมู่ที่ 12 และ หมู่ที่ 13⁽¹⁷⁾

2.) ความเชื่อของมารดาเกี่ยวกับโรคพิษสารหนู และการบริโภคน้ำของบุตร อายุต่ำกว่า 5 ปี พบว่ามารดาของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 2 กลุ่มคือกลุ่มเด็กเป็นโรคพิษสารหนู กับไม่เป็นโรคพิษสาร

หนูมีความเชื่อเกี่ยวกับโรคพิษสารหนูไม่ถูกต้อง คือเชื่อว่าสาเหตุของการเกิดโรคเกิดจากน้ำล้างแร่ที่มีสีขุ่น และมีกลิ่นสนิม โดยผู้ป่วยด้วยโรคนี้จะต้องมีอาการผิวหนังลาย มีจุดดำตามตัว อาการเหล่านี้จะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย ดังนั้นมารดาจะไม่สนใจที่จะพาเด็กไปรักษาโรค และมีการป้องกันเพียงไม่让孩子ไปเล่นน้ำที่ขุ่นตามบริเวณแหล่งน้ำเหมืองแร่เท่านั้น⁽¹⁸⁾

อีกทั้งมีความเชื่อเรื่องแหล่งน้ำที่มารดานิยมบริโภคเป็นแหล่งน้ำที่ใสไม่มีกลิ่น ซึ่งจากการสำรวจแหล่งน้ำเหล่านี้มีปริมาณสารหนูสะสมอยู่สูง แม้ว่ามารดาทั้ง 2 กลุ่มจะมีความเชื่อเรื่องแหล่งน้ำเหมือนกัน แต่พบว่าเด็กบางคนไม่ได้รับสารหนูเลย

การศึกษาความเสี่ยงต่อโรคพิษสารหนูของบุคคลต่างถิ่นที่เข้ามาทำงานในตำบลร้อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อศึกษาหาอัตราเสี่ยงและปัจจัยเสี่ยงต่อปริมาณสารหนูในร่างกาย ผลการศึกษาพบว่า ไม่มีปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลชัดเจนต่อการเพิ่มปริมาณสารหนูในร่างกาย ทั้งนี้เนื่องจากการสะสมของสารหนูในร่างกายอาจจะมีหลายปัจจัยมาเกี่ยวข้อง อาทิ ความถี่ในการซื้อวัตถุดิบในเขตตำบลร้อนพิบูลย์ ระยะเวลาที่อยู่อาศัย การบริโภคยาหม้อ และการอาศัยที่อยู่ใกล้โรงงานที่มีสารหนูปนเปื้อน⁽¹⁹⁾

จากการศึกษายุทธศาสตร์การยุทธศาสตร์การวางแผนป้องกันโรคไข้ดำ ตำบลร้อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ระหว่างเดือน พฤษภาคม 2533 ถึง มีนาคม 2534 พบว่า ประชาชนยังขาดความรู้ ทักษะ การปฏิบัติตัวที่ดี และยังคงใช้น้ำที่ปนเปื้อนสารหนู ทั้งนี้ปริมาณสารหนูในผักรังไม่เกินเกณฑ์ และได้เสนอให้มีการวางแผนเชิงยุทธศาสตร์ที่จะสร้างระบบน้ำอุปโภค บริโภคที่ปราศจากสารหนูแก่ประชาชนในตำบลร้อนพิบูลย์ การเฝ้าระวังและควบคุมการปนเปื้อนสารหนูในอำเภอร่อนพิบูลย์ (จ)

จากการศึกษาความรู้ ทักษะและการปฏิบัติเกี่ยวกับโรคไข้ดำของประชาชนตำบลร้อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อปี พ.ศ. 2530 ในกลุ่มเสี่ยงสูงและเสี่ยงต่ำ พบว่า ทั้ง 2 กลุ่ม มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับโรคพิษสารหนูตลอดจนสาเหตุของโรค กลุ่มเสี่ยงสูงมีความรู้ ทักษะที่ดีต่อการปฏิบัติตนเพื่อป้องกันโรค โดยร้อยละ 66 ของประชาชนที่บริโภคน้ำที่ปนเปื้อนสารหนูจะไปตรวจร่างกาย กลุ่มเสี่ยงต่ำจะไม่ไปตรวจร่างกายเนื่องจากไม่มีอาการ กลุ่มเสี่ยงสูงจะไม่นิยมดื่มน้ำบ่อ (ฉ)

2.1.6 ผลกระทบ

1) ผลกระทบต่อสถานะสุขภาพอนามัยของประชาชน

พบว่าพิษสารหนูเรื้อรังเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญของอำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช เด็กที่มีปริมาณสารหนูในเส้นผมสูงจะมีความล่าช้าของพัฒนาการด้านร่างกายและสติปัญญาหรือไม่ ยังไม่มีรายงานการวิจัยในประเทศไทยที่จะตอบคำถามนี้

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของระดับสารหนูในเส้นผมซึ่งบ่งชี้ถึงการได้รับสารหนูเรื้อรังกับการเจริญเติบโต และสติปัญญาในเด็กวัยเรียนอายุ 6-9 ปี ซึ่งอาศัยอยู่ในตำบลร่อนพิบูลย์ และตำบลเสาธง ตั้งแต่เกิด จำนวน 529 คน พบว่า ร้อยละ 75 ของเด็กในตำบลเสาธง และเด็กทุกคนในตำบลร่อนพิบูลย์ มีระดับสารหนูในเส้นผมสูงกว่าปกติ (>1 ส่วนในล้านส่วน) ร้อยละ 14.7 และ 15.5 ของเด็กทั้งหมด มีน้ำหนักและส่วนสูงต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไคล์ที่ 10 ของมาตรฐานเด็กไทย ร้อยละ 48.4, 21 และ 17.6 ของเด็กทั้งหมด มีระดับสติปัญญา ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย มีความบกพร่องของการรับรู้จากการเห็น และมีความบกพร่องของการประสานสัมพันธ์ระหว่างสายตากับมือ ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์การจำแนกหมู่ พบว่าระดับสารหนูในเส้นผม มีความสัมพันธ์เชิงลบกับ ส่วนสูง ระดับสติปัญญาและคะแนนการรับรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ระดับสารหนูในเส้นผมสามารถอธิบายความเปลี่ยนแปลงของระดับสติปัญญา ส่วนสูง และคะแนนการรับรู้ได้เพียงร้อยละ 14, 7 และ 5 ตามลำดับการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการได้รับสารหนูขนาดต่ำอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งเกิดการสะสมในเส้นผมมีความสัมพันธ์กับพัฒนาการล่าช้าของเด็กทั้งด้านร่างกาย การรับรู้ และสติปัญญา⁽²⁰⁾

ได้มีการศึกษาเปรียบเทียบระดับสารหนูในปัสสาวะกับระดับสารหนูในเส้นผมของเด็กนักเรียนในตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารหนูรวมในปัสสาวะ และระดับสารประกอบสารหนูอนินทรีย์และเมตาบอไลต์ในปัสสาวะกับระดับสารหนูรวมในเส้นผมมีน้อย โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) = 0.220 ($p = 0.030$) และ 0.140 ($p = 0.171$) ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของระดับสารหนูรวมในปัสสาวะ ระดับสารประกอบสารหนูอนินทรีย์และเมตาบอไลต์ในปัสสาวะ และระดับสารหนูรวมในเส้นผมระหว่างกลุ่มเสี่ยงสูง กลุ่มเสี่ยงต่ำ และกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าระดับสารหนูรวมในปัสสาวะ และระดับสารหนูอนินทรีย์และเมตาบอไลต์ในปัสสาวะ ยังไม่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การได้รับสารหนูอย่างเรื้อรังในแต่ละบุคคล แทนค่าระดับสารหนูรวมในเส้นผม แต่สามารถใช้ค่าเฉลี่ยของระดับเหล่านี้เปรียบเทียบปริมาณการได้รับสารหนูระหว่างประชากรกลุ่มต่างๆ ได้⁽²¹⁾

ในส่วนของจังหวัดได้มีการติดตามสถานการณ์โรคพิษสารหนูเรื้อรัง ในเขตตำบลร่อนพิบูลย์ โดยในเบื้องต้นได้ทำการตรวจปัสสาวะของคนในหมู่ 13 ก่อน ในปี พ.ศ.2542-2543 ได้เก็บตัวอย่างปัสสาวะจาก 539 คนของประชากรทั้งหมดในหมู่ 13 จำนวน 1,549 คน ตรวจพบค่าเฉลี่ยของสารหนูในปัสสาวะของประชากรเท่ากับสารหนู 83 มก./ก. ครีอะดินีน (พิสัย 1-751 มก./ก. ครีอะดินีน) โดยประมาณร้อยละ 60 ของประชากรที่ตรวจ มีค่าสารหนูในปัสสาวะสูงเกินค่าปกติ เมื่อคำนวณโดยใช้มาตรฐานของ ACGIH (ถ้าสารหนูเกิน 50 มก./ก. ครีอะดินีน ถือว่าสูงเกินปกติ) และเมื่อตั้งสมมุติฐานว่าร้อยละ 50 ของสารหนูที่ตรวจพบเป็นสารหนูอนินทรีย์อันเนื่องมาจากการบริโภคอาหารทะเล ผลการวิเคราะห์ในครั้งนี้นี้ยังไม่ได้วิเคราะห์ถึงระดับแยกแยะจำเพาะ ซึ่งจะเป็นตัวยืนยันผลสรุป จึงควรต้องมีการดำเนินการวิจัยอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ เพื่อหาความสัมพันธ์

ระหว่างการสัมผัสสารหนูในระดับความเข้มข้นต่ำกับอาการพยาธิสภาพต่างๆ โดยมีประเด็นสำคัญเร่งด่วนในด้านระบบการประกันคุณภาพการตรวจวิเคราะห์ ซึ่งต้องทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการ (ก)

ในปี 1999 – 2000 ได้มีการศึกษา Case Control เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของฝุ่นหินกับ Acute Lower respiratory tract Infection (ALRI) ในเด็กจังหวัดสระบุรี ผลการวิจัย พบว่ามีเด็กป่วยเป็นโรค 140 คน จาก 169 คน มีปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิดโรคคือ ที่อยู่, ระยะเวลาที่เด็กอยู่ที่บ้าน และฤดูกาล (ข)

การศึกษาศัตรูของสารหนูต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือดและการหดตัวของหลอดเลือดหนูขาว การเกิดพิษเรื้อรัง ใน Cell ดับอ่อนของหนูทั้งสองกลุ่ม (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) โดยให้หนูทดลองได้รับ sodium arsenite 0.05 and 50 ppm ต่อวัน ในระยะ 3 – 6 เดือน ผลการวิจัยพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ฅ)

ได้มีการศึกษาวิจัยถึงฤทธิ์ของสารหนูใช้สารโซเดียมอาร์เซไนท์ (As^{3+}) ใส่ในน้ำดื่มความเข้มข้น 0.05 ส่วนในล้านส่วนและ 50 ส่วนในล้านส่วน หนูขาวที่ได้รับสารโซเดียมอาร์เซไนท์ในน้ำดื่มเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่าระดับน้ำตาลพื้นฐานเป็นปกติดี แต่ภายหลังการทำ glucose tolerance test ก็พบว่าหนูขาวที่ได้รับ As^{3+} ความเข้มข้น 0.05 ส่วนในล้านส่วนเป็นเวลา 3 เดือน มีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่าปกติเล็กน้อย การตอบสนองของหลอดเลือดหนูขาวที่ได้รับสารหนูต่ออินซูลินพินินมีทั้งความไวเพิ่มขึ้นและลดลงขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและระยะเวลาที่ได้รับสารหนู เช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของเนื้อเยื่อซึ่งพบว่าการหนาตัวของชั้น tunica media ในหลอดเลือด descending aorta และพบการขยายใหญ่ขึ้นของ islets of Langerhans ในตับอ่อน (ฉ)

2) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

เมื่อมีการศึกษาปัญหาการปนเปื้อนของสารหนู ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช สารหนูจากบริเวณดังกล่าวได้ถูกพัฒนา ลงสู่แม่น้ำปากพนังและออกสู่อ่าวปากพนัง ที่ซึ่งเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งที่สำคัญแห่งหนึ่ง ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นและองค์ประกอบของสารหนูในอ่าวปากพนังไม่ได้มีคุณลักษณะพิเศษแตกต่างจากรายงานศึกษาวิจัยต่างๆ⁽²²⁾

และจากการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำประปาและน้ำฝนในเขตพื้นที่ที่เสี่ยงต่อโรคพิษสารหนูในเขต พื้นที่ตำบลร่อนพิบูลย์ พบว่า น้ำฝน น้ำประปาส่วนภูมิภาค ประปาคลองขุนพังและประปาบาดาล ไม่พบปริมาณสารหนูที่เกิน 10 ppb สำหรับประปาภูเขาและน้ำจากฝายวังคิลาภย์ พบปริมาณสารหนูที่เกิน 10 ppb และพบว่าน้ำฝนทุกช่วงเวลามีระดับของปริมาณสารหนูไม่เกินค่ามาตรฐาน⁽²³⁾

จากการตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดินระดับตื้นในปี 2537 ปรากฏว่ามีปริมาณสารหนูสูงสุด 5.114 มก./ล. โดยร้อยละ 96 เป็น $As(V)$ และมีขอบเขตการแพร่กระจายค่อนข้างจำกัดอยู่ในหมู่

2 และ 12 เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลในอดีตพบว่าความเข้มข้นและขอบเขตการปนเปื้อนของสารหนูมีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจนสำหรับการปนเปื้อนของสารหนูในน้ำใต้ดินระดับลึกพบที่ บ่อบาดาล 3 บ่อ จากทั้งหมด 38 บ่อโดยมีค่าเฉลี่ย 1,168, 0.620 และ 0.290 มก./ล. อย่างไรก็ตามมีสารหนูในบ่อบาดาลบางบ่ออยู่ในรูป As(III) ถึงร้อยละ 40 การแพร่กระจายของสารหนูในดินและตะกอนธารน้ำมีลักษณะสอดคล้องกับการปนเปื้อนของน้ำใต้ดินระดับตื้นโดยมีความเข้มข้นอยู่ในหมู่ 2 และ 12 มีค่าเฉลี่ยในดิน 168.10-174.80 มก./กก. และในตะกอนธารน้ำ 212.11-305.00 มก./กก. แหล่งที่มาของสารหนูสามารถระบุได้ 2 บริเวณ คือ

- พื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแร่ คีบุกบนเขาร่อนนา-สรวงจันทร์ และโรงแต่งแร่ซึ่งมีกองกากแร่สารหนูที่เกิดจากการแยกแร่และมีสารหนูเจือปนสูงร้อยละ 1-30 ถูกทิ้งไว้ใน 7 บริเวณ คิดเป็นปริมาณรวมประมาณ 2,500 ลูกบาศก์เมตร

