คุณภาพของน้ำพุร้อนชุมชน ในพื้นที่จังหวัดพัทลุง เพื่อรองรับการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ

วิสิทธิศักดิ์ ภัทร์นิธิโรจน์

สุธิวัฒน์ อินทร์ช่วย

โครงงานวิจัยเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ปีการศึกษา 2563

คุณภาพของน้ำพุร้อนชุมชน ในพื้นที่จังหวัดพัทลุง เพื่อรองรับการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ

วิสิทธิศักดิ์ ภัทร์นิธิโรจน์

สุธิวัฒน์ อินทร์ช่วย

โครงงานวิจัยเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ปีการศึกษา 2563

หัวข้อวิจัย	คุณภาพของน้ำพุร้อนชุมชน ในพื้นที่จังหวัดพัทลุง เพื่อรองรับการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ
โดย	นาย สุธิวัฒน์ อินทร์ช่วย นาย วิสิทธิศักดิ์ ภัทร์นิธิโรจน์
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ปีการศึกษา	2563

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา อนุมัติโครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฒาลิศา เนียมมณี)

หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการสอบโครงการ

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ศิวพันธุ์ ชูอินทร์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทัศนาวลัย อุฑารสกุล)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์)

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาคุณภาพของน้ำพุร้อนชุมชน ในพื้นที่จังหวัดพัทลุง เพื่อรองรับการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ สำเร็จตามวัตถุประสงค์ได้โดยการสนับสนุนจากหลายฝ่าย ทั้งนี้ คณะผู้จัดทำโครงการขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ที่ได้ให้การสนับสนุนในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์และสารเคมี ตลอดจนเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทัศนาวลัย อุฑารสกุล อาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องพร้อมทั้งสนับสนุน ผลักดัน และช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน จนวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ศิวพันธุ์ ชูอินทร์ ที่ได้ให้คำแนะนำและตรวจสอบรายงานการวิจัยทุกขั้นตอน ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์ และคณาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ได้กรุณาอบรมสั่งสอนวิชา ความรู้ รวมทั้งให้คำแนะนำในการทำรายงานฉบับนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ เพื่อนๆนักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือคำแนะนำและกำลังใจเป็นอย่างดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ตลอดจนพี่และน้อง รวมไปถึงทุก ๆ คนที่เกี่ยวข้องในการช่วยเหลือ สนับสนุน ให้คำปรึกษาและคำแนะนำเป็นอย่างดีในการทำวิจัยในครั้งนี้

ผู้จัดทำ

กันยายน 2563

หัวข้อโครงการ	คุณภาพน้ำพุร้อนชุมชน ในพื้นที่จังหวัดพัทลุง เพื่อรองรับการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ
โดย	นายวิสิทธิศักดิ์ ภัทร์นิธิโรจน์ นายสุธิวัฒน์ อินทร์ช่วย
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ปีการศึกษา	2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำแร่ธรรมชาติ ในพื้นที่น้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก อำเภอศรีนครินทร์ น้ำพุร้อนสามพี่น้อง อำเภอกงหรา น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ อำเภอกงหรา น้ำพุร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำของแหล่งท่องเที่ยวประเภทน้ำพุร้อนในชุมชนของจังหวัดพัทลุง เพื่อเสนอแนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพของแหล่งน้ำพุร้อนชุมชนในจังหวัดพัทลุง โดยทำการศึกษาตั้งแต่เดือน มกราคม-กันยายน พ.ศ.2563 ผลการวิจัยพบว่าจากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ น้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ในจังหวัดพัทลุง สรุปพบว่า มีค่าอุณหภูมิไปตามมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่กำหนดให้ไปเป็นธรรมชาติ ความขุ่นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภค ส่วนคุณภาพน้ำทางเคมี ฟลูออไรด์ ซัลเฟต คลอรีนตกค้าง แคดเมียม ทองแดง สังกะสี อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแร่ธรรมชาติตาม มอก.2208-2547 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพบว่า น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระเป็นน้ำพุร้อนที่มีคุณภาพดีที่สุด เนื่องจากทีจำนวนพารามิเตอร์ที่เป็นไปตามาตรฐานมากที่สุด รองลงมาน้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนเขาชัยสน และน้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก ตามลำดับ สามารถเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพในชุมชน

คำสำคัญ : คุณภาพน้ำพุร้อน, น้ำพุร้อนชุมชน, การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	**ก**
บทคัดย่อ	**ข**
สารบัญ	**ค**
สารบัญตาราง	**จ**
สารบัญภาพ	**ช**
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	3
ข้อจำกัดในการทำวิจัยครั้งนี้	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
แผนการดำเนินงานวิจัย	4
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	5
จังหวัดพัทลุง	5
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการท่องเที่ยว	8
คุณภาพน้ำ	9
แหล่งน้ำพุร้อน	11
น้ำแร่เพื่อบริโภค	18
การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ	24
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	34
พื้นที่ทำการวิจัย	34
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	37
การเก็บรวบรวมข้อมูล	38
ขั้นตอนดำเนินการวิจัย	39
การวิเคราะห์ข้อมูล	40

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	41
คุณภาพน้ำพุร้อน ในพื้นที่จังหวัดพัทลุง เพื่อรองรับการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ	41
การปรับปรุงคุณภาพน้ำ	47
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	51
สรุปผลการวิจัย	51
ข้อเสนอแนะ	53
บรรณานุกรม	55
ภาคผนวก ก มาตรฐานคุณภาพน้ำ	58
ภาคผนวก ข วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	62
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพุร้อนจังหวัดพัทลุง	76
ภาคผนวก ง ภาพตัวอย่างน้ำพุร้อนจังหวัดพัทลุง	82

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แผนดำเนินการวิจัย	4
2.1	ตารางแสดงปริมาณสารในน้ำแร่ธรรมชาติตาม มอก.2208-2547	21
2.2	มาตรฐานคุณภาพน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติละสิ่งแวดล้อม	23
3.1	การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ	40
4.1	ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง	41
4.2	ผลการวิเคราะห์ความขุ่นของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง	42
4.3	ผลการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง	42
4.4	ผลการวิเคราะห์คลอรีนตกค้างของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง	43
4.5	ผลการวิเคราะห์ซัลเฟตของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง	43
4.6	ผลการวิเคราะห์ฟลูออไรด์ของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง	44
4.7	ผลการวิเคราะห์แคดเมียมของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง	44
4.8	ผลการวิเคราะห์ทองแดงของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง	45
4.9	ผลการวิเคราะห์ตะกั่วของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง	45
4.10	ผลการวิเคราะห์สังกะสีของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง	46
4.11	คุณภาพน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง เทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภคและเกณฑ์มาตรฐานน้ำแร่	47
ก-1	แสดงปริมาณสารในน้ำแร่ธรรมชาติตาม มอก.2208-2547	59
ก-2	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค	60
ข-1	การเตรียมกราฟมาตรฐาน	74
ค-1	ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง	77
ค-2	ผลการวิเคราะห์ความขุ่นของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง	77
ค-3	ผลการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง	78
ค-4	ผลการวิเคราะห์คลอรีนตกค้างของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง	78
ค-5	ผลการวิเคราะห์ซัลเฟตของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง	79
ค-6	ผลการวิเคราะห์ฟลูออไรด์ของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง	79

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ค-7	ผลการวิเคราะห์แคดเมียมของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง	80
ค-8	ผลการวิเคราะห์ทองแดงของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง	80
ค-9	ผลการวิเคราะห์ตะกั่วของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง	80
ค-10	ผลการวิเคราะห์สังกะสีของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง	81

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แผนที่ท่องเที่ยว จังหวัดพัทลุง	6
2.2	สภาพพื้นที่ทำการวิจัย	7
2.3	แหล่งน้ำพุร้อน 112 แหล่งในประเทศไทย	19
3.1	พื้นที่ทำการวิจัย	34
3.2	น้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก	35
3.3	น้ำพุร้อนสามพี่น้อง	35
3.4	น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ	36
3.5	น้ำพุร้อนเขาชัยสน	36
ง-1	น้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก อำเภอศรีนครินทร์ จังหวัดพัทลุง	83
ง-2	น้ำพุร้อนสามพี่น้อง อำเภอกงหรา จังหวัดพัทลุง	84
ง-3	น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ อำเภอกงหรา จังหวัดพัทลุง	85
ง-4	น้ำพุร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง	86
ง-5	การเก็บน้ำในแต่ละพื้นที่	87

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

การท่องเที่ยวเป็นเครื่องมือสำคัญในการแก้ไขช่วยปัญหาเศรษฐกิจ สร้างงานให้ประชาชน และเพิ่มรายได้ให้ประเทศ ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนทั่วภูมิภาคตามนโยบายของรัฐบาล และทิศทางกของการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น การท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพเป็นการท่องเที่ยว ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อบำบัดรักษาสุขภาพ หรือส่งเสริมสุขภาพ โดยการบำบัดรักษาสุขภาพเป็นการเดินท่องเที่ยวโดยมีโปรแกรมการทำกิจกรรมบำบัดรักษาโรคหรือฟื้นฟูสุขภาพต่าง ๆ ที่หลากหลายรวมทั้งการทำฟัน การผ่าตัดเสริมความงาม หรือการผ่าตัดแปลงเพศ ในโรงพยาบาล หรือสถานพยาบาล สำหรับการท่องเที่ยวเชิงส่งเสริมสุขภาพ เป็นการเดินทางท่องเที่ยวโดยมีการโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพ อันประกอบไปด้วยกิจกรรมสร้างเสริมสุขภาพที่หลากหลาย โดยเฉพาะ การเดินทางไปในแหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ และพักแรมในโรงแรม รีสอร์ทหรือศูนย์สุขภาพ ซึ่งมีการเข้าร่วมส่งเสริมสุขภาพในสถานที่นั้น ๆ จัดขึ้นอาทิการนวดแผนไทยการอบสมุนไพรไทย กิจกรรมบริการสุคนธบำบัด และการบริการอาบน้ำแร่ เป็นต้น ซึ่งได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก (การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย, 2552)

การแช่น้ำพุร้อนมีมาตั้งแต่สมัยโบราณ โดยเริ่มจากยุคกรีกมีวัฒนธรรมการอาบน้ำร่วมกัน โดยสร้างอ่างอาบน้ำในบริเวณที่มีน้ำแร่หรือน้ำพุร้อนจากภูเขาไฟ โดยเฉพาะชนชั้นผู้ดีมีชื่อสียงจะมาอาบน้ำแร่หรือน้ำพุร้อน ควบคู่ไปกับการถกเถียงพูดคุยเกี่ยวกับปรัชญาการเมือง หรือไม่ก็อาบน้ำเพื่อการบำบัด แม้แต่ ฮิปโปเครติส บิดาทางการแพทย์ยังบอกว่า น้ำเป็นยาบำบัดที่ดี เป็นยารักษาโรคสารพัน ในยุคโรมัน ประชาชนนิยมชมชอบในการอาบน้ำพุร้อน เพื่อผ่อนคลายและบำบัดรักษาโรคแล้วก็แพร่หลายตกทอดเรื่อยมาจนถึงทุกวันนี้ ประเทศที่มีประเพณีการอาบน้ำร้อนเหมือนประเทศฝั่งยุโรปคือชาวญี่ปุ่น ที่เรียกกันอย่างคุ้นหูว่า ออนเซ็น ซึ่งส่วนใหญ่ตั้งอยู่กลางธรรมชาติ ชาวญี่ปุ่นต่างเมืองนิยมพักร้อน ด้วยการไปอาบน้ำร้อนกันอย่างคึกคักตลอดทั้งปี โดยเฉพาะในฤดูหนาว เฉพาะน้ำพุร้อนจะช่วยให้ร่างกายอบอุ่น ผิวพรรณสดชื่น บำบัดรักษาสุขภาพได้อย่างดี โดยทั่วไปผู้ที่มาในสถานที่เช่นนี้ ต่างมีวัตถุประสงค์เพื่อผ่อนคลายร่างกายและจิตใจ ที่เหนื่อยล้าจากชีวิตประจำวัน

น้ำพุร้อน คือน้ำที่พ่นออกมาจากผิวดินขึ้นสู่อากาศ ด้วยความดันจากความร้อนใต้พิภพ ซึ่งน้ำพุร้อนนี้มีหลายขนาดและหลายประเภทแตกต่างกันออกไปตามสภาพภูมิประเทศหรือปัจจัยการเกิดของน้ำพุร้อนนั้น ๆ

น้ำพุร้อน เกิดจากน้ำที่ไหลออกมาจากทางน้ำใต้พื้นดิน ซึ่งมีอุณหภูมิที่สูงกว่าร่างกายมนุษย์ โดยมากน้ำที่ไหลออกมาจะเป็นลักษณะของการปลดปล่อยพลังงาน และเมื่อน้ำที่ไหลออกมานั้นคลายความร้อนหรือพลังงานลงก็จะไหลกลับคืนสู่แหล่งอีกครั้ง ซึ่งบ่อน้ำพุประเภทนี้มักจะมีแร่ธาตุต่าง ๆ เจือปนอยู่ด้วยทำให้มักมีสีหรือกลิ่นที่แตกต่างกันออกไป น้ำพุร้อนประเภทนี้พบได้มากใน ไทย ไอซ์แลนด์ นิวซีแลนด์ เป็นต้น แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพทางภาคเหนือของประเทศไทย มีต้นกำเนิดของน้ำร้อนแบบเดียวกับที่อื่น ๆ ในโลก คือ มีต้นกำเนิดจากน้ำเย็นบนผิวดิน จากการศึกษาของ Giggenbach (1977) ได้ศึกษาวิจัยไอโซโทปของธาตุดิวทีเรียม (D) และธาตุออกซิเจน-18 (180) ของตัวอย่างน้ำร้อนและน้ำเย็น โดยเฉพาะแหล่ง น้ำพุร้อนป่าแป๋ และแหล่งน้ำพุร้อนฝาง พบว่า ส่วนประกอบของธาตุดิวทีเรียม และธาตุออกซิเจน-18 ของน้ำร้อนและน้ำเย็นมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน (กิจการน้ำพุร้อนสันกำแพง อำเภอแม่ออน ตามพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่)

น้ำพุร้อนในแต่ละที่นั้นมีอุณหภูมิที่แตกต่างกันออกไป ตั้งแต่แค่อุ่นๆ จนไปถึงร้อนจัดจนสามารถต้มไข่สุกได้ในไม่กี่นาที สำหรับประเทศไทยเรานั้นสถานที่ท่องเที่ยวในเรื่องของน้ำพุร้อนจะอยู่ที่บริเวณภาคเหนือของประเทศ ไม่ว่าจะเป็น น้ำพุร้อนหินดาด กาญจนบุรี น้ำพุร้อนสันกำแพง โป่งเดือดป่าแป๋ เชียงใหม่ รวมถึงที่จังหวัดพัทลุง ซึ่งเป็นจังหวัดที่พบน้ำพุร้อน 4 แห่ง ได้แก่ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ซึ่งเป็นที่รู้จักและนิยมของนักท่องเที่ยว ตลอดจนแหล่งน้ำพุร้อนที่พบและเป็นที่รู้จักเฉพาะคนในท้องถิ่น ได้แก่ น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำร้อนบ้านสวนหมาก และน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการศึกษาคุณภาพน้ำพุร้อน และเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางเคมี ของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการดำเนินจัด การอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำพุร้อนธรรมชาติ ให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ รวมถึงแนวทางการใช้ประโยชน์จากน้ำพุร้อนเพื่อสร้างรายได้ให้คนในชุมชนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

(1) เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำของแหล่งท่องเที่ยวประเภทน้ำพุร้อน ในชุมชนของจังหวัดพัทลุง

(2) เพื่อเสนอแนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพของแหล่งน้ำพุร้อนชุมชน ในจังหวัดพัทลุง

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

ศึกษาคุณภาพน้ำพุร้อน 4 แหล่ง โดยใช้พารามิเตอร์ ดังนี้

(1) คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ และ ความขุ่น

(2) คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ ความกระด้าง คลอรีนตกค้าง ซัลเฟต แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี ฟลูออไรด์

2. ขอบเขตด้านสถานที่

การวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง ทำการศึกษาในพื้นที่น้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก อำเภอศรีนครินทร์ น้ำพุร้อนสามพี่น้อง อำเภอกงหรา น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ อำเภอกงหรา น้ำพุร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง

3. เขตเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาในการศึกษา มกราคม 2563-กันยายน 2563

ข้อจำกัดในการทำวิจัยครั้งนี้

(1) เนื่องจากสถานการณ์ Covid-19 ทำให้ไม่สามารถเดินทางข้ามจังหวัดไปเก็บตัวอย่างน้ำได้ และทำให้มีการเก็บตัวอย่างน้ำเพียง 1 ครั้ง

(2) เนื่องจากไม่สามารถเข้ามหาวิทยาลัยในช่วง Covid-19 ได้ ทำให้วิเคราะห์ผลแลปช้า

(3) การสุ่มตัวอย่างตรวจวิเคราะห์มีจำนวนน้อยครั้ง ควรทำการสุ่มในระยะเวลาที่แน่นอน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

(1) ทราบถึงคุณภาพน้ำพุร้อนทั้ง 4 แหล่ง ได้แก่ บ่อน้ำพุร้อนสามพี่น้อง บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ ของจังหวัดพัทลุงเพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากน้ำพุร้อน เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพในชุมชน

(2) เป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพน้ำพุร้อนเพื่อการใช้ประโยชน์สำหรับชุมชน

แผนการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานตามโครงการคุณภาพของน้ำพุร้อนชุมชน ในพื้นที่จังหวัดพัทลุง เพื่อรองรับการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ มีขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินงานดังแสดงไว้ในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการศึกษา	ระยะเวลาดำเนินการ							
	ม.ค. 63	ก.พ. 63	มี.ค. 63	เม.ย. 63	มิ.ย 63	ก.ค. 63	ส.ค. 63	ก.ย. 63
1. กำหนดหัวข้องานวิจัย								
2. ศึกษาข้อมูลระดับทุติยภูมิจากเอกสารต่าง ๆ								
3. กำหนดพื้นที่ในการเก็บตัวอย่าง								
4. กำหนดวัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องทำการศึกษา								
5. ดำเนินการเก็บข้อมูล								
6. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง								
7. จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์								

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าเอกสารแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวโดยมีการกำหนดประเด็นดังนี้คือ

(1) จังหวัดพัทลุง

(2) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการท่องเที่ยว

(3) คุณภาพน้ำ

(4) แหล่งน้ำพุร้อน ในประเทศไทย

(5) น้ำแร่เพื่อบริโภค

(6) การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ

(7) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

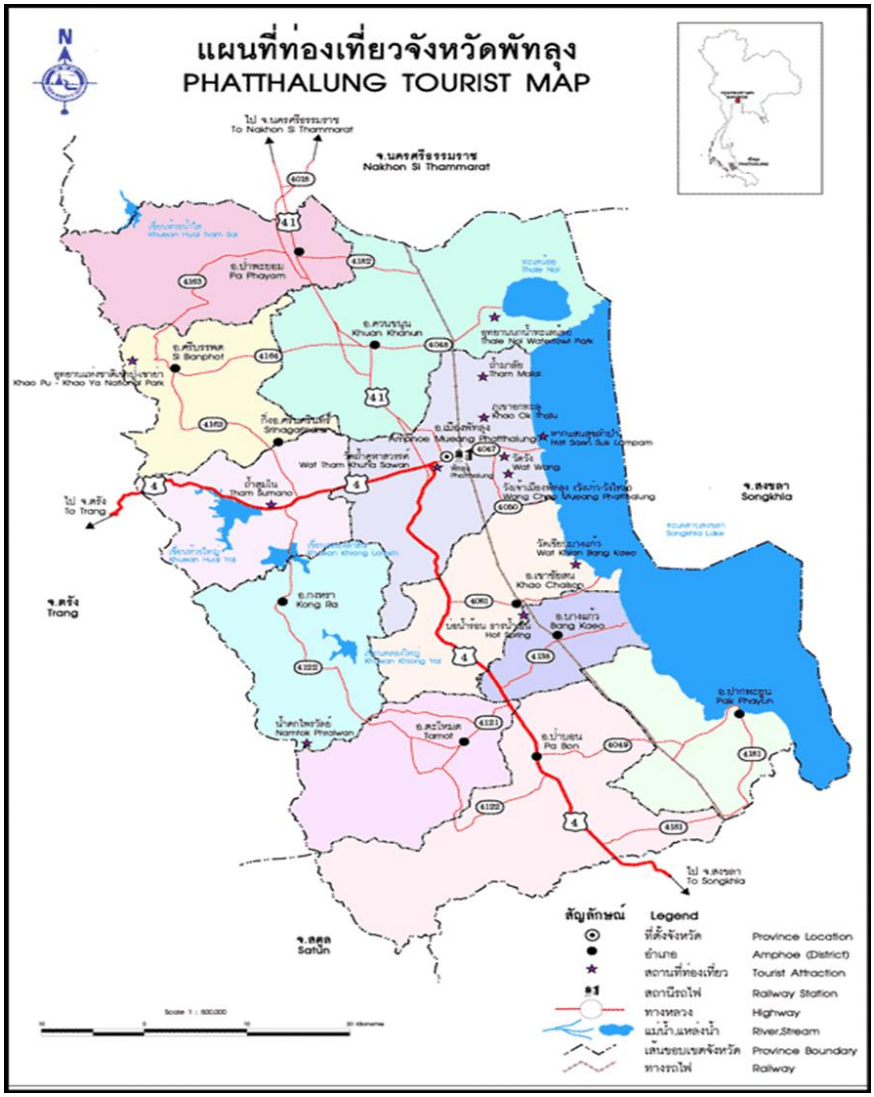
จังหวัดพัทลุง

จังหวัดพัทลุง ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของภาคใต้ของประเทศไทย ระหว่างละติจูดที่ 7 องศา 6 ลิปดาเหนือถึง 7 องศา 53 ลิปดาเหนือ และลองจิจูดที่ 100 องศา 5 ลิปดาตะวันออก ห่างจากกรุงเทพมหานครตามเส้นทางสายเอเชีย (ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 41) เป็นระยะทางประมาณ 858 กิโลเมตร และตามเส้นทางรถไฟ ระยะทางประมาณ 846 กิโลเมตร ความยาวของจังหวัดจากทิศเหนือไปทิศใต้ประมาณ 78 กิโลเมตรและความกว้างจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก ระยะทางประมาณ 53 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 3,424.473 ตารางกิโลเมตร หรือ 2,140,296 ไร่ (พื้นดิน 1,919,446 ไร่ พื้นน้ำ 220,850 ไร่) (สำนักงานจังหวัดพัทลุง, 2556) ดังภาพที่ 2.1
มีอาณาเขตติดต่อ ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับจังหวัดนครศรีธรรมราช
ทิศใต้	ติดต่อกับจังหวัดสตูลและจังหวัดสงขลา
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับทะเลสาบสงขลาซึ่งเป็นน่านน้ำติดต่อกับจังหวัดสงขลา
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับทิวเขาบรรทัด ซึ่งเป็นแนวติดต่อกับจังหวัดตรัง

1. สภาพภูมิประเทศ

สภาพพื้นที่มีลักษณะเป็นภูเขาและที่ราบสูง ทางด้านตะวันตกอันประกอบด้วย เทือกเขาบรรทัด มีระดับสูงจากน้ำทะเลปานกลาง ประมาณ 50 - 1,000 เมตร ส่วนใหญ่เป็นป่าไม้ เช่น สวนยางพารา สวนไม้ผลและไม้ยืนต้น ถัดลงมาทางด้านตะวันออกเป็นที่ราบสลับที่ดอน มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางเฉลี่ย 0 - 15 เมตร บริเวณนี้ ส่วนใหญ่ปลูกข้าว ยางพารา มะพร้าว พืชผักและพืชไร่ชนิดต่าง ๆ โดยมีอัตราความลาดชัน 1: 1,000 จากทิศ ตะวันตกมาสู่ทิศตะวันออกของจังหวัด ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.1 แผนที่ท่องเที่ยว จังหวัดพัทลุง

ที่มา : สำนักงานจังหวัดพัทลุง พ.ศ. 2556

ภาพที่ 2.2 สภาพพื้นที่ทำการวิจัย

2. สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศมี 2 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อน และฤดูฝนได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้ ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ย 1,853.5 มิลลิเมตรต่อปี จำนวนวันฝนตกเฉลี่ย 154 วันต่อปี อุณหภูมิ สูงสุดเฉลี่ย 29.3 องศาเซลเซียส ในเดือนเมษายน และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 26.7 องศาเซลเซียส ในเดือนธันวาคม อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 28.14 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 75 – 83 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉลี่ย 78.7 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วลมประมาณ 1-2 เมตรต่อวินาที ปริมาณการระเหยของน้ำประมาณ 3.3- 5.5 มิลลิเมตรต่อวัน

จังหวัดพัทลุงมีบ่อน้ำร้อน 4 แห่ง บางแห่งมีประวัติเล่าสืบต่อยาวนาน บ่อน้ำพุร้อนที่ขึ้นชื่อในจังหวัดพัทลุง เช่น บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน บ่อน้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก บ่อน้ำร้อนบ้านโหล๊ะจังกระ บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง

บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน ตั้งอยู่หมู่ที่ 3 ตำบลเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง อยู่ห่างจากอำเภอหาดใหญ่จังหวัดสงขลา ประมาณ 75 กิโลเมตร ห่างจากอำเภอเมืองพัทลุง ประมาณ 25 กิโลเมตร สภาพทั่วไป บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน เป็นแอ่งน้ำที่มีอุณหภูมิ ประมาณ 60 องศาเซลเซียส อยู่บริเวณเชิงเขาชัยสน ประชาชนทั่วไปเชื่อกันว่าเป็นบ่อน้ำศักดิ์สิทธิ์ สามารถอาบรักษาโรคผิวหนังได้ รวมถึงอัมพฤษ อัมพาตได้ และอื่น อุณหภูมิของน้ำจะสูงขึ้นหากได้รับแรงกระทบกระเทือนบริเวณนั้น น้ำร้อนจะไหลตลอดเวลา

บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมากเป็นแหล่งท่องเที่ยวแห่งใหม่ ที่ประชาชนในพื้นที่ได้ร่วมกันพัฒนา ให้เป็นสถานที่พักผ่อนของผู้คนในชุมชน องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) ลำสินธุ์ อ.ศรีนครินทร์ได้ใช้งบประมาณก่อสร้างถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก เชื่อมจากถนนสายหลักเข้าสู่บ่อน้ำร้อน และยังได้พัฒนาปรับปรุงภูมิทัศน์รอบ ๆ บ่อน้ำร้อนให้ดูสะอาดสวยงาม

น้ำพุร้อนบ้านโหล๊ะจังกระ คือ อีกหนึ่งแหล่งท่องเที่ยวที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ของบ้านโหล๊ะจังกระ ตำบลคลองเฉลิม อำเภอกงหรา จังหวัดพัทลุง ปัจจุบันบ่อน้ำพุร้อนแห่งนี้ได้กลายเป็น จุดหมายปลายทางด้านการท่องเที่ยวที่สำคัญแห่งหนึ่งของจังหวัดพัทลุงไปแล้ว

น้ำพุร้อนบ้านโหล๊ะจังกระ เป็นบ่อคอนกรีต ขนาดประมาณ 10 เมตร น้ำใส ไม่มีกลิ่นกำมะถัน พบสาหร่ายสีเขียว - ขาว เล็กน้อย เกิดอยู่ในที่ราบสวนยางพารา ห่างจากเทือกเขา บรรทัดที่อยู่ทางทิศตะวันตก 1 กม. นอกจากนี้แล้วยังมีแหล่งท่องเที่ยวอื่น ๆที่อยู่ใกล้เคียงกัน อาทิเช่น
แหล่งท่องเที่ยวภายในบริเวณหน่วยป้องกันรักษาป่าฯ เช่น

(1) น้ำตกหินลาด น้ำตกไพรวัลย์ น้ำตกมโนราห์ น้ำตกน้ำน้อย

(2) บ่อน้ำร้อนบ้านเขาชัยสน ระยะทางประมาณ 20 กม.

(3) ถ้ำศรีนครินทร์ ระยะทางประมาณ 30 กม.

บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง อำเภอกงหรา จังหวัดพัทลุง เป็นบ่อน้ำร้อนแห่งใหม่ ที่ไม่ได้มีชื่อเสียงในจังหวัดพัทลุง อยู่ในป่าเขา เส้นทางการเข้าพื้นที่ค่อนข้างลำบากและนอกจากนี้ ยังมีแหล่งท่องเที่ยวอื่น ๆ อีกมากมายภายในจังหวัดพัทลุง

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการท่องเที่ยว

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการท่องเที่ยวปัจจัยคือเหตุมูลเหตุหรือส่วนประกอบเรื่องราวต่าง ๆ ซึ่งก่อให้เกิดผลหรือผลลัพธ์โดยกองวิชาการและฝึกอบรมการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ม.ป.ป.) สรุปไว้ว่าผลิตผลของการท่องเที่ยวคือบริการซึ่งลูกค้าจะเลือกซื้อเมื่อเกิดความพึงพอใจโดยมีปัจจัยดังนี้ปัจจัยสำคัญที่ทำให้อุปสงค์การท่องเที่ยวแตกต่างกัน

(1) ปัจจัยทางเศรษฐกิจ (Economic factors) คือ อุปสงค์หรือความต้องการจะมี มากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับอำนาจการซื้อ (Purchasing power) หรือกำลังทรัพย์ของผู้บริโภค

(2) ปัจจัยทางประชากรศาสตร์ (Demographic factors) คือ ขนาดและองค์ประกอบของครอบครัว อายุ เพศ การศึกษา ประสบการณ์ ระดับรายได้ อาชีพ เชื้อชาติ และสัญชาติ ซึ่งโดยรวมแล้วจะมีรูปแบบของอุปสงค์และปริมาณการซื้อผลิตภัณฑ์การท่องเที่ยว

(3) ปัจจัยทางภูมิศาสตร์ (Geographic factors) คือ ความแปลกใหม่ของสภาพภูมิประเทศ เช่น คนที่อาศัยอยู่จังหวัดแถบชายทะเลก็นิยมท่องเที่ยวในแถบภูเขาเป็นต้น

(4) ปัจจัยทางวัฒนธรรมสังคม (Socio-Culture factors) คือ ความคิดความเชื่อ รสนิยมและทัศนคติในการบริโภคผลิตภัณฑ์การท่องเที่ยว

(5) ปัจจัยทางการเมืองและกฎหมาย (Political and regulatory factors) คือ การเปลี่ยนแปลงด้านการเมืองและระเบียบกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ของประเทศซึ่งส่งผลต่อการ ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์การท่องเที่ยว

(6) ปัจจัยทางสื่อสารมวลชน (Mass media communication factors) คือข้อมูล ข่าวสารทุกชนิดจากสื่อมวลชนช่วยสร้างความเชื่อถือมั่นใจ หรือไม่มั่นใจในการตัดสินใจเดินทางท่องเที่ยว

(7) ปัจจัยทางการเปรียบเทียบราคา (Comparative prices) คือ ราคาของ ผลิตภัณฑ์การท่องเที่ยวมีผลต่อการตัดสินใจเดินทางท่องเที่ยว

(8) ปัจจัยทางการเคลื่อนย้ายส่วนบุคคล (Personal mobility factors) คือ การมีหรือการจัดพาหนะสำหรับการท่องเที่ยว

คุณภาพน้ำ

1. ความหมายของคุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำ หมายถึง ความเหมาะสมของน้ำเพื่อใช้ในกิจกรรมเฉพาะของมนุษย์คุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ จะเปลี่ยนแปลงไปมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิมีอากาศ ลักษณะของธรณีวิทยาพืชพันธุ์ธรรมชาติ รวมถึงกิจกรรมของมนุษย์อื่น ๆ

คุณภาพน้ำ เป็นคำที่มีความหมายกว้างมากจะมีความเสี่ยงซึ่งจะถูกกำหนดโดยคุณลักษณะของน้ำที่ต้องการสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ โดยปกติน้ำในธรรมชาติจะมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันออกไปมีศาลพระภูมิอยู่ในน้ำมากน้อยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของน้ำคุณลักษณะของน้ำเหมาะสมจะแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานว่าต้องการลักษณะน้ำอย่างไร มีส่วนประกอบอะไรและไม่ควรมีส่วนประกอบหรือสารเจือปนชนิดใด คุณภาพของน้ำขึ้นอยู่กับสิ่งเจือปนหรือปนเปื้อนอยู่ในน้ำซึ่งมีอยู่หลากหลายชนิดได้แก่ภาพหรืออิออนต่าง ๆ เช่นโซเดียม โพแทสเซียมแคลเซี่ยม แม็กนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดงสังกะสีตะกั่วซัลเฟต ฟอสเฟต ไนเตรต เป็นต้นนอกจากนี้ยังมีสารอินทรีย์และสารอินทรีย์ชนิดอื่นที่ทำให้น้ำมีคุณภาพต่างกัน

2. องค์ประกอบของคุณภาพน้ำ

องค์ประกอบของคุณถาพน้ำได้แก่ คุณภาพน้ำทางกายภาพ (Physical quality) คุณภาพน้ำทางเคมี (Chemical water quality) และ คุณภาพน้ำทางชีวภาพ (Biological quality) ดังนี้

2.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ

(1) สี (Colour) สีของน้ำมักเกิดจากสารละลายในน้ำตามธรรมชาติแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ สีที่แท้จริง (True colour) เกิดจากการละลายของสารประกอบที่มีอยู่ในน้ำและสีปรากฏ (Apparent colour) เกิดจากการสะท้อนของสิ่งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ

(2) กลิ่น (Odor) เกิดจากการละลายของสารบางชนิดในน้ำดื่มก๊าซบางชนิด

(3) ความขุ่น (Turbilidity) ความคุณของน้ำเกิดขึ้นเนื่องจากพวกสารที่ไม่ละลายน้ำขนาดเล็กแขวนลอยในน้ำ ซึ่งสารพวกนี้ไม่ยอมให้แสงผ่านไปได้โดยตลอดหรือสามารถทำให้แสงเกิดการหักเหไปคนละทิศและทางหรือกระจายไม่เป็นระเบียบ จึงทำให้มองไม่เห็นน้ำนั้นขุ่น

(4) อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่งที่มีอิทธิพลทางโดยทางตรงและทางอ้อมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำจึงจำเป็นจะต้องทำการตรวจสอบรหัสความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นระยะ ๆโดยปกติอุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติจะผันแปลตามอุณหภูมิของอากาศ

2.2 คุณภาพน้ำทางเคมี

(1) กรด-ด่าง เกิดจากการแต่งตัวให้อนุมูลกรด-ด่าง มีค่าตั้งแต่ 0-14 ค่าพีเอชมากกว่า 7 หมายถึงความเป็นกดด่าง ค่าพีเอชน้อยกว่า 7 หมายถึงความเป็นกรด น้ำสะอาดจะมีค่าพีเอช เท่ากับ 7 ค่าพีเอช มีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นต่อการกัดกร่อนของน้ำวัตถุประสงค์หลักในการกำหนดเกณฑ์ค่าพีเอช เพื่อลดการกัดกร่อนและเสื่อมสภาพของระบบของท่อจ่ายน้ำ

(2) ค่าการนำไฟฟ้า เป็นการวัดความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านคุณสมบัติข้อนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นชนิดของอิออนที่มีอยู่ในน้ำและอุณหภูมิ

(3) ความกระด้าง เกิดจากเกลือแคลเซี่ยมและแมกนีเซียมที่ละลายอยู่ในน้ำ ความกระด้างแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

(3.1) ความกระด้างชั่วคราว เกิดจากเกลือไบคาร์บอเนต ของธาตุแคลเซี่ยมและแม็กนีเซี่ยมแก้ไขได้ด้วยการต้ม

(3.2) เกลือกระด้างถาวรเกิดจากเกลือคลอไรด์และซัลเฟตของแคลเซียม

และเม็กนีเซียมไม่สามารถปรับปรุงด้วยวิธีการต้มได้ ความกระด้างไม่มีผลต่อสุขภาพอนามัยมากนักแต่มีผลต่อการซักล้าง

2.3 คุณภาพน้ำทางชีวภาพ

จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ น้ำที่มีจุลินทรีย์เจือปนส่วนมากและเกิดมลพิษที่มีผลกับสุขภาพโดยตรง อาจก่อให้เกิดโรคระบาดที่มีน้ำเป็นสื่อได้

(1) โคลิฟอร์มแบคทีเรียและเฟคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย คือแบคทีเรียในน้ำที่สามารถบ่งบอกถึงระดับการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียความเป็นไปได้ที่จะทำให้เกิดโรคหรือระดับสกปรก

(2) แพลงค์ตอน มีบทบาทต่อระบบนิเวศและในห่วงโซ่อาหารเพราะเป็นผู้ผลิต รวมถึงชนิดและปริมาณของแพลงค์ตอนสามารถระบุคุณภาพน้ำได้

(3) สัตว์หน้าดิน คือ สัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังที่อยู่บนหรือใต้ดินหรือใต้น้ำ สัตว์หน้าดินจะเป็นอาหารธรรมชาติของสัตว์ชั้นสูงกว่าซึ่งสัตว์หน้าดินสามารถบ่งบอกความอุดมสมบูรณ์ได้

แหล่งน้ำพุร้อน ในประเทศไทย

1.ความหมายน้ำพุร้อน

พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยาฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2544 ได้ให้คำจำกัด ความของน้ำพุร้อนหรือพุร้อนว่า"เป็นแหล่งที่น้ำไหลขึ้นมาจากใต้ดินและมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของร่างกายมนุษย์"น้ำที่พุขึ้นมาจะอุ่นๆถึงเดือดพล่านอาจบริสุทธิหรือ มีแร่ธาตุรวมทั้งแก๊สละลายอยู่ทำให้มีรสและกลิ่นต่าง ๆ ปริมาณน้ำที่ไหลออกมาแต่ละพุกันก็ต่างกันบางพุไหลเพียงเอ่อ ๆ บางพุไหลแรงบางพุพุ่งกระเซ็นพ้นปากบ่อเพราแรงดันของแก๊สที่ละลายขึ้นมาจากใต้ดิน เช่นที่ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ที่อำเภอแม่จันจังหวัดเชียงราย ถ้าน้ำที่พุขึ้นมาเย็นกว่าอุณหภูมิของร่างกายเรียกแหล่งนั้นว่าพุน้ำเย็น (cold spring) พลังงานความร้อนใต้ภพหรือน้ำพุร้อน เป็นแหล่งพลังงานตามธรรมชาติชนิดหนึ่งที่มีโอกาสจะพัฒนาขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำร้อนที่จะนำขึ้นมาใช้เป็นการมีแหล่งน้ำพุร้อนสำคัญเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ ที่บ่งบอกถึงการมีแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพของพื้นที่ทั้งนี้เนื่องจากน้ำพุร้อน (Hotspring) เป็นน้ำพุธรรมชาติที่ผุดขึ้นมาจากชั้นเปลือกโลกเนื่องจากความกดดันของของไหลที่ระดับลึกโดยน้ำที่ผุดขึ้นมามีระดับอุณหภูมิสูงกว่าของชั้นบรรยากาศระดับอุณหภูมิของน้ำที่สูงขึ้นเกิดจากการที่น้ำบาดาลไหลลงไปตามรอยแตกของหินชั้นเปลือกโลก แล้วได้รับความร้อนจากภายในโลกรวมกับ/หรือแพร่กระจายจากหินหลอมเหลว (Magma) ที่ระดับลึก ดังนั้นน้ำพุร้อน แต่ละแห่งอาจมีกลิ่นและ

รสแตกต่างกันเนื่องจากความแตกต่างและปริมาณธาตุรวมทั้งก๊าซที่ละลายมาจากหินข้างเคียงกรมวิทยาศาสตร์กระทรวงอุตสาหกรรม ระบุว่าประเทศไทยมีน้ำพุร้อนจำนวน 76 แหล่ง จากจำนวนน้ำพุธรรมชาติทั้งหมดมากกว่าหนึ่งร้อยแหล่ง แม้จะมีแหล่งน้ำพุร้อนกระจายอยู่ทุกภูมิภาคของประเทศก็ตาม แต่มิได้มีการศึกษาและพัฒนาขึ้นมาใช้ประโยชน์อย่างจริงจังจนกระทั่งประมาณปลายปี 2520 เริ่มมีการศึกษาแหล่งน้ำพุร้อนอย่างเป็นทั้งนี้โดยการศึกษาระบบมุ่งเน้นเป็นข้อมูลเพื่อการพัฒนาแหล่งน้ำพุร้อนเป็นแหล่งพลังงานทดแทน การศึกษาเหล่านั้นจำกัดเฉพาะแหล่งน้ำพุร้อน ที่มีอยู่ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศ ได้เก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำพุร้อนในภาคเหนือ จำนวน 22 แหล่งจากจำนวนทั้งสิ้น 42 แหล่ง และได้ทำการวิเคราะห์หาส่วนประกอบทาง เคมีเพื่อการคำนวณหาอุณหภูมิของแหล่งกักเก็บในจำนวนแหล่งน้ำพุร้อนดังกล่าวมีเพียง 5 แหล่งที่อุณหภูมิของแหล่งกักเก็บใกล้เคียงหรือสูงกว่า 180 องศาเซลเซียส ได้รายงานผลการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับแหล่งน้ำพุร้อนที่น่าสนใจในระดับ ต้นๆ จำนวน 9 แหล่ง เพื่อศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเฉพาะแหล่ง รวมแหล่งน้ำพุร้อน อำเภอฝาง และ อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ แหล่งน้ำพุร้อนทั้ง 9 แหล่งดังกล่าวต่างเกิดอยู่ในแนวรอยเลื่อนที่ตัดผ่านมวลหินแกรนิตและเป็นรอยเลื่อนที่ยังคงมีพลัง (active fault) รอยเลื่อนเหล่านั้นเห็นได้อย่างชัดเจนในภาพถ่ายดาวเทียมโดยส่วนใหญ่วางตัวอยู่ในแนวเหนือ-ใต้และบางส่วนวางตัวไปทางตะวันออกเฉียงเหนือสำหรับแหล่ง น้ำพุร้อนส่วนที่เหลือในภูมิภาคอื่น ๆ ของประเทศยังไม่มีการศึกษากันอย่างจริงจังแม้แต่ การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นก็ยังมีอยู่อย่างจำกัด

2. ประเภทแหล่งน้ำพุร้อน

แหล่งน้ำพุร้อนสามารถแบ่งได้หลายประเภทตามเกณฑ์ต่าง ๆ เช่น ลักษณะทางกายภาพปริมาณแร่ธาตุที่ละลายในน้ำดังนี้

(1) น้ำพุร้อนไกเซอร์ (Geyser) เป็นน้ำพุร้อนที่มีขนาดใหญ่มีกำลังแรงมาก มีน้ำและไอน้ำที่ร้อนจัดพุ่งขึ้นมาได้สูงและมีแรงพุ่งออกมาเป็นระยะ ๆ ค่อนข้างสม่ำเสมอ บางแห่งน้ำอาจพุ่งสูงได้ถึง 60 เมตร ระยะเวลาการพุ่งน้ำออกมาจะเท่า ๆ กัน เช่น 5 นาที 7 นาที ปรากฏการณ์นี้เกิดจากการที่ใต้ผิวโลกมีโพรงกักเก็บน้ำติดต่อกันเมื่อน้ำได้รับความร้อนในระดับลึกๆ ถูกสกัดกั้นไม่ให้ถ่ายเทได้โดยง่ายเพราะรูที่ทำให้น้ำไหลออกมามีขนาดเล็กและน้ำซึ่งเย็นกว่าขังอยู่ในแอ่งที่อยู่ด้านบนน้ำที่อยู่ใระดับลึก มีอุณหภูมิสูงขึ้น และเมื่อสูง 100 องศาเซลเซียส ก็จะเปลี่ยนสภาพเป็นไอน้ำดันน้ำที่ขังอยู่ในรูเมื่อไอน้ำได้ไหลพุ่งขึ้นมา ถ่ายเทพลังงานความร้อนจนหมดแรงดัน น้ำก็จะหยุดพุ่งจนสะสมความร้อนได้อีกก็จะพุ่งขึ้นมาอีกครั้งหนึ่ง น้ำพุร้อนไกเซอร์ที่มีชื่อเสียง เช่น โอลด์เฟธฟูล (Old Faithful) ที่ อุทยานแห่งชาติเยลโลว์

สโตน (Yellow Stone National Parkประเทศสหรัฐอเมริกาน้ำพุร้อนกีย์เซอร์ (Geysir) ประเทศไอซ์แลนด์ ซึ่งเป็นที่มาของคำว่าไกเซอร์ (Geyser) และน้ำพุร้อนอีกหลายแห่งในประเทศนิวซีแลนด์

(2) น้ำพุร้อน (Hot Spring) หรือบ่อน้ำร้อน (Hot Pool) คือแหล่งน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่าร่างกายมนุษย์ไหลขึ้นมาจากใต้ดินที่ขึ้นมา มีตั้งแต่อุ่นๆจนถึงเดือดพล่าน เนื่องจากทางเดินน้ำใต้ดินใหญ่ทำให้น้ำสามารถไหลเวียนอย่างรวดเร็วได้ น้ำร้อนที่ไหลขึ้นมาจะไหลออกไปจากแหล่งหรือกลายเป็นไอเพื่อปล่อยพลังงานความร้อนเมื่อน้ำร้อนนั้นเย็นลงจะไหลกลับสู่ระบบน้ำใต้ดิน น้ำร้อนแต่ละแห่งจะมีแร่ธาตุ รวมทั้งก๊าซละลายอยู่ในปริมาณที่ไม่เท่ากันทำให้มีสีและกลิ่นแตกต่างกันและมีปริมาณน้ำที่ไหลออกมาจากแต่ละบ่อแตกต่างกันเช่น บ่อน้ำพุร้อนที่ทะเลสาบโบโกเรียพุร้อนนับร้อยแห่งที่ประเทศไอซ์แลนด์ ประเทศนิวซีแลนด์และน้ำพุร้อนในประเทศไทยเป็นต้นถ้ามีเพียงน้ำร้อนไหลซึม ขึ้นมาบนผิวดินจะเรียกว่า (Seepage) น้ำซึม

(3) บ่อไอเดือดหรือพุก๊าซ (Fumarole) คือหลุมหรือปล่องที่มีไอน้ำพุ่งขึ้นมา จะไม่มีน้ำเหมือนน้ำพุร้อน สาเหตุอาจเกิดจากบริเวณนั้นมีน้ำเพียงเล็กน้อยเมื่อได้รับความร้อนจึงกลายเป็นไอออกมาหรืออาจเกิดจากการที่ชั้นใต้ดินมีความร้อนสูงมากจนน้ำกลายเป็นไอจนหมด บ่อไอเดือดพบมากในประเทศที่มีภูเขาไฟแต่ก็สามารถพบได้ในพื้นที่ที่ไม่มีภูเขาไฟได้เช่นกัน

(4) บ่อโคลนเดือดหรือพุโคลน (Mud Pot) คือโคลน (แอ่งตะกอนที่อิ่มตัวไปด้วยน้ำ) ซึ่งมีไอน้ำร้อนจัดอยู่เบื้องล่างเมื่อไอน้ำนั้นเคลื่อนที่จะทำให้โคลนที่อยู่ด้านบนพุ่งกระจายขึ้นมาคล้ายการระเบิด