- พื้นที่ราบตะกอนเชิงเขาและตะกอนน้ำพา ซึ่งมีสารหนูปนเปื้อนในระดับสูงกว่า 50 มก./กก. ถึงร้อยละ 80 ของพื้นที่สำรวจ มาตรการป้องกันและแก้ไขที่มีประสิทธิภาพและเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ คือ การเก็บรวบ กากแร่ เพื่อทำการฝังแบบปลอดภัยแม้ว่าสารหนูในกากแร่ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของแร่สคอโรไดต์ ซึ่งเปลี่ยนสภาพมาจากแร่อาร์เซโนไฟไรต์ และมีความเสถียรค่อนข้างสูง การบำบัดทางชีวและเคมีเช่นการใช้จุลินทรีย์ย่อยสลายแร่สารหนูที่กระจัดกระจายอยู่ในดิน หรือการเพิ่มเหล็กให้พื้นที่ราบคาดว่าจะมีประสิทธิผลในการหยุดการแพร่กระจายของสารหนูแต่ในทางปฏิบัติอาจไม่คุ้มค่า ทางเศรษฐกิจเนื่องจากปัจจุบันสภาพการณ์ปัญหาจากการปนเปื้อนของสารหนูมีความรุนแรงลดลงอยู่ในขอบเขตที่จำกัดประมาณ 7-10 ตารางกิโลเมตร ในหมู่ที่ 2 และ 12 และประชาชนส่วนใหญ่ในพื้นที่ดังกล่าวได้รับน้ำใช้จากแหล่งน้ำสะอาดซึ่งหน่วยงานราชการได้จัดหาไว้แล้ว⁽²⁴⁾

จากการศึกษาการรักษาความเป็นไปได้ของสภาพแวดล้อมบริเวณปากพนังที่จะได้ผลกระทบจากการสะสมตกค้างของสารหนูที่ถูกพัดพาไหลมาจากแม่น้ำปากพนัง โดยเก็บตัวอย่างชีวภาพหลายชนิด เช่น หอยแมลงภู่ ปลา กุ้ง มาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารหนูตกค้างโดยวิธีการย่อยสลายด้วยกรด (acid digestion) และตรวจด้วยเครื่องวิเคราะห์โลหะหนัก (AAS) จากผลความสัมพันธาระดับความเข้มข้นของสารหนูในตัวอย่างชีวภาพต่างๆ หอยแมลงภู่ได้ถูก คัดเลือกใช้เป็นตัวแทนในการศึกษาในขั้นตอนต่อไป โดยได้เก็บตัวอย่างหอยแมลงภู่จากบริเวณในอ่าวปากพนังและบริเวณทะเลรอบๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานอ้างอิง ผลการศึกษาของปริมาณความเข้มข้นของสารหนูตกค้างในหอยแมลงภู่ทั้ง 2 กลุ่ม (ในและนอกอ่าวปากพนัง) จะสามารถนำมาใช้พิจารณาและอธิบายถึงผลกระทบจากสารหนูบริเวณดังกล่าว นอกจากนี้ยังได้ทำการตรวจวิเคราะห์ชนิดของ สารหนูที่ปนเปื้อนอยู่ในหอยแมลงภู่ โดยวิธีสกัดด้วย MeOH/ water ultrasonic และตรวจวัดด้วย HPLC-ICP-MS ผลการศึกษพบว่าความเข้มข้นและองค์ประกอบของสารหนูในอ่าวปากพนังไม่ได้มีคุณลักษณะพิเศษแตกต่างจากรายงานศึกษาวิจัยต่างๆ(ก)

จากผลการศึกษา น้ำและดิน จากพื้นที่การเกษตรใน 4 ตำบล ได้แก่ ตำบลร่อนพิบูลย์, ควนชุม,ควนพังและหินตก พบว่า ตำบลที่มีปริมาณสารหนูในน้ำเกินเกณฑ์ คือ ตำบลร่อนพิบูลย์ ,ควนชุม, และหินตก ปริมาณสารหนูในดินพบในทั้ง 4 ตำบล และในผลิตภัณฑ์การเกษตรรวม 150 ชนิด ไม่พบปริมาณสารหนูเกินเกณฑ์ที่กำหนด (ง)

จากการศึกษาวิเคราะห์ดินโดยใช้ Batch sequential extraction techniques จะทำให้ได้รายละเอียดของสารหนูที่มีอยู่ทั้งในรูปแบบอิสระและปนอยู่กับสารอื่นได้ดี และนำมาเปรียบเทียบจำนวนสารหนูทั้งหมดในดินที่แตกต่างกันได้ดี (ค)

2.1.7 การแก้ไข้ปัญหา

1) การบำบัดสารหนูในสิ่งแวดล้อม

- การใช้พืชบำบัด

การใช้สาหร่ายสีเขียวชนิด *Chlorella sp.* ในการศึกษาการกำจัดสารหนูออกจากน้ำโดยใช้สาหร่าย *Chlorella sp.* พบว่าสาหร่ายสามารถกำจัดสารหนูได้ 35% ภายใน 1 วัน ⁽²⁵⁾

การใช้เฟิร์น *Pityrogramma calomelanos* (เฟิร์นเงิน) และ *Pteris vittata* (กูดหมาก) ที่สามารถสะสม สารหนูปริมาณมากไว้ในใบ โดยมีค่าเฉลี่ยถึง 5,000 ไมโครกรัมต่อกรัม ได้แก่ *Pityrogramma calomelanos* (เฟิร์นเงิน) และ *Pteris vittata* (กูดหมาก) ⁽²⁶⁾

การใช้บอน *Colocasia esculenta* (L.) Schott (บอนจีนดำและบอนเขียว) เป็นตัวดูดซับสารหนู ⁽²⁷⁾

การใช้หญ้าแฝก 2 ชนิด คือแฝกหอม *Vetiveria zizanioides* (Linn) Nash กลุ่มพันธุ์สุราษฎร์ธานี และแฝกดอน *Vetiveria nemoralis* (Balansa) A Camus กลุ่มพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ เป็นตัวดูดซับสารหนูจากดิน ⁽²⁸⁾

- การใช้เชื้อรา โดยเชื้อราสายพันธุ์ RRMT2-40I มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการกำจัดสารหนูออกจากอาหารเลี้ยงเชื้อ (potato dextrose broth) เชื้อราชนิดนี้จัดอยู่ในจีนัส *Paecilomyces* มีความสามารถในการกำจัดสารหนูและเจริญเติบโตในอาหารเลี้ยงเชื้อได้ดีที่ pH 5.0 และ pH 7.0 และที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ⁽²⁹⁾

- การบำบัดสารหนูในน้ำบาดาลด้วยวัสดุธรรมชาติชนิดต่างๆ พบว่า วัสดุธรรมชาติที่ใช้ทุกชนิด สามารถลดปริมาณสารหนูในน้ำได้ โดยมีลำดับของความสามารถในการลดปริมาณสารหนู เรียงลำดับจากน้อยไปหามากดังนี้ เปลือกถั่วลิสง ถ่านไม้ กาบมะพร้าว ผักตบชวา กระดองปู และใบยาง ซึ่งมีความสามารถในการลดระดับสารหนูในน้ำได้ ตั้งแต่ 4.50 ถึง 34.29 ไมโครกรัมของ

สารหนุ่ต่อกรัมของวัสดุ และถ้าคิดเป็นร้อยละของการลดระดับสามารถลดได้ ร้อยละ 20 ถึงร้อยละ 75⁽³⁰⁾

- การใช้สารส้ม (alum) ทราเยเขียว (manganese dioxide) และผงถ่านกัมมันต์ (activated carbon) เป็นตัวจับสารหนุ่ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ทราเยเขียว เป็นตัวดูดซับสารหนุ่ที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มความเสถียรของสารหนุ่สูงกว่าสารส้มและผงถ่านกัมมันต์⁽³¹⁾

- การลดความเข้มข้นของสารหนุ่ ให้มีค่าความเข้มข้นของสารหนุ่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก โดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน และกระบวนการดูดซับ โดยใช้สารส้มสามารถให้ประสิทธิภาพการกำจัดมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ที่ปริมาณการใช้สารส้มมากกว่า 120 มิลลิกรัมต่อลิตรขึ้นไป และมีพีเอชที่เหมาะสม 6.6-6.9 สำหรับปูนขาวพบว่า สามารถให้ประสิทธิภาพการกำจัดมากกว่า 78 เปอร์เซ็นต์ ที่ปริมาณการใช้ปูนขาวมากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตรขึ้นไป และมีพีเอชที่เหมาะสม 11.1-11.4 การกรองด้วยถังทรายกรองช้าที่อัตราการกรอง 0.3 เมตร³/เมตร²/ชั่วโมง สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้เพียงเล็กน้อยและมีอายุการกรองสั้น⁽³²⁾

- การดูดซับสารหนุ่วาเลนซ์ 3 และสารหนุ่วาเลนซ์ 5 ด้วยถ่านกัมมันต์ ที่เตรียมจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ซึ่งผ่านกระบวนการกระตุ้นทางเคมี ด้วยสารกระตุ้น 2 ชนิด คือ เกลือแกง (NaCl) และเฟอริกคลอไรด์ (FeCl₃) ที่ใช้ในอัตราส่วนระหว่างวัตถุดิบ ต่อสารกระตุ้นที่เหมาะสม⁽³³⁾

- การกำจัดสารหนุ่โดยใช้ตัวกลางเศษคอนกรีต ใช้คอลัมน์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.025 เมตร ความสูงคอลัมน์ 1.70 เมตร ความสูงชั้นสารดูดซับ 1.50 เมตร ใช้น้ำสังเคราะห์ที่เตรียมจากสารประกอบโซเดียมอาร์เซเนตผสมกับน้ำประปา ที่ความเข้มข้นสารหนุ่ในน้ำประมาณมิลลิกรัมต่อลิตร อัตราการไหลของสารละลาย 3.7 BV/hr ทดลองในห้องปฏิบัติการจากการทดลองพบว่า เศษคอนกรีตสามารถกำจัดสารหนุ่ในน้ำได้ เศษคอนกรีตที่มีขนาดเล็กให้ปริมาณน้ำที่ผ่านการกำจัดที่มากกว่าเศษคอนกรีตขนาดใหญ่⁽³⁴⁾

- ใช้แบคทีเรียประเภท *Alcaligenes xylosoxidans* subsp. *xylosoxidans* ตั้งชื่อเป็นสายพันธุ์ 2/6 และสายพันธุ์ 3/18 ออกซิไดส์สารประกอบสารหนุ่ที่มีความเป็นพิษสูง (arsenate) ให้เป็นสารประกอบสารหนุ่ที่มีความเป็นพิษน้อยลง (arsenite) จากสารประกอบอาร์ซีนิดให้เป็นสารประกอบอาร์ซีนิต ลดความเป็นพิษของสารหนุ่ให้อยู่ในรูปที่เป็นพิษน้อยลงและช่วยลดการกระจายสารหนุ่ไม่ให้เข้าสู่สิ่งแวดล้อม⁽³⁵⁾

- การบำบัดสารหนุ่ปนเปื้อนในน้ำโดยวิธีทาง Bioremediation ด้วยแบคทีเรีย *Thiobacillus ferrooxidans* ซึ่งเป็นปฏิกิริยาชีวเคมีร่วมกับปฏิกิริยาเคมี ในขวดเขย่าและถังปฏิกรณ์ชีวภาพ⁽³⁶⁾

- การบำบัดน้ำที่มีสารหนุ่ปนเปื้อน จากอำเอร่อนพิบูลย์ ด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชัน และกระบวนการดูดซับ ผลจากการศึกษาพบว่า สามารถลดความเข้มข้นสารหนุ่ ให้มีค่าความเข้มข้นต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มได้ โดยใช้กระบวนการคลอรีเนชัน กระบวนการโค

แอกกูเลชันที่อัตราส่วนของมวลโมเลกุลของสารหนูและเหล็ก ตั้งแต่ 1 ต่อ 4 และการกรองผ่าน ถ่านกัมมันต์ที่มีประจุของเหล็กวาเลนซ์ 2 (ข)

- ได้ศึกษาพืชที่สามารถดูดซับสารหนูได้ โดยเฉพาะเฟิร์น *Pityrogramma calomelanos* ที่รับสารหนูเข้าไปที่รากและลำต้น จากการทดลองคาดว่าจะสามารถลดสารหนูจากดินได้ 25% ต่อปี และเปลี่ยนรูปแบบของสารหนูที่มีพิษมาก มาเป็นอาร์เซนไนท์ ที่มีพิษน้อยกว่าได้ (ญ)

- ได้มีการศึกษาความสามารถในการดูดซับอาร์เซนิตในน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้ไคโตแซนแบบเม็ด ทำโดยใช้ปฏิกรณ์แบบชุดชนิดผสมสมบรูณ์ที่อุณหภูมิห้อง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า เวลา ที่เื้อชของสารละลาย ความเข้มข้นเริ่มต้นของอาร์เซนิต และปริมาณไคโตแซน มีผลต่อปริมาณการดูดซับของอาร์เซนิตบนไคโตแซน แบบเม็ดถึงภาวะสมดุลภายในเวลาน้อยกว่า 24 ชั่วโมง ที่ที่เื้อชต่ำให้ประสิทธิภาพการกำจัดอาร์เซนิตสูงกว่าที่ที่เื้อชสูง ความสามารถของไคโตแซนแบบเม็ดในการดูดซับอาร์เซนิตมีค่าอยู่ในช่วง 0.0061-1.3167 มิลลิกรัมต่อกรัม สภาวะที่เหมาะสมในการศึกษาครั้งนี้ คือการใช้ปริมาณไคโตแซน 0.5 กรัม ด้วยอัตราเร็วในการเขย่า 150 รอบต่อนาที ที่ที่เื้อช 6 ภายในเวลา 24 ชั่วโมง การเพิ่ม ionic strength (NaNO_3) และการมีแอนไอออนอื่น (SO_4^{2-}) ไม่มีผลกระทบต่อ การดูดซับของอาร์เซนิตบนไคโตแซนแบบเม็ด ผลจากการกำจัดไคโตแซนที่ใช้งานแล้ว ด้วยวิธี leaching test แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของอาร์เซนิตในสารละลายมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐาน ที่กระทรวงอุตสาหกรรมกำหนด (ฐ)

จากการทดลองขั้นห้องปฏิบัติการ ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดอาร์เซนิก (+5) และเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดอาร์เซนิก (+5) โดยใช้ตัวกลางทรายเคลือบเหล็กออกไซด์ และทรายเคลือบแมงกานีสออกไซด์ พบว่าในขั้นตอนแรกทรายเคลือบเหล็กออกไซด์ มีประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนไอออนได้ดีที่สุดที่อัตราการไหล 20 BV/hr โดยให้ปริมาณน้ำที่ผ่านการกำจัด 220 BV และปริมาณอาร์เซนิกที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 129.2 มก./ล.เรซิน สำหรับทรายเคลือบแมงกานีสออกไซด์ประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนไอออนได้ดีที่สุดที่อัตราการไหล 3 BV/hr. โดยให้ปริมาณน้ำที่ผ่านการกำจัด 160 BV และปริมาณอาร์เซนิกที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 121.7 มก./ล.เรซิน ขั้นตอนที่สองพบว่าทรายเคลือบเหล็กออกไซด์มีประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนไอออนได้ดีที่สุดที่ที่เื้อช 7 ปริมาณอาร์เซนิกที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 132.2 มก./ล.เรซิน ส่วนกรณีทรายเคลือบแมงกานีสออกไซด์มีประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนไอออนได้ดีที่สุดที่ที่เื้อช 3 โดยที่ที่เื้อช 7 ปริมาณอาร์เซนิกไอออนที่แลกเปลี่ยนมีค่าใกล้เคียงเท่ากับ 142.5 มก./ล.เรซิน และ 138.3 มก./ล.เรซิน ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองการฟื้นอำนาจตัวกลางทั้งสองชนิดด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.2 นอร์มัล ใน 10 รอบการทำงาน พบว่าทรายเคลือบเหล็กออกไซด์ให้ปริมาณน้ำที่ผ่านการกำจัดเฉลี่ย 154.3 BV ปริมาณน้ำที่ผ่านการกำจัดลดลงเฉลี่ย 3.08% ปริมาณอาร์เซนิกที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย 127.52 มก./ล.เร