แบ่งตามปริมาณแร่ธาตุที่ละลายในน้ำในต่างประเทศสามารถแบ่งน้ำพุร้อน ตามปริมาณแร่ธาตุที่ละลายในน้ำได้หลายสิบประเภทแต่ในประเทศไทยพบน้ำพุร้อนที่แบ่ง ตามส่วนประกอบเคมีเพียง 4 ประเภท ดังนี้

(1) น้ำพุร้อนทั่วไป (Simple Springs) เป็นน้ำพุร้อนที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนเกลือและแร่ธาตุอื่น ๆ น้อยกว่า 1 กรัม/ลิตรเป็น น้ำพุร้อนส่วนใหญ่ที่พบในประเทศไทย

(2) น้ำพุร้อนคาร์บอเนต (Carbonate Springs) เป็นน้ำพุร้อนที่มีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำหรือเป็นน้ำพุเย็นประกอบด้วยธาตุคาร์บอนและแร่ธาตุอื่น ๆ น้อยกว่า 1 กรัม/ลิตร ลักษณะคล้ายน้ำพุร้อนทั่วไปแต่มีปริมาณคาร์บอเนตสูงกว่า

(3) น้ำพุร้อนเกลือหรือน้ำพุร้อนน้ำเค็ม (Salt Springs) เป็นน้ำพุร้อนที่ประกอบด้วยสารเคมีมากกว่าน้ำพุร้อนมีแร่ธาตุต่างทั่วไปๆ มากกว่า1 กรัม/ลิตร กรณีที่น้ำ ประกอบด้วยเกลือระหว่าง 1-5 กรัม/ลิตร เรียกว่าน้ำพุเกลืออ่อน(Weak Saline) ประกอบด้วยเกลือระหว่าง 5-10 กรัม/ลิตร เรียกว่าน้ำพุเกลือและประกอบด้วยเกลือมากกว่า 10 กรัม/ลิตร เรียกว่า น้ำพุเกลือเข้มข้น (Strong Saline) มีคุณสมบัติในการเก็บรักษาความ ร้อนได้ดี

(4) น้ำพุร้อนแอลคาไลน์ (Alkaline Springs) เป็นการแบ่งประเภทน้ำพุร้อน โดยใช้ค่าความเป็นกรดด่าง- (pH) ของน้ำพุร้อนเป็นหลักน้ำพุร้อนที่มีค่า pH7.5-8.5 เรียกว่า Weak Alkaline Springs และน้ำพุร้อนที่มีค่า pH สูงกว่า 8.5 เรียกว่า Alkaline Springsการนำน้ำพุร้อนมาใช้ประโยชน์ทำได้หลายด้านดังกล่าวมาแล้วอย่างไรก็ตามอาจ ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ ดังนั้นจึงต้องเตรียมศึกษาและป้องกันผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อมไว้ด้วยซึ่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมนั้นไม่ร้ายแรงและเป็นเรื่องที่ป้องกันได้ดังที่ทำกันได้ผลแล้วในประเทศต่าง ๆ คือถ้าน้ำพุร้อนมีปริมาณแร่ธาตุอยู่ในระดับสูงเมื่อนำน้ำมาใช้แล้วระบายลงในแหล่งน้ำธรรมชาติตามผิวดินอาจเกิดผลกระทบต่อน้ำผิวดินที่ใช้ ประโยชน์ในด้านอุปโภคบริโภคและน้ำในระบบบาดาลได้สามารถป้องกันได้โดยการทำให้ ปริมาณแร่ธาตุเหล่านั้นลดลงโดยการตกตะกอน(Sedimentation, Ponding and Evaporation) ก่อนที่จะระบายน้ำสู่แหล่งธรรมชาติหรืออัดน้ำที่ผ่านการใช้แล้วกลับคืนสู่ใต้ผิวดิน (Re-injection) ลงไปอยู่ในชั้นหินที่ปลอดภัยแต่หากมีก๊าซบางชนิดที่เป็นพิษอยู่ที่แหล่งน้ำพุร้อน และเป็นก๊าซที่ไม่รวมตัว (Non- condensible Gases) เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ซึ่งหากหายใจ เข้าไปจะทำให้ระบบทางเดินหายใจขัดข้องได้มีวิธีการป้องกันคือจะต้องเปลี่ยนก๊าซนี้ให้อยู่ ในรูปอื่นเช่นผ่านก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ลงในน้ำเกิดเป็นกรดซัลฟูริกและนำกรดที่เกิดขึ้นนี้ไปใช้ประโยชน์ได้ส่วนน้ำพุร้อนที่ผ่านการใช้ประโยชน์แล้วจะมีอุณหภูมิลดลงแต่อาจสูงกว่าอุณหภูมิน้ำในแหล่งธรรมชาติเพราะมีความร้อนตกค้าง(Waste Heat) หากปล่อยออกมาทันทีอาจเกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมได้จึงต้องนำน้ำเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ก่อน เพื่อให้มีอุณหภูมิลดลงเช่นให้ความอบอุ่นในบ้านพักใช้ประโยชน์ทางการเกษตรจนกระทั่ง น้ำนั้นมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับแหล่งน้ำในธรรมชาติจึงปล่อยลงสู่แหล่งน้ำได้

3. คุณประโยชน์ของแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำพุร้อนมีดังนี้

(1) แคลเซียม ช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟันช่วยในการเติบโตของเด็กช่วยปรับ สภาพความสมดุลของผิวไม่ให้แห้งกร้าน

(2) แมกนีเซียม ช่วยระบบขับถ่ายเป็นยาระบายสร้างและซ่อมแซมเซลล์ผิวที่ เสื่อมสภาพไป

(3) โพแทสเซียม ช่วยรักษาสมดุลของความเป็นกรด ด่าง ของร่างกาย ช่วยให้ ปฏิกิริยาการเผาผลาญอาหารช่วยบำรุงและควบคุมความชุ่มชื้นของเซลล์ผิว

(4) โซเดียม ช่วยรักษาระบบสมดุลของน้ำในร่างกายช่วยในการรับส่งประสาท ความรู้สึกช่วยระบบขับถ่ายเป็นยารักษาและกระตุ้มการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ผิวให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

(5) ฟลูออไรด์ช่วยให้ฟันแข็งแรงไม่ผุง่ายแต่ถ้ามีปริมาณมากเกินมาตรฐานและดื่ม เป็นเวลานานอาจทำให้ฟันดำเป็นจุด

(6) ไบคาร์บอเนตช่วยลดกรดในกระเพาะอาหาร

(7) ซัลเฟตช่วยให้เลือดแข็งตัวป้องกันเลือดไหลไม่หยุดช่วยในการเจริญเติบโตของ กระดูกช่วยระบบขับถ่ายเป็นยาระบาย

(8) โบรไมน์ช่วยฆ่าเชื้อโรคได้อย่างปลอดภัยไม่ระคายเคืองผิว

(9) คลอไรน์ช่วยทำความสะอาดผิวได้ลึกถึงรูขุมขน

(10) ทองแดง ช่วยบำรุงเส้นใยคอลลาเจน

(11) ไอโอดีนป้องกันโรคคอพอก

(12) น้ำแร่ที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นองค์ประกอบช่วยขับปัสสาวะและทำให้ น้ำแร่มีรสชวนดื่ม

(13) อีลาสตินช่วยพยุงผิวให้กระชับ

(14) แมงกานีสช่วยสร้างคอลลาเจนให้ผิว

(15) สังกะสีช่วยผลัดเซลล์ผิวใหม่

4. แหล่งความร้อนต้นกำเนิดของแหล่งน้ำพุร้อน

ความร้อนต้นกำเนิดของน้ำพุร้อนแต่ละแหล่งอาจมีที่มาได้หลากหลายแบบ คือ แหล่งที่มาของความร้อนต้นกำเนิดของน้ำพุร้อนอาจเป็นการแทรกดันขึ้นมาที่ระดับลึกของมวลหินแกรนิต หรือความร้อนที่เกิดจากการเสียดทานระหว่างผิวระนาบรอยเลื่อนและจากการประทุของหินภูเขาไฟอย่างไรก็ตาม น้ำพุร้อนแต่ละแหล่งอาจมีความร้อนต้นกำเนิด หลายแบบรวมกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพธรณีวิทยาของแหล่งนั้น ๆ สำหรับพื้นที่ภาคเหนือ ของประเทศ Geotermica Italiana ได้วิเคราะห์ว่าการแทรกดันตัวขึ้นมาของมวลหินแกรนิตที่ระดับลึกน่าจะเป็นแหล่งที่มาที่สำคัญของความร้อนทั้งนี้เนื่องจากในตัวอย่างหินแกรนิตช่วงอายุ 65 ถึง 33.5 ล้านปีมีสัดส่วน Rb/Sr ค่อนข้างสูงตัวอย่างหินแกรนิตเมื่อ หาอายุจาก K/Ar ในแร่ไบโอไทต์และมัสโคไวท์จะได้อายุเป็น 3 ช่วงคือ 50 – 57 ล้านปี,30 – 33 ล้านปีและ 19 –21 ล้านปี

ช่วงอายุดังกล่าวอาจเป็นเวลาของ‘Regional thermal event’ จากการแทรกดันตัวขึ้นมาของมวลหินแกรนิตที่ระดับความลึกแหล่งที่มาของความ ร้อนต้นกำเนิดของน้ำพุร้อนอาจเนื่องมาจากการปะทุของหินภูเขาไฟก็ได้มีการพิจารณา กล่าวคือ Geotermica Ttaliana ได้ศึกษาถึงส่วนประกอบทางเคมีของตัวอย่างหินบะซอลต์เด่นชัย หินบะซอลต์แม่ทะ และหินบะซอลต์สบปราบมีส่วนประกอบอยู่ ในช่วง Olivine – Tholeiite ถึง Basanite ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของBarr and Maedonald (1979, 1981) ส่วนประกอบทางเคมีของหินบะซอลต์ที่อยู่ในช่วง Olivine– Tholeiite ถึง Basanite บ่งบอกถึงการตกผลึกแยกชั้นอย่างจำกัดลักษณะการตกผลึก ดังกล่าวแสดงถึงการทะลักขึ้นมาของหินบะซอลต์จากชั้น mantle อย่างรวดเร็วการทะลัก ของบะซอลต์จะขึ้นมาตามแนวโครงสร้างรอยเลื่อน ที่เกิดถึงระดับลึกและเป็นรอยเลื่อน เกิดขึ้นในระหว่างช่วงการพัฒนาเป็นแอ่งสะสมตะกอนอายุ Tertiary ส่วนโครงสร้างรอยเลื่อนหลัก ๆ ของภาคเหนือแม้จะยังคงมีพลังอยู่ก็ตามแต่ความรุนแรง และความหนาแน่นของคลื่นไหวสะเทือนตามแนวรอยเลื่อนคงพลังเหล่านั้นไม่อยู่ในระดับที่มีความเข้มข้นมากพอ ดังนั้นทั้งการปะทุขึ้นมาของหินบะซอลต์และความร้อนจากการเสียดทานระหว่างระนาบ รอยเลื่อน ยังไม่น่าจะเป็นแหล่งความร้อนที่สำคัญของแหล่งน้ำพุร้อนในภาคเหนือ

สำนักงานวิจัยและพัฒนาการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ได้ศึกษาสภาพธรณีวิทยาของ แหล่งน้ำพุร้อนในท้องที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนจำนวน 7 แห่งซึ่งในจำนวนนี้เป็นแหล่งน้ำพุร้อน ที่เกิดสัมพันธ์กับหินแกรนิตและหิจำนวนไนส์ 4 แหล่ง แหล่งน้ำพุร้อนที่เหลือเกิดสัมพันธ์ กับหินตะกอน จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำพุร้อน แต่ละแหล่ง แสดงให้เห็นว่าน้ำพุร้อนไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับหินอัคนี

ผลจากการศึกษา Stable Isotope ของตัวอย่างน้ำบ่งบอกว่าน้ำพุร้อนปัจจุบันมีต้นกำเนิดจากน้ำฝน และซึมลงไปที่ระดับลึกตามช่องว่างของหินที่แตกเนื่องจากรอยเลื่อนเมื่อน้ำที่ไหลซึมลงไปที่ ระดับลึกก็จะได้รับการถ่ายเทความร้อนแล้วจึงไหลกลับขึ้นมายังผิวดินเกิดเป็นแหล่งน้ำ ในรายงานยังได้กล่าวถึงผลการพิจารณาปริมาณน้ำผิวดินไหลซึมลงไปใต้ดินสำหรับพื้นที่รับน้ำของแหล่งน้ำพุร้อนแต่ละ แหล่ง ผลการคำนวณพบว่า ท้องที่อำเภอปายมีปริมาณน้ำไหลลงสู่ใต้ดินน้อยที่สุดปีละ 2.7 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม. ขณะที่ท้องที่อำเภอแม่สะเรียงมีปริมาณน้ำไหลซึมลงใต้ดินปีละ 4.3 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม. ส่วนท้องที่อำเภอเมืองและอำเภอขุนยวม มีปริมาณน้ำไหลซึมลงใต้ดินเป็นปริมาณใกล้เคียงกันในอัตราปีละ 21.0 ล้านลบ.ม./ตร.กม. สำหรับอุณหภูมิของแหล่งกักเก็บโดยใช้ Chemical Geothermometer บ่งบอกว่าแหล่งน้ำพุร้อนท่าปาย/เมืองแปง มีอุณหภูมิ 180-190 องศาเซลเซียสและคาดว่าแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ที่ ระดับความลึก

ประมาณ 2 กม. ขณะที่แหล่งกักเก็บอยู่ที่ความลึกไม่เกิน 1.5 กม. มีอุณหภูมิ แหล่งกักเก็บ 144 องศาเซลเซียส และ153 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

แหล่งน้ำพุร้อนเหมืองแร่มีอุณหภูมิแหล่งกักเก็บ 142 องศาเซลเซียส ที่ระดับลึกไม่เกิน 1.5 กม. เช่นกันส่วน แหล่งน้ำพุร้อนภูโคลน/ผาบ่องแหล่งกักเก็บมีอุณหภูมิ 129 องศาเซลเซียสและ127 องศาเซลเซียสตามลำดับ ขณะที่แหล่งหนองแห้งที่พบในชั้นหินตะกอนแหล่งกักเก็บกลับมีอุณหภูมิสูงถึง 141 องศาเซลเซียสทั้งนี้คงเป็นเพราะได้รับความร้อนจากหินอัคนีซึ่งอยู่ห่างไปทางตะวันออกเฉียงใต้ 3 กม. ก็เป็นได้น้ำพุร้อนอุมลองหลวง มีอุณหภูมิแหล่งกักเก็บ 152 องศาเซลเซียส

5. การจัดลำดับความสำคัญของแหล่งน้ำพุร้อน

การจัดลำดับความสำคัญในการพัฒนาสามารถนำน้ำพุร้อนมาใช้ประโยชน์แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มศักยภาพสูงกลาง และต่ำโดยเน้นพิจารณาที่อุณหภูมิที่ผิวดิน และอัตราการไหลของน้ำร้อน อุณหภูมิและความลึกของแหล่งกักเก็บสภาพสังคมเศรษฐกิจ รายละเอียดดังนี้

(1) แหล่งน้ำพุร้อนที่มีศักยภาพสูงหมายถึงแหล่งที่มีอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ผิวดินสูงกว่า 80 องศาเซลเซียสหรือมีอุณหภูมิของแหล่งกักเก็บความร้อนมากกว่า 150 องศาเซลเซียสหรือมีแหล่งกักเก็บความร้อนอยู่ที่ระดับความลึกไม่เกิน 2 กิโลเมตรซึ่งแหล่งน้ำพุร้อนเหล่านี้ สามารถนำน้ำร้อนมาเป็นพลังงานของห้องอบแห้งได้โดยตรงหรือใช้ เทคโนโลยีในการเพิ่มประสิทธิภาพให้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอีกอย่างน้อย 20 องศาเซลเซียสแล้ว สามารถนำน้ำร้อนมาเป็นพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้

(2) แหล่งน้ำพุร้อนที่มีศักยภาพปานกลางหมายถึง แหล่งที่มีอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ผิว ดินระหว่าง 60 ถึง 80 องศาเซลเซียสหรือมีอุณหภูมิของแหล่งกักเก็บความร้อนอยู่ ระหว่าง 120 ถึง 150 องศาเซลเซียสและ/หรือมีแหล่งกักเก็บความร้อนอยู่ที่ระดับความลึก มากกว่า2 กิโลเมตรซึ่งแหล่งน้ำพุร้อนเหล่านี้เมื่อใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มประสิทธิภาพให้ มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอีกอย่างน้อย 20 องศาเซลเซียสแล้ว สามารถนำน้ำร้อนมาเป็นพลังงาน สำหรับห้องอบแห้งได้หรือเป็นพลังงานผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับงานเฉพาะด้านที่มีอัตราการใช้ไม่มากนัก

(3) แหล่งน้ำพุร้อนที่มีศักยภาพต่ำ หมายถึง แหล่งที่มีอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ผิวดิน ระหว่าง 40 ถึง 60 องศาเซลเซียสหรือมีอุณหภูมิของแหล่งกักเก็บความร้อนต่ำกว่า 120 องศาเซลเซียส หรือมีแหล่งกักเก็บความร้อนอยู่ที่ระดับความลึกมากกว่า 2 กิโลเมตร ซึ่งแหล่งน้ำพุร้อนเหล่านี้สามารถนำน้ำมาใช้โดยตรงได้เพียงเพื่อการท่องเที่ยวและนันทนาการ แต่เมื่อใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มประสิทธิภาพให้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอีกอย่างน้อย 20 องศาเซลเซียสแล้วสามารถนำน้ำร้อนมาเป็น

พลังงานสำหรับอุตสาหกรรม ขนาดเล็กบางประเภทได้(เช่นการเคลือบสารบนผิวส้มหรือมะนาวเพื่อคงความสดไว้)

ปัจจัยสภาพสังคมเศรษฐกิจถูกนำมาใช้พิจารณาในขั้นตอนที่สองหลังจากจัดลำดับความสำคัญทางด้านศักยภาพออกเป็น 3 กลุ่ม แล้วโดยในแต่ละกลุ่มจะถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย ได้แก่กลุ่มที่มีสภาพสังคมเศรษฐกิจเอื้ออำนวยและกลุ่มที่มีสภาพสังคมเศรษฐกิจ

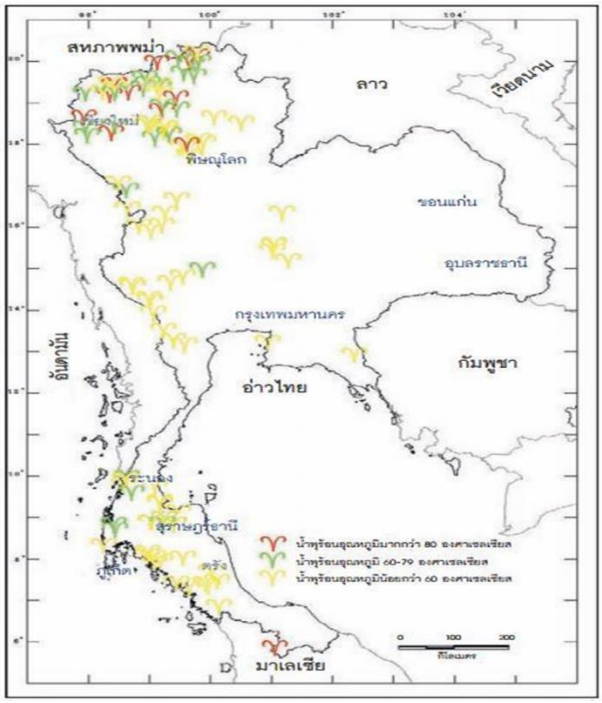
(1) กลุ่มที่มีสภาพสังคมเศรษฐกิจเอื้ออำนวยพิจารณาจากการมีจำนวนประชากรอยู่ ในพื้นที่มีมากเส้นทางการคมนาคมระหว่างแหล่งน้ำพุร้อนและชุมชนอยู่ในสภาพดีและสะดวก รวมทั้งมีพืชผลทางการเกษตรที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งเพื่อเพิ่มมูลค่าการผลิต โดยมีจำนวนพื้นที่เพาะปลูกที่เหมาะสมด้วย

(2) กลุ่มที่มีสภาพสังคมเศรษฐกิจจำกัดพิจารณาจากการมีจำนวนประชากรอยู่ในพื้นที่น้อย เส้นทางการคมนาคมระหว่างแหล่งน้ำพุร้อนและชุมชนอยู่ในสภาพไม่ดีและห่างไกล รวมทั้งไม่มีพืชผลทางการเกษตรที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งและจำนวนพื้นที่ เพาะปลูกน้อย

น้ำแร่เพื่อบริโภค

กระแสของการนำน้ำแร่มาบริโภคเพิ่งเป็นที่นิยมในช่วงระยะเวลาสิบกว่าปีนี้เอง โดยการนำเข้าน้ำแร่จากต่างประเทศซึ่งมีราคาค่อนข้างแพง ต่อมามีการผลิตได้ภายในประเทศ ทำให้น้ำแร่เพื่อบริโภคมีราคาที่ถูกลงใกล้เคียงกับน้ำดื่มบรรจุขวดทั่วไป

น้ำแร่ธรรมชาติ (natural mineral water) หมายถึง น้ำที่ได้จากแหล่งน้ำใต้ดินในธรรมชาติซึ่งมีแร่ธาตุละลายอยู่ โดยมีต้นกำเนิดจากน้ำบนพื้นดินไหลซึมผ่านชั้นดินและชั้นหินพร้อมทั้งดูดซับแร่ธาตุต่าง ๆ ลงไปขังเป็นแอ่งน้ำใต้ดิน และถูกแรงกดดันภายในโลกทำให้ผุดหรือพ่นขึ้นมาเป็นแหล่งน้ำบนผิวดินในรูปของน้ำพุร้อน บ่อน้ำร้อน และไอน้ำร้อนในประเทศไทยพบแหล่งน้ำพุร้อน 112 แหล่ง กระจายอยู่มากที่สุดในภาคเหนือ รองลงมาคือภาคใต้ ภาคตะวันตก และภาคกลาง มีช่วงอุณหภูมิ 40-100 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ระหว่าง 6.4-9.5 แหล่งน้ำพุร้อนบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันตกส่วนใหญ่มีค่าฟลูออไรด์สูงมากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีกลิ่นกำมะถันค่อนข้างแรง ส่วนแหล่งน้ำพุร้อนในภาคใต้บางแห่งมีลักษณะเป็นน้ำเค็ม ส่วนในต่างประเทศแหล่งน้ำแร่ที่มีชื่อเสียงได้แก่ ฝรั่งเศส ออสเตรีย ตุรกี ญี่ปุ่น และจีน แหล่งน้ำพุร้อน 112 แหล่งในประเทศไทย ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 แหล่งน้ำพุร้อน 112 แหล่งในประเทศไทย

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน,2557

1. องค์ประกอบสำคัญของน้ำแร่

น้ำแร่จะมีแร่ธาตุต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับชั้นหินที่น้ำไหลผ่าน ดังนั้น น้ำแร่ธรรมชาติแต่ละแหล่งจะมีแร่ธาตุที่แตกต่างกัน ซึ่งแร่ธาตุที่พบเป็นส่วนใหญ่ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม โพแทสเซียม ไบคาร์บอเนต คลอไรด์ และซัลเฟต ส่วนแร่ธาตุอื่น ๆ ที่พบในปริมาณน้อยได้แก่ ฟลูออไรด์ ลิเทียม ซีเลเนียม แมงกานีส เป็นต้น

2. มาตรฐานน้ำแร่ธรรมชาติเพื่อบริโภค

น้ำแร่ธรรมชาติที่เป็นเครื่องดื่มเพื่อบริโภคนั้น ต้องมีคุณภาพเหมาะสมที่จะบริโภคได้อย่างปลอดภัยตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำแร่ธรรมชาติ มาตรฐานเลขที่ มอก.2208-2547 โดยน้ำแร่ที่ดีต้องมีคุณลักษณะใส ไม่มีตะกอน ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีแร่ธาตุในปริมาณที่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค และมีปริมาณสารปนเปื้อนอันได้แก่ กัมมันตภาพรังสีรวมแอลฟา-บีตา และไซยาไนด์ ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน โดยน้ำแร่ธรรมชาติที่นำมาบริโภคนั้นมีอยู่5 ประเภท ดังนี้**ดังตาราง**ที่ 2.1 และ 2.2