ชิน ส่วนทรายเคลือบเมงกานีสออกไซด์ ให้ปริมาณน้ำที่ผ่านการกำจัดเฉลี่ย 90 BV ปริมาณน้ำที่ผ่านการกำจัดลดลงเฉลี่ย 2.14% ปริมาณอาร์เซนิกที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย 120.54 มก./ล. เรซิน (ท)

- จากการศึกษา 33 ใน 219 สายพันธุ์ ที่ด้านทานสารหนูในระดับ 700 ไมโครกรัมต่อมิลลิตร สามารถที่จะตกตะกอนสารหนูในรูปอาร์ซีนัสซัลไฟด์ 3 ใน 33 สายพันธุ์ คือ AsR-17, AsR-19 และ AsR-20 ซึ่งด้านทานต่อสารหนูมากกว่า 2,400 ไมโครกรัมต่อมิลลิตร AsR-17 เป็นแบคทีเรียที่เจริญในสภาพไร้ออกซิเจน ส่วน AsR-19 และ AsR-20 เป็นแบคทีเรียที่สามารถเจริญได้ในสภาพทั้งมี และ/หรือไม่มีออกซิเจน ซึ่งสามารถตกตะกอนสารหนูเมื่อทั้งคู่ทำงานร่วมกัน สายพันธุ์ทั้งสองไวต่อโลหะหนักชนิดอื่นได้แก่ แคดเมียม ทองแดง โครเมียม นิกเกิล และ เงิน และด้านทานต่อโลหะหนักบางชนิดได้แก่ เมงกานีส และสังกะสี ที่ระดับ 800 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิตร ตามลำดับ (ฅ)

- จากการศึกษาการดูดซับสารหนูของเฟิร์นพื้นเมือง 19 ชนิด พบว่า มี 2 ชนิด ที่มีปริมาณสารหนูในลำต้นมากกว่าชนิดอื่นภายในระยะเวลา 6 สัปดาห์ คือ *Pityrogramma caiomelanos* และ *Pteris vittata* (ถ)

- ได้มีการศึกษาพืชพื้นเมืองจากพื้นที่อำเภอรัตนบุรี จังหวัดนครราชสีมา และอำเภอ บัณนังสาร์ จังหวัดยะลา เพื่อศึกษาการดูดซับสารหนูในลำต้น พบว่า พบว่ามีเฟิร์น 2 ชนิด สามารถดูดซับสารหนูได้ดี คือ *Pityrogramma calomelanos* and *Pteris vittata* (ท)

2) การบำบัดน้ำดื่มเพื่อให้ปลอดภัยจากการปนเปื้อนสารหนู

- ระบบการจัดสารหนูในน้ำจากบ่อน้ำดื่ม เป็นระบบขจัดสารหนูในน้ำราคาถูก ระดับครัวเรือน กระบวนการเริ่มด้วยการเปลี่ยนสารหนู (+3) เป็นสารหนู (+5) ด้วยการเติมผงปูนคลอรีนและตกตะกอน As (+5) ด้วยเฟอร์ริกคลอไรด์ในอัตราส่วน Fe/As มากกว่า 4/1 ทำการกรองตะกอนด้วยการปรับความเป็นกรดต่างให้ใกล้เคียงกับ 7 ผลปรากฏว่าสารหนูตกตะกอนมากกว่า 90% สารหนูที่เหลือในน้ำจะผ่านการกรองด้วยถ่านกัมมันต์ที่มีประจุ Fe (+2) บริเวณพื้นผิว พบว่าระบบที่ศึกษานี้สามารถลดปริมาณสารหนูต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก⁽³⁷⁾

- การลดปริมาณสารหนูในน้ำบ่อตื้นโดยใช้เฟอร์ริกคลอไรด์เป็นสารสร้างตะกอนและใช้ถ่านแกรบดูดซับ⁽³⁸⁾

- การปรุงด้วยวิธีการต้ม และทอด ที่ระยะเวลา 5, 10 และ 15 นาที ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าปริมาณสารหนูจะลดลงเมื่อใช้เวลาในการต้มและทอดนานขึ้น แสดงว่าปริมาณสารหนูลดลง แปรผกผันกับเวลาในการต้มและทอด กล่าวคือ เมื่อนำมาต้ม 5, 10 และ 15 นาที ปริมาณสารหนูลดลง 51.34% 62.50% และ 70.98% ตามลำดับ และเมื่อนำมาทอด 5, 10 และ 15 นาที ปริมาณสารหนูลดลง 16.52%, 24.55% และ 30.36% ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบการต้มกับการทอด พบว่าที่ระยะเวลาเดียวกันปริมาณสารหนูในปลาช่อนที่ทำการต้มจะลดลงมากกว่าการทอด⁽³⁹⁾

- การจัดหาน้ำสะอาดสำหรับอุปโภคและบริโภคแก่ประชาชน ทางราชการได้เจาะบ่อน้ำบาดาล ซึ่งมีความลึกตั้งแต่ 60 ฟุตขึ้นไป ซึ่งได้นำจากชั้นหินปูนและหินเชล เป็นน้ำที่ปราศจากสารหนู นอกจากนี้ยังได้อบรมราษฎรให้รู้จักวิธีการปั้นโอ่งและก่อสร้างถังปูนเก็บน้ำฝน รวมทั้งทดลองติดตั้งเครื่องกรองน้ำกำจัดสารหนู และประหยัดอีกด้วยสำหรับมลพิษสารหนูที่ละลายอยู่ในน้ำบาดาลระดับตื้นได้มีการทดลองทำการกำจัดโดยกระบวนการทางเคมี โดยใช้ด่างทับทิมเพื่อทำปฏิกิริยากับ As (trivalence) ให้เปลี่ยนเป็น As (pentavalence) ซึ่งจะตกตะกอนและแยกตัวออก การทดลองนี้ได้ผลเป็นที่น่าพอใจแต่ยังไม่เหมาะสมในเชิงเศรษฐกิจ⁽⁴⁰⁾

- ได้มีการศึกษาการลดปริมาณสารหนูในน้ำโดยใช้กระบวนการ electro-chemical precipitation ทำให้ตกตะกอนโดยใช้สารเคมี KCL และกระแสไฟฟ้า 200 V/m ค่า pH สูงกว่า 3 พบว่า สามารถลดปริมาณสารหนูให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานของ WHO ได้ (ณ)

2.2 สถานการณ์ปัจจุบัน

สถานการณ์ปัจจุบันของปัญหาโรคพิษสารหนู ในอำเภอรัตนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งได้จากการสัมภาษณ์ประชาชน และหน่วยงานต่างๆ ในอำเภอรัตนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ในประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวกับสภาพปัญหา การแก้ปัญหา ตลอดจนถึงระดับความรู้เกี่ยวกับสารหนูและโรคพิษสารหนู และพฤติกรรมต่าง ๆ ของประชาชน

2.2.1 จากการสัมภาษณ์ประชาชน โดยการสุ่มในพื้นที่เสี่ยงสูงและพื้นที่เสี่ยงต่ำ รวม 403 ราย เป็นเพศชายและเพศหญิง สัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 40-59 ปี (อายุเฉลี่ย 47.84 ปี อายุต่ำสุด 12 ปี อายุสูงที่สุด 85 ปี) ร้อยละ 82.13 เป็นหัวหน้าครอบครัวหรือภรรยา ในพื้นที่เสี่ยงสูงส่วนใหญ่จะมีอาชีพ รับจ้าง (ร้อยละ 24.3) รองลงมา คือ เกษตรกรรม (ร้อยละ 21.8) สำหรับพื้นที่เสี่ยงต่ำ ร้อยละ 46.3 มีอาชีพเกษตรกรรม ส่วนใหญ่(ร้อยละ 55.8) มีการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 66.9 อาศัยในพื้นที่ตั้งแต่เกิด พบครอบครัวที่มีผู้ป่วยโรคพิษสารหนู ในพื้นที่เสี่ยงสูง จำนวน 13 ครอบครัว(พื้นที่เสี่ยงต่ำไม่พบผู้ป่วย) ได้รับการรักษาพยาบาล จำนวน 10 ครอบครัว โดยไปรับการรักษาพยาบาลที่สถานพยาบาลของรัฐทั้ง 10 ครอบครัว

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์จำแนกตามพื้นที่

ข้อมูลทั่วไป	พื้นที่เสี่ยงสูง		พื้นที่เสี่ยงต่ำ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
เพศ	N=202		N=201	
ชาย	82	50.1	95	47.3
หญิง	120	59.4	106	52.7
อายุ (ปี) Max 85 Min 12 Mean 47.84 SD = 16.50				
ต่ำกว่า 20 ปี	4	2.0	22	10.9

ข้อมูลทั่วไป	พื้นที่เสี่ยงสูง		พื้นที่เสี่ยงต่ำ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
20-29	3	1.5	28	13.9
30-39	32	15.8	33	16.4
40-49	53	26.2	47	23.4
50-59	50	24.8	26	12.9
60-69	33	16.3	27	13.4
มากกว่า 69 ปี	27	13.4	18	9.0
สถานะภาพในครอบครัว				
หัวหน้าครอบครัว	110	54.5	99	49.3
ภรรยา	72	35.6	50	24.9
บุตร	9	4.5	43	21.4
ผู้อาศัย	11	5.4	9	4.5
อาชีพ				
เกษตรกรรม	44	21.8	93	46.3
ค้าขาย	31	15.3	33	16.4
รับราชการ	19	9.4	5	2.5
รับจ้าง	49	24.3	23	11.4
งานบ้าน	44	21.8	31	15.4
อื่นๆ.....	15	7.4	16	8.0
ระดับการศึกษา				
ประถมศึกษา	118	58.4	107	53.2
มัธยมศึกษาตอนต้น	25	12.4	48	23.9
มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช. / ปวส.	38	18.8	41	20.4
ปริญญาตรี	18	8.9	5	2.5
สูงกว่าปริญญาตรี	3	1.5	0	0
ประวัติการอาศัยในพื้นที่				
ตั้งแต่แรกเกิด จนถึงปัจจุบัน	109	54.0	161	80.1
ตั้งแต่ พ.ศ.2510	53	26.2	15	7.5
ตั้งแต่ พ.ศ.2521	18	8.9	4	2.0
ตั้งแต่ พ.ศ.2531	12	5.9	13	6.5
ตั้งแต่ พ.ศ.2541	10	5.0	8	4.0

ข้อมูลทั่วไป	พื้นที่เสี่ยงสูง		พื้นที่เสี่ยงต่ำ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
สถานภาพทางสังคม				
ไม่มี	196	97.0	196	97.5
มี	6	3.0	5	2.5
ประเภทสถานภาพทางสังคม	N=6		N=5	
อบต.	2	33.4	2	40.0
ผู้ใหญ่บ้าน / ผู้ช่วย ผญ.	4	66.6	3	60.0
กำนัน	0	0	0	0
ผู้ป่วยโรคพิษสารหนูในครอบครัว				
มี	13	6.4	0	0
ไม่มี / ไม่ทราบ	189	93.6	201	100
จำนวนผู้ป่วยโรคพิษสารหนูในครอบครัว	N=13			
1 ราย	9	69.2	0	0
2 ราย	3	23.1	0	0
3 ราย	0	0	0	0
มากกว่า 3 ราย	1	7.7	0	0
การรักษาพยาบาลผู้ป่วยโรคพิษสารหนู	N=13			
ได้รับการรักษาพยาบาล	10	76.9	0	0
ไม่ได้รับการรักษาพยาบาล	3	23.1	0	0
ประเภทการรักษาพยาบาลผู้ป่วยโรคพิษสารหนู	N = 10			
จากสถานพยาบาลของรัฐ	10	100	0	0
จากสถานพยาบาลเอกชน	0	0	0	0
หมอพื้นบ้าน	0	0	0	0
ซื้อยากินเอง	0	0	0	0

การได้รับข่าวสารเกี่ยวกับสารหนูหรือโรคพิษสารหนูในอดีต พบว่า ในพื้นที่เสี่ยงสูงเคยได้รับ ร้อยละ 73.8 พื้นที่เสี่ยงต่ำเคยได้รับ ร้อยละ 51.2 โดยได้รับความรู้จากหน่วยงานสาธารณสุข มาก

ที่สุดเหมือนกันทั้งพื้นที่เสี่ยงสูงและพื้นที่เสี่ยงต่ำ (ร้อยละ 86.6 และ 65.0) รูปแบบของการให้ความรู้ส่วนใหญ่จะเหมือนกัน คือ การพูดคุย/บอกเล่า และการบรรยาย โดยมีความถี่ประมาณ 6 เดือนต่อครั้ง

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับเรื่องสารหนู หรือโรคพิษสารหนู ในอดีต

ข้อมูลการได้รับข้อมูลข่าวสาร	พื้นที่เสี่ยงสูง		พื้นที่เสี่ยงต่ำ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
การได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับเรื่องสารหนู หรือโรคพิษสารหนู ในอดีต				
เคยได้รับ	149	73.8	103	51.2
ไม่เคยได้รับ	53	26.2	98	48.8
แหล่งความรู้ที่ได้รับ	N = 149		N=103	
หน่วยงานสาธารณสุข	129	86.6	67	65.0
อสม.	4	2.7	20	19.4
ที่ประชุมหมู่บ้าน	9	6.0	5	4.9
เพื่อนบ้าน	5	3.4	4	3.9
โรงเรียน	2	1.3	6	5.8
หนังสือ / สื่ออื่นๆ	0	0	1	1.0
ประเภทของสื่อ	N = 149		N=103	
การบรรยาย	36	24.2	25	24.3
พูดคุย / บอกเล่า	79	53.0	54	52.4
ทีวี / วิทยู	16	10.7	4	3.9
แผ่นพับ	17	11.4	14	13.6
เสียงตามสาย / หอกระจายข่าว	1	0.7	6	5.8

ข้อมูลการได้รับข้อมูลข่าวสาร	พื้นที่เสี่ยงสูง		พื้นที่เสี่ยงต่ำ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ความถี่ในการได้รับข้อมูลข่าวสาร	N = 149		N=103	
เดือนละครั้ง	2	1.3	1	1.0
2 เดือนครั้ง	9	6.0	1	1.0
3 เดือนครั้ง	13	8.7	7	6.8
6 เดือนครั้ง	59	39.6	35	34.0
ปีละ 1 ครั้ง	53	35.6	46	44.4
เกิน 1 ปี 1 ครั้ง	13	8.7	13	12.6

การได้รับข่าวสารเกี่ยวกับสารหนูหรือโรคพิษสารหนูในปัจจุบัน โดยรวมร้อยละ 40.0 ยังคงได้รับข้อมูลข่าวสาร แหล่งข้อมูลที่สำคัญยังคงเป็นหน่วยงานสาธารณสุข และ อสม. เหมือนกันทั้งพื้นที่เสี่ยงสูงและพื้นที่เสี่ยงต่ำ ความรู้ที่ได้รับในพื้นที่เสี่ยงสูง ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 52.5) เป็นเรื่องการใช้น้ำ รองลงมาเป็นเรื่องอาการของโรคพิษสารหนู(ร้อยละ 24.3)และการป้องกันโรคพิษสารหนู(ร้อยละ 20.5) สำหรับในพื้นที่เสี่ยงต่ำความรู้ที่ได้รับส่วนใหญ่ (ร้อยละ 35.2) เป็นเรื่องการป้องกันโรคพิษสารหนู รองลงมาเป็นเรื่อง การใช้น้ำ (ร้อยละ 32.9) รูปแบบการให้ความรู้จะต่างกันโดยในพื้นที่เสี่ยงสูงส่วนใหญ่ (ร้อยละ 74.3) ใช้วิธีการพูดคุย/บอกเล่า ส่วนในพื้นที่เสี่ยงต่ำใช้วิธีแจกแผ่นพับ (ร้อยละ 61.1)

ตารางที่ 4 จำนวนและร้อยละของการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับเรื่องสารหนู หรือโรคพิษสารหนูในปัจจุบัน

ข้อมูลการได้รับข้อมูลข่าวสาร	พื้นที่เสี่ยงสูง		พื้นที่เสี่ยงต่ำ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ปัจจุบันมีหน่วยงาน หรือ บุคคล ที่ให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับเรื่องสารหนูหรือโรคพิษสารหนูหรือไม่				
มี	79	39.1	85	42.3
ไม่มี	123	60.9	116	57.7
แหล่งความรู้ (หน่วยงาน หรือ บุคคล)	N = 79		N = 85	
หน่วยงานสาธารณสุข	57	28.2	45	22.4
อสม.	16	7.9	39	19.4

ข้อมูลการได้รับข้อมูลข่าวสาร	พื้นที่เสี่ยงสูง		พื้นที่เสี่ยงต่ำ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ที่ประชุมหมู่บ้าน	3	1.5	1	0.5
เพื่อนบ้าน	2	1.0	0	0
หน่วยงานอื่น ๆ	1	.5	0	0
เรื่องที่ให้ความรู้	N = 78		N = 85	
การป้องกันโรคพิษสาร์ฮนู	16	7.9	30	14.9
อาการของโรคพิษสาร์ฮนู	19	9.4	26	12.9
การใช้น้ำ	41	20.3	28	13.9
การฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม	2	1.0	1	0.5
สื่อที่ใช้ในการให้ความรู้	N = 78		N = 84	
การบรรยาย	14	6.9	5	2.5
พูดคุย / บอกเล่า	58	28.7	27	13.4
ทีวี / วิดีโอ	1	.5	0	0
แผ่นพับ	5	2.5	52	25.9
เสียงตามสาย / หอกระจายข่าว	0	0	0	0

ด้านความรู้เกี่ยวกับสาร์ฮนูและโรคพิษสาร์ฮนู พบว่าประมาณครึ่งหนึ่งมีความรู้ระดับดี (ตอบถูกต้องตั้งแต่ 8 ข้อขึ้นไป)

ตารางที่ 5 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์วัดความรู้เกี่ยวกับสาร์ฮนูถูกต้อง จำแนกรายข้อ

ข้อมูลการได้รับข้อมูลข่าวสาร	พื้นที่เสี่ยงสูง		พื้นที่เสี่ยงต่ำ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
การปนเปื้อนของสาร์ฮนูในอำเภอร่อนพิบูลย์ เกิดจากอุตสาหกรรมการทำเหมืองแร่	188	93.1	186	92.5
การใช้สารพิษป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่มีสาร์ฮนูเป็นส่วนประกอบ จะทำให้เกิดการปนเปื้อนสาร์ฮนูในสิ่งแวดล้อมได้	151	74.8	161	80.1
สาร์ฮนูสามารถปนเปื้อนได้ในน้ำและตะกอนดินเท่านั้น	41	20.3	61	30.3
สาร์ฮนูสามารถเข้าสู่ร่างกายของมนุษย์ได้ด้วยการกินเท่านั้น	76	37.6	84	41.8
สาร์ฮนูสามารถทำให้เกิดพิษต่อระบบต่างๆของมนุษย์ได้ เช่น ผิวหนัง เยื่อเมือก สายตา ระบบหายใจ ระบบประสาท ระบบสมอง	166	82.2	181	90.0
โรคพิษสาร์ฮนูเรื้อรัง จะมีอาการ จุดสีดำบนฝ่ามือฝ่าเท้า	189	93.6	187	93.0

ข้อมูลการได้รับข้อมูลข่าวสาร	พื้นที่เสี่ยงสูง		พื้นที่เสี่ยงต่ำ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
แล้วจะมีตุ่มเล็ก ๆ เริ่มจาก 2-3 ตุ่ม เป็นหลายตุ่ม และมีขนาด ใหญ่ขึ้น จนกลายเป็นผื่น และอาจเป็นมะเร็งผิวหนังได้				
ผู้ป่วยโรคพิษสารหนูเรื้อรัง ส่วนใหญ่จะมีสีผิวคล้ำขึ้นกว่า ปกติ และอาจพบจุดกระดำกระด่างของผิวหนังทั่วร่างกาย	186	92.1	185	92.0
การรับประทานอาหารและน้ำที่ไม่มีสารหนูเจือปน เป็นพฤติ กรรมหนึ่งที่สามารถจะป้องกันโรคพิษสารหนูได้	196	97.0	185	92.0
น้ำที่ใส ไม่มีกลิ่น ไม่มีตะกอน เป็นน้ำที่ไม่มีสารหนูเจือปน	130	64.4	91	45.3
พืชบางชนิดสามารถดูดซับสารหนูที่ปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อม ได้	176	87.1	180	89.6

ตอบถูกน้อยที่สุด 2 ข้อ สูงที่สุด 10 ข้อ เฉลี่ยตอบถูก 7.41 ข้อ

ตารางที่ 6 จำนวนและร้อยละของระดับความรู้ เกี่ยวกับสารหนู จำแนกตามพื้นที่

ระดับความรู้ เกี่ยวกับสารหนู	พื้นที่เสี่ยงสูง		พื้นที่เสี่ยงต่ำ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
สูง (ตอบถูก 8-10 ข้อ)	107	53.0	94	46.8
ปานกลาง (ตอบถูก 6-7 ข้อ)	47	23.3	79	39.3
ต่ำ (ตอบถูกน้อยกว่า 6 ข้อ)	48	23.8	28	13.9

พฤติกรรมกรใช้น้ำก่อนปี พ.ศ.2547 พบว่าแหล่งน้ำดื่มส่วนใหญ่ของทั้งสองพื้นที่เหมือนกันคือ น้ำฝน แหล่งน้ำใช้ที่สำคัญของพื้นที่เสี่ยงสูง คือ บ่อน้ำตื้น และน้ำประปา สำหรับพื้นที่เสี่ยงต่ำใช้น้ำจากบ่อน้ำตื้นเป็นส่วนใหญ่(ร้อยละ 35.3) รองลงมาคือ น้ำฝน(ร้อยละ 21.9) โดยพบว่าทั้งสองพื้นที่ปรับปรุงคุณภาพน้ำดื่มโดยวิธีการต้ม(เสี่ยงสูง ร้อยละ 36.2 เสี่ยงต่ำ ร้อยละ 36.5) ไม่มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำดื่มมีสัดส่วนสูงทั้งสองพื้นที่(เสี่ยงสูง ร้อยละ 44.2 เสี่ยงต่ำ ร้อยละ 30.6) สำหรับน้ำใช้ส่วนใหญ่ ไม่ปรับปรุงคุณภาพน้ำเหมือนกันทั้งสองพื้นที่

ตารางที่ 7 จำนวนและร้อยละของพฤติกรรมกรใช้น้ำของประชาชน ก่อน พ.ศ.2547 จำแนกตามพื้นที่เสี่ยง

พฤติกรรมการใช้น้ำของประชาชน	พื้นที่เสี่ยงสูง		พื้นที่เสี่ยงต่ำ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
แหล่งน้ำดื่ม				
บ่อน้ำตื้น	28	13.9	27	13.4
บ่อน้ำบาดาล	5	2.5	6	3.0
น้ำประปา	30	14.9	9	4.5
น้ำบรรจุขวด	48	23.8	19	9.5
แหล่งน้ำธรรมชาติ	8	4.0	42	20.9
น้ำฝน	160	79.2	143	71.0
ผ่านเครื่องบำบัดสารหนู	1	.5	1	0.5
อื่น ๆ.....	0	0	1	0.5
แหล่งน้ำใช้				
บ่อน้ำตื้น	85	42.1	111	55.2
บ่อน้ำบาดาล	22	10.9	19	9.5
น้ำประปา	81	40.1	52	25.9
น้ำบรรจุขวด	8	4.0	1	0.5
แหล่งน้ำธรรมชาติ	47	23.3	60	29.9
น้ำฝน	53	26.2	69	34.3
ผ่านเครื่องบำบัดสารหนู	2	1.0	2	1.0
การปรับปรุงคุณภาพน้ำดื่ม				
ต้ม	82	40.6	69	34.3
กรอง	35	17.3	49	24.4
แกว่งสารส้ม	6	3.0	12	6.0
ใช้คลอรีน	3	1.5	0	0
ผ่านเครื่องบำบัดสารหนู	0	0	1	0.5
ไม่บำบัด	100	49.5	58	42.3
การปรับปรุงคุณภาพน้ำใช้				
ต้ม	9	4.5	10	5.0
กรอง	22	10.9	53	26.4
แกว่งสารส้ม	9	4.5	33	16.4
ใช้คลอรีน	12	5.9	3	1.5
ผ่านเครื่องบำบัดสารหนู	1	0.5	7	3.5

พฤติกรรมการใช้น้ำของประชาชน	พื้นที่เสี่ยงสูง		พื้นที่เสี่ยงต่ำ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ไม่บำบัด	159	78.7	117	58.2

พฤติกรรมการใช้น้ำในปัจจุบัน (ตั้งแต่ พ.ศ.2547-ปัจจุบัน) พบว่าแหล่งน้ำดื่มส่วนใหญ่ของทั้งสองพื้นที่เหมือนกันคือ น้ำฝน ส่วนน้ำใช้ ในพื้นที่เสี่ยงสูงส่วนใหญ่(ร้อยละ 36.2)ใช้น้ำประปา และบ่อน้ำตื้น(ร้อยละ 21.1) สำหรับในพื้นที่เสี่ยงต่ำส่วนใหญ่(ร้อยละ 32.4)ใช้น้ำบ่อน้ำตื้น โดยพบว่าในพื้นที่เสี่ยงสูงไม่มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำดื่ม ร้อยละ 50.0 และไม่ปรับปรุงคุณภาพน้ำใช้ ร้อยละ 77.4

ตารางที่ 8 จำนวนและร้อยละของพฤติกรรมการใช้น้ำของประชาชน ตั้งแต่ พ.ศ.2547 ถึงปัจจุบัน
จำแนกตามพื้นที่เสี่ยง

พฤติกรรมการใช้น้ำของประชาชน	พื้นที่เสี่ยงสูง		พื้นที่เสี่ยงต่ำ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
แหล่งน้ำดื่ม				
บ่อน้ำตื้น	7	3.5	32	15.9
บ่อบาดาล	2	1.0	9	4.5
น้ำประปา	35	17.3	19	9.5
น้ำบรรจุขวด	0	0	0	0
แหล่งน้ำธรรมชาติ	63	31.2	41	20.4
น้ำฝน	158	78.3	175	87.1
ผ่านเครื่องบำบัดสารหนู	4	2.0	6	3.0
อื่น ๆ.....	1	0.5	0	0
แหล่งน้ำใช้				
บ่อน้ำตื้น	59	29.2	110	54.7
บ่อบาดาล	13	6.4	18	9.0
น้ำประปา	101	50.0	79	39.3
น้ำบรรจุขวด	1	0.5	0	0
แหล่งน้ำธรรมชาติ	11	5.4	11	5.5
น้ำฝน	41	20.3	91	45.3
ผ่านเครื่องบำบัดสารหนู	53	26.2	30	14.9
อื่น ๆ.....	0	0	0	0

พฤติกรรมการใช้น้ำของประชาชน	พื้นที่เสี่ยงสูง		พื้นที่เสี่ยงต่ำ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
การปรับปรุงคุณภาพน้ำดื่ม				
ดื่ม	79	39.1	80	39.8
กรอง	21	10.4	67	33.3
แกว่งสารส้ม	0	0	7	3.5
ใช้คลอรีน	5	2.5	0	0
ผ่านเครื่องบำบัดสารหนู	0	0	1	0.5
ไม่บำบัด	105	52.0	73	36.3
การปรับปรุงคุณภาพน้ำใช้				
ดื่ม	12	5.9	9	4.5
กรอง	10	5.0	55	27.4
แกว่งสารส้ม	8	4.0	30	14.9
ใช้คลอรีน	14	6.9	1	0.5
ผ่านเครื่องบำบัดสารหนู	3	1.5	8	4.0
ไม่บำบัด	161	79.7	118	58.7

หน่วยงานที่ให้การสนับสนุนในการจัดหา น้ำสะอาด หรือบำบัดน้ำดื่ม น้ำใช้ ในปัจจุบัน ที่สำคัญในพื้นที่เสี่ยงสูง คือ เทศบาล (ร้อยละ 26.6) รองลงมา คือ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, องค์การบริหารส่วนจังหวัด และโรงพยาบาลร่อนพิบูลย์ ร้อยละ 23.2 , 19.8 และ 19.2 ตามลำดับ สำหรับในพื้นที่เสี่ยงต่ำ หน่วยงานที่สนับสนุนในการดำเนินงานดังกล่าวที่สำคัญ คือ องค์การบริหารส่วนจังหวัด (ร้อยละ 53.7) รองลงมา คือ สำนักงานสาธารณสุขอำเภอร่อนพิบูลย์ (ร้อยละ 20.4)

ตารางที่ 9 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานที่ให้การสนับสนุนในการจัดหา น้ำสะอาด หรือบำบัด น้ำดื่ม น้ำใช้ ในปัจจุบัน จำแนกตามพื้นที่เสี่ยง

ประเภทหน่วยงาน	พื้นที่เสี่ยงสูง		พื้นที่เสี่ยงต่ำ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
หน่วยงานส่วนท้องถิ่น				
อบต.	1	0.5	5	2.5
อบจ.	35	17.3	108	53.7
เทศบาล	47	23.3	17	8.5

ประเภทหน่วยงาน	พื้นที่เสี่ยงสูง		พื้นที่เสี่ยงต่ำ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
หน่วยงานสังกัดกระทรวงสาธารณสุข				
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด	5	2.5	8	4.0
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอ	14	6.9	41	20.4
โรงพยาบาลร่อนพิบูลย์	34	16.8	23	11.4
สถานีอนามัย	0	0	7	3.5
หน่วยงานอื่น ๆ				
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	41	20.3	1	0.5