(1) น้ำแร่ประเภทมีคาร์บอเนต หมายถึง น้ำแร่ที่หลังจากการบรรจุแล้วมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับหรือใกล้เคียงกับปริมาณที่มีอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาตินั้น

(2) น้ำแร่ประเภทไม่มีคาร์บอเนต หมายถึง น้ำแร่ที่หลังจากการบรรจุแล้วไม่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณที่จะทำให้เกิดการละลายของเกลือไฮโดรเจนคาร์บอเนตที่มีอยู่ในน้ำ

(3) น้ำแร่ประเภทขจัดคาร์บอเนต หมายถึง น้ำแร่ที่หลังจากการบรรจุแล้วมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่าปริมาณที่มีอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติ

(4) น้ำแร่ประเภทเติมคาร์บอนไดออกไซด์จากแหล่งกำเนิด หมายถึง น้ำแร่ที่หลังจากการบรรจุแล้วมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าปริมาณที่มีอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติ

(5) น้ำแร่ประเภทเติมคาร์บอเนต หมายถึง น้ำแร่ที่มีการเติมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการบรรจุ

ตารางที่ 2.1 ปริมาณสารในน้ำแร่ธรรมชาติตาม มอก.2208-2547

ลำดับที่	รายการ	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร)
1	ทองแดง	1
2	แมงกานีส	2
3	สังกะสี	5
4	สารหนู	0.05
5	แบเรียม	1
6	แคดเมียม	0.003
7	โครเมียม	0.05
8	ตะกั่ว	0.01
9	ปรอท	0.001
10	ซีลีเนียม	0.05
11	ไนเทรต (คำนวณเป็น NO_3)	50
12	ซัลไฟต์ (คำนวณเป็น H_2S)	0.005
13	ไบคาร์บอเนต	600
14	คาร์บอนไดออกไซด์อิสระ	250
15	โซเดียมคลอไรด์	1,000
16	ปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด	1,000
17	ซัลเฟต	600
18	ฟลูออไรด์	2.0

ที่มา: มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำแร่ธรรมชาติ มอก.2208-2547,2547

สำหรับผู้ที่สนใจบริโภคน้ำแร่ธรรมชาติเพื่อสุขภาพนั้น นอกจากจะต้องพิจารณาถึงคุณภาพของน้ำแร่ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำแร่ธรรมชาติ มาตรฐานเลขที่ มอก.2208-2547 แล้วยังควรคำนึงถึงด้วยว่าน้ำแร่นั้นมีคุณสมบัติใดเป็นพิเศษ อย่างเช่น มีแร่ธาตุใดเพิ่มขึ้นที่ทำให้สภาพแตกต่างจากน้ำแร่ชนิดอื่น ๆ ซึ่งคุณสมบัติพิเศษเหล่านั้นอาจไม่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคบางราย เช่น

(1) สภาพเป็นกรดหรือด่างสูง การดื่มน้ำที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างบ่อยครั้งจะทำให้เสียสมดุลความเป็นกรดเป็นด่างของร่างกาย

(2) รสกร่อย เนื่องจากมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์สูงมากกว่า 1000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร จะไม่เหมาะสำหรับผู้ป่วยโรคไต และความดันเลือดสูง

(3) มีฟลูออไรด์สูงมากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร อาจทำให้ผู้บริโภคได้รับผลข้างเคียง เช่น ทำให้ฟันลายไม่เรียบ ฟันเป็นจุดขาวและกร่อนง่าย

(4) มีธาตุเหล็กสูงมากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร อาจเป็นอันตรายในเด็กเล็ก

(5) มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงมากกว่า 1000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร อาจทำให้ปัสสาวะมากกว่าปกติ

(6) มีซัลเฟตสูงมากกว่า 600 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร อาจมีฤทธิ์ถ่ายท้อง

(7) สำหรับเด็กและสตรีมีครรภ์ไม่ควรบริโภค เนื่องจากสภาพร่างกายที่ยังไม่สมบูรณ์พร้อมเหมือนผู้ใหญ่ปกติ

(8) ในส่วนของผู้บริโภคที่ทำงานหนักหรือเป็นนักกีฬาที่สูญเสียเกลือแร่ต่อวันในปริมาณที่สูง การดื่มน้ำแร่ธรรมชาติที่มีปริมาณแร่ธาตุที่สมดุลและมีสภาพเป็นกลางในบางครั้งคราว จะช่วยชดเชยเกลือแร่ที่ร่างกายสูญเสียไปได้

นอกจากนี้ การพิจารณาเครื่องหมายรับรองคุณภาพและฉลากที่ระบุรายละเอียดอันได้แก่ สถานที่แหล่งน้ำแร่ธรรมชาติ ส่วนประกอบของแร่ธาตุที่สำคัญ วันหมดอายุ โดยเฉพาะประเภทน้ำแร่เติมคาร์บอเนต จะทำให้ผู้บริโภคได้ดื่มน้ำแร่ธรรมชาติแท้ๆ อย่างปลอดภัย และมีสุขภาพที่ดี

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติละสิ่งแวดล้อม

คุณลักษณะ	**ดัชนีคุณภาพน้ำ**	**หน่วย**	**มาตรฐาน**	
			เกณฑ์กำหนดสูงสุด (Maximum Acceptable Concentration)	**เกณฑ์อนุโลมสูงสุด[a] (Maximum Allowable Concentration)**
ทางกายภาพ	1.สี (Colour)	ปลาตินัม-โคบอลด์ (Platinum-Cobalt)	5	15
	2.ความขุ่น (Turbidity)	ซิลิกา สเกล ยูนิต(Silica scale unit)	5	20
	3.ความเป็นกรด-ด่าง(pH)	-	6.5-8.5	9.2
ทางเคมี	4.ปริมาณสารทั้งหมด (Total Solids)	มก./ล.	500	1500
	5.ทองแดง (cu)	มก./ล.	1.0	1.5
	6.สังกะสี (Zn)	มก./ล.	5.0	15.0
	7.ซัลเฟต (SO4)	มก./ล.	200	250
	8.คลอไรด์ (Cl)	มก./ล.	250	600
	9.ฟลูออไรด์ (F)	มก./ล.	0.7	1.0
สารเป็นพิษ	10.ตะกั่ว (Pb)	มก./ล.	0.05	-
	11.แคดเมียม (Cd)	มก./ล.	0.01	-

ที่มา: มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำแร่ธรรมชาติ มอก.2208-2547,2547

การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ

การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ (Health Tourism) การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (2551) ได้ให้นิยามของการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพว่าเป็นการ เดินทางท่องเที่ยว เพื่อเยี่ยมชมสถานที่ท่องเที่ยวที่สวยงามในแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ และวัฒนธรรม ตลอดจนการเรียนรู้วิถีชีวิตและพักผ่อนหย่อนใจ โดยแบ่งเวลาส่วนหนึ่งจากการเดินทางท่องเที่ยวเพื่อทำกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพและกิจกรรมรักษาฟื้นฟูสุขภาพ นักวิชาการบางคนให้ความสำคัญแก่สุขภาพใจด้วย เช่น Gee et al (1989 อ้างใน Douglas, 2001) ให้ความหมายของการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพว่าเป็นการ เดินทางไปจุดหมายปลายทางในประเทศหรือในพื้นที่ธรรมชาติ เพื่อหลีกหนีจากความจ าเจและเพื่อความสงบในจิตใจของนักธุรกิจที่กังวลใจ วรรณา วงษ์วานิช (2546) ได้กล่าวว่าการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพหมายถึง การท่องเที่ยวพักผ่อนไปท่ามกลางธรรมชาติ เรียนรู้วิธีการใช้พลังงานจากธรรมชาติมาบาบัดและเสริมสร้าง สุขภาพให้แข็งแรง จิตใจสดชื่นแจ่มใสควบคู่ไปกับการท่องเที่ยว เห็นวัฒนธรรมท้องถิ่น และนำสิ่งที่ได้รับมา ปรับปรุงคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น

โดยสรุปความหมายของการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ (Health Tourism) หมายถึงการท่องเที่ยวที่มีแรงจูงใจหรือจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมสุขภาพ และบำบัดรักษาฟื้นฟูสุขภาพ หรือเป็นการท่องเที่ยวที่ผสมผสานการรักษาและฟื้นฟูสุขภาพทั้งทางร่างกายและจิตใจควบคู่กัน โดยมีจิตสำนึกต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรท่องเที่ยวและสิ่งแวดล้อมในแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติและวัฒนธรรม

การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพนั้นเป็นกิจกรรมการท่องเที่ยวหรือการพักผ่อนควบคู่ไปกับการดูแลสุขภาพของ นักท่องเที่ยว การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพสามารถแบ่งตามลักษณะสุขภาพของการท่องเที่ยวออกเป็น 3 ระดับ คือ

(1) การท่องเที่ยวเพื่อรักษาสุขภาพของนักท่องเที่ยวที่ดีอยู่แล้วให้ดียิ่งขึ้น การท่องเที่ยวในลักษณะนี้กำลังเป็นที่นิยมอย่างสูงทั่วโลก เนื่องจากนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่เริ่มให้ความสำคัญกับการรักษาสุขภาพของตนเองภายใต้ สภาพแวดล้อมที่เสื่อมโทรมในปัจจุบัน โดยการออกกำลังกายและดูแลสุขภาพอย่างถูกวิธี เช่น การนั่งสมาธิ การฝึกโยคะ การฝึกไทเก๊ก การอาบน้ำแร่หรือสปา การนวดแผนโบราณ การรับประทานสมุนไพร การรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพและการพักผ่อนในที่มีอากาศบริสุทธ์ใกล้ชิดธรรมชาติมากขึ้น ซึ่งประเทศไทยมี สถานที่ให้บริการการท่องเที่ยวเพื่อรักษาสุขภาพหลายประเภท เช่น การนวดแผนโบราณที่วัดโพธิ์ การนั่งสมาธิ ในวัดสำคัญทางพุทธศาสนา เป็นต้น

(2) การท่องเที่ยวเพื่อฟื้นฟูสุขภาพของนักท่องเที่ยว หรืออยู่ในระยะพักฟื้น การท่องเที่ยวลักษณะนี้นักท่องเที่ยว ต้องการอากาศที่บริสุทธิ์อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ดีและเป็นธรรมชาติ รับประทานอาหารเพื่อสุขภาพ และออกกา ลังกายอย่างเบา ๆ เพื่อฟื้นฟูสุขภาพสถานที่ท่องเที่ยวที่ให้บริการลักษณะนี้ เช่น ชีวาศรม สถานพักตาก อากาศชายทะเล เป็นต้น

(3) การท่องเที่ยวเพื่อรักษาโรคของนักท่องเที่ยว การท่องเที่ยวในลักษณะนี้กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง เนื่องจากค่ารักษาพยาบาลในประเทศไทยถูกกว่าต่างประเทศ และประเทศไทยมีแพทย์ที่มีความเชี่ยวชาญ และฝีมือหลายด้าน เช่น การทำทันตกรรม การเปลี่ยนสะโพก การเปลี่ยนข้อเข่า การผ่าตัดเพื่อเสริมความงาม เป็นต้น

การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพอาจแบ่งตามจุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ ดังนี้

(1) การท่องเที่ยวเชิงส่งเสริมสุขภาพ (Health Promotion Tourism) หมายถึง การเดินทางท่องเที่ยวเพื่อพักผ่อนหย่อนใจ ด้วยการเยี่ยมชมสถานที่ท่องเที่ยวที่สวยสดงดงามในแหล่งท่องเที่ยวธรรมชาติและวัฒนธรรมเพื่อการเรียนรู้วิถีชีวิตและพักผ่อนหย่อนใจ โดยแบ่งเวลาจากการท่องเที่ยวส่วนหนึ่งมาทำกิจกรรมเพื่อส่งเสริม สุขภาพทั้งในหรือนอกที่พักแรมอย่างถูกวิธี ตามหลักวิชาการและมีคุณภาพมาตรฐานอย่างแท้จริง เช่น การ อาบน้ำแร่/น้ำพุร้อน การนวดแผนไทย การอบสมุนไพร การบริการสุวคนธบำบัด (Aroma Therapy) และวารี บำบัด (Water Therapy) เป็นต้น จุดประสงค์หลักของการท่องเที่ยวเชิงส่งเสริมสุขภาพ คือ การส่งเสริมบำรุงรักษาสุขภาพกายและสุขภาพจิต การบำบัดรักษาพยาบาล และการฟื้นฟูสุขภาพ ตลอดจนการได้มีโอกาส ได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์และสังสรรค์ทางสังคมเพื่อการสร้างเสริมสุขภาพที่ดีกับผู้อื่นในระหว่างการท่องเที่ยว ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทัศนคติและค่านิยมในการส่งเสริมและรักษาฟื้นฟูสุขภาพ ให้สมบูรณ์ด้วยตัวเองมากยิ่งขึ้น การสร้างเสริมสุขภาพด้วยตนเองนั้นสามารถแสดงออกมาในรูปแบบของการออกกำลังกายและการเล่นกีฬา การควบคุมน้ำหนักตัว การนิยมเลือกรับประทานอาหารและเครื่องดื่มสมุนไพร ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ การทำจิตใจให้สงบด้วยการฝึกปฏิบัติสมาธิตและการใช้ยารักษาโรคจากสมุนไพรที่มี ผลกระทบข้างเคียงน้อย

(2) การท่องเที่ยวเชิงบำบัดรักษาสุขภาพ (Health Healing Tourism) หมายถึงการเดินทางท่องเที่ยวเพื่อพักผ่อนหย่อนใจ โดยแบ่งเวลาจากการท่องเที่ยวเพื่อทำกิจกรรมบำบัดรักษาโรคหรือฟื้นฟูสุขภาพต่าง ๆ ที่หลากหลาย ตามหลักวิชาการและมีคุณภาพมาตรฐานอย่างแท้จริง เช่น การตรวจร่างกาย รวมทั้งการทำทันตกรรม การรักษาสุขภาพฟัน การผ่าตัดเปลี่ยนสะโพก การผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่า การผ่าตัดเสริมความงาม หรือ การแปลงเพศ เป็นต้น ในโรงพยาบาลหรือสถานพยาบาลที่มีคุณภาพ

มาตรฐาน หรือบางครั้งเรียกว่า การท่องเที่ยวเชิงแพทย์ (Medical Tourism) กล่าวโดยสรุป การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประกอบด้วยกิจกรรมการท่องเที่ยวสุขภาพทางธรรมชาติ การท่องเที่ยวสุขภาพทางวัฒนธรรม รวมถึงการปรับสมดุลของอาหาร การปรนนิบัติ เพื่อเพิ่มพูนพละกำลังให้สมบูรณ์แข็งแรง ปรับสภาพจิตใจให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลาย ขจัด ความเครียด และปรับความสมดุลให้แก่ร่างกาย เช่น กิจกรรมการนวด สปา การอาบน้ำแร่/น้ำพุร้อน การฝึกปฏิบัติสมาธิ การลดความอ้วน การลดความเครียด การปรับปรุงรูปร่างให้สมส่วน การออกกำลังกาย การ รับประทานอาหารเพื่อสุขภาพ เป็นต้น ผู้ประกอบการธุรกิจเพื่อสุขภาพที่เป็นธุรกิจหลักในการรองรับกลุ่ม นักท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ ได้แก่ ธุรกิจสปาเพื่อสุขภาพและสปาเพื่อความงาม ธุรกิจรีสอร์ทเพื่อสุขภาพ แหล่ง ท่องเที่ยวประเภทน้ำพุร้อน/น้ำแร่ ศูนย์สุขภาพ รวมทั้งโรงพยาบาลหรือสถานพยาบาลเพื่อสุขภาพ

จากความหมายข้างต้นจะเห็นได้ว่าการท่องเที่ยวมีองค์ประกอบสำคัญหลายประการทั้งสภาพทาง กายภาพและบริการที่นักท่องเที่ยวมีความคาดหวังที่จะได้รับการตอบสนอง เช่น สภาพแวดล้อมและความ งดงามตามธรรมชาติและวัฒนธรรม สถานที่สงบและรื่นรมย์เพื่อพักผ่อนในเวลาว่างจากภารกิจ บริการที่สะดวกสบายเพื่อการผ่อนคลายความตึงเครียด ประโยชน์ในการพัฒนาสุขภาพและร่างกายและจิตใจโดยรวม ความรู้สึกปลอดภัยและการดูแลเอาใจใส่ การบำบัดด้วยน้ำ/น้ำพุร้อน การบริการด้วยบุคลากรที่มีทักษะและ ได้รับการฝึกอบรม และความคุ้มค่าของเงิน

1. การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพที่เชื่อมโยงกับการท่องเที่ยวอื่น ๆ

การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพมีความเชื่อมโยงกับการท่องเที่ยวอื่นที่คล้ายคลึงกัน และนักวิชาการบางคนนำมารวม กับการท่องเที่ยวอื่นที่เกี่ยวเนื่องกัน เช่น การท่องเที่ยวเชิงสปาและสุขภาพ (Spa and Health Tourism) (Hall, 2003) การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพความงาม (Health and Wellness Tourism) (Erfurt-Cooper and Cooper, 2009) สปา (Spa) หมายถึงการดูแลสุขภาพแบบองค์รวมด้วยวิธีธรรมชาติ โดยมีการใช้น้ำ เป็น องค์ประกอบ ร่วมกับบริการอื่น ๆ เพื่อสร้างภาวะสมดุลของร่างกาย ส่งเสริมสุขภาพ ป้องกันการเจ็บป่วย และ พักผ่อนคลายเครียด สปาในต่างประเทศมักรวมอยู่ในแหล่งน้ำพุร้อน/น้ำแร่ เช่น Polynesian Spa ที่เมือง Rotorua ประเทศนิวซีแลนด์ สปาในประเทศไทยจะเน้นการให้บริการนวดแผนไทยเป็นส่วนใหญ่ โดยใช้ ศาสตร์การแพทย์แผนไทยเป็นกรอบความรู้ในการให้บริการ เวลเนส (Wellness) หมายถึง การดูแลสุขภาพที่ ดีให้แข็งแรงสมบูรณ์ ซึ่งเป็นค าที่คล้ายคลึงกับคำว่าสุขภาพแต่เน้นสภาวะที่สมบูรณ์แข็งแรงของร่างกาย และ สุขภาพความงามซึ่งเป็นแนวคิดที่ธุรกิจในอุตสาหกรรมสปามองว่ามีความสำคัญในลักษณะของ

แรงจูงใจของนักท่องเที่ยวกลุ่มสุขภาพเวลเนสมีความหมายหลายประการ เช่น (Cohen, 2008; Erfurt-Cooper and Cooper, 2009)

(1) แนวทางเพื่อการดูแลบำรุงรักษาสุขภาพที่เน้นการป้องกันความเจ็บป่วย เพื่อไม่ให้เจ็บป่วยและทำให้ชีวิตยืนยาว ซึ่งต่างกับคำว่าการรักษาโรคภัยไข้เจ็บที่เกิดขึ้นภายหลังจากการเจ็บป่วย

(2) สภาวะที่มีสุขภาพแข็งแรงทั้งร่างกายและจิตใจ โดยการดูแลเรื่องการรับประทานอาหาร การออกกำลังกาย และการสร้างสุขนิสัยที่ดี เช่น ไม่ดื่มเหล้า ไม่สูบบุหรี่

(3) สภาวะของร่างกายที่มีสุขภาพดี ปราศจากโรคภัยไข้เจ็บ

(4) สภาพของการมีสุขภาพดีในลักษณะของแบบแผนชีวิตที่ส่งเสริมความสมบูรณ์แข็งแรงของร่างกาย

ดังนั้น การท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพดี (Wellness Tourism) เป็นการท่องเที่ยวโดยมีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดสุขภาพ สมบูรณ์แข็งแรง ปราศจากโรคภัยไข้เจ็บ รวมถึงกิจกรรมประเภทผ่อนคลาย เช่น การออกกำลังกาย การรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพ การทำสปาเพื่อสุขภาพ การนวดเพื่อสุขภาพ เป็นต้น ซึ่งนักท่องเที่ยวอาจใช้ บริการเพื่อสุขภาพดีอย่างครบวงจรได้ในรีสอร์ทเพื่อสุขภาพ ศูนย์สุขภาพ หรือ Destination Spa ErfurtCooper and Cooper (2009) ยังจำแนกการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพที่รวมเวลเนส กลายเป็น Health & Wellness Spa Tourism ที่นักท่องเที่ยวสามารถรับบริการด้านสุขภาพในแหล่งท่องเที่ยวสปาเพื่อสุขภาพ และสปาในแหล่งน้ำแร่/น้ำพุร้อน ซึ่งนักท่องเที่ยวสามารถประกอบกิจกรรมได้หลายลักษณะ กล่าวคือกิจกรรมในสปาเพื่อสุขภาพ ได้แก่ การเลือกและปรับแบบแผนชีวิต (Lifestyle Choice) การป้องกันความเจ็บป่วย (Prevention of Illness) เช่น การออกกำลังกาย การดูแลความงาม เป็นต้น และการสร้างความตระหนักเรื่องสุขภาพ (Health Awareness) ส่วนกิจกรรมสปาในแหล่งน้ำแร่/น้ำพุร้อน ได้แก่ วิทยาการอาบน้ำแร่/น้ำพุร้อน (Thermalism Balneology) เพื่อการผ่อนคลายความตึงเครียด การฟื้นฟูจากความเจ็บป่วย (Recovery from Illness) การพักผ่อนและนันทนาการ (Leisure and Recreation)

2. ศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภท น้ำพุร้อนธรรมชาติ

เกณฑ์ที่ 1 แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติมีจุดดึงดูดด้านการท่องเที่ยว

แหล่งท่องเที่ยวมีลักษณะเฉพาะที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติไม่มี การดัดแปลงจนทำให้สภาพธรรมชาติที่มีอยู่เดิมเปลี่ยนไป และสามารถเป็นจุดดึงดูด ความสนใจให้กับนักท่องเที่ยวได้

เกณฑ์ที่ 2 ศักยภาพในการรองรับนักท่องเที่ยว

บริเวณแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติและบริเวณโดยรอบมีศักยภาพ ที่จะสามารถรองรับนักท่องเที่ยวรวมถึงการพัฒนาต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น

เกณฑ์ที่ 3 การจัดการด้านการใช้ประโยชน์ของพื้นที่เพื่อให้เกิดความยั่งยืน

การใช้ประโยชน์ของพื้นที่เพื่อการใด ๆ ต้องไม่ก่อให้เกิดผลกระทบ ต่อแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติซึ่งอาจทำให้เกิดความเสื่อมโทรมหรือเกิดการเปลี่ยนแปลง สภาพธรรมชาติเดิม รวมไปถึงการขัดต่อลักษณะภูมิประเทศหรือความเป็นเอกลักษณ์ ของท้องถิ่น และให้ชุมชนได้เป็นส่วนหนึ่งในการท่องเที่ยว โดยตระหนักถึงคุณค่า และความสำคัญของแหล่งท่องเที่ยวของตน ส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์ของพื้นที่อย่างยั่งยืน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จิโรจ สินธวานนท์ (2559) ทำการศึกษาการจัดการความรู้เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพวิถีไทยในพื้นที่ศึกษาบ่อน้ำพุร้อนเค็มคลองท่อม จังหวัดกระบี่ และบ่อน้ำพุร้อนแจ้ซ้อน จังหวัดลำปาง ในรูปแบบกิจกรรมอบรมให้ความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับบริการด้านสุขภาพที่ใช้ประโยชน์จากการอาบแช่น้ำพุร้อน มาตรฐานบริการสุขภาพ รวมทั้งการสร้างมูลค่าเพิ่มของกิจกรรมและผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลผลิตจากทรัพยากรธรณีที่มีลักษณะเฉพาะของพื้นที่ ร่วมกับการประชุมระดมความคิดเห็นของชุมชนและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ดังกล่าว เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพวิถีไทยที่เหมาะสมในแหล่งน้ำพุร้อนของตน โดยมีกิจกรรมสัมมนาผู้ให้ข้อมูลสำคัญที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจบริการสุขภาพ สปา และการอาบแช่น้ำพุร้อน รวมทั้งนักวิชาการผู้มีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับน้ำพุร้อนและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นกิจกรรมสนับสนุนการสังเคราะห์ความรู้และแนวทางปฏิบัติที่เป็นไปได้สำหรับการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพของพื้นที่ และสามารถเป็นแบบอย่างของการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพในเส้นทางน้ำพุร้อนของประเทศไทยผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน

อริศรา ห้องทรัพย์ (2557) ทำการศึกษาสภาพทั่วไป ปัญหาการจัดการ ความต้องการการพัฒนา และพัฒนาแนวทางพัฒนาการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพแหล่งน้ำพุร้อนในภูมิภาคทางตอนเหนือของประเทศไทย ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินงานวิจัยเป็น 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนที่ 1 ใช้แบบสำรวจสภาพทั่วไปและปัญหาการจัดการโดยการสำรวจแหล่งท่องเที่ยว และใช้แบบสอบถามความต้องการ การพัฒนาการจัดการแหล่งท่องเที่ยว เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจากกลุ่มบุคคลผู้เกี่ยวข้องในการท่องเที่ยว ได้แก่ เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลรับผิดชอบแหล่งท่องเที่ยว ประชาชนในชุมชน

ท้องถิ่น/ผู้ประกอบการธุรกิจท่องเที่ยว และนักท่องเที่ยวชาวไทยที่เดินทางมาท่องเที่ยว จำนวนทั้งสิ้น 400 คน ผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 1 จะนำไปพัฒนาเป็นแบบสอบถามในขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 2 ใช้แบบสอบถามพิจารณาความเป็นไปได้ที่จะนำแนวทางไปพัฒนาการจัดการแหล่งท่องเที่ยว เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการท่องเที่ยว และเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลรับผิดชอบแหล่งท่องเที่ยว จำนวน 30 คน และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ โดยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า แนวทางพัฒนาการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพแหล่งน้ำพุร้อนในภูมิภาคทางตอนเหนือของประเทศไทย ประกอบด้วย

(1) ควรมีการประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวน้ำพุร้อนธรรมชาติให้เป็นที่รู้จักมากขึ้น

(2) ควรปรับปรุงภูมิทัศน์สถานที่ท่องเที่ยวให้มีความสวยงาม

(3) ควรปรับปรุงเรื่องความสะอาดโดยรวมของสถานที่ท่องเที่ยว

(4) ควรจัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงอายุ และผู้พิการ

(5) ควรซ่อมแซมห้องสุขา ห้องแช่น้ำพุร้อน และห้องอาบน้ำพุร้อน ให้มีสภาพที่ดี

(6) ควรจัดให้มีป้ายนิทรรศการแนะนำแหล่งท่องเที่ยว และสถานที่ท่องเที่ยวอื่น ๆ ใกล้เคียง

(7) ควรมีการปรับอัตราค่าบริการให้เหมาะสม เพื่อการพัฒนาและการบริการที่ดี

(8) ควรปรับปรุงระบบสาธารณูปโภคพื้นฐานทุกประเภทให้ดีมีคุณภาพ เพื่อตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยว

(9) ควรปรับปรุงมาตรการการรักษาความปลอดภัยในแหล่งท่องเที่ยวให้เหมาะสม และ
จัดให้มีชุดปฐมพยาบาลเบื้องต้น

(10) ควรมีการบริหารจัดการแหล่งท่องเที่ยวระหว่างชุมชนและภาครัฐร่วมกัน เพื่อให้ประชาชนในชุมชนมีส่วนร่วมในการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยว

(11) ควรพัฒนาและปรับปรุงแหล่งท่องเที่ยวให้เป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ

(12) ควรมีการแบ่งส่วนงานฝ่ายส่งเสริมแหล่งท่องเที่ยวในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอย่างชัดเจน

เอื้อมทิพย์ ศรีทอง (2558) ทำการสำรวจแหล่งท่องเที่ยวประเภทน้ำพุร้อนเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพในประเทศไทย เพื่อศึกษารูปแบบการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพและการบำบัดของ

แหล่งท่องเที่ยวน้ำพุร้อนโดยการมีส่วนร่วมของประชาชน และเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มศักยภาพการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพและการบำบัดของแหล่งท่องเที่ยวน้ำพุร้อนในสังคมไทย วิจัยนี้ใช้วิธีวิจัยแบบผสม (mixed methods) เชิงปริมาณใช้แบบสอบถามกับนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มาใช้บริการแหล่งน้ำพุร้อนทั่วทุกภูมิภาค จำนวน 17 แหล่ง 5 จังหวัด ได้แก่จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ กำแพงเพชร ราชบุรี และระนอง ซึ่งไม่ทราบจำนวนที่แน่นอน จึงใช้สูตร W.G. Cochran (1953) n = Z2/4e2 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และให้ความผิดพลาดไม่เกิน 5 % ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 384.16 เก็บจริง 385 คน เชิงคุณภาพใช้การสังเกตการณ์อย่างมีส่วนร่วม ใช้แบบสัมภาษณ์เชิงลึก (Indepth Interview) และการประชุมกลุ่มย่อย (Focus group) กับผู้นำชุมชน หน่วยงานภาครัฐ ผู้ประกอบการร้านค้า ชาวบ้าน นักศึกษาในพื้นที่ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประมาณ ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ ด้านการบริหารจัดการท่องเที่ยวทั้ง 5 จังหวัด 17 แหล่งน้ำพุร้อน พบว่า มีรูปแบบการบริหารจัดการท่องเที่ยวอยู่นในระดับมากทั้ง 5 จังหวัด โดยให้ความสำคัญกับแหล่งน้ำพุร้อนมีบรรยากาศดีร่มรื่น เหมาะแก่การพักผ่อนหย่อนใจ ด้านการบริการท่องเที่ยว นักท่องเที่ยวให้ความสำคัญกับน้ำพุร้อน มีความสะอาด บริสุทธิ์ ด้านการตลาด นักท่องเที่ยวให้ความสำคัญกับแหล่งน้ำพุร้อนมีสปาและนวดแผนไทยไว้บริการแก่นักท่องเที่ยว ศักยภาพการจัดการแหล่งท่องเที่ยวน้ำพุร้อนทั้ง 5 จังหวัด 17 แหล่งน้ำพุร้อน พบว่า มีศักยภาพที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ สามารถแบ่งกลุ่มได้ 5 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 บ่อน้ำพุร้อนที่มีการรวบรวมไว้แล้วเบื้องต้น แต่บ่อน้ำร้อนนั้นหายร้อนแล้วกลายเป็นพื้นดินตามปกติ ได้แก่ บ่อน้ำร้อนแม่วงศ์ จ.กำแพงเพชร กลุ่มที่ 2 มีการรวบรวมเป็นบ่อน้ำพุร้อนแล้วเบื้องต้น แต่ไม่มีศักยภาพในการพัฒนาเพื่อเป็นแหล่งท่องเที่ยว ไม่ได้เปิดบริการให้บุคคลภายนอกเข้าไปใช้ ไม่มีการบริหารจัดการเพื่อพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยว ได้แก่ บ่อน้ำร้อนโป่งน้ำร้อน , บ่อน้ำร้อนโป่งปูเฟือง, บ่อน้ำร้อนค่ายรัตนสังสรรค์ กลุ่มที่ 3 มีการรวบรวมน้ำพุร้อนแล้ว พบว่า มีการบริหารจัดการเพื่อพัฒนาบ้าง แต่ประสบปัญหาในการพัฒนาและการบริหารจัดการ ได้แก่ บ่อน้ำร้อนโป่งกระทิง, บ่อน้ำร้อนพรุหลุมพี, บ่อน้ำร้อนห้อยหมากเลี่ยม กลุ่มที่ 4 มีการรวบรวมเป็นแหล่งน้ำพุร้อนแล้วมีการเตรียมการบริหารจัดการเพื่อการพัฒนา และเริ่มต้นให้บริการเพื่อรองรับกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ และมีศักยภาพในการพัฒนาเพื่อเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ กำลังได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยว ได้แก่ ธารน้ำร้อนบ่อคลึง, บ่อน้ำร้อนโป่งพระบาท, บ่อน้ำร้อนผาเสริฐ, ล้านนาออนเซ็น, บ่อน้ำร้อนดอยสะเก็ด, บ่อน้ำร้อนพรรั้ง กลุ่มที่ 5 มีการรวบรวมเป็นแหล่งน้ำพุร้อนแล้ว พบว่า มีการบริหารจัดการเพื่อการพัฒนา มีกิจกรรมการท่องเที่ยว มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยว

เชิงสุขภาพ ในกลุ่มนี้ได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวมากที่สุดว่า น้ำพุร้อน มีคุณภาพ ได้แก่ บ่อน้ำร้อนพระร่วง, บ่อน้ำร้อนรักษะวาริน, บ่อน้ำร้อนสันกำแพง, บ่อน้ำร้อนแม่ขะจาน

จามรี ชูศรีโฉม,ปุณยวีร์ ศรีรัตน์และนิภาพร แซ่เจ่น (2556) ประเมินศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวน้ำพุร้อนอุทยานบ่อน้ำร้อน ตำบลวังหิน อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช ประเมินความพร้อมของชุมชน และความพึงพอใจของนักท่องเที่ยว เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาอุทยานบ่อน้ำร้อนให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ เพื่อให้เกิดประโยชน์และพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืน และเป็นเครื่องมือเพิ่มมูลค่าอันก่อเกิดรายได้ให้กับชุมชน การศึกษาครั้งนี้ใช้รูปแบบของการวิจัยทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ วิธีการศึกษาใช้แบบประเมินศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ สำหรับประเมินแหล่งท่องเที่ยวอุทยานบ่อน้ำร้อน และแบบสัมภาษณ์ แบบสอบถาม สำหรับเก็บข้อมูลทั้งหมด 420 ชุด แบ่งเป็นผู้นำชุมชน จำนวน 20 คน และนักท่องเที่ยวจำนวน 400 คน โดยใช้สูตร W.G. Cochran (1953) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และที่ความคลาดเคลื่อน ± 0.05 ซึ่งใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงและแบบบังเอิญ ผลการศึกษาทั้ง 3 ด้านพบว่า ด้านศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวน้ำพุร้อนอุทยานบ่อน้ำร้อน ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานหลักของแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพน้ำพุร้อนธรรมชาติ ต้องปรับปรุงการให้บริการ ส่วนศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพน้ำพุร้อนธรรมชาติของอุทยานบ่อน้ำร้อน อยู่ในระดับมาตรฐานดีเยี่ยมหรือสัญลักษณ์ห้าดาว ด้านศักยภาพของผู้นำชุมชนด้านบริหารจัดการแหล่งท่องเที่ยว พบว่า ผู้นำชุมชนมีศักยภาพมากที่สุดในด้านบุคลิกภาพและคุณธรรม ส่วนที่ต้องการพัฒนามากที่สุดคือ ด้านบริหารจัดการแหล่งท่องเที่ยว และ ด้านความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวพบว่า นักท่องเที่ยวมีความพึงพอใจมากที่สุดคือ ด้านศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพน้ำพุร้อนธรรมชาติ และน้อยที่สุดคือ ด้านการให้บริการและเจ้าหน้าที่/บุคลากรผู้ให้บริการ

นิรวิทย์ เมืองดิษฐ์ (2558) ศึกษาระดับความคิดเห็นที่มีต่อยุทธศาสตร์การพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวน้ำพุร้อน กรณีศึกษาบ่อน้ำพุร้อนพรรั้ง เพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นของยุทธศาสตร์การพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวน้ำพุร้อน กรณีศึกษาบ่อน้ำพุร้อนพรรั้ง จำแนกตามประชากรศาสตร์ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย บุคลากรด้านยุทธศาสตร์และประชากรที่อาศัยในพื้นที่แหล่งท่องเที่ยวน้ำพุร้อนพรรั้ง จำนวน 459 ราย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปด้วยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที่ (t-test) การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one – way anova) ผลการวิจัยพบว่า ระดับความคิดเห็นที่มีต่อยุทธศาสตร์การพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวน้ำพุร้อน กรณีศึกษาบ่อน้ำพุร้อนพรรั้ง ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (4.11) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน เป็นไป

ตามลำดับ คือ ด้านพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางการท่องเที่ยวและแหล่งท่องเที่ยว (4.25) ด้านเสริมสร้างศักยภาพผู้ประกอบการและพัฒนาบุคลากรด้านการท่องเที่ยว (4.13) ด้านพัฒนาระบบการบริหารจัดการท่องเที่ยว (4.08) และด้านส่งเสริมการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยว (3.96) ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา รายได้และอาชีพแตกต่างกันมีผลต่อระดับความคิดเห็นต่อยุทธศาสตร์การพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวแตกต่างกันโดยรวม

Isabella Longhi Bulia (2017) ทำการศึกษาน้ำแร่ในมณฑลจิงหยู (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของจีน) เป็นแหล่งสำคัญสำหรับน้ำดื่มบรรจุขวด ในการศึกษานี้ใช้การสุ่มตัวอย่างวัสดุน้ำจากการศึกษาภาคสนามในช่วงปี 2554-2558 เพื่อวิเคราะห์กระบวนการวิวัฒนาการทางอุทกเคมี การสุ่มตัวอย่างไอโซโทปและการวิเคราะห์ไฮโดรจีเคมีถูกนำไปใช้เพื่อพิสูจน์ข้อสรุปที่เกี่ยวข้อง ผลการวิจัยพบว่าประเภทน้ำของน้ำพุบางแห่งเปลี่ยนจากหน้า Ca-HCO_3เป็นหน้า Ca-Mg-HCO_3และน้ำพุอื่น ๆ ยังคงอยู่ในประเภทที่มีหน้า Ca-Mg-HCO_3 องค์ประกอบทางธรณีเคมีของน้ำแร่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างหินกับน้ำและการระเหยทุติยภูมิ เส้นทางการเติมน้ำแร่อยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือโดยอาศัยการวิเคราะห์องค์ประกอบของไอโซโทป

Eri Nakamura (2012) การตั้งสมมติฐานว่าการดูดซึมแมกนีเซียม (Mg) จากน้ำแร่ได้รับผลกระทบจากความเข้มข้นของ Mg ในน้ำรูปแบบการบริโภคและปริมาณที่บริโภคต่อหนึ่งหน่วยบริโภค การศึกษาในปัจจุบันได้ตรวจสอบผลของปริมาณการให้บริการและรูปแบบการบริโภคของน้ำแร่เทียม (AMW) และความเข้มข้นของ Mg ต่อการดูดซึม Mg ในหนู แมกนีเซียมใน AMW มีฉลากแมกนีเซียม -25 เป็นตัวตรวจสอบ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยหนู 6 หรือ 7 ตัว ในการทดลองที่ 1 หนูได้รับ AMW 1 มิลลิลิตรที่มี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ 4 ครั้ง 400 มิลลิกรัมต่อลิตร สองครั้งหรือ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ใน 1 ครั้ง ในการทดลองที่ 2 หนูได้รับ AMW 1 มิลลิลิตรที่มี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ 0.25 mL ของ AMW ที่มี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร 4 ครั้งหรือ 1 mL ของ AMW ที่มี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ใน 1 ครั้ง การดูดซึมของ Mg ลดลงตามความเข้มข้นของ Mg ที่เพิ่มขึ้นในปริมาณ AMW ที่ให้บริการเท่ากันโดยมีความถี่ในการให้บริการที่แตกต่างกัน เมื่อ AMW ที่มี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วนการดูดซึม Mg จะเพิ่มขึ้นถึงระดับการดูดซึมในกลุ่มที่สัมผัสกับ AMW ที่มี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้บริการในความถี่เดียวกัน ผลลัพธ์เหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้นของ Mg และปริมาณของ AMW ไม่มีผลต่อการดูดซึม Mg ต่อวินาที แต่การดูดซึม Mg จาก AMW จะลดลงเมื่อปริมาณ Mg ในแต่ละมื้อเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงนิยมบริโภคน้ำแร่ที่มี Mg เป็นประจำเมื่อปริมาณการใช้น้ำแร่เท่ากัน การดูดซึม Mg เพิ่มขึ้นถึงระดับการดูดซึมในกลุ่ม

ที่สัมผัสกับ AMW ที่มี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้บริการในความถี่เดียวกัน ผลลัพธ์เหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้นของ Mg และปริมาณของ AMW ไม่มีผลต่อการดูดซึม Mg ต่อวินาที แต่การดูดซึม Mg จาก AMW จะลดลงเมื่อปริมาณ Mg ในแต่ละมื้อเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงนิยมบริโภคน้ำแร่ที่มี Mg เป็นประจำเมื่อปริมาณการใช้น้ำแร่เท่ากัน การดูดซึม Mg เพิ่มขึ้นถึงระดับการดูดซึมในกลุ่มที่สัมผัสกับ AMW ที่มี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้บริการในความถี่เดียวกัน ผลลัพธ์เหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้นของ Mg และปริมาณของ AMW ไม่มีผลต่อการดูดซึม Mg ต่อวินาที แต่การดูดซึม Mg จาก AMW จะลดลงเมื่อปริมาณ Mg ในแต่ละมื้อเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงนิยมบริโภคน้ำแร่ที่มี Mg เป็นประจำเมื่อปริมาณการใช้น้ำแร่เท่ากัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยงานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาคุณภาพของน้ำพุร้อนชุมชน ในพื้นที่จังหวัดพัทลุง เพื่อรองรับการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ มีรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีดำเนินการวิจัยตามหัวข้อดังนี้ ได้แก่ พื้นที่ทำการวิจัย เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย และการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังต่อไปนี้

พื้นที่ทำการวิจัย

การศึกษางานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำพุร้อน ได้แก่ น้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก อำเภอศรีนครินทร์ บ่อน้ำพุร้อนสามพี่น้อง อำเภอกงหรา น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ อำเภอกงหรา น้ำพุร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง ดังภาพที่ 3.1-3.5

ภาพที่ 3.1 พื้นที่ทำการวิจัย

ภาพที่ 3.2 น้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก ตำบลลำสินธุ์ อำเภอศรีนครินทร์ จังหวัดพัทลุง

ภาพที่ 3.3 น้ำพุร้อนสามพี่น้อง อำเภอกงหรา จังหวัดพัทลุง

ภาพที่ 3.4 น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ ตำบลคลองเฉลิม อำเภอกงหรา จังหวัดพัทลุง

ภาพที่ 3.5 น้ำพุร้อนเขาชัยสน ตำบลเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำภาคสนาม

(1) อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ

(2) ถังน้ำ

(3) ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ

(4) กล่องโฟม หรือกล่องสำหรับใส่ตัวอย่างเพื่อรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ

(5) ปากกาบันทึกข้อมูล

(6) สลากติดข้างขวด

(7) กล้องดิจิตอล

2. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

(1) สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ 570 นาโนเมตร

(2) ขวดรูปกรวย

(3) กระบอกตวง

(4) เครื่องกวนแม่เหล็ก (magnetic stirrer)

(5) เครื่องวัดความขุ่น (nephelometer)

(6) ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)

(7) เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่สามารถดูดกลืนแสงได้ที่ 515 นาโนเมตร และใช้กับ cuvet ขนาด 10 มิลลิลิตร

(8) เครื่องแก้วต่าง ๆ

(9) บิเปต

(10) ขวดวัดปริมาตร (volumetric flasks)

(11) บิวเรต ที่ทำจากแก้วชนิดบอโรซิลิเกต (borosilicate glass)

(12) บิกเกอร์

(13) เครื่อง Inductively coupled plasma, ICP

3. สารเคมีที่ใช้ในการณ์วิเคราะห์ ในห้องปฏิบัติการ

(1) น้ำที่ปราศจากออน (DI water)

(2) คอนดิชันนิง รีเอเจนต์ (conditioning reagent)

(3) แบเรียมคลอไรด์

(4) สารละลายมาตรฐานซัลเฟต

(5) สารละลายสต็อกฟลูออไรด์เข้มข้น (Stock Fluoride Solution)

(6) สารละลายมาตรฐานซัลเฟต (Standard Fluoride Solution)

(7) สารละลายรีเอเจนต์ฟลูออไรด์ SPADNS

(8) สารละลายกรดเซอโคนิล (Zirconyl-Acid Reagent)

(9) สารละลาย Acid Zirconyl-SPADNS

(10) สารละลายโซเดียมอาร์ซีไนต์ (Sodium Arsenite)

(11) สารละลายบัฟเฟอร์

(12) อินดิเคเตอร์

(13) สารละลายมาตรฐานแคลเซียม

(14) สารละลายมาตรฐาน EDTA ความเข้มข้น 0.01 M

(15) สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (standard sodium hydroxide)

(16) สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์(Phosphate buffer solution)

(17) Potassium Iodide (ผลึก KI)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การเก็บรวมรวมข้อมูลทุติยภูมิ

ทำการศึกษารวบรวมเอกสารข้อมูลต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวัดคุณภาพน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบัน ศึกษาวัสดุอุปกรณ์และขั้นตอนในการเก็บตัวอย่างน้ำทั้งวิธีการตรวจวัดคุณภาพน้ำ

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ

(1) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำในน้ำพุร้อน จังหวัดพัทลุง จำนวนจุดเก็บ 4 จุด บ่อน้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนเขาชัยสน น้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ

(2) เก็บตัวอย่างวันที่ 15 มิถุนายน 2563

(3) วิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ศึกษาหัวข้อโครงการวิจัย

(1) ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

(2) ศึกษาข้อมูลระดับทุติยภูมิ โดยทำการศึกษารวบรวมเอกสารข้อมูลต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวัดคุณภาพน้ำ และการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพในปัจจุบัน ศึกษาจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาเที่ยว น้ำพุร้อนเขาชัยสน ศึกษาขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำรวมถึงวิธีการตรวจวัดคุณภาพน้ำ ดังตารางที่ 3.1

(3) ทำการสำรวจและศึกษาพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำในน้ำพุร้อน น้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง

(4) ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำ 4 จุด

(5) เมื่อได้ตัวอย่างน้ำแล้วจะนำไปวิเคราะห์ผลของตัวอย่างน้ำในห้องปฏิบัติการณ์ตามพารามิเตอร์

(6) เสนอแนวทางการท่องเที่ยวน้ำพุร้อน จังหวัดพัทลุง

(7) สรุปผลและจัดทำรูปเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์

(8) นำผลการวิจัยและผลการสำรวจพื้นที่ไปปรับปรุงแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติ

พารามิเตอร์ที่ศึกษา

(1) คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ/อากาศ (Temperature) และ ความขุ่น (Turbidity)

(2) คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความกระด้าง,โซเดียม ,คลอไรด์, ฟลูออไรด์, ซัลเฟต, โลหะหนัก (แคดเมียม, ทองแดง, ตะกั่ว, สังกะสี)