ประชาชนในอำเภอร่อนพิบูลย์ มีความคาดหวังให้หน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น เป็นหน่วยงานหลัก ในการดำเนินการจัดการแก้ปัญหาสารหนู และโรคพิษสารหนู ในด้าน 1)ข้อมูลข่าวสารและการประชาสัมพันธ์ 2)ด้านการป้องกัน/บำบัด/ฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม 3)ด้านการส่งเสริมรายได้ 4)ด้านการมีส่วนร่วมของประชาชน สำหรับด้านการรักษาพยาบาล และด้านการสำรวจสถานะสุขภาพประชาชน ต้องการให้หน่วยงานสาธารณสุขเป็นหน่วยงานหลักในการดำเนินการ

ตารางที่ 10 ร้อยละของประชาชนในพื้นที่เสี่ยงสูง ที่มีความคาดหวังต่อหน่วยงานภาครัฐ / ท้องถิ่น ในการจัดการเรื่องสารหนู และ โรคพิษสารหนู ในด้านต่างๆ

หน่วยงาน	กิจกรรมที่คาดหวังให้หน่วยงานปฏิบัติ						
	ด้านข้อมูลข่าวสาร / การประชาสัมพันธ์	ด้านการรักษาพยาบาล และฟื้นฟูผู้ป่วย	ด้านการสำรวจสถานะสุขภาพ	ด้านการป้องกัน / บำบัด / ฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม	ด้านการสำรวจสิ่งแวดล้อม	ด้านการส่งเสริมรายได้	การมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่
อบจ.	5.4	0	1.5	7.9	7.4	19.8	14.4
เทศบาล	35.1	3.0	5.9	23.3	24.8	33.2	22.8
อบต.	42.1	0.5	12.4	40.1	44.1	43.6	35.1
สสจ.นครศรีฯ	3.0	4.0	3.0	4.5	1.5	1.5	3.0

สสอ.ร้อนพิบูลย์	6.4	8.4	10.4	7.9	4.5	2.0	4.5
รพ.ร้อนพิบูลย์	25.7	87.6	60.4	18.8	10.9	1.0	5.9
สถานีอนามัย	5.0	15.8	8.9	5.9	3.5	1.5	2.5
หน่วยราชการอื่นๆ	4.5	0.5	1.5	1.0	1.5	2.5	7.9
หน่วยงาน / องค์กร	4.0	0	5.9	4.5	6.9	1.5	6.4
ภาคเอกชน							

ตารางที่ 11 ร้อยละของประชาชนในพื้นที่เสี่ยงต่ำ ที่มีความคาดหวังต่อหน่วยงานภาครัฐ/ท้องถิ่น
ในการจัดการเรื่องสารหนู และ โรคพิษสารหนู ในด้านต่างๆ

หน่วยงาน	กิจกรรมที่คาดหวังให้หน่วยงานปฏิบัติ						การมีส่วนร่วม ของประชาชนใน พื้นที่
	ด้านข้อมูล ข่าวสาร / การประชาสัมพันธ์	ด้านการ รักษาพยาบาล และฟื้นฟูผู้ป่วย	ด้านการ สำรวจ สถานะ สุขภาพ	ด้านการ ป้องกัน / บำบัด / ฟื้นฟู สิ่งแวดล้อม	ด้านการ สำรวจสิ่ง แวดล้อม	ด้านการ ส่งเสริม รายได้	
อบจ.	30.8	8.5	4.0	19.9	21.9	34.3	24.4
เทศบาล	35.3	11.9	20.4	45.8	40.8	31.8	29.9
อบต.	36.8	14.9	16.9	46.8	44.8	41.8	49.3
สสจ.นครศรีฯ	17.4	25.4	23.9	17.4	4.5	4.5	8.0

สสอ.ร่อนพิบูลย์	29.4	31.8	30.8	15.9	6.0	4.5	8.5
รพ.ร่อนพิบูลย์	41.8	80.6	57.7	21.4	12.9	6.0	14.9
สถานีอนามัย	18.4	25.4	26.9	11.9	3.5	3.0	7.0
หน่วยราชการอื่นๆ	3	0	0.5	2.5	2.5	8.0	3.5
หน่วยงาน / องค์กร	1	0	0	0	0	4.0	1.5
ภาคเอกชน							

2.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการติดตามบทบาทและการดำเนินงานของหน่วยงาน

ตามข้อเสนอแนะของงานวิจัยเกี่ยวกับสารหนู

คณะผู้วิจัยได้จัดทำแบบสัมภาษณ์ เพื่อติดตามบทบาทและการดำเนินงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องตามข้อเสนอแนะของงานวิจัยเกี่ยวกับสารหนู โดยได้ชี้แจงรายละเอียดแก่คณะทำงานเก็บข้อมูลในพื้นที่ทั้งในส่วน of แบบสัมภาษณ์และหน่วยงานที่จะต้องเก็บข้อมูล จำนวน 29 หน่วยงาน ดำเนินการเก็บข้อมูลในเดือน มกราคม - กุมภาพันธ์ 2548 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า

1. ประเภทของหน่วยงาน

ส่วนใหญ่เป็นหน่วยงานด้านการศึกษา (โรงเรียนต่าง ๆ ในเขตตำบลร่อนพิบูลย์ , กศน. อำเภอร่อนพิบูลย์) จำนวน 15 หน่วยงาน (ร้อยละ 51.73) หน่วยงานสาธารณสุข (โรงพยาบาลมหาราชนครศรีธรรมราช, สสจ.นครศรีธรรมราช, สำนักงานควบคุมโรคที่ 11 นครศรีธรรมราช และโรงพยาบาลร่อนพิบูลย์) จำนวน 5 หน่วยงาน (ร้อยละ 17.24) หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับอำเภอ (ที่ว่าการอำเภอ, เกษตรอำเภอ, ปศุสัตว์อำเภอ และพัฒนาการอำเภอร่อนพิบูลย์) จำนวน 4 หน่วยงาน (ร้อยละ 13.79) หน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น (องค์การบริหารส่วนจังหวัด, เทศบาลตำบล, องค์การบริหารส่วนตำบลร่อนพิบูลย์) จำนวน 3 หน่วยงานร้อยละ 10.34 และหน่วยงานอื่น ๆ ในระดับจังหวัด (สำนักงานจังหวัด, อุตสาหกรรมจังหวัดนครศรีธรรมราช) จำนวน 2 หน่วยงาน (ร้อยละ 6.9) ตามตารางที่ 12

ตารางที่ 12 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานที่ตอบแบบสอบถามจำแนกตามประเภทของหน่วยงาน

ลำดับ	หน่วยงาน	จำนวน	ร้อยละ
1.	หน่วยงานด้านการศึกษา	15	51.73
2.	หน่วยงานสาธารณสุข	5	17.24
3.	หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับอำเภอ	4	13.79
4.	หน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น	3	10.34
5.	หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับจังหวัด	2	6.90
	รวม	29	100

2. หน้าที่ความรับผิดชอบของหน่วยงานเกี่ยวกับสารหนู

หน้าที่ความรับผิดชอบส่วนใหญ่ (5 ลำดับแรก) ของหน่วยงานเกี่ยวกับสารหนู ได้แก่ ด้านข้อมูลข่าวสาร /การประชาสัมพันธ์ (ร้อยละ 72.41) ด้านการเสริมสร้างการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่ต่อการแก้ไขปัญหาโรคสารหนู (ร้อยละ 65.52) ด้านการป้องกัน/บำบัด/ฟื้นฟูสารหนูในสิ่งแวดล้อม(ร้อยละ 44.83) ด้านการสำรวจและเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารหนูในสิ่งแวดล้อม (ร้อยละ 41.38) และด้านการสำรวจสถานะสุขภาพของประชาชน (ร้อยละ 31.03)ตามลำดับ รายละเอียดตามตารางที่ 13 และ ตารางที่ 14

ตารางที่ 13 ร้อยละของหน่วยงานที่มีภาระกิจเกี่ยวกับสารหนูในอำเภอรัตนพิบูลย์ จำแนกตามหน้าที่ความรับผิดชอบ (N=29)

ลำดับ	หน้าที่ความรับผิดชอบ	จำนวน	ร้อยละ
1.	ด้านข้อมูลข่าวสาร/การประชาสัมพันธ์	21	72.41
2.	ด้านการเสริมสร้างการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่ต่อการแก้ไขปัญหาโรคสารหนู	19	65.52
3.	ด้านการป้องกัน/บำบัด/ฟื้นฟูสารหนูในสิ่งแวดล้อม	13	44.83
4.	ด้านการสำรวจและเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารหนูในสิ่งแวดล้อม	12	41.38
5.	ด้านการสำรวจสถานะสุขภาพของประชาชน	9	31.03
6.	ด้านการรักษาพยาบาลและฟื้นฟูสภาพผู้ป่วย	5	17.24
7.	ด้านการส่งเสริมรายได้ของประชาชนพื้นที่เสี่ยง	5	17.24
8.	ด้านอื่น ๆ	3	10.34

ตารางที่ 14 แสดงจำนวนหน่วยงานที่มีหน้าที่ความรับผิดชอบเกี่ยวกับสารหนูในอำเภอรัตนพิบูลย์ จำแนกตามหน้าที่ความรับผิดชอบแต่ละด้าน

ลำดับ	หน้าที่ความรับผิดชอบ	จำนวนหน่วยงาน					รวม
		การศึกษา	สาธารณสุข	ระดับอำเภอ	ท้องถิ่น	ระดับจังหวัด	
1.	ด้านข้อมูลข่าวสาร/การประชาสัมพันธ์	12	4	3	1	1	21
2.	ด้านการเสริมสร้างการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่ต่อการแก้ไขปัญหาโรคสารหนู	10	4	1	3	1	19
3.	ด้านการป้องกัน/บำบัด/ฟื้นฟูสารหนูในสิ่งแวดล้อม	6	4	-	2	1	13
4.	ด้านการสำรวจและเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารหนูในสิ่งแวดล้อม	6	4	-	1	1	12
5.	ด้านการสำรวจสถานะสุขภาพของประชาชน	6	2	-	1	-	9

6.	ด้านการรักษาพยาบาลและฟื้นฟูสภาพผู้ป่วย	2	2	-	1	-	5
7.	ด้านการส่งเสริมรายได้ของประชาชนพื้นที่เสี่ยง	3	-	1	1	-	5

3. การดำเนินการหรือร่วมดำเนินการเกี่ยวกับสารหนูในพื้นที่อำเภอร้อนพิบูลย์ในช่วงเวลาที่ผ่านมา

3.1. การให้ความรู้แก่ประชาชนเกี่ยวกับสารหนูและโรคพิษสารหนู

หน่วยงานด้านการศึกษาคือหน่วยงานที่ดำเนินการหรือร่วมดำเนินการในการให้ความรู้เกี่ยวกับสารหนูในพื้นที่อำเภอร้อนพิบูลย์ในช่วงเวลาที่ผ่านมามากที่สุด (ร้อยละ 61.10) รองลงมาคือหน่วยงานด้านสาธารณสุข (ร้อยละ 22.22) หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับอำเภอหน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น และหน่วยงานอื่น ๆ ในระดับจังหวัด (ร้อยละ 5.56) ตามลำดับ รายละเอียดตามตารางที่ 15

ตารางที่ 15 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานที่ให้ความรู้แก่ประชาชน จำแนกตามประเภทของหน่วยงาน

ลำดับ	หน่วยงาน	จำนวน	ร้อยละ
1.	หน่วยงานด้านการศึกษา	11	61.10
2.	หน่วยงานสาธารณสุข	4	22.22
3.	หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับอำเภอ	1	5.56
4.	หน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น	1	5.56
5.	หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับจังหวัด	1	5.56
รวม		18	100

รายละเอียดของหน่วยงานที่ดำเนินการหรือร่วมดำเนินการในการให้ความรู้เกี่ยวกับสารหนูในพื้นที่อำเภอร้อนพิบูลย์ในช่วงเวลาที่ผ่านมาและความถี่ที่ให้ความรู้ ปรากฏตามตารางที่ 16

ตาราง 16 รายชื่อหน่วยงานและความถี่ที่ให้ความรู้ประชาชนเกี่ยวกับโรคสารหนูจำแนกตามประเภทของหน่วยงาน (N = 18)

ลำดับ	หน่วยงาน	ความถี่	หมายเหตุ
1	สำนักงานจังหวัดนคร ฯ	ไม่ระบุ	
2	สนง.สสจ.นคร ฯ	ไม่ระบุ	
3	โรงเรียนร้อนพิบูลย์เกียรติ ฯ	เดือนละ 1 ครั้ง	
4	เทศบาลตำบลร้อนพิบูลย์	1 - 3 เดือน ต่อครั้ง	
5	สนง.เกษตร อ.ร้อนพิบูลย์	ไม่ระบุ	
6	สสอ.ร้อนพิบูลย์	เดือนละ 1 ครั้ง	
7	โรงเรียนวัดถลุงกิตติยาราม	20 ครั้ง(ในรอบ 3 ปีที่ผ่านมา)	

ลำดับ	หน่วยงาน	ความถี่	หมายเหตุ
8	กศน.อ.ร่อนพิบูลย์	ปีละ 5 ครั้ง	
9	โรงเรียนร่อนพิบูลย์	25 ครั้ง(ไม่ระบุระยะเวลา)	
10	โรงเรียนพิศาลนฤมิตร	ไม่แน่นอน	
11	โรงเรียนวัดเนกขัมมาราม	ไม่แน่นอน	
12	โรงเรียนวัดร่อนนา	ภาคเรียนละ 1 ครั้ง	
13	โรงเรียนวัดมัทธิม ๑	ไม่ระบุ	
14	โรงเรียนชุมชนวัดสุวรรณรังษี	ไม่ระบุ	
15	โรงเรียนบ้านม่วงงาม	ไม่ระบุ	
16	โรงพยาบาลร่อนพิบูลย์	นานๆครั้ง	
17	สคร.ที่ 11นครศรีธรรมราช	1 ครั้ง	(ไม่ระบุเวลา)
18	โรงเรียนร่อนพิบูลย์วิทยา	ไม่ระบุ	

3.2. การจัดหาวัสดุสำหรับอุปโภคและบริโภคแก่ประชาชน

หน่วยงานด้านการศึกษาเป็นหน่วยงานที่ดำเนินการจัดหาวัสดุสำหรับอุปโภคและบริโภคแก่ประชาชนในพื้นที่อำเภอร่อนพิบูลย์ในช่วงเวลาที่ผ่านมามากที่สุด(ร้อยละ 62.50)รองลงมาคือ หน่วยงานด้านสาธารณสุขและหน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น (ร้อยละ 18.75) ตามลำดับ รายละเอียดตามตารางที่ 17

ตารางที่ 17 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานที่จัดหาวัสดุสำหรับอุปโภคและบริโภคแก่ประชาชน จำแนกตามประเภทของหน่วยงาน (N = 16)

ลำดับ	หน่วยงาน	จำนวน	ร้อยละ
1.	หน่วยงานด้านการศึกษา	10	62.50
2.	หน่วยงานสาธารณสุข	3	18.75
3.	หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับอำเภอ	-	-
4.	หน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น	3	18.75
5.	หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับจังหวัด	-	-
รวม		16	100

รายละเอียดของหน่วยงานที่ดำเนินการหรือร่วมดำเนินการในการจัดหาวัสดุสำหรับอุปโภคและบริโภคแก่ประชาชนในพื้นที่อำเภอร่อนพิบูลย์ในช่วงเวลาที่ผ่านมาปรากฏตามตารางที่ 18

ตารางที่ 18 รายชื่อหน่วยงานและวิธีการที่ให้ความรู้ประชาชนเกี่ยวกับโรคสารหนูจำแนกตามประเภทของหน่วยงาน (N = 16)

ที่	หน่วยงาน	วิธีการ
1	สนง.สสจ.นคร ฯ	จัดทำระบบประปาหมู่บ้าน / โองน้ำ/ท่อ น้ำประปา
2	อบจ.นคร ฯ	จัดน้ำสะอาดให้บริการในช่วงขาดแคลน
3	โรงเรียนร่อนพิบูลย์เกียรติ ฯ	ทำประปาหมู่บ้าน
4	เทศบาลตำบลร่อนพิบูลย์	บำบัดน้ำใช้
5	สสอ.ร่อนพิบูลย์	จัดหาโองน้ำขนาด 200 ลิตร
6	โรงเรียนเขาวัดน้อย	จัดหาถังเก็บน้ำฝน
7	โรงเรียนวัดเกลิงกิตติยาราม	จัดหาโดยสร้างถังเก็บน้ำฝน ใช้ระบบประปาหมู่บ้าน
8	โรงเรียนร่อนพิบูลย์	ถังเก็บน้ำฝนใช้เพียงพอตลอดปี
9	โรงเรียนพิศาลนฤมิตร	ถังเก็บน้ำฝน
10	โรงเรียนบ้านห้วยไม้แก่น	แหล่งน้ำธรรมชาติ
11	โรงเรียนวัดร่อนนา	จัดทำที่เก็บน้ำฝนไว้ดื่ม ไว้ใช้
12	อบต.ร่อนพิบูลย์	เจาะบ่อบาดาล สร้างระบบประปาหมู่บ้าน
13	โรงเรียนวัดมัทธนิม ฯ	ไม่ระบุ
14	โรงเรียนชุมชนวัดสุวรรณรังษี	ประปาโรงเรียน
15	โรงพยาบาลร่อนพิบูลย์	ส่งเสริมการใช้น้ำที่สะอาด ประปา
16	โรงเรียนร่อนพิบูลย์วิทยา	ไม่ระบุ

3.3. การดำเนินการหรือร่วมดำเนินการในการจัดทำแผนงานและบูรณาการแผนการแก้ไขปัญหาโรคสารหนู

หน่วยงานด้านการศึกษเป็นหน่วยงานที่จัดทำแผนงานและบูรณาการแผนการแก้ไขปัญหาโรคสารหนู ในช่วงเวลาที่ผ่านมามากที่สุด (ร้อยละ 55.56) รองลงมาคือ หน่วยงานด้านสาธารณสุข และหน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น (ร้อยละ 16.67) หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับอำเภอ และจังหวัด (ร้อยละ 5.50) ตามลำดับ รายละเอียดตามตารางที่ 19

ตารางที่ 19 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานที่การจัดทำแผนงานและบูรณาการแผนการแก้ไขปัญหาโรคพิษสารหนู จำแนกตามประเภทของหน่วยงาน (N = 18)

ลำดับ	หน่วยงาน	จำนวน	ร้อยละ
1.	หน่วยงานด้านการศึกษา	10	55.56
2.	หน่วยงานสาธารณสุข	3	16.67

ลำดับ	หน่วยงาน	จำนวน	ร้อยละ
3.	หน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น	3	16.67
4.	หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับอำเภอ	1	5.50
5.	หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับจังหวัด	1	5.50
รวม		18	100

เมื่อพิจารณาจำนวนหน่วยงานที่จัดทำแผนงานและบูรณาการแผนการแก้ไขปัญหาโรคสารหนูในแต่ละด้าน พบว่า จัดทำแผนงานและบูรณาการแผนในด้าน การบำบัดน้ำดื่ม น้ำใช้ และการเฝ้าระวังสภาวะสุขภาพและสิ่งแวดล้อม จำนวน 11 หน่วยงาน การบำบัดสารหนูในสิ่งแวดล้อม และการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสารหนู 5 หน่วยงาน และรักษาผู้ป่วย 2 หน่วยงาน ตามตารางที่ 20

ตารางที่ 20 จำนวนหน่วยงานที่จัดทำแผนงานและบูรณาการแผนการแก้ไขปัญหาโรคสารหนู

จำแนกตามแผนงานที่ดำเนินการในแต่ละด้าน

ลำดับ	แผนงาน/โครงการที่ดำเนินการแต่ละด้าน	จำนวนหน่วยงาน
1.	การบำบัดน้ำดื่ม น้ำใช้	11
2.	การเฝ้าระวังสภาวะสุขภาพและสิ่งแวดล้อม	11
3.	การบำบัดสารหนูในสิ่งแวดล้อม	5
4.	การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสารหนู	5
5.	การรักษาผู้ป่วยโรคพิษสารหนู	2

3.4. การรักษาพยาบาลและติดตามผลการรักษาผู้ป่วยโรคสารหนู

หน่วยงานด้านการศึกษาเป็นหน่วยงานที่ดำเนินการรักษาพยาบาลและติดตามผลการรักษาผู้ป่วยโรคสารหนูในช่วงเวลาที่ผ่านมามากที่สุด (ร้อยละ 57.14) รองลงมาคือ หน่วยงานด้านสาธารณสุข (ร้อยละ 28.57) และหน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น (ร้อยละ 14.29) ตามลำดับ รายละเอียดตามตารางที่ 21

ตารางที่ 21 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานดำเนินการรักษาพยาบาลและติดตามผลการรักษาผู้ป่วย

โรคสารหนู จำแนกตามประเภทของหน่วยงาน (N = 7)

ลำดับ	หน่วยงาน	จำนวน	ร้อยละ
1.	หน่วยงานด้านการศึกษา	4	57.14
2.	หน่วยงานสาธารณสุข	2	28.57

3.	หน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น	1	14.29
4.	หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับอำเภอ	-	-
5.	หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับจังหวัด	-	-
รวม		7	100

รายละเอียดของหน่วยงานที่ดำเนินการรักษาพยาบาลและติดตามผลการรักษาผู้ป่วยโรคสารหนูพื้นที่อำเภอรัตนพิบูลย์ในช่วงเวลาที่ผ่านมาปรากฏตามตารางที่ 22

ตารางที่ 22 จำนวนผู้รับการรักษาพยาบาลและติดตามผลการรักษาผู้ป่วยโรคสารหนูจำแนกตามประเภทของหน่วยงาน (N = 7)

ลำดับ	หน่วยงาน	จำนวนผู้ป่วยที่รับบริการ	หมายเหตุ
1	สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครศรีธรรมราช	ไม่ระบุ	
2	โรงพยาบาลรัตนพิบูลย์	20 คน/ 3 เดือน	
3	เทศบาลตำบลรัตนพิบูลย์	ไม่ระบุ	
4	โรงเรียนวัดเถลิงกิตติยาราม	1 คน/เดือน	
5	โรงเรียนพิศาลนฤมิตร	ไม่ระบุ	
6	โรงเรียนวัดร่อนนา	ไม่ระบุ	
7	โรงเรียนชุมชนวัดสุวรรณรังษี	ไม่ระบุ	

3.5. การควบคุมปัญหาและเฝ้าระวังการปนเปื้อนสารหนูในสิ่งแวดล้อม

หน่วยงานด้านการศึกษาเป็นหน่วยงานที่ดำเนินการควบคุมปัญหาและเฝ้าระวังการปนเปื้อนสารหนูในสิ่งแวดล้อมในช่วงเวลาที่ผ่านมามากที่สุด (ร้อยละ 66.67) รองลงมา คือ หน่วยงานด้านสาธารณสุข และหน่วยงานอื่น ๆ ในระดับจังหวัด (ร้อยละ 13.33) หน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น (ร้อยละ 6.67) ตามลำดับ รายละเอียดตามตารางที่ 23

ตารางที่ 23 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานดำเนินการควบคุมปัญหาและเฝ้าระวังการปนเปื้อนสารหนูในสิ่งแวดล้อมจำแนกตามประเภทของหน่วยงาน (N = 15)

ลำดับ	หน่วยงาน	จำนวน	ร้อยละ
1.	หน่วยงานด้านการศึกษา	10	66.67
2.	หน่วยงานสาธารณสุข	2	13.33

3.	หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับจังหวัด	2	13.33
4.	หน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น	1	6.67
5.	หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับอำเภอ	-	-
รวม		15	100

วิธีการที่ใช้ในการควบคุมปัญหาและเฝ้าระวังการปนเปื้อนสารหนูในสิ่งแวดล้อมของหน่วยงาน ดำเนินการให้ความรู้แก่ประชาชนเกี่ยวกับโรคสารหนูและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน 12 หน่วยงาน จัดหาน้ำดื่มที่สะอาดและอาหารที่ปราศจากสารหนูปนเปื้อนในดินและน้ำ 9 หน่วยงาน เฝ้าระวังและตรวจหาปริมาณสารหนูที่ปนเปื้อนในดินและน้ำ 4 หน่วยงาน ดำเนินงานโครงการโรงเรียนส่งเสริมสุขภาพ 2 หน่วยงาน ฝึกกลบกากแร่สารหนูบนเขาร่อนนา – สรวงจันทร์ 1 หน่วยงาน และเป็นศูนย์กลางการประสานงานร่วมกับหน่วยงานอื่น ๆ 1 หน่วยงาน รายละเอียดตามตารางที่ 24

ตารางที่ 24 แสดงจำนวนของหน่วยงานที่ดำเนินการควบคุมปัญหาและเฝ้าระวังการปนเปื้อนสารหนูในสิ่งแวดล้อมจำแนกตามวิธีการที่ดำเนินการ (N = 15)

ลำดับ	วิธีการ	จำนวน
1.	ให้ความรู้เกี่ยวกับโรคสารหนูและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน	12
2.	จัดหาน้ำดื่มที่สะอาด และอาหารที่ปราศจากการปนเปื้อนสารหนู	9
3.	เฝ้าระวังและตรวจหาปริมาณสารหนูที่ปนเปื้อนในดินและน้ำ	4
4.	ดำเนินงานโครงการโรงเรียนส่งเสริมสุขภาพ	2
5.	ฝึกกลบกากแร่สารหนูบนเขาร่อนนา - สรวงจันทร์	1
6.	เป็นศูนย์กลางการประสานงานร่วมกับหน่วยงานอื่น ๆ	1

ในการดำเนินการข้างต้น มี 7 หน่วยงาน ที่ดำเนินการใน 3 กิจกรรม 5 หน่วยงานที่ดำเนินการใน 2 กิจกรรม 2 หน่วยงานที่ดำเนินการกิจกรรมเดียว และ 1 หน่วยงานไม่ระบุกิจกรรม

3.6. การปรับสภาพการบำบัดและหาแนวทางแก้ไขปัญหการปนเปื้อนของสารหนูในสิ่งแวดล้อม

หน่วยงานด้านการศึกษาเป็นหน่วยงานที่ดำเนินการการปรับสภาพ การบำบัดและหาแนวทางแก้ไขปัญหการปนเปื้อนของสารหนูในสิ่งแวดล้อมในช่วงเวลาที่ผ่านมามากที่สุด (ร้อยละ 72.73) รองลงมาคือ หน่วยงานด้านสาธารณสุข และหน่วยงานอื่น ๆ ในระดับจังหวัด (ร้อยละ 18.18) หน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น (ร้อยละ 9.09) ตามลำดับ รายละเอียดตามตารางที่ 25

ตารางที่ 25 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานที่ดำเนินการการปรับสภาพ การบำบัดและหาแนวทาง

แก้ไขปัญหการปนเปื้อนของสารหนูในสิ่งแวดล้อมจำแนกตามประเภทของหน่วยงาน

ลำดับ	หน่วยงาน	จำนวน	ร้อยละ
1.	หน่วยงานด้านการศึกษา	8	72.73
2.	หน่วยงานสาธารณสุข	2	18.18
3.	หน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น	1	9.09
4.	หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับจังหวัด	-	-
5.	หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับอำเภอ	-	-
รวม		11	100

3.7. การส่งเสริมรายได้และการปลูกพืชเศรษฐกิจทดแทนที่ใช้เป็นอาหาร รวมทั้งระบบตลาดแบบครบวงจร

หน่วยงานด้านการศึกษาเป็นหน่วยงานที่ดำเนินการส่งเสริมรายได้และการปลูกพืชเศรษฐกิจทดแทนที่ใช้เป็นอาหาร รวมทั้งระบบตลาดแบบครบวงจร ในช่วงเวลาที่ผ่านมามากที่สุด (ร้อยละ 42.86) รองลงมาคือ หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับอำเภอและหน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น (ร้อยละ 28.57) ตามลำดับ รายละเอียดตามตารางที่ 26

ตารางที่ 26 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานที่ดำเนินการส่งเสริมรายได้และการปลูกพืชเศรษฐกิจทดแทนที่ใช้เป็นอาหาร รวมทั้งระบบตลาดแบบครบวงจรจำแนกตามประเภทของหน่วยงาน

ลำดับ	หน่วยงาน	จำนวน	ร้อยละ
1.	หน่วยงานด้านการศึกษา	3	42.86
2.	หน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น	2	28.57
3.	หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับอำเภอ	2	28.57
4.	หน่วยงานสาธารณสุข	-	-
5.	หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับจังหวัด	-	-

รวม	7	100
-----	---	-----

3.8. การรณรงค์เพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนในการป้องกันและควบคุมโรคพิษ

สารหนู

หน่วยงานด้านการศึกษาคือหน่วยงานที่ดำเนินการรณรงค์เพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนในการป้องกันและควบคุมโรคพิษสารหนูในช่วงเวลาที่ผ่านมามากที่สุด (ร้อยละ 42.86) รองลงมาคือ หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับอำเภอและหน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น (ร้อยละ 28.57) ตามลำดับ รายละเอียดตามตารางที่ 27

ตารางที่ 27 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานที่ดำเนินการรณรงค์เพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนในการป้องกันและควบคุมโรคพิษสารหนูจำแนกตามประเภทของหน่วยงาน

ลำดับ	หน่วยงาน	จำนวน	ร้อยละ
1.	หน่วยงานด้านการศึกษา	11	73.33
2.	หน่วยงานสาธารณสุข	2	13.33
3.	หน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น	1	6.67
4.	หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับอำเภอ	1	6.67
5.	หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับจังหวัด	-	-
รวม		15	100

3.9. การให้การสนับสนุนการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการป้องกันและแก้ไขปัญหาโรคสารหนู

หน่วยงานด้านการศึกษาคือหน่วยงานที่ให้การสนับสนุนการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการป้องกันและแก้ไขปัญหาโรคสารหนูในช่วงเวลาที่ผ่านมามากที่สุด (ร้อยละ 80) รองลงมาคือ หน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น (ร้อยละ 20) ตามลำดับ โดยมีความถี่ของการสนับสนุนต่อปีและวงเงินที่สนับสนุน รายละเอียดตามตารางที่ 28 ,29