ตารางที่ 3.1 การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ

พารามิเตอร์	ภาชนะที่ใช้	การรักษาสภาพตัวอย่าง
อุณหภูมิ	วัดภาคสนาม	
ความขุ่น	ขวดแกนลอนพลาสติกฉลากสีขาว ขนาด 5 ลิตร	แช่เย็นอุณหภูมิ≤ 6°C 48 ชั่วโมง
ซัลเฟต	พลาสติกหรือแก้ว	เก็บในตู้เย็น 28 วัน
ปริมาณความกระด้าง (Alkaline/ คาร์บอเนต)	ขวดแกลลอนพลาสติก ฉลากสีเหลือง ขนาด 1 ลิตร	เติมกรด HNO_3 ให้มีค่า pH < 2 (ถ้า HNO_3 1:1 ใช้ 5 ml HNO_3 เข้มข้นใช้ 2 ml) 6 เดือน
คลอไรด์	พลาสติกหรือแก้ว	แช่เย็นที่ 4 °C 7 วัน
ฟลูออไรด์	พลาสติก HDPE	ไม่ต้องเก็บรักษา 28 วัน
โลหะหนัก	ขวดแกลลอนพลาสติก ฉลากสีเหลือง ขนาด 1 ลิตร ที่กลั้วด้วย 1+1 HNO_3	เติมกรด HNO_3 ให้มีค่า pH < 2 (ถ้า HNO_3 1:1 ใช้ 5 ml HNO_3 เข้มข้นใช้ 2 ml) 6 เดือน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำพุร้อน จังหวัดพัทลุง สามารถนำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง ทั้งทางกายภาพละทางเคมี ใช้สถิติเพื่ออธิบายข้อมูลทั่วไป โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาคุณภาพน้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง โดยการทำการสำรวจพื้นที่ กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างและนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

คุณภาพน้ำพุร้อน ในพื้นที่จังหวัดพัทลุง

การศึกษาคุณภาพน้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง ตามพารามิเตอร์ต่าง ๆ โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำพุร้อนในแต่ละแหล่งพื้นที่ เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง ผลการวิเคราะห์สรุปแสดงตารางที่ 4.1-4.10 ดังนี้

1. **คุณภาพน้ำพุร้อนทางกายภาพ** ได้แก่ อุณหภูมิ และความขุ่น โดยมีผลการวิเคราะห์แต่ละพารามิเตอร์ดังตารางที่ 4.1 – 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรูปอุณหภูมิ ในจังหวัดพัทลุง

จุดที่	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	มาตรฐานคุณภาพน้ำ
1	บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก	47.95	ตามธรรมชาติ
2	บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง	46.45	
3	บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ	45.90	
4	น้ำพุร้อนเขาชัยสน	50.45	
	เฉลี่ย	47.69	

จากตารางที่ 4.1 น้ำพุร้อนในรูปอุณหภูมิ น้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ในจังหวัดพัทลุง มีค่าอยู่ในช่วง 45.90. - 50.45 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 48.17 องศาเซลเซียส อุณหภูมิน้ำเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำแร่ธรรมชาติ

ตารารงที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรูปความขุ่น ในจังหวัดพัทลุง

จุดที่	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ความขุ่น (NTU)	มาตรฐานคุณภาพน้ำ
1	บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก	0.8	มาตรฐานน้ำแร่ไม่ระบุ
2	บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง	1.7	มาตรฐานน้ำบริโภค ไม่
3	บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ	1.19	เกิน
4	น้ำพุร้อนเขาชัยสน	3.36	5.0 NTU
	เฉลี่ย	1.76	

จากตารางที่ 4.2 น้ำพุร้อนในรูปความขุ่น น้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ในจังหวัดพัทลุง มีค่าอยู่ในช่วง 0.8 - 3.36 NTU และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.08 NTU ความขุ่นของน้ำเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภค ที่กำหนดไม่เกิน 5.0 NTU

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความกระด้าง คลอรีนตกค้าง ซัลเฟต แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี และฟลูออไรด์ มีผลการวิเคราะห์แต่ละพารามิเตอร์ ดังตารางที่ 4.3 - 4.10

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรูปความกระด้าง ในจังหวัดพัทลุง

จุดที่	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	มาตรฐานคุณภาพน้ำ
1	บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก	236.5	มาตรฐานน้ำบริโภค ไม่เกิน
2	บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง	107.5	100 มิลลิกรัมต่อลิตร
3	บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ	88.5	มาตรฐานน้ำแร่ ไม่ระบุ
4	น้ำพุร้อนเขาชัยสน	157	
	เฉลี่ย	206.5	

จากตารางที่ 4.3 น้ำพุร้อนในรูปความกระด้าง น้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ในจังหวัดพัทลุง เมื่อเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐานแล้วพบว่า

มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน 3 พื้นที่ คือ น้ำพุร้อนสวนหมาก มีค่าเฉลี่ย 236.50 มิลลิกรัมติอลิตร น้ำพุร้อนสามพี่น้อง มีค่าเฉลี่ย 107.50 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำพุร้อนเขาชัยสน มีค่าเฉลี่ย 157.00 มิลลิกรัมต่อลิตร พื้นที่ที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือ น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ มีค่าเฉลี่ย 88.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นไปตามมาตรฐานน้ำบริโภค ที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อลิตรคือ บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ มีค่าเฉลี่ย 88.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นไปตามมาตรฐานน้ำบริโภค ที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรูปคลอรีนตกค้าง ในจังหวัดพัทลุง

จุดที่	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	คลอรีนตกค้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	มาตรฐานคุณภาพน้ำ
1	บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก	4.631	มาตรฐานคุณภาพน้ำ
2	บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง	0.487	บริโภคไม่เกิน 250
3	บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ	ND	มิลกรัมต่อลิตร
4	น้ำพุร้อนเขาชัยสน	0.886	มาตรฐานน้ำแร่ไม่ระบุ
	เฉลี่ย	1.501	

ND = not Detectable

จากตารางที่ 4.4 น้ำพุร้อนในรูปคลอรีนตกค้าง น้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ในจังหวัดพัทลุง เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภคแล้ว พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ เป็นค่า ND คือ ตรวจไม่พบคลอรีนตกค้างในน้ำแร่

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรูปซัลเฟต ในจังหวัดพัทลุง

จุดที่	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ซัลเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	มาตรฐานคุณภาพน้ำ
1	บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก	25.63	ไม่เกิน 250 มิลลิกรัม
2	บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง	66.76	ต่อลิตร
3	บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ	41.76	มาตรฐานน้ำแร่ ไม่เกิน
4	น้ำพุร้อนเขาชัยสน	150.01	600 มิลลิกรัมต่อลิตร
	เฉลี่ย	71.04	

จากตารางที่ 4.5 น้ำพุร้อนในรูปซัลเฟต น้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ในจังหวัดพัทลุง มีค่าอยู่ในช่วง 25.63 - 150.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 87.82 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ พบว่าค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภค ที่กำหนดค่าไม่เกิน 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรูปฟลูออไรด์ ในจังหวัดพัทลุง

จุดที่	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ฟลูออไรด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	มาตรฐานคุณภาพน้ำ
1	บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก	0.528	มาตรฐานน้ำบริโภค ไม่เกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มาตรฐานน้ำแร่ ไม่เกิน 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
2	บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง	0.494	
3	บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ	0.387	
4	น้ำพุร้อนเขาชัยสน	0.385	
	เฉลี่ย	0.445	

จากตารางที่ 4.6 น้ำพุร้อนในรูปฟลูออไรด์ น้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ในจังหวัดพัทลุง มีค่าอยู่ในช่วง 0.385 - 0.528 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.456 เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้วพบว่า ค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำแร่ที่กำหนดให้ไม่เกิน 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรูปแคดเมียม ในจังหวัดพัทลุง

จุดที่	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	แคดเมียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	มาตรฐานคุณภาพน้ำ
1	บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก	ND	ไม่เกิน 0.003 มิลลิกรัมต่อลิตร
2	บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง	ND	
3	บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ	ND	
4	น้ำพุร้อนเขาชัยสน	ND	
	เฉลี่ย	ND	

ND = not Detectable

จากตารางที่ 4.7 น้ำพุร้อนในรูปแคดเมียม น้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ในจังหวัดพัทลุง มีค่าเป็น ND คือตรวจไม่พบสารแคดเมียมในน้ำแร่ธรรมชาติ

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรูปทองแดง ในจังหวัดพัทลุง

จุดที่	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ทองแดง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	มาตรฐานคุณภาพน้ำ
1	บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก	ND	ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อ
2	บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง	ND	ลิตร
3	บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ	ND	
4	น้ำพุร้อนเขาชัยสน	ND	
	เฉลี่ย	ND	

ND = not Detectable

จากตารางที่ 4.8 น้ำพุร้อนในรูปทองแดง น้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ในจังหวัดพัทลุง มีค่าเป็น ND คือตรวจไม่พบสารทองแดงในน้ำแร่ธรรมชาติ

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรูปตะกั่ว ในจังหวัดพัทลุง

จุดที่	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ตะกั่ว(Pb) (มิลลิกรัมต่อลิตร)	มาตรฐานคุณภาพน้ำ
1	บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก	0.128	ไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัมต่อ
2	บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง	0.078	ลิตร
3	บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ	0.054	
4	น้ำพุร้อนเขาชัยสน	0.039	
	เฉลี่ย	0.074	

จากตารางที่ 4.9 น้ำพุร้อนในรูปตะกั่ว น้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง มีค่าอยู่ในช่วง 0.039 - 0.226 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.133 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำแร่ธรรมชาติ มอก. 2208-2547 พบว่าค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำแร่ธรรมชาติ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรูปสังกะสี ในจังหวัดพัทลุง

จุดที่	**จุดเก็บตัวอย่างน้ำ**	**สังกะสี (มิลลิกรัมต่อลิตร)**	**มาตรฐานคุณภาพน้ำ**
1	บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก	ND	ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร
2	บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง	ND	
3	บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ	ND	
4	น้ำพุร้อนเขาชัยสน	ND	
	เฉลี่ย	ND	

ND = not Detectable

จากตารางที่ 4.10 น้ำพุร้อนในรูปสังกะสี น้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ในจังหวัดพัทลุง มีค่าเป็น ND คือตรวจไม่พบสารสังกะสีในน้ำแร่ธรรมชาติ เมื่อนำผลจากห้องปฏิบัติการมารวบรวมกันแล้ว ได้ข้อสรุปดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในจังหวัดพัทลุง เทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภคและเกณฑ์มาตรฐานน้ำแร่

พารามิเตอร์	สถานที่ทำการวิจัย				เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภค (มก./ล.)	เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแร่ (มก./ล.)
	บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก	บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง	บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ	บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน		
อุณหภูมิ	47.95	46.45	45.9	50.45	ไม่ระบุ	ไม่ระบุ
ความขุ่น	0.8	1.7	1.19	3.36	ไม่เกิน 5.0 ซิลิกาสเกล	ไม่ระบุ
ความกระด้าง	236.5	107.5	88.5	157	ไม่เกิน 100	ไม่ระบุ
คลอรีนตกค้าง	4.631	0.487	ND	0.886	ไม่เกิน 250	ไม่ระบุ
ซัลเฟต(SO_4)	25.635	66.76	41.76	150.01	ไม่เกิน 250	ไม่เกิน 600
ฟลูออไรด์(F)	0.528	0.494	0.387	0.385	ไม่เกิน 1.5	ไม่เกิน 2.0
แคดเมียม(Cd)	ND	ND	ND	ND	ไม่เกิน0.005	ไม่เกิน 0.01
ทองแดง(cu)	ND	ND	ND	ND	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 1.0
ตะกั่ว(Pb)	0.128	0.078	0.054	0.039	ไม่เกิน 0.05	ไม่เกิน 0.01
สังกะสี(Zn)	ND	ND	ND	ND	ไม่เกิน 5.0	ไม่เกิน 5.0
จำนวนพารามิเตอร์ที่เกินค่ามาตรฐาน	2	1	2	1		

การปรับปรุงคุณภาพน้ำ

1. แก้ไขความกระด้าง

ความกระด้างของน้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ในจังหวัดพัทลุง เมื่อเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐานแล้วพบว่า มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน 3 พื้นที่ คือ น้ำพุร้อนสวนหมาก มีค่าเฉลี่ย 236.50 มิลลิกรัมติอลิตร น้ำพุร้อนสามพี่น้อง มีค่าเฉลี่ย 107.50

มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำพุร้อนเขาชัยสน มีค่าเฉลี่ย 157.00 มิลลิกรัมต่อลิตร พื้นที่ที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือ น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ มีค่าเฉลี่ย 88.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นไปตามมาตรฐานน้ำบริโภค ที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อลิตรคือ บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ มีค่าเฉลี่ย 88.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นไปตามมาตรฐานน้ำบริโภค ที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

การต้ม ให้เกิดตะกอนหรือตะกรันแยกจากน้ำ,ใช้ปูนขาว-เถ้าโซดา (โซดาซักผ้า) ตกตะกอนแคลเซียม หรือ แมกนีเซียม,การแลกเปลี่ยนไอออนโดยใช้เรซินจับแคลเซียมและแมกนีเซียมไว้และปล่อยโซเดียมออกมาแทนทำให้น้ำกระด้างเปลี่ยนสภาพ วิธีนี้ซึ่งง่ายต่อการใช้งานและดูแลรักษา

ความกระด้างไม่มีผลเชิงลบต่อสุขภาพ ผู้บริโภคมักได้รับข้อมูลไม่ถูกต้องว่าจะทำให้เกิดตะกรันในร่างกายโดยเฉพาะในไตทำให้เป็นนิ่วได้ ความจริงคือความกระด้างมีสารแคลเซียมและแมกนีเซียมซึ่งเป็นประโยชน์ต่ออสุขภาพดังที่กล่าวข้างต้น และอุณหภูมิในร่างกาย 37°C ไม่เพียงพอให้ความกระด้างเปลี่ยนรูปเป็นตะกรัน การเป็นนิ่วเกิดจากกระบวนการเผาผลาญในร่างกายผิดปกติจากการได้รับสารอาหารไม่สมดุล

2. การแก้ไขการปนเปื้อนตะกั่วในน้ำ

ปริมาณตะกั่วในน้ำของน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง มีค่าอยู่ในช่วง 0.039 - 0.226 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.133 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำแร่ธรรมชาติ มอก.2208-2547 พบว่าค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำแร่ธรรมชาติ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร

โดยธรรมชาตินั้น ตะกั่วจะมีแหล่งกำเนิดมาจากหินต่าง ๆ เช่น หินอัคนี หินชั้น หินแปร หรือสามารถรวมอยู่กับแร่โลหะอื่น ๆ เช่น ทองแดง สังกะสี เงิน แคดเมียม กาลีนา เป็นต้น ส่วนใหญ่มักพบอยู่ในรูปของสารประกอบซัลไฟล์ และตะกั่วซัลเฟต และหากได้รับไปเป็นปริมาณมากแล้ว อาจเป็นอันตรายแก่ร่างกายสิ่งมีชีวิตได้ แต่ในแหล่งน้ำพุร้อนนั้น มีประมาณของสารตะกั่วที่น้อยมากจนแทบไม่มีผลต่อร่างกาย แต่ถึงอย่างไร ต้องไม่ควรแช่นานจนเกินไป เพื่อป้องกันร่างกายได้รับสารตะกั่วหรือสารอื่น ๆ เข้าสู่ร่างกายมากกว่าที่ร่างกายต้องการ

แนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพน้ำพุร้อนธรรมชาติจังหวัดพัทลุง

1. การปรับปรุงคุณภาพน้ำพุร้อนธรรมชาติในจังหวัดพัทลุง

(1) ต้องมีผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทุก 2 ปี โดยการใช้ผลการวิเคราะห์จากกรมทรัพยากรน้ำบาดาลหรือกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

(2) ควรมีกระบวนการกรองเบื้องต้น เพื่อนำสิ่งปะปน เช่น ใบไม้ หรือวัสดุปนมากับแหล่งน้ำออกก่อนนำไปให้บริการ เช่น ตะแกรงกรองเศษใบไม้ที่ไหลปะปนมาจากแหล่งต้นน้ำ

(3) น้ำพุร้อนที่ให้บริการแช่หรืออาบแล้ว ไม่นำกลับมาให้บริการอีก

2. สิ่งอำนวยความสะดวก

(1) ควรมีป้ายหรือสื่ออื่น ๆ ในการให้ความรู้เกี่ยวกับน้ำพุร้อนธรรมชาติ ได้แก่การแสดงถึงประเภทและประโยชน์ของการใช้บริการน้ำพุร้อนธรรมชาติของแหล่งนั้น ๆ

(2) ควรมีป้ายหรือสื่ออื่น ๆ เพื่อแสดงวิธีปฏิบัติในการแช่/อาบน้ำพุร้อน มีคำแนะนำ ประกาศแจ้งหรือแจ้งเตือนสำหรับผู้ใช้บริการที่มีโรคประจำตัวละป้ายต้องมีคามละเอียด และเข้าใจง่าย มองเห็นได้ชัด ซึ่งต้องมีทั้งภาษาไทยและภาษอังกฤษ

(3) ควรมีป้ายหรืออุปกรณ์บอกอุณหภูมิบริเวณที่ให้บริการน้ำพุร้อนและบริเวณแหล่งน้ำพุร้อน

(4) ต้องมีระบบถ่ายเทอากาศที่ดี ไม่รู้สึกร้อน อบอ้าว อับชื้น และไม่มีกลิ่นเหม็น

(5) ควรมีแสงสว่างเพียงพอสำหรับบริเวณที่ให้บริการโดยทั่วถึง

(6) พื้นผิวของวัสดุปูพื้นที่บริการเป็นพื้นผิวสัมผัสหยาบหรือวัสดุกันลื่น

(7) ต้องมีเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้กับแหล่งนั้น ๆ ให้บริการและอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาให้บริการ

(8) บ่อ/อ่างแช่ส่วนตัว ต้องมีการล้างทำความสะอาดบ่อด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อโรคทุกครั้งหลังการให้บริการ

3. การจัดการมาตรฐานการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติพัทลุง

(1) คุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการให้บริการนักท่องเที่ยว

น้ำพุร้อนธรรมชาติที่จะนำมาให้บริการแก่นักท่องเที่ยว เพื่อการอาบ หรือดื่ม หรือเพื่อการรักษาโรคต้องมีคุณสมบัติทางเคมีและคุณสมบัติ ทางกายภาพและชีวภาพ ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับการรักษาทางการแพทย์

(2) ห้องแช่น้ำพุร้อน/บ่อแช่น้ำพุร้อน/สระว่ายน้ำ

ห้องน้ำ/บ่อน้ำ/สระว่ายน้ำ ต้องมีการจัดการด้านความสะอาด อย่างถูกสุขลักษณะและจัดสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็นสำหรับการป้องกันอันตราย

(3) ห้องอาบน้ำ/ห้องสุขา/ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า

ต้องมีการจัดการด้านความสะอาดอย่างถูกสุขลักษณะและจัดสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็น

(4) การจัดการด้านความปลอดภัย

แหล่งท่องเที่ยวต้องมีความพร้อมในการป้องกันและรักษาความปลอดภัยตลอดระยะเวลาที่ให้บริการรวมไปถึงความสามารถในการปฐมพยาบาล ให้กับนักท่องเที่ยวอันเนื่องมาจากอุบัติเหตุที่เกิดจากกิจกรรมการท่องเที่ยวได้

(5) การจัดการด้านสิ่งแวดล้อม

มีการจัดการด้านกำจัดของเสียต่าง ๆ อย่างถูกต้อง ไม่ก่อให้เกิดมลพิษด้านต่าง ๆ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาคุณภาพน้ำพุร้อน บ่อน้ำพุร้อนสามพี่น้อง บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ จังหวัดพัทลุง ซึ่งมีวัตถุประสงค์ของการทำวิจัยในครั้งนี้ เพื่อศึกษาแหล่งน้ำพุร้อน เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำแร่ มีรายละเอียดของการดำเนินการวิจัยโดยสรุปรวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากการวิจัยดังต่อไปนี้

สรุปผลการวิจัย

1. วัตถุประสงค์

(1) เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำของแหล่งท่องเที่ยวประเภทน้ำพุร้อน ในชุมชนของจังหวัดพัทลุง

(2) เพื่อเสนอแนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพของแหล่งน้ำพุร้อนชุมชนในจังหวัดพัทลุง

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาคุณภาพน้ำพุร้อน จังหวัดพัทลุง โดยเก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 4 จุด โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำวันที่ 15 มิถุนายน พ.ศ. 2563 โดยมีพารามิเตอร์ที่ศึกษาได้แก่ อุณหภูมิ ความขุ่น ความกระด้าง ซัลเฟต ฟลูออไรด์ คลอรีนตกค้าง แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง สังกะสี แล้วนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

3. ผลการวิจัย

การศึกษาคุณภาพน้ำพุร้อนจังหวัดพัทลุง จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพุร้อนจังหวัดพัทลุง พบว่า

3.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ

(1) อุณหภูมิน้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ในจังหวัดพัทลุง มีค่าอยู่ในช่วง 45.90. - 50.45 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 48.17 อุณหภูมิน้ำเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำแร่ธรรมชาติ

(2) ความขุ่นน้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ในจังหวัดพัทลุง มีค่าอยู่ในช่วง 0.8 - 3.36 NTU และมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.08 NTU ความขุ่นของน้ำเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภค ที่กำหนดให้ไม่เกิน 5.0 NTU

3.2 คุณภาพน้ำทางเคมี

(1) ความกระด้างน้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ในจังหวัดพัทลุง เมื่อเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐานแล้วพบว่า มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน 3 พื้นที่ คือ น้ำพุร้อนสวนหมาก มีค่าเฉลี่ย 236.50 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำพุร้อนสามพี่น้อง มีค่าเฉลี่ย 107.50 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำพุร้อนเขาชัยสน มีค่าเฉลี่ย 157.00 มิลลิกรัมต่อลิตร พื้นที่ที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือ น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ มีค่าเฉลี่ย 88.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นไปตามมาตรฐานน้ำบริโภค ที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

(2) คลอรีนตกค้างน้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ในจังหวัดพัทลุง เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภคแล้ว พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ เป็นค่า ND คือ ตรวจไม่พบคลอรีนตกค้างในน้ำแร่

(3) ซัลเฟตในน้ำของน้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ในจังหวัดพัทลุง มีค่าอยู่ในช่วง 25.63 - 150.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 87.82 เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ พบว่าค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภค ที่กำหนดค่าไม่เกิน 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

(4) ฟลูออไรด์ในน้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ในจังหวัดพัทลุง มีค่าอยู่ในช่วง 0.385 - 0.528 มิลลิกรัมติอลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.456 เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้วพบว่า ค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำแร่ ที่กำหนดให้ไม่เกิน 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

(5) แคดเมียมในน้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ในจังหวัดพัทลุง มีค่าเป็น ND คือตรวจไม่พบสารแคดเมียมในน้ำแร่ธรรมชาติ

(6) ทองแดงในน้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ในจังหวัดพัทลุง มีค่าเป็น ND คือตรวจไม่พบสารทองแดงในน้ำแร่ธรรมชาติ

(7) ตะกั่วในน้ำพุร้อนในจังหวัดพัทลุง มีค่าอยู่ในช่วง 0.039 - 0.226 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.133 เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำแร่ธรรมชาติ มอก.2208-2547 พบว่าค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำแร่ธรรมชาติ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร

(8) สังกะสีในน้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ในจังหวัดพัทลุง มีค่าเป็น ND คือตรวจไม่พบสารสังกะสีในน้ำ

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ น้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก น้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ น้ำพุร้อนเขาชัยสน ในจังหวัดพัทลุง สรุปพบว่า มีค่าอุณหภูมิไปตามมาตรฐาน ของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่กำหนดให้ไปเป็นธรรมชาติ ความขุ่นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภค

ส่วนคุณภาพน้ำทางเคมี ฟลูออไรด์ ซัลเฟต คลอรีนตกค้าง แคดเมียม ทองแดง สังกะสี อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแร่ธรรมชาติตาม มอก.2208-2547 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ความกระด้าง และ ตะกั่ว มีค่าสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแร่ สำนักงานมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

จากการศึกษาคุณภาพน้ำพุร้อน พบว่าน้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระเป็นน้ำพุร้อนที่มีคุณภาพดี ที่สุด เนื่องจากมีพารามิเตอร์ที่เกินค่ามาตรฐานน้อยที่สุด รองลงมาน้ำพุร้อนสามพี่น้อง น้ำพุร้อนเขาชัยสน และน้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก ตามลำดับ สามารถพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพในชุมชน

ข้อเสนอแนะ

จากการทำโครงงานวิจัยเรื่อง คุณภาพของน้ำพุร้อนชุมชน ในพื้นที่จังหวัดพัทลุง เพื่อรองรับการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ ครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อให้งานวิจัยสมบูรณ์ยิ่งขึ้นดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้

(1) ควรมีการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำพุร้อนกับน้ำธรรมชาติในพื้นที่ใกล้เคียง

(2) ควรมีแนวทางการปรับปรุงคุณภาพน้ำพุร้อน ในการลดความกระด้าง

(3) ควรมีการจัดทำป้ายและปรับปรุงด้านเส้นทาง,ถนน,ห้องน้ำ และสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อให้เอื้อต่อการเดินทางและส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพให้เกิดขึ้นกับแหล่งท่องเที่ยวน้ำพุร้อนของชุมชน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

(1) ควรมีการศึกษาในทุกช่วงฤดูกาลเพราะ ฤดูกาลมีผลต่อคุณภาพน้ำ และในพื้นที่น้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก อาจมีการปนเปื้อนของน้ำผิวดินสู่น้ำพุร้อนในช่วงฤดูฝน

(2) ควรวางแผนก่อนที่จะมีการเก็บตัวอย่างน้ำ ให้อยู่ในระยะเวลาที่พารามิเตอร์ของแต่ละตัวกำหนดเพื่อให้ผลการวิจัยถูกต้องมากที่สุด

บรรณานุกรม

กลุ่มงานวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 6 นนทบุรี. (2552). **การเตรียมอุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่6**. สืบค้นเมื่อ 8 มีนาคม 2563 จาก http://reo06.mnre.go.th/newweb/images/file/report2556/aree.pdf

กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2563). **บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน**. สืบค้นเมื่อ 9 มีนาคม 2563 จาก https://thailandtourismdirectory.go.th/th/info/attraction/detail/itemid/87047

กรมการท่องเที่ยว. (2554). **น้ำพุร้อนบ้านโหล๊ะจังกระ**. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2563 จาก https://travel.thaiza.com/guide/204781/

ไพฑูรย์ หมายมั่นสมสุข. (2535). **การเก็บและการรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ**. สืบค้นเมื่อ 16 มีนาคม 2563 จาก http://www2.diw.go.th/research/-Sampling-w.pdf

จามรี ชูศรีโฉม. (2558). **การศึกษาความพร้อมในการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ กรณีศึกษาอุทยานบ่อน้ำร้อน ตำบลวังหิน อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช**. สืบค้นเมื่อ 25 มีนาคม จาก https://so05.tci-thaijo.org/index.php/sujthai/article/view/45233

เทศบาลลำสินธุ์ จังหวัดพัทลุง. (2557). **บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก**. สืบค้นเมื่อ 11 เมษายน 2563 จาก http://www.lumsin.go.th/travel/detail/22

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). **น้ำแร่ธรรมชาติ**. สืบค้นเมื่อ 18 เมษายน 2563 จาก http://library.dmr.go.th/Document/J-Index/2538/2123.pdf

เอื้อมทิพย์ ศรีทอง. (2558). **นวัตกรรมการจัดการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพและบำบัดโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน.** สืบค้นเมื่อ2เมษายน2563จาก http://www.mcuir.com/xmlui/handle/123456789/41

ลิศลักษณ์ สุพฤติพานิชย์. (2538). **มาตรฐานที่แตกต่างกันระหว่างน้ำบริโภคกับน้ำแร่**. สืบค้นเมื่อ 3 พฤษภาคม 2563 จาก https://www.doctor.or.th/article/detail

สำนักงานจังหวัดพัทลุง. (2556). **ภูมิประเทศ/ภูมิอากาศจังหวัดพัทลุง**. สืบค้นเมื่อ 6 มีนาคม 2563 จาก http://www.phatthalung.go.th/terrain

สำนักพัฒนาการท่องเที่ยวกรมการท่องเที่ยว กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2557). **คู่มือการตรวจประเมินมาตรฐานคุณภาพแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ ประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ**. สืบค้นเมื่อ 2 กรกฎาคม 2563 จาก http://park.dnp.go.th/file/.pdf

อริศรา ห้องทรัพย์. (2557). **แนวทางพัฒนาการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพแหล่งน้ำพุร้อนในภูมิภาคทางตอนเหนือของประเทศไทย**. สืบค้นเมื่อ 19 กรกฎาคม 2563 จาก http://www.spsc.chula.ac.th/backupnew/web_older/main2007/journal/163/Article207.pdf

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

มาตรฐานคุณภาพน้ำ

ตาราง ก-1 แสดงปริมาณสารในน้ำแร่ธรรมชาติตาม มอก.2208-2547

ลำดับที่	รายการ	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด (มิลลิกรัมต่อลิตร)
1	ทองแดง	1
2	แมงกานีส	2
3	สังกะสี	5
4	สารหนู	0.05
5	แบเรียม	1
6	แคดเมียม	0.003
7	โครเมียม	0.05
8	ตะกั่ว	0.01
9	ปรอท	0.001
10	ซีลีเนียม	0.05
11	ไนเทรต (คำนวณเป็น NO_3)	50
12	ซัลไฟต์ (คำนวณเป็น H_2S)	0.005
13	ไบคาร์บอเนต	600
14	คาร์บอนไดออกไซด์อิสระ	250
15	โซเดียมคลอไรด์	1,000
16	ปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด	1,000
17	ซัลเฟต	600
18	ฟลูออไรด์	2.0

ที่มา : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำแร่ธรรมชาติ มอก.2208-2547,2547

ตาราง ก-2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค

คุณลักษณะ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	มาตรฐาน	
			เกณฑ์กำหนดสูงสุด	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
ทางกายภาพ	1.สี (Colour)	ปลาตินัม-โคบอลด์	5	15
	2.รส (Taste)	-	ไม่เป็นที่รังเกียจ	ไม่เป็นที่รังเกียจ
	3.กลิ่น (Odour)	-	ไม่เป็นที่รังเกียจ	ไม่เป็นที่รังเกียจ
	4.ความขุ่น (Turbidity)	ซิลิกา สเกล ยูนิต	5	20
	5.ความเป็นกรด-ด่าง(pH)	-	6.5-8.5	9.2
ทางเคมี	6.ปริมาณสารทั้งหมด (Total Solids)	มก./ล.	500	1,500
	7.เหล็ก (Fe)	มก./ล.	0.5	1.0
	8.แมงกานีส (Mn)	มก./ล.	0.3	0.5
	9.เหล็กและแมงกานีส (Fe& Mn)	มก./ล.	0.5	1.0
	10.ทองแดง (cu)	มก./ล.	1.0	1.5
	11.สังกะสี (Zn)	มก./ล.	5.0	15.0
	12.แคลเซียม (Ca)	มก./ล.	75[b]	200
	13.แมกนีเซียม (Mg)	มก./ล.	50	150
	14.ซัลเฟต (SO_4)	มก./ล.	200	250
	15.คลอไรด์ (Cl)	มก./ล.	250	600
	16.ฟลูออไรด์ (F)	มก./ล.	0.7	1.0
	17.ไนเตรต (NO_3)	มก./ล.	45	45
	18.อัลคิลเบนซิล	มก./ล.	0.5	0.1

ตาราง ก-2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค

คุณลักษณะ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	มาตรฐาน	
			เกณฑ์กำหนดสูงสุด	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
	19.ฟีโนลิก	มก./ล.	0.001	0.002
	20.ปรอท (Hg)	มก./ล.	0.001	-
สารเป็นพิษ	21.ตะกั่ว (Pb)	มก./ล.	0.05	-
	22.อาร์เซนิก (As)	มก./ล.	0.05	-
	23.ซิลิเนียม (Se)	มก./ล.	0.01	-
	24.โครเมียม(Cr)	มก./ล.	0.05	-
	25.ไซยาไนด์ (CN)	มก./ล.	0.2	-
	26.แคดเมียม (Cd)	มก./ล.	0.01	-
	26.แบเรียม (Ba)	มก./ล.	1.0	-
	28.แสตนดาร์ดเพลตเคานต์	โคโลนีต่อลูบาศก์เซนติเมตร	500	-
ทางจุลชีววิทยา	29.เอ็มพีเอ็น (MPN)	โคลิฟอร์มออร์แกนิซัมต่อ100ลูกบาศก์เซนติเมตร	น้อยกว่า 2.2	-
	30.อีโคไล (E.coli)	-	ไม่มี	-

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม,2547

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

การตรวจวัดอุณหภูมิ (Temperature)

น้ำพุร้อน เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีน้ำร้อนไหลขึ้นมาจากใต้ดิน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าภายในโลกยังคงมีความร้อนอยู่ ปัจจุบัน พบแหล่งน้ำพุร้อน 112 แหล่ง กระจายอยู่ทั่วไปตั้งแต่ทางภาคเหนือ ภาคตะวันตก ภาคกลาง และภาคใต้ วัดอุณหภูมิน้ำร้อนที่ผิวดินอยู่ในช่วง 40 – 100 องศาเซลเซียส

เครื่องมือ

เทอร์โมมิเตอร์ (mercury filled thermometer) ชนิดอ่านค่าออกมาเป็นองศาเซลเซียส

การวัดหาความขุ่นในน้ำ Turbidity Meter

ความขุ่นของน้ำ (Turbidity) หมายถึง ความสามารถของน้ำที่สะกัดกั้นหรือดูดซับปริมาณแสงที่ส่องผ่านไว้ได้ สิ่งที่ทำให้น้ำขุ่น ได้แก่ อินทรีย์และอนินทรีย์สารในน้ำ ตลอดจนสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ โดยปรากฏอยู่ในลักษณะสารแขวนลอย เช่น อนุภาคของดิน ทราย แพลงก์ตอน แบคทีเรีย

เครื่องมือ

เครื่องวัดความขุ่นแบบโพรบวัดรุ่น TD-M500 เครื่องวัดความขุ่นแบบนี้ดีซายน์เพื่อให้ใช้งานง่าย เหมาะสำหรับการวัดความขุ่นเช่น แหล่งน้ำธรรมชาติ หรือในบ่อน้ำ ผู้ใช้งานสามารถจุ่มโพรบวัดลงในน้ำได้โดยตรง สามารถวัดความขุ่นที่ระดับความลึกที่แตกต่างกันได้

การวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำด้วยวิธีไตเตรทด้วยอีดีทีเอ

หลักการ

อีดีทีเอสามารถสร้างไอออนเชิงซ้อนที่เสถียรกับ Ca^{2+},Mg^{2+} และไอออนประจุบวกสองอื่น ๆ ที่เป็นสาเหตุของความกระด้างของน้ำ เมื่อเติมสารอีรีโครมแบลกทีอินดิเคเตอร์ที่น้ำตัวอย่างที่มีบัฟเฟอร์ที่พีเอช 10.0+0.1 สารอีบีทีจะรวมกับ และ Mg^{2+}เกิดเป็นสารเชิงซ้อนสีม่วง (ถ้าไม่มีไอออนของโลหะละลายอยู่จะได้สารละลายสีน้ำเงิน) เมื่อไตเตรทด้วยอีดีทีเอ Ca^{2+}, Mg^{2+}และไอออนประจุบวกอื่นๆที่เป็นสาเหตุของความกระด้างของน้ำจะรวมตัวกับอีดีทีเอเป็นสารเชิงซ้อน ซึ่งไม่มีสีและคงตัวกว่าสารเชิงซ้อนแรก โดยจะรวมตัวกับ Ca^{2+} ก่อน แล้วจึงมารวมตัวกับ Mg^{2+} เมื่ออีดีทีเอรวมตัวกับไอออนดังกล่าวหมดแล้วจึงไปดึงไอออนโลหะ (Mg^{2+}) มาจากสารเชิงซ้อนแรกจนหมดและปล่อยอีดีทีเป็นอิสระ สีของสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินอีบีทีแสดงว่าถึงจุดยุติตามสมการ ที่ (ข.1)-(ข.2)

$$M2{+}{+}EBT \xleftrightarrow{pH = 10} [M\text{-}EBT]\ complex \quad \text{..... (ข.1)}$$

$$[M\text{-}EBT]\ complex + EDTA \xleftrightarrow{pH = 10} [M3EBT]\ complex + EBT \quad \text{..... (ข.2)}$$

สีม่วงแดง สีน้ำเงิน

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. บิวเรตต์ ขนาด 50 มล.
2. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มล.
3. เครื่องกวนแม่เหล็ก

สารเคมี

1. สารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer Solution) เลือกชนิดใดชนิดหนึ่ง

1.1 ละลายแอมโมเนียคลอไรด์ (Ammonium Chloride, NH_4Cl) 16.9 กรัม ในแอมโมเนียไฮดรอกไซด์เข้มข้น (NH_4OH, Conc) 143 มล. เติมเกลือแมกนีเซียมของอีดีทีเอ 1.25 กรัม แล้วเจือจางให้เป็น 250 มล. ด้วยน้ำกลั่น

1.2 ละลายเกลือไดโซเดียมของอีดีทีเอ 1.179 กรัมและแมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$ $7H_2O$) 780 มก.หรือแมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$ $6H_2O$) 644 มก.ในน้ำกลั่น 50 มล. เติมสารละลายนี้ลงไปในสารละลายของแอมโมเนียมคลอไรด์ 16.9 กรัม กับแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 143 มล. ผสมให้เข้ากันแล้วเติมน้ำกลั่นให้เป็น 250 มล. เก็บสารละลายบัฟเฟอร์ในขวดพลาสติก หรือขวดแก้วบอโรซิลิเคต ควรปิดจุกให้แน่น เพื่อป้องกันการสูญเสียแอมโมเนีย (NH_3) หรือการดูดซึมของคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศถ้าเติมสารละลายบัฟเฟอร์ลงในตัวอย่าง 1-2 มล. แล้วไม่ทำให้พีเอชของตัวอย่างเมื่อถึงจุดยุติเท่ากับ 10.0 + 0.1 ต้องทิ้งไปไม่ควรนำมาใช้

1.3 สารละลายบัฟเฟอร์ที่ไม่มีกลิ่นและอยู่ตัวกว่า 2 ชนิดแรก โดยผสมกรดไฮโดรคลอริก 55 มล. กับน้ำกลั่น 400 มล. คนให้เข้ากันช้า ๆ เติม 2-อะมิโนเอทธานอล (2-Aminoethanol) 300 มล. (ไม่มีอะลูมิเนียมและโลหะหนักเจือปน) แล้วเติมเกลือแมกนีเซียมของอีดีทีเอ 5.0 กรัม เจือจางให้เป็น 1 ล. ด้วยน้ำลั่น

2. Complexing Agents

ส่วนใหญ่ไม่จำเป็นต้องใช้ Complexing Agents แต่ถ้าน้ำนั่นมีสิ่งรบกวนการวิเคราะห์จำเป็นต้องใช้ Complexing Agents เพื่อทำให้เห็นการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ที่จุดยุติได้อย่างชัดเจน Complexing Agents ที่ใช้มีดังนี้

2.1 อินฮิบิเตอร์ ไ (Inhibitor ไ)

ถ้าตัวอย่างน้ำเป็นกรดควรปรับพีเอชให้เป็น 6 หรือสูงกว่าสารละลายบัฟเฟอร์หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล ก่อนเติมโซเดียมไซยาไนด์ (NaCN) 250 มก. ลงไปให้สารละลายตัวอย่าง แล้วเติมสารละลายบัฟเฟอร์ให้เพียงพอที่จะปรับพีเอชให้เป็น 10.0 + 0.1(ข้อควรระวัง : NaCN มีพิษร้ายแรงมาก จึงควรใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ)

2.2 อินฮิบิเตอร์ ไไ (Inhibitor ไไ)

ละลายโซเดียมซัลไฟด์โมโนไฮเดตร 5 กรัม หรือ $Na_2s.\ 5h_2o$ 3.7 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มล. ปิดขวดให้แน่นด้วยจุกยางเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการออกซิเดชั่นเนื่องจากออกซิเจนในอากาศ อินฮิบิเตอร์ ไไ จะทำให้โลหะหนักซึ่งขัดขวางการวิเคราะห์ตกเป็นตะกอนซัลไฟด์ ปริมาณของอินฮิบิเตอร์ ไไ ที่ควรใช้คือ 1 มล.

2.3 Mg CDTA เติม Mg CDTA 250 มก. ต่อตัวอย่างน้ำ 100 มล. ให้ละลายหมดอย่างดีก่อนจึงค่อยเติมสารละลานบัฟเฟอร์ การใช้ Complexing Agents ชนิดนี้เพื่อต้องการหลีกเลี่ยงการใช้สารพิษหรือสารที่มีกลิ่นจากอินฮิบิเตอร์ ไ และ ไไ

3. อิริโอโครม แบลค ที อินดิเคเตอร์ (Eriochrome Black t Indicator) เตรียมได้ทั้งชนิดที่เป็นสารละลายแล้วผงแห้ง ดังนี้

3.1 ชนิดเป็นสารละลาย

ละลายอิริโอโครม แบลค ที 0.5 กรัม ใน 2,2', 2"-ไนโตรโลไตรเอทธานอล (2,2', 2"-nitrilotriethanol) หรือเรียกอีกอย่างว่า ไตรเอทธาโนลามีน หรือสารละลานใน 2-เมธอกซีเมทธานอล (2-Methoxymethanol) หรือเรียกอีกชื่อว่า เอทธิลีนไกลคอล โมโนเมทธิล อีเธอร์ เติม 2 หยด ต่อตัวอย่างน้ำ 50 มล.

3.2 ชนิดเป็นผงแห้ง

ผสมอิริโอโครม แบลค ที 0.5 กรัม และโซเดียมคลอไรด์ 100 กรัม ให้เข้ากัน (ชนิดเป็นผงแห้งจะเก็บไว้ใช้ได้นาน)

4. สารละลายมาตรฐานแคลเซียมคาร์บอเนต

ชั่งแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ซึ่งได้อบแห้งแล้วจำนวน 1 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มล. วางกรวยไว้ที่คอขวดค่อยๆ เติมกรดไฮโรคลอริก (1+1) ทีละน้อยจนกระทั่งแคลเซียมคาร์บอเนตละลายหมด เติมน้ำกลั่น 200 มล. ต้มให้เดือดประมาณ 2-3 นาทีเพื่อใส่คาร์บอนไดออกไซด์ทิ้งให้เย็น เติมเมทธิลเรดอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด ปรับให้เป็นสีส้มกลาง ด้วยแอมโมเนียไฮดรอกไซด์ 3 นอร์มัลหรือกรอไฮโรคลอริก (1+1) ถ่ายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1ลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร *สารละลายมาตรฐานนี้ 1 มล. สมมูลกับ 1 มก. แคลเซียมคาร์บอเนต

5. สารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ 0.01 โมลาร์

ละลายผงอีดีทีเอไดโซเดียมซอลท์ (EDTA Disodium Salt) 3.723 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร แล้วเมียบความเข้มข้นที่แน่นอน (Standardize) กับสารละลายมาตรฐานแคลเซียมที่ทราบความเข้มข้น (จากข้อ 4) ปรับความเข้มข้นของสารละลายอีดีทีเอให้ได้ 1 มล. = 1 มก. แคลเซียมคาร์บอเนต วิธีเทียบความเข้มข้นที่แน่นอนกระทำโดยปิเปตสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนต 25 มล. เติมน้ำกลั่นให้เป็น 50 มล. แล้วทำเหมือนวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ถ้าสารละลายอีดีทีเอ 1 มล. = 1 มก. แคลเซียมคาร์บอเนตจะใช้อีดีทีเอ 25 มล. พอดี ควรเก็บสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอที่เตรียมในขวดโพลีเอทธิลีนหรือขวดแก้วบอโรซีลิเคต

6. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล

การวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำด้วยวิธีไตเตรทด้วย EDTA

ขั้นตอนที่ 1 ปิเปตตัวอย่างน้ำ 25 มล. ด้วยปิเปตขนาด 25 มล.

ขั้นตอนที่ 2 ปรับปริมาตรของน้ำตัวอย่างให้เป็น 50 มล. ด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 25 มล. ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล.

ขั้นตอนที่ 3 เติมสารละลายบัฟเฟอร์ 0.2 มล.โดยใช้ปิเปตขนาด 1.0 มล.ดูดขึ้นมา โดยจะต้องเติมสารละลายนี้ในฮูด เนื่องจากมีกลิ่นที่แรงมาก

ขั้นตอนที่ 4 เติมอีรีโอโครม แบลค ที อินดิเคเตอร์ แบบแห้งลงไป 0.2 มก.จะเกิดเป็นสีม่วงแดง

ขั้นตอนที่ 5 ไตเตรทด้วยอีดีทีเอ 0.01 โมลาร์ จนเปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีฟ้าสดและไตเตรทต่ออย่างช้า ๆ จนถึงจุดยุติคือเปลี่ยนเป็นสีฟ้า บันทึกผล

การคำนวณ

ความกระด้างของน้ำ, มก./ล. ของ $CaCO_3$ = $\frac{(A - B) \times M \times 100 \times 1,000}{\text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ, มล.}}$ ... (ข.3)

หรือ = (A - B) x 20

เมื่อ A = ปริมาตรอีดีทีเอที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง, มล.

B = ปริมาตรอีดีทีเอที่ใช้ไตเตรทแบลงค์, มล.