ตารางที่ 28 จำนวนและร้อยละของหน่วยงานที่ให้การสนับสนุนการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการป้องกันและแก้ไขปัญหาโรคสารหนูจำแนกตามประเภทของหน่วยงาน

ลำดับ	หน่วยงาน	จำนวน	ร้อยละ
1.	หน่วยงานด้านการศึกษา	4	80
2.	หน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น	1	20
3.	หน่วยงานสาธารณสุข	-	-
4.	หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับอำเภอ	-	-
5.	หน่วยงานอื่น ๆ ในระดับจังหวัด	-	-

รวม	5	100
-----	---	-----

ตารางที่ 29 จำนวนของหน่วยงาน จำนวนเรื่อง และงบประมาณที่ให้การสนับสนุนการศึกษา
วิจัยเกี่ยวกับการป้องกันและแก้ไขปัญหาโรคสารหนูจำแนกตามหน่วยงาน ที่ดำเนินการ

ลำดับ	หน่วยงาน	จำนวนเรื่อง/ปี	งบประมาณที่ใช้
1	โรงเรียนร่อนพิบูลย์	3	ไม่ระบุ
2	โรงเรียนพิศาลนฤมิตร	ไม่ระบุ	ไม่ระบุ
3	โรงเรียนชุมชนวัดสุวรรณรังษี	3	ไม่ระบุ
4	โรงเรียนร่อนพิบูลย์วิทยา	3	3,000
5	เทศบาลตำบลร่อนพิบูลย์	ไม่ระบุ	100,000

4. ข้อเสนอแนะทางยุทธศาสตร์ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาโรคสารหนู

4.1. ด้านการบำบัดน้ำดื่ม น้ำใช้ให้ปลอดจากการปนเปื้อนสารหนู

- ควรจัดหาเครื่องแยกสารหนูออกจากน้ำ โดยใช้วิทยาการใหม่ ๆ ที่ชาวบ้านเข้าถึงได้
- จัดสรรงบประมาณให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นดำเนินการในเรื่องนี้
- ประชุมจัดเวทีประชาคม เพื่อจัดทำแผนยุทธศาสตร์แก้ปัญหา

4.2. ด้านการบำบัดสารหนูในสิ่งแวดล้อม

- ให้ปลูกพืชที่สามารถดูดซับสารหนูจากดิน, น้ำ
- จัดทำโครงการวิจัยท้องถิ่นเพื่อหาผลไปดำเนินโครงการ
- ทำลายสารปนเปื้อนและให้ทุกฝ่ายเข้ามามีส่วนร่วมแก้ปัญหา

4.3. ด้านการเฝ้าระวังสภาวะสุขภาพของประชาชน

- จัดตั้งกองทุนเฝ้าระวังและพัฒนาสุขภาพประชาชนที่ได้รับผลกระทบจากสารหนู
- ตรวจสุขภาพ รักษาพยาบาลและติดตามผลอย่างต่อเนื่อง
- ให้ความรู้อย่างต่อเนื่องเพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมป้องกันการโรคสารหนู

4.4. ด้านการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารหนูในสิ่งแวดล้อม

- ควรตรวจสอบคุณภาพน้ำและดินในทุกที่ และสม่ำเสมอเพื่อความปลอดภัย
- ควรฝังกลบกากแร่สารหนู บนเขาร่อนนา-สรวงจันทร์ และไม่ใช่กรดซัลฟิวริกแยกแร่

เพื่อไม่ให้สารหนูเข้าสู่สิ่งแวดล้อม

4.5. ด้านการรักษาพยาบาลและฟื้นฟูสภาพผู้ป่วยโรคพิษสารหนู

- จัดตั้งสถานพยาบาลที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดรักษาโรคสารหนูโดยเฉพาะ มีคลินิกและ

แพทย์ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ

- ควรรักษาพยาบาลฟรีทุกระดับ

- ให้ สคร. / สสจ/ รพช.ร่อนพินัยร่วมกันโดยได้รับบ ๑ ส่วนกลาง ซึ่งต้องมีแผนระยะสั้น/ระยะยาว ให้ อสม./ ท้องถิ่น มีส่วนร่วม

4.6 ด้านอื่นๆ

- ให้ทุกหน่วยงานเห็นความสำคัญและแก้ปัญหาเรื่องสารหนูให้มากกว่านี้เพื่อความปลอดภัยจากสารหนูของประชาชน

- ต้องการเครื่องตรวจสอบระดับสารหนูที่มีมาตรฐาน และมีการติดตามจากเจ้าหน้าที่อย่างต่อเนื่อง

- ควรจะมีเครื่องตรวจสอบระดับสารหนูในน้ำดื่ม น้ำใช้ ในโรงเรียน

บทที่ 5

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ของงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีประเด็นที่จะอภิปรายผลการศึกษาวิจัย ดังนี้

1.ผลสัมฤทธิ์ของงานวิจัย พบว่า นักวิจัยได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสารหนู และโรคพิษสารหนู ในอำเภอรัตนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ในหลากหลายประเด็น จากการสัมภาษณ์ประชาชน ในตำบลรัตนพิบูลย์ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องใน จังหวัดนครศรีธรรมราช ทำให้ทราบสถานการณ์ปัจจุบันในการป้องกัน และแก้ปัญหาโรคพิษสารหนู ในอำเภอรัตนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยพบว่าประชาชนมีความรู้เกี่ยวกับสารหนูและโรคพิษสารหนู อยู่ในระดับดี และมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้น้ำอุปโภคบริโภค ที่เหมาะสมและปลอดภัย ในส่วนของหน่วยงาน ได้มีการดำเนินการหรือร่วมดำเนินการกับภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง เช่น การให้ความรู้แก่ประชาชนเกี่ยวกับสารหนูและโรคสารหนู และการจัดทำแผนและบูรณาการแผนการแก้ไขปัญหาสารหนู การจัดหาน้ำสะอาดสำหรับอุปโภคและบริโภคแก่ประชาชน การควบคุมปัญหาและเฝ้าระวังการปนเปื้อนสารหนูในสิ่งแวดล้อมและการปรับสภาพ บำบัดและแก้ปัญหการปนเปื้อนสารหนูในสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ผู้วิจัยมีความเห็นว่า องค์ความรู้ พฤติกรรมการป้องกันโรคพิษสารหนูของประชาชน และการดำเนินงานของหน่วยงานบางส่วนอาจเกิดจากองค์ความรู้จากงานวิจัย แต่จากความคาดหวังของประชาชนซึ่งได้จากการสัมภาษณ์ และข้อเสนอแนะของหน่วยงานที่ต้องการให้ดำเนินการแก้ปัญหาสารหนูในตำบลรัตนพิบูลย์ ทำให้เห็นว่ายังคงมีส่วนขาดในการเผยแพร่งานวิจัยลงสู่ชุมชน/ประชาชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้มีผลในทางปฏิบัติอย่างจริงจัง

จากการวิจัยจะเห็นได้ว่า องค์ความรู้เรื่องสารหนุนั้นเป็นความสำคัญที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ ชาวบ้านที่ต้องอยู่กับสารหนูที่ปนเปื้อนเป็นผู้ที่ควรได้รับการช่วยเหลือ ตลอดเวลา 20 ปีที่ผ่านมาการวิจัยก็ได้แสดงให้เห็นว่า สารหนูปนเปื้อนลงในน้ำ, ดิน, พืช และคน การแก้ไขโดยการให้ความรู้ ซึ่งองค์ความรู้เพียงอย่างเดียว ทำให้ผลเกิดขึ้นได้อย่างช้าเท่าที่ปรากฏ และอาจจะนำไปสู่ความเฉื่อยชา ไม่ค่อยสนใจ สิ้นหวัง และต่อต้าน อย่างที่นักวิจัย นักวิชาการประสพอยู่ การแก้ไขปัญหาย่างมีระบบ และมีส่วนร่วมจึงควรจะต้องดำเนินการอย่างหนักในโอกาสต่อไป

คณะผู้วิจัยจึงได้เสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาจากข้อค้นพบในงานวิจัยเพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องได้ใช้เป็นแนวทางซึ่งผู้เกี่ยวข้องสามารถดำเนินการได้ทันทีตามลำดับความสำคัญดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยเสี่ยง

จากงานวิจัยพบว่า ปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญ คือพฤติกรรมการใช้น้ำที่ปนเปื้อนสารหนูในการอุปโภคและบริโภค ตลอดจนความเชื่อมรดาเกี่ยวกับโรคพิษสารหนูและการบริโภคน้ำของบุตรอายุต่ำกว่า 5 ปี แนวทางแก้ไข คือ การรณรงค์ให้ความรู้แก่ประชาชนทุกกลุ่มอายุ ในการปรับเปลี่ยนทัศนคติที่ถูกต้องในการป้องกันและควบคุมโรคพิษสารหนู โดยชุมชนเองควรจะมีบทบาทหลักในการดำเนินการภายใต้การสนับสนุนด้านต่าง ๆ จากหน่วยงานของรัฐ และเอกชนที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถดำเนินการได้ทันที แต่ทั้งนี้ควรจะมีการติดตามและประเมินผลลัพธ์และผลกระทบจากการดำเนินการดังกล่าวเป็นระยะ ๆ

การให้ความรู้แก่นักเรียนในทุกระดับ การจัดการเรียนการสอนให้รู้และเข้าใจสภาพปัญหาโรคสารหนู ที่มา การป้องกัน และควบคุมโรค การแก้ไขปัญหา โดยบรรจุเข้าเป็นหลักสูตรของท้องถิ่น ก็จะเป็นนวัตกรรมที่หนุนเสริมให้การแก้ไขปัญหาโรคสารหนูประสบผลสำเร็จในระยะยาวได้

2. การแก้ไขปัญหา : ประเด็นการบำบัดน้ำดื่มน้ำใช้ให้ปลอดภัยจากการปนเปื้อนสารหนู

จากงานวิจัย พบว่า น้ำดื่มน้ำใช้เป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดโรคพิษสารหนู โดยประชาชนที่เจ็บป่วยหรือตรวจพบปริมาณสารหนูในร่างกายสูงกว่าปกติส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่เสี่ยงและมีพฤติกรรมการใช้น้ำที่ปนเปื้อนสารหนู ดังนั้น การบำบัดน้ำดื่มน้ำใช้ให้ปลอดภัยจากการปนเปื้อนสารหนูจึงมีความสำคัญ และควรได้รับการดำเนินการอย่างทันท่วงที ด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสม และควรจะเป็นวิธีที่จะเสริมระบบที่มีอยู่แล้วในชุมชน เช่น ระบบประปาภูเขา ประปาหมู่บ้าน หรืออาจใช้ระบบการผลิตน้ำดื่มภายใต้กระบวนการของแผนชุมชน เป็นต้น

อนึ่ง การจัดหาภาชนะกักเก็บน้ำก็ยังคงมีความจำเป็นอยู่สำหรับบางครอบครัวที่อยู่นอกเขต หรือมีข้อจำกัดด้านการเงิน (ครัวเรือนยากจน) ทั้งนี้ควรจะมีระบบสวัสดิการสนับสนุนให้สามารถมีน้ำสะอาดอุปโภคบริโภคตลอดทั้งปี เช่น การจัดให้มีรถบรรทุกน้ำสนับสนุนในราคาถูกแก่สมาชิก การจัดให้มีระบบประปาดื่มได้ทุกหลังคาเรือน เป็นต้น

3. การแก้ไขปัญหา : ประเด็นการบำบัดสารหนูในสิ่งแวดล้อม

จากงานวิจัย พบว่า มีพืชบางชนิด เช่น เฟิร์น หรือหญ้าแฝก สามารถสะสมและดูดซับสารหนูได้ หรืออาจใช้วัสดุบางชนิดเป็นตัวดูดซับ ดังนั้นชุมชนควรจะศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการที่จะรณรงค์การปลูกพืชบางชนิด หรือการใช้วัสดุที่เหมาะสมเพื่อบำบัดสารหนูในสิ่งแวดล้อม

4. ผลกระทบ : ผลกระทบต่อสถานะสุขภาพอนามัยของประชาชน

จากงานวิจัย พบว่า ควรจะมีการวิจัยอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการสัมผัสสารหนูในระดับความเข้มข้นต่ำกับอาการพยาธิสภาพต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อเป็นการเฝ้าระวังและติดตามการได้รับสารหนูขนาดต่ำอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งเกิดการสะสมในเส้นผมมีความสัมพันธ์กับพัฒนาการล่าช้าของเด็กทั้งด้านร่างกาย การรับรู้ และสติปัญญา เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

จากงานวิจัย คณะผู้วิจัย พบว่า ปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งคือ ขาดเจ้าภาพหรือหน่วยงานหลัก ที่ดำเนินการขับเคลื่อน การจัดทำแผนแม่บทในการแก้ไขปัญหาที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน การเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล รวบรวมองค์ความรู้ต่างๆที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสม ทั้งนี้เมื่อพิจารณาบทบาทของหน่วยงานแล้ว พบว่า หน่วยงานส่วนท้องถิ่นโดยเฉพาะเทศบาล หรือองค์การบริหารส่วนตำบล ควรจะเป็นหน่วยงานหลักในการประสานการแก้ไขปัญหาโรคพิษสารหนูในเขตพื้นที่รับผิดชอบ ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวภายใต้กระบวนการมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงของชุมชนและภาคส่วนอื่น ๆ

2.ชุดสารสนเทศเพื่อการสืบค้นข้อมูลงานวิจัย ผู้วิจัยได้รวบรวมรายงานการวิจัยเกี่ยวกับสารหนูในอำเภอร่อนพิบูลย์ ที่สืบค้นได้ทั้งหมด 75 เรื่อง นำมาจัดหมวดหมู่ตามประเด็นสรุปข้อมูลต่าง ๆ เพื่อสะดวกในการสืบค้น จะเกิดประโยชน์ในการที่ผู้สนใจจะใช้ข้อมูลที่มีในการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาโรคพิษสารหนู ในอำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช อย่างไรก็ตามจำเป็นจะต้องมีผู้รับผิดชอบในการดำเนินการจัดทำฐานข้อมูลดังกล่าวให้ทันสมัยอยู่เสมอ

3.แผนภูมิโยงใยปัญหา (Mapping) การสร้างแผนภูมิโยงใยปัญหาของงานวิจัยเกี่ยวกับสารหนู ในอำเภอร่อนพิบูลย์ เพื่อเชื่อมโยงให้เห็นภาพรวม องค์ความรู้ ปัญหา สาเหตุ และประเด็นที่ยังไม่ได้มีการดำเนินการศึกษา / แก้ไข โดยผู้วิจัยได้นำฐานข้อมูลรายงานการวิจัย นำเสนอในรูปแบบ Mind map เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้สนใจสามารถสืบค้นได้โดยไม่ต้องใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือในการจัดการความรู้ที่มีอยู่เกี่ยวกับสารหนูในอำเภอร่อนพิบูลย์ ให้เกิดประโยชน์กับประชาชน