M = ความเข้มข้นของอีดีทีเอ (0.01 โมลาร์)

การวิเคราะห์หาคลอรีนตกค้าง Chloeine (Residual)

วิธีการวิเคราะห์

วิธี DPD Colorimetric Method

อุปกรณ์

1. เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ที่สามารถดูดกลืนแสงได้ที่ 515 นาโนเมตร และใช้กับ Cuvet ขนาด 10 มิลลิเมตร ได้

2. เครื่องแก้วต่าง ๆ

สารเคมี

1. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (Phosphate buffer solution)

1.1 ละลาย anhydrous Na_2HPO_4 หนัก 24 กรัม และ anhydrous KH_2PO_4 หนัก 46 กรัม ในน้ำ olinsatuhari กลั่น

1.2 ละลายสาร EDTA (disodium ehtylenediamine tetraacetate dehydrate) หนัก 800 มิลลิกรัมในน้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร

1.3 ผสมสารในข้อ 1.1 และ 1.2 เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

1.4 เติม $HgCl_2$ 20 มิลลิกรัม หรือ 2 หยดของโทลูอีน เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อรา(สาร $HgCl_2$ เป็นสารพิษ ต้องระมัดระวังในการใช้งาน)

2. ละลาย DPD Oxalate หนัก 1 กรัม หรือ DPD sulfate pentahydrate-หนัก 1.5 กรัม หรือanhydrous DPD sulfate หนัก 1.1 กรัม ในน้ำกลั่นที่ปราศจากคลอรีนและมีกรด H_2SO_2 เข้มข้น 1 + 3 ปริมาตร 8 มิลลิลิตรและ disodium EDTA หนัก 200 มิลลิกรัม จากนั้นเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 1 ลิตร เก็บในขวดแก้วสีชาและเก็บในที่มืด (ถ้าเปลี่ยนสี ต้องทำการเตรียมใหม่)

3. สารละลายมาตรฐาน Ferrous Ammonium Sulfate (FAS)

ละลาย $Fe(NH_4)_2(SO)_2$ $6H_2o$ ในน้ำกลั่น ที่มีกรด H_2SO_4 เข้มข้น 1 + 3 ปริมาตร 1 มิลลิลิตรทำการเจือจางจนได้ปริมาตร 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่นที่ต้มใหม่และทิ้งไว้ในเย็นแล้ว (สารละลายนี้เก็บได้นาน 1เดือน) สามารถตรวจสอบความถูกต้องที่แน่นอนได้ โดยการไตเตรตกับ potassium dichromate ดังนี้

(1) เติม H_2SO_4เข้มข้น 1 + 5 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร กรด H_3PO_4 เข้มข้น ปริมาตร 5 มิลลิลิตร และ barium diphenylamine sulfonate indicator เข้มข้น 0.1 % ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ลงใน FASปริมาตร 100 มิลลิลิตร

(2) ไตเตรตด้วย potassium dichromate จนได้จุดยุติสีม่วง ซึ่งจะคงอยู่ปริมาณ 30 วินาทีปริมาตรของ FAS จะสมมูลย์กับ 100 ug cl เท่ากับ cl_2/1.00 มิลลิลิตร ต้องใช้ dichromate 20.00 มิลลิลิตร

4. Potassium Iodide (ผลึก KI)

5. สารละลาย Potassium Iodide

ละลาย KI 500 มิลลิกรัม และเจือจางจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นที่ต้มใหม่และทิ้งไว้ในเย็นแล้ว เก็บรักษาในขวดแก้วสีชา เก็บรักษาในตู้เย็น และต้องเตรียมใหม่เมื่อสารละลายมีสีเหลือง

6. สารละลาย Sodium Arsenite

ละลาย $NaAsO_2$ ในน้ำกลั่นและเจือจางจนมีปริมาตรเป็น 1 ลิตร (สารนี้เป็นสารพิษ ต้องระมัดระวังในการใช้งาน)

7. สารละลาย Thioacetamide

ละลาย CH_3CSNH_2 250 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร (สารนี้เป็นสารที่ก่อมะเร็ง ต้องระมัดระวังไม่ให้สัมผัสผิวหนัง)

8. น้ำกลั่นที่ปราศจากคลอรีน

วิธีการวิเคราะห์

1. เตรียมกราฟมาตรฐาน

(1) สารละลายคลอรีน : เตรียมสารละลายคลอรีนมาตรฐานในช่วงความเข้มข้น 0.05 – 4 มิลลิกรัมต่อลิตร จากสารละลายมาตรฐาน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

(2) ทำการหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานดังนี้

(2.1) เติมกรดอะซิติก (acetic acid) 2 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพูที่มีน้ำที่ปราศจากคลอรีน10 - 25 มิลลิลิตร

(2.2) เติม KI หนัก 1 กรัม

(2.3) ไตเตรตด้วยสารละลาย 0.025 N $Na_2S_2O_2$ จนกระทั่งสีเหลืองของไอโอดีนจางลง

(2.4) เติมน้ำแป้ง 1-2 มิลลิลิตร

(2.5) ไตเตรตต่อจนสีน้ำเงินหายไป (สารละลายใส)

(2.6) ทำ blank โดยใช้น้ำกลั่นที่ปราศจากคลอรีนแทนกรด

(2.7) คำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอน โดยสมการที่ (ข.4)

$$\text{mg cl as } cl_2/\text{ml} = \frac{(a-b) \times n \times 35.45}{\text{ml sample}} \quad \text{..... (ข.4)}$$

เมื่อ N คือ ความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_2$ (Normalty)

A คือ ปริมาตรของ titrant (ml) สำหรับตัวอย่าง

B คือ ปริมาตรของ titrant (ml) สำหรับ blank

(3) การสร้างสี

(3.1) เติม ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (phosphate buffer) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่

(3.2) เติม DPD indicator ปริมาตร 5 มิลลิลิตร

(3.3) เติมสารละลายมาตรฐานคลอรีน 100 มิลลิลิตร

(3.4) ผสมให้เข้ากัน

(3.5) วัดการดูดกลืนแสงที่ 515 นาโนเมตร หากตัวอย่างมีปริมาณคลอรีนทั้งหมดเกิน 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ทำการเจือจางก่อน

2. การหา free chlorine

(1) เติม ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (phosphate buffer) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง

(2) เติม DPD indicator ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร

(3) เติมตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร

(4) ผสมให้เข้ากัน

(5) วัดการดูดกลืนแสงที่ 515 นาโนเมตร จดค่าการดูดกลืนแสง (อ่านเป็นค่า A)

3. การหา monochloramine

(1) จากสารที่ได้ในข้อ 2 เติมผลึกของ KI ประมาณ 0.1 มิลลิกรัม

(2) ผสมให้เข้ากัน

(3) ถ้ามีความเข้มข้นของ dichloramine มีค่าสูง ให้เติม KI อีกประมาณ 0.1 มิลลิกรัม หรือ 2 หยด ของสารละลาย KI ที่เตรียมใหม่ ซึ่งมีความเข้มข้น 0.1 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร

4. การหา dichloramine

(1) จากสารในข้อ 3 เติมผลึกของ KI ประมาณ 0.1 มิลลิกรัม

(2) ผสมให้เข้ากัน

(3) ทิ้งไว้ประมาณ 2 นาที

(4) อ่านสีที่เกิดขึ้นทันที (อ่านเป็นค่า C)

5. การหา nitrogen trichloride

(1) เติมผลึกของ KI ประมาณ 0.1 มิลลิกรัม ใส่ลงในหลอดทดลองหรือ photometer cell

(2) เติมตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร

(3) ผสมให้เข้ากัน

(4) สำหรับหลอดทดลองอีกหลอดเติมสารละลายบัฟเฟอร์ และสารรีเอเจนต์ อย่างละ 0.5 มิลลิลิตร และนำไปเติมในหลอดแรก

(5) ผสมให้เข้ากัน

(6) อ่านค่าการดูดกลืนแสงทันที บันทึกเป็นค่า N

6. การปรับแก้ chromate โดยใช้ thioacetamide

(1) เติม thioacetamide ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร

(2) เติมสารละลายบัฟเฟอร์

(3) เติมสารละลาย DPD

(4) อ่านค่าการดูดกลืนแสงทันที บันทึกเป็นค่า A

(5) เติมผลึกของ KI ประมาณ 0.1 มิลลิกรัม

(6) ผสมกันให้ผลึกละลาย

(7) ทิ้งไว้ประมาณ 2 นาที และอ่านค่าการดูดกลืนแสง บันทึกเป็นค่า C

การวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟต

วิธีการวิเคราะห์

Terbidimetric Method

หลักการ

การวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟต (Sulfate) สามารถทำได้ดังนี้

1. วิธี Ion Chromatography
2. วิธี Gravimetric
3. วิธี Turbidimetric
4. วิธี Automatic Methylene Blue

การวิเคราะห์โดยวิธีวัดความขุ่น (Turbidimetric) เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว และสามารถหาปริมาณซัลเฟตในปริมาณต่ำ ๆ ได้ดี ถ้าซัลเฟตมีปริมาณสูงสามารถวิเคราะห์ได้โดยการเจือจางตัวอย่างน้ำ

การวิเคราะห์โดยวิธีวัดความขุ่น ทำได้โดยในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ซึ่งมีกลีเซอรอล (glycerol) ซัลเฟตสามารถทำปฏิกิริยากับแบเรียมคลอไรด์ (BaCl) และเกิดคอลลอยด์ของแบเรียมซัลเฟต ($BaSO_4$) ซึ่งสามารถวัดปริมาณได้ในรูปของความขุ่นและเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน วิธีนี้สามารถวัดซัลเฟตได้ต่ำถึง 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

สิ่งรบกวนการวิเคราะห์

สีและตะกอนแขวนลอยจะรบกวนการวัดความขุ่น สามารถกำจัดได้โดยการกรองตัวอย่างนำก่อนนำมาวิเคราะห์

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องกวนแม่เหล็ก (magnetic stirrer)
2. เครื่องวัดความขุ่น (nephelometer)
3. ขวดรูปชมพู ขนาด 250 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. คอนดิชันนิ่ง รีเอเจนต์ (conditioning reagent)

ผสมกลีเซอรอล 50 มิลลิลิตร กับสารละลายที่ประกอบด้วยกรดเกลือเข้มข้น 30 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร เอทานอล 95% จำนวน 100 มิลลิลิตร และโซเดียมคลอไรด์ 75 กรัม

2. แบเรียมคลอไรด์ (BaCl) ชนิดเกรด ขนาด 20 – 30 mesh

3. สารละลายมาตรฐานซัลเฟต

ละลายโซเดียมซัลเฟตปราศจากน้ำ (anhydrous Na_2SO_4 จำนวน 147.9 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็น 1,000 มิลลิลิตร หรือโดยการนำกรดซัลฟูริคเข้มข้น 0.020 นอร์มัล มา 10.41 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร สารละลายมาตรฐานซัลเฟตนี้ 1.00 มิลลิลิตร เท่ากับ 100ไมโครกรัมซัลเฟต

การวิเคราะห์

1. นำน้ำตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร (ถ้าน้ำตัวอย่างปูน ควรกรองตัวอย่างน้ำก่อน) ใส่ในขวดรูปชมพู่เดิมคอนดิชันนิ่ง รีเอเจนต์ 5 มิลลิลิตร ผสม และกวน โดยใช้เครื่องกวนแม่เหล็ก ในขณะเดียวกันก็เติมผลึกแบเรียมคลอไรค์ ประมาณ 1 ช้อน เริ่มจับเวลาทันที

2. เมื่อตั้งกวนไว้ครบ 1 นาที หยุดกวน นำไปวัดค่าความขุ่นภายใน 10 นาที (ควรจะเจาะจงเวลาให้คงที่เท่ากันทุกครั้งทั้งการวิเคราะห์ตัวอย่างและเตรียมกราฟมาตรฐาน) นำไปอ่านค่าปริมาณซัลเฟตจากกราฟมาตรฐาน

3. การเตรียมกราฟมาตรฐาน เตรียมสารละลายมาตรฐานซัลเฟต ให้มีความเข้มข้น 500,1000,1500, 2000, 2500 และ 3000 ไมโครกรัม โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานซัลเฟตมา 5, 10, 15, 20, 25 และ 30มิลลิลิตร ตามลำดับ ใส่ในขวดรูปชมพู แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ในแต่ละขวดดำเนินการเหมือนการวิเคราะห์ตัวอย่าง นำค่าความขุ่นที่ได้แต่ละความเข้มข้นมาเขียนกราฟมาตรฐาน การคำนวณทำได้ด้วยสมการที่ (ข.5)

$$SO_4 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร} = \frac{\text{ไมโครกรัมซัลเฟต}}{\text{ปริมาตรน้ำตัวอย่าง (มิลลิลิตร)}} \quad \text{..... (ข.5)}$$

การวิเคราะห์หาปริมาณฟลูออไรด์ (Fluoride)

วิธีการวิเคราะห์

วิธี Spectrophotometric Method หรือ วิธี SPADNS

หลักการ

วิธี SPADNS เป็นวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณฟลูออไรด์โดยการทำให้เกิดสี เมื่อสร้างปฏิกิริยาเคมีระหว่างอิออนเซอโคเนียม (Zirconium ion) และสีย้อม SPANDS จะเกิดสีแดงเข้ม ความเข้มของสีจะลดลงตามปริมาณของเซอโคเนียมที่น้อยลง ถ้าในน้ำมีฟลูออไรด์อิออนเซอโคเนียมจะทำปฏิกิริยารวมตัวกับฟลูออไรด์เกิดเป็นอิออนเชิงซ้อน (Complex ion : $ZnFe_6^{2-}$) ซึ่งจะคงรูปกว่าและไม่มีสี การเกิดปฏิกิริยากับฟลูออไรด์ทำให้เซอโคเนียมมีปริมาณลดลง ปฏิกิริยากับสีย้อม SPANDS จึงลดลง ทำให้

ความเข้มข้นของสีลดลง วิธี SPADNS นี้วัดค่าความเข้มข้นของฟลูออไรด์ ได้ในช่วง 0 - 1.40 มิลลิกรัมฟลูออไรด์ต่อลิตร

สิ่งรบกวนการวิเคราะห์

สิ่งรบกวนการวิเคราะห์ฟลูออไรด์โดยวิธีนี้ ได้แก่ สภาพด่างที่มีความเข้มข้นสูง ๆ แก้ไขได้โดยการทำให้ตัวอย่างเป็นกลางโดยใช้กรดไฮโดรคลอริกหรือกรดไนตริกก่อน ส่วนน้ำตัวอย่างที่มีคลอรีนตกค้างให้เติมสารละลายโซเดียมอาร์ซีไนต์ ($NaAsO_2$) 1 หยดต่อทุก ๆ 0.1 มิลลิกรัมของคลอรีน

การเก็บและรักษาตัวอย่าง

ควรเก็บตัวอย่างน้ำในขวดโพลีเอทธิลีน แต่อาจจะใช้ขวดแก้วได้ด้วยตัวอย่างน้ำมีความเข้มข้นของฟลูออไรด์ไม่สูงนัก และควรล้างขวดด้วยน้ำตัวอย่างก่อน

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. สเปคโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ 570 นาโนเมตร
2. ขวดรูปกรวย
3. กระบอกตวง หรือ Neassler tube

สารเคมี

1. สารละลายสต๊อกฟลูออไรด์เข้มข้น (Stock Fluoride Solution)

ละลายแอนไฮดรัสโซเดียม ฟลูออไรด์ (NaF) 221.0 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตรสารละลายนี้ 1.00 มิลลิลิตร ฟลูออไรด์ 100 ไมโครกรัม

2. สารละลายมาตรฐานฟลูออไรด์ (Standard Fluoride Solution)

เจือจางสารละลายฟลูออไรด์เข้มข้น 100 มิลลิลิตร ให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น สารละลายนี้ 1.00 มิลลิลิตร = ฟลูออไรด์ 10 ไมโครกรัม

3. สารละลาย SPADNS

ละลาย SPADNS) [Sodium 2 - (Parasulfophenylaz0)- 1, 8 - Dihydroxy - 3, 6 – Naphthalenedisulfonate หรือเรียกชื่อหนึ่งว่า 4, 5 - Dihydroxy - 3 - (Parasulfophenylazo), 2, 7 -Naphthalenedisulfonate Acid Trisodium Salt] 958 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางให้เป็น 500 มิลลิลิตรสารละลายนี้สามารถเก็บได้นานอย่างน้อย 1 ปี ถ้าป้องกันไม่ให้ถูกแสง

4. สารละลายกรดเซอโคนิล (Zirconyl - Acid Reagent)

ละลายเซอโคนิลคลอไรด์ (Zirconyls Chloride Octahydrate : $ZnOCl.8H_2O$) 133 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร เติมกรดไฮโดรคลอริคเข้มข้น 350 มิลลิลิตร แล้วเจือจางเป็น 500 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

5. สารละลาย Acid Zirconyl - SPADNS

ผสมสารละลาย SPADNS และสารละลายกรดเซอโคนิลอย่างละเท่า ๆ กัน สารละลายผสมนี้รักษาได้อย่างน้อย 2 ปี

6. สารละลายอ้างอิง

เจือจางกรดไฮโดรคลอริคเข้มข้น 7 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 10 มิลลิลิตร แล้วเติมลงในสารละลายเจือจาง SPADNS ที่เกิดจากการเติมสารละลาย SPADNS 10 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น 100มิลลิลิตร สารละลายที่ได้นี้จะใช้ปรับเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ให้เป็น 100 % T (หรือเท่ากับ blank) สารละลายนี้คงตัวเก็บได้นานอย่างน้อย 1 ปี

7. สารละลายโซเดียมอาร์ซีไนต์ (Sodium Arsenite) ละลาย $NaAsO_2$ 5 กรัม แล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น (ควรระมัดระวัง สารนี้มีพิษ)

วิธีการวิเคราะห์

เตรียมสารละลายปริมาตร 50 มิลลิลิตร ดังตารางที่ ข-1

ตารางที่ ข-1 การเตรียมกราฟมาตรฐาน

ความเข้มข้นที่เตรียม (ไมโครกรัม)	**ปริมาตรสารละลายมาตรฐานฟลูออไรด์ 1.00 มิลลิลิตร = ฟลูออไรด์ 10ไมโครกรัม ที่ปิเปต (มิลลิลิตร)**	**ปริมาตรที่เตรียม (มิลลิลิตร) (ใช้ขวดวัดปริมาตร)**
10	1	50
20	2	50
30	3	50
40	4	50
50	5	50
60	6	50

(2) เทสารละลายที่ได้จากตาราง ใส่ขวดรูปชมพู่ จำนวน 6 ขวด

(3) เติมสารละลาย Acid Zirconyl – SPADNS 10 มิลลิลิตรลงในทุกขวด เขย่าให้เข้ากัน หรืออาจเติมสารละลาย Acid Zirconyl และ SPADNS อย่างละ 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

(4) นำไปวัดหาค่า #T ที่ความยาวคลื่น 570 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายอ้างอิงเป็นแบลงค์ในการปรับค่า 100 %T

(5) สร้างกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของฟลูออไรด์เป็นไมโครกรัมและ #T ที่อ่านได้จากแต่ละความเข้มข้น โดยใช้กราฟ semilog

2. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

(1) ตวงตัวอย่างน้ำ 50 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ หรือปริมาณน้อยกว่าแล้วเติมน้ำกลั่นให้เป็น 50 มิลลิลิตร

(2) เติมสารละลาย SPADNS และ Acid Zirconyl อย่างละ 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน หรือเติมสารละลาย Acid Zirconyl - SPADNS 10 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างน้ำ เขย่าให้เข้ากัน

(3) นำไปวัดหาค่า T ที่ความยาวคลื่น 570 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายอ้างอิงเป็น

แบลงค์ในการปรับค่า 100 %T

(4) อ่านค่าความเข้มข้นของฟลูออไรด์เป็นไมโครกรัมจากกราฟมาตรฐาน

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพุร้อนจังหวัดพัทลุง

ตารางที่ ค-1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรูปอุณหภูมิ ในจังหวัดพัทลุง

จุดที่	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)					มาตรฐานคุณภาพน้ำ
		จุดเก็บ1		จุดเก็บ2		เฉลี่ย	
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่1	ครั้งที่2		
1	บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก	49.6	-	46.3	-	47.95	ตามธรรมชาติ
2	บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง	48.8	-	44.1	-	46.45	
3	บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ	53.8	-	46.5	-	45.9	
4	น้ำพุร้อนเขาชัยสน	56.3	-	44.6	-	50.45	

ตารารงที่ ค-2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรูปความขุ่น ในจังหวัดพัทลุง

จุดที่	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ความขุ่น (NTU)					มาตรฐานคุณภาพน้ำ
		จุดเก็บ1		จุดเก็บ2		เฉลี่ย	
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่1	ครั้งที่2		
1	บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก	0.75	0.7	0.8	0.85	0.8	มาตรฐานน้ำแร่ไม่ระบุ
2	บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง	1.9	1.8	1.8	1.6	1.7	มาตรฐานน้ำบริโภค ไม่เกิน 5.0 NTU
3	บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ	1.22	1.19	1.17	1.2	1.19	
4	น้ำพุร้อนเขาชัยสน	3.3	3.4	3.35	3.4	3.36	

ตารางที่ ค-3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรูปความกระด้าง ในจังหวัดพัทลุง

จุดที่	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)					มาตรฐานคุณภาพน้ำ
		จุดเก็บ1		จุดเก็บ2		เฉลี่ย	
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่1	ครั้งที่2		
1	บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก	243	244	232	228	236.5	มาตรฐานน้ำบริโภค ไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร
2	บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง	120	96	108	106	107.5	
3	บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ	86	92	82	94	88.5	มาตรฐานน้ำแร่ไม่ระบุ
4	น้ำพุร้อนเขาชัยสน	156	166	154	152	157	

ตารางที่ ค-4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรูปคลอรีนตกค้าง ในจังหวัดพัทลุง

จุดที่	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	คลอรีนตกค้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)					มาตรฐานคุณภาพน้ำ
		จุดเก็บ1		จุดเก็บ2		เฉลี่ย	
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่1	ครั้งที่2		
1	บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก	4.53	4.42	4.46	4.6	4.631	มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคไม่เกิน 250 มิลกรัมต่อลิตร
2	บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง	0.469	0.481	0.5	0.493	0.487	
3	บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ	ND	ND	ND	ND	ND	มาตรฐานน้ำแร่ไม่ระบุ
4	น้ำพุร้อนเขาชัยสน	0.88	0.9	0.87	0.8	0.886	

ตารางที่ ค-5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรูปซัลเฟต ในจังหวัดพัทลุง

จุดที่	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ซัลเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)					มาตรฐานคุณภาพน้ำ
		จุดเก็บ1		จุดเก็บ2		เฉลี่ย	
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่1	ครั้งที่2		
1	บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก	26.34	26.12	25.56	25.86	25.63	ไม่เกิน 250 มิลลิกรัมต่อลิตร มาตรฐานน้ำแร่ ไม่เกิน 600 มิลลิกรัมต่อลิตร
2	บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง	66.5	66.9	67.1	66.8	66.76	
3	บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ	40.98	41.23	41.83	41.81	41.76	
4	น้ำพุร้อนเขาชัยสน	150.02	150.12	150	149.88	150.01	

ตารางที่ ค-6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรูปฟลูออไรด์ ในจังหวัดพัทลุง

จุดที่	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ฟลูออไรด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)					มาตรฐานคุณภาพน้ำ
		จุดเก็บ1		จุดเก็บ2		เฉลี่ย	
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่1	ครั้งที่2		
1	บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก	0.536	0.533	0.529	0.525	0.528	มาตรฐานน้ำบริโภค ไม่เกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มาตรฐานน้ำแร่ ไม่เกิน 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
2	บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง	0.499	0.492	0.493	0.496	0.494	
3	บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ	0.381	0.390	0.388	0.387	0.387	
4	น้ำพุร้อนเขาชัยสน	0.385	0.386	0.384	0.385	0.385	

ตารางที่ ค-7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรูปแคดเมียม ในจังหวัดพัทลุง

จุดที่	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	แคดเมียม(Cd) (มิลลิกรัมต่อลิตร)	มาตรฐานคุณภาพน้ำ
1	บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก	ND	ไม่เกิน 0.003 มิลลิกรัม
2	บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง	ND	ต่อลิตร
3	บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ	ND	
4	น้ำพุร้อนเขาชัยสน	ND	

ND = not Detectable

ตารางที่ ค-8 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรูปทองแดง ในจังหวัดพัทลุง

จุดที่	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ทองแดง(Cu) (มิลลิกรัมต่อลิตร)	มาตรฐานคุณภาพน้ำ
1	บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก	ND	ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อ
2	บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง	ND	ลิตร
3	บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ	ND	
4	น้ำพุร้อนเขาชัยสน	ND	

ND = not Detectable

ตารางที่ ค-9 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรูปตะกั่ว ในจังหวัดพัทลุง

จุดที่	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ตะกั่ว(Pb) (มิลลิกรัมต่อลิตร)	มาตรฐานคุณภาพน้ำ
1	บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก	0.128	ไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัม
2	บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง	0.078	ต่อลิตร
3	บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ	0.054	
4	น้ำพุร้อนเขาชัยสน	0.039	

ตารางที่ ค-10 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรูปสังกะสี ในจังหวัดพัทลุง

จุดที่	**จุดเก็บตัวอย่างน้ำ**	**สังกะสี(Zn) (มิลลิกรัมต่อลิตร)**	**มาตรฐานคุณภาพน้ำ**
1	บ่อน้ำร้อนบ้านสวนหมาก	ND	ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อ
2	บ่อน้ำร้อนสามพี่น้อง	ND	ลิตร
3	บ่อน้ำร้อนโหล๊ะจังกระ	ND	
4	น้ำพุร้อนเขาชัยสน	ND	

ND = not Detectable

ภาคผนวก ง
ภาพตัวอย่างน้ำพุร้อนในพื้นที่ศึกษาในจังหวัดพัทลุง

ภาพที่ ง-1 น้ำพุร้อนบ้านสวนหมาก อำเภอศรีนครินทร์ จังหวัดพัทลุง

ภาพที่ ง-2 น้ำพุร้อนสามพี่น้อง อำเภอกงหรา จังหวัดพัทลุง

ภาพที่ ง-3 น้ำพุร้อนโหล๊ะจังกระ อำเภอกงหรา จังหวัดพัทลุง

ภาพที่ ง-4 น้ำพุร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง

ภาพที่ ง-5 การเก็บน้ำในแต่ละพื้นที่