ปัญหาอุปสรรค

เนื่องจากงานวิจัยในครั้งนี้ส่วนหนึ่งเป็นการวิจัยเอกสาร (Document research) ที่จะต้องสืบค้นเอกสารจากหลายแหล่ง ได้เอกสารที่เป็นฉบับสมบูรณ์ (Full paper) เพียง 21 เรื่อง นอกจากนั้นจะเป็นเอกสารบทความที่เผยแพร่ในวารสารหรือสิ่งตีพิมพ์อื่นๆ และส่วนหนึ่งเป็นเอกสารที่ได้มาจากการสืบค้นจากเว็บไซต์ จึงทำให้สามารถที่จะแยกประเด็น และจัดหมวดหมู่ข้อมูลได้เท่าที่มีข้อมูลในเอกสารเท่านั้น

ข้อเสนอแนะ

1. ชุดข้อมูลสารสนเทศเพื่อการสืบค้น ควรมีการมอบหมายให้ผู้รับผิดชอบที่ชัดเจน และเผยแพร่ให้ผู้เกี่ยวข้องทราบอย่างทั่วถึง โดยเฉพาะในชุมชน และมีการปรับปรุงฐานข้อมูลให้ทันสมัยอยู่เสมอ

2. การทำวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาผลสัมฤทธิ์ให้ครอบคลุมในประเด็นอื่น ๆ ด้วย เช่น ศึกษาสถานการณ์ทางระบาดวิทยา การวัดปริมาณสารหนูในสิ่งแวดล้อม ในคน ฯลฯ และให้ชุมชน หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้มีส่วนร่วมในทุกกระบวนการของการวิจัย โดยเฉพาะในส่วนของการนำผลการวิจัยไปใช้ในการแก้ปัญหา

3. ควรเพิ่มบทบาทของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะหน่วยงานส่วนท้องถิ่นในการนำผลสัมฤทธิ์ของงานวิจัยไปพิจารณาจัดลำดับความสำคัญเพื่อจัดทำและบูรณาการเป็นแผนแม่บทของชุมชน เพื่อแก้ปัญหาสารหนูในระยะยาว ภายใต้กระบวนการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน

บรรณานุกรม

1. รามนรี เนตรวิเชียร; การกำจัดสารหนูในรูปอาร์ซิเนตในน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้โคโคเลนแบบเม็ด ; 2543
2. สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม , นโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2540 - 2559 , บริษัท อินทิเกรตเต็ด โปรโมชันเทคโนโลยี จำกัด , กรุงเทพฯ , 2540
3. ธวัชชัย วรพงศธร , 2540 , หลักการวิจัยทางสาธารณสุขศาสตร์ , โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2540
4. วิจารย์ พานิช , การบริหารงานวิจัย : แนวคิดจากประสบการณ์ , สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย , กรุงเทพฯ , 2539
5. ดร.รัตน์ บัวสนธิ์ , 2538 , การประเมินผลโครงการวิจัยเชิงประเมิน , โรงพิมพ์บริษัทต้นอ้อ แกรมมี จำกัด , 2538
6. ประชัย เปี่ยมสมบูรณ์. การวิจัยประเมินผล หลักการและกระบวนการ. กรุงเทพฯ : หจก.การพิมพ์พระนคร, 2529.
7. วิจารย์ พานิช. การจัดการความรู้กับการบริหารราชการแนวใหม่(เอกสารเพื่อการพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาระบบราชการ หมายเลข 005). สำนักงาน ก.พ.ร. ก.ย. 2547
8. Laudon Kenneth C and Laudon Jane P 1991. Management Information System : Organization and technology. 3rd edition New York : Macmillan Publishing
9. Davis Gordon B and Olsen Mragrethe H 1984. Management Information: 2nd edition New York : Mc Grow Hiii Book
10. สำราญ ตันนากัย .สารหนูเป็นพิษระบาดจากสิ่งแวดล้อม ต.ร่อนพิบูลย์ อ.ร่อนพิบูลย์ จ.นครศรีธรรมราช: รายงานเบื้องต้น (สาระสังเขป) Epidemic of arsenic poisoning from contaminated environment ; 2530.
11. ชีรวัชร อินทรสูตร. มลพิษสารหนูในแหล่งน้ำบาดาล อ.ร่อนพิบูลย์ จ.นครศรีธรรมราช ; 2534.
12. อมร รอดคล้าย. การเฝ้าระวังโรคพิษสารหนูเรื้อรังในจังหวัดนครศรีธรรมราช ; 2530.
13. กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข . รายงานผลการศึกษาเรื่องปัญหาสารหนูเป็นพิษที่ร่อนพิบูลย์ : Study report of arsenic poisoning at Ronpibun ; 2531.
14. อรุณ รัตนปริกษณ์และคณะ. ระดับสารหนูในผม เล็บ ปัสสาวะ เลือด และน้ำนมมารดา ของสตรีขณะตั้งครรภ์ เปรียบเทียบกับระดับสารหนูในผมและเล็บของบุตรที่ให้นม; 2535.
15. สุธี รุจิวิชยกุล. Pathological study of arsenical skin lesions ; ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์.

16. ขวัญยืน ศรีเปารยะ,สุมล ปวีตรานนท์.ระดับสารหนูในปัสสาวะของชาวบ้าน ตำบลร่อนพิบูลย์ จังหวัด นครศรีธรรมราช รายงานเบื้องต้น ; 2542.
17. อารีย์ สุวรรณมณี. การแพร่กระจายของสารหนูในสภาพแวดล้อม อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัด นครศรีธรรมราช ; 2534.
18. สุวลีย์ ตันทวิวัฒน์. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินหาพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคพิษสารหนูเรื้อรัง กรณีศึกษา : อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ; 2539.
19. อนงค์ ไพจิตรประภาภรณ์. สถานการณ์ปัญหาและการแก้ไขการแพร่กระจายของสารหนู อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ; 2537.
20. บรรจง วิทย์วิรศักดิ์. การปนเปื้อนของสารหนูในบ่อน้ำตื้นและในสิ่งแวดล้อมของน้ำผิวดินในตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ; 2541.
21. ศรีรัตน์ ทองบริบูรณ์. การปนเปื้อนของสารหนูในพืชน้ำและสัตว์น้ำ บริเวณตำบลร่อนพิบูลย์ถึงลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ; 2540.
22. สุเทียบ ศรีลาชัย. การประยุกต์เทคนิคการตรวจวัด soil gas เพื่อการตรวจวัดการปนเปื้อนของสารหนู บริเวณ อ.ร่อนพิบูลย์ จ.นครศรีธรรมราช ; 2540.
23. อิศรา ลิ้มวงศ์. ความตระหนักของประชาชนเกี่ยวกับการปนเปื้อนสารหนูในแหล่งน้ำ : กรณีศึกษา ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ; 2545.
24. ณรงค์ ณ เชียงใหม่. ปริมาณสารหนูในแหล่งน้ำ พืช ผัก ผลไม้ และเส้นผม ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ; 2532.
25. จุไร ทองมาก, นิตยา ตันมณีและอรทัย สุกฤษฎ์พงศ์. การสกัดลำดับชั้นแบบต่อเนื่องและวิเคราะห์ด้วยอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรเมตรีเพื่อหาสปีชีส์ของสารหนูในดินและดินตะกอน ; 2543
26. Rattanachongk et al. Determination of arsenic species in fish, crustacean and sediment samples from Thailand using high performance liquid chromatography (HPLC) coupled with inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS);ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์
27. ชีรวัชร อินทสุตร. มลพิษสารหนูในแหล่งน้ำและแนวทางป้องกันแก้ไขปัญห ; ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์.
28. กิตติยา รักษาวงศ์. พฤติกรรมเสี่ยงและแหล่งที่มาของการได้รับสารหนูในเด็กนักเรียน ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ; 2542.
29. วีระศักดิ์ จงสู่วิวัฒน์วงศ์,ศกุลรัตน์ ฤทธิสมบัติชัยและมะเพาชีส คือราวี. รายงานเบื้องต้นของการวิจัยและติดตามการใช้น้ำของประชาชนในเขตตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัด นครศรีธรรมราช; 2540.
30. ศรินทร์ภรณ์ อัจฉิมางกูร. ความเชื่อของมารดาเกี่ยวกับโรคพิษสารหนูกับการบริโภคน้ำของบุตรอายุต่ำกว่า 5 ปี : ศึกษาในชุมชนหนึ่งจังหวัดนครศรีธรรมราช ; ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์.

31. พีระ คงทอง. ความเสี่ยงต่อโรคพิษสารหนูของบุคคลต่างถิ่นที่เข้ามาทำงานในตำบลร่อนพิบูลย์ อ.ร่อนพิบูลย์ จ.นครศรีธรรมราช ; ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์.
32. ณรงค์ ฌ เชียงใหม่. การศึกษายุทธศาสตร์การวางแผนป้องกันโรคไข้ดำ ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช; 2534
33. Porpit Varinsatein, Benjamas Tipmonteim , Supa Tiemthong and Viparat Bridhikitti. ความรู้ทัศนคติและการปฏิบัติเกี่ยวกับโรคไข้ดำของประชาชนตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ; 2530
34. อัญชลี ศิริพิทยาคุณกิจ ,ยุพิน ส่งไพศาล ,ธวัชชัย วรพงศธรและมณฑนา ประทีปะเสน. ความสัมพันธ์ของการได้รับสารหนูเรื้อรังกับการเจริญเติบโตและความสามารถทางสติปัญญาในเด็กวัยเรียน อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช; 2538.
35. วรางคณา ชัชเวช. การศึกษาเปรียบเทียบระดับสารหนูในปัสสาวะกับระดับสารหนูในเส้นผมของเด็กนักเรียนในตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ; 2544.
36. สัจจะ สุรพจน์ . ระดับสารหนูในปัสสาวะของชาวบ้าน ตำบลร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช รายงานเบื้องต้น ; 2542.
37. Wilawan Juengprasert . Mineral Dust Exposure and Childhood Acute Lower Respiratory Tract Infection: A Case-control Study ; 2543
38. ดวงหทัย จิรปฐมสกุล. ฤทธิ์ของสารหนูต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือดและการหดตัวของหลอดเลือดหนูขาว ; 2542
39. Munehiro ,สุกัญญา บุญเฉลิมกิจและเจนวิทย์ วงษ์ยานูน. การศึกษาการปนเปื้อนของสารหนูในอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ประเทศไทย ; 2537.
40. วิไลวรรณ พุฒพฤกษ์. การเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารหนูในน้ำบริโภคของตำบลร่อนพิบูลย์ ; - 2545.
41. อนงค์ ไพจิตรประภาภรณ์. สถานการณ์ปัญหาและการแก้ไขการแพร่กระจายของสารหนู อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ; 2537.
42. Munehiro Fukuda, สุกัญญา บุญเฉลิมกิจ ,เจนวิทย์ วงษ์ยานูน. การศึกษาการปนเปื้อนของสารหนูในอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ประเทศไทย ; 2537
43. พนม วงศ์ปาน. การศึกษาชนิดและระดับของสารหนูในผลิตภัณฑ์การเกษตรในพื้นที่ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ; 2547
44. Shiwatana J. . Fractionation of arsenic in soil by a continuous-flow sequential extraction method ; ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์
45. พิรลดา บุนนาค. การกำจัดสารหนูออกจากน้ำโดยใช้สาหร่ายน้ำจืด ; 2543.

46. วีรพันธุ์ สรีดกจันทร์. การคัดเลือกพืชที่ทนทานต่อสารหนู และผลของฟอสฟอรัสต่อการดูดซึมสารหนู ; 2542.
47. จีรวรรณ จำปานิล. ประสิทธิภาพของบอน *Colocasia esculenta* (L.) Schott (บอนจีนดำและบอนเขียว) ในการกำจัดสารหนูจากดิน ; 2543.
48. วุฒลักษณ์ จิตวิตร. ประสิทธิภาพของแฝกหอม *Vetiveria zizanioides* (Linn.) Nash และแฝกดอน *Vetiveria nemoralis* (Balansa) A. Camus ในการกำจัดสารหนูที่ปนเปื้อนในดิน ; 2543.
49. นุตรา พันธุ์วิโรจน์. การคัดเลือกเชื้อราที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสารหนู , 2543.
50. พงศ์นรินทร์ มนต์บุญเกลี้ยง. การศึกษาความสามารถของวัชพรรณชาติในการบำบัดสารหนูและโลหะบางชนิดในน้ำบาดาล อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ; 2535.
51. อัญชลี สำเภา. การศึกษาเทคนิคอิเล็กโตรเทอร์มอลอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรเมตรี และการสกัดลำดับขั้นแบบต่อเนื่องสำหรับการหาสปีชีส์ของสารหนูในดินและดินตะกอน ; 2544.
52. สมศักดิ์ อินทรการุณเวช. การลดปริมาณสารหนูในน้ำด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชัน สำหรับชนบท ; 2532.
53. สุรพล อริย์กุล. ระบบขจัดสารหนูในน้ำสำหรับครัวเรือน ; ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์.
54. นันทนา ชูฉัตร. ประสิทธิภาพการกำจัดสารหนูในน้ำสังเคราะห์ด้วยตัวกลางเศษคอนกรีต ; 2543.
55. ปวีณา อุปนันต์. การคัดเลือกแบคทีเรียที่มีความสามารถในการลดพิษของสารหนู ; 2543.
56. อภิฤดี ชูโชติรส. การศึกษาการบำบัดสารหนูปนเปื้อนในน้ำที่อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ; 2543.
57. สมศักดิ์ อินทรการุณเวช. การลดปริมาณสารหนูในน้ำด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชัน สำหรับชนบท ; 2532
58. Francesconi K. Arsenic species in an arsenic hyperaccumulating fern, *Pityrogramma calomelanos*; a potential phytoremediator of arsenic-contaminated soils; ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์
59. ราตรี เนตรวิเชียร. การกำจัดสารหนูในรูปอาร์ซีนในน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้โคโคแซนแบบเม็ด ; 2543
60. ธรรม ฐีประกอบกิจ. การกำจัดสารหนูในน้ำสังเคราะห์ด้วยตัวกลางทรายเคลือบเหล็กออกไซด์และตัวกลางทรายเคลือบแมงกานีสออกไซด์ ; 2541
61. สุดา อธิวิสุพรรณรัตน์, การกำจัดสารหนูที่ละลายในน้ำโดยแบคทีเรียสายพันธุ์ดัด ; 2542
62. Parkplan P.. Arsenic uptake by native fern species in Thailand: effect of chelating agents on hyperaccumulation of arsenic by *Pityrogramma calomelanos* ; ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์
63. Francesconi K.. The potential of Thai indigenous plant species for the phytoremediation of arsenic contaminated land; 2542

64. จรัฐ ประเดิมวงศ์. การลดปริมาณสารหนูในน้ำบ่อตื้น โดยใช้เฟอร์ริกคลอไรด์เป็นสารสร้างตะกอน และดูดซับด้วยถ่าน กรณี : ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ; 2544.
65. รัชนก แซ่เจน . การลดปริมาณสารหนูในน้ำ ด้วยกระบวนการดูดซับ ; 2541.
66. จรียา อินทรรัศมี. การลดปริมาณสารหนูในปลาช่อนจากแหล่งที่มีการปนเปื้อนโดยวิธีการต้มหรือทอด ; 2537.
67. ชีรวัชร อินทรสูตร. มลพิษสารหนูในแหล่งน้ำบาดาล อ.ร่อนพิบูลย์ จ.นครศรีธรรมราช; 2534.
68. Pinisakul A. Arsenic removal efficiency and mechanisms by electro-chemical precipitation process ; ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